

# НОВОСТИ 11 КОСМОНАВТИКИ 2015



ISSN 1561-1078  
9 771561 107002 >

Журнал для профессионалов  
и не только

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

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

### Редакционный совет:

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

### Редакционная коллегия:

**Главный редактор:** Игорь Маринин  
**Обозреватель:** Игорь Лисов  
**Редакторы:** Игорь Афанасьев,  
Александр Ильин, Андрей Красильников,  
Сергей Шамсутдинов  
**Редактор ленты новостей:**  
Александр Железняков  
**Специальный корреспондент:**  
Екатерина Землякова  
**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 02.11.2015

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	<i>Красильников А.</i> На орбите – трехсотый пилотируемый корабль, или «Союз ТМА-18М» летит к МКС
2	<i>Шамсутдинов С.</i> Биографии членов экипажа ТК «Союз ТМА-18М»
3	<i>Красильников А.</i> Перед двойным юбилейным пуском
8	<i>Красильников А., Хохлов А.</i> Полет экипажа МКС-44/45. Сентябрь 2015 года
16	<i>Красильников А.</i> Возвращение рекордсмена
19	<i>Красильников А.</i> Итоги полета 44-й основной экспедиции на МКС

### ПИЛОТИРУЕМАЯ ТЕХНИКА

20	<i>Афанасьев И.</i> CST-100 получил имя
22	<i>Афанасьев И.</i> Начало сборки корабля Orion для полета EM-1

### ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

24	<i>Афанасьев И.</i> Перепадный спутник. На орбите MUOS-4
25	<i>Афанасьев И.</i> Galileo набирает вес
27	<i>Лисов И.</i> Китайский эксперимент в Ka-диапазоне
29	<i>Лисов И.</i> Девятый «Гаофань»
30	<i>Красильников А.</i> «Экспресс-АМВ» на орбите, или Успех ДМ-03 с третьей попытки
34	<i>Лисов И.</i> Двадцать китайских спутников на первой «шестерке»
40	<i>Чёрный И.</i> Три «источника»
41	<i>Лисов И.</i> Второй китайский дебют
44	<i>Бешиц Д.</i> Astrosat – первая индийская обсерватория на орбите
48	<i>Лисов И.</i> Тяжелый водородный «Бэйдоу»
50	<i>Журавин Ю.</i> Австралия – Аргентина: счет 1:1. В полете – Sky Muster и Arsat 2

### ПРЕДПРИЯТИЯ. ОРГАНИЗАЦИИ

53	<i>Афанасьев И.</i> Омский кадровый ресурс
----	---

### СРЕДСТВА ВЫВЕДЕНИЯ

54	<i>Чёрный И.</i> «Протон» возвращается на коммерческий рынок
57	<i>Афанасьев И., Лисов И.</i> Великий поход... к нижнему пределу
62	<i>Лисов И.</i> Новый китайский твердоотливный

### ИСКУССТВЕННЫЕ СПУТНИКИ ЗЕМЛИ

64	<i>Середин С., Олейников И.</i> Космический мусор – информационный армрестлинг
----	--

### МЕЖПЛАНЕТНЫЕ СТАНЦИИ

66	<i>Ильин А.</i> Тайна Оккатора
69	<i>Афанасьев И.</i> Частники не будут искать астероиды для NASA

### СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

70	<i>Лисов И., Шаров П.</i> Величайший межпланетный проект. Продолжение
----	---

На обложке: Космонавт Республики Казахстан Айдын Аимбетов.  
Фото А. Пантюхина

# На орбите – трехсотый пилотируемый корабль,

или

## «Союз ТМА-18М» летит к МКС

А. Красильников.  
«Новости космонавтики»

**2** сентября в 07:37:43.233 ДМВ (04:37:43 UTC) с 5-й пусковой установки 1-й площадки космодрома Байконур стартовые расчеты предприятий ракетно-космической промышленности России осуществили пуск ракеты-носителя «Союз-ФГ» (11А511У-ФГ, заводской № 26М136С, бортовой № Г15000-054) с пилотируемым космическим кораблем «Союз ТМА-18М» (11Ф732А47 № 718).

В составе экипажа: командир корабля, бортинженер-7 экспедиции МКС-44 и бортинженер-1 МКС-45/46 – инструктор-космонавт-испытатель 1-го класса Роскосмоса Сергей Александрович Волков; бортинженер-1 корабля и экспедиции посещения ЭП-18 – астронавт ЕКА, подданный Королевства Дания Андреас Эневолль Могенсен; бортинженер-2 корабля и ЭП-18 – полковник ВВС Республики Казахстан Айдын Аканович Аимбетов. Позывной экипажа – «Эриданы».

В 07:46:31.693 корабль отделился от третьей ступени ракеты и вышел на орбиту с параметрами (по данным службы баллистико-навигационного обеспечения подмосковного ЦУПа; в скобках – расчетные значения):

- > наклонение – 51.67° (51.67±0.06);
- > минимальная высота – 200.23 км (200+7/-22);
- > максимальная высота – 248.57 км (242±42);
- > период обращения – 88.69 мин (88.64±0.37).

«Союз ТМА-18М» получил номер **40885** и международное обозначение **2015-043A** в каталоге Стратегического командования США. В графике сборки и эксплуатации МКС его полету присвоили индекс 44S.

Масса корабля при старте составляла 7212 кг, в том числе 879.6 кг топлива в баках комбинированной двигательной установки.



«Союз ТМА-18М» стал 300-м пилотируемым кораблем, выведенным на околоземную орбиту. Начиная с полета Юрия Гагарина орбиты достигли 132 советских/российских корабля, 163 американских и пять китайских. Еще два корабля – «Союз» 5 апреля 1975 г. и «Челленджер» 28 января 1986 г. – не вышли на орбиту из-за аварий ракет-носителей.

Кроме того, по сообщению Роскосмоса, этот пуск стал 500-м выполненным со стартового комплекса 17П32-5 на 1-й площадке космодрома Байконур, известного как «Гагаринский старт». По данным автора, с площадки 1 было осуществлено на два пуска меньше – 498.

Для обеспечения безопасности запуска «Союза ТМА-18М» Росавиация и Министерство обороны РФ привлекли девять самолетов (четыре Ан-26, два Ан-2, два Ил-38 и один Ан-12), 12 вертолетов Ми-8 и поисково-спасательное судно «Георгий Козьмин», патрулировавшее Японское море. Авиация базировалась на аэродромах Крайний, Юбилейный, Джезказган, Караганда, Горно-Алтайск, Кызыл, Новосибирск, Иркутск, Улан-Удэ, Чита, Хабаровск, Николаевка, Дальнереченск и Владивосток.

Запуск и стыковка корабля были застрахованы ЦЭНКИ в компаниях «Ингосстрах» и СОГАЗ на сумму 2.4 млрд руб.

## Биографии членов экипажа ТК «Союз ТМА-18М»

Родился 1 апреля 1973 г. в г. Чугуев Харьковской области Украинской ССР. В 1990 г. Сергей окончил среднюю школу имени В.М. Комарова в Звездном городке, в 1995 г. – Тамбовское ВВАУЛ имени Марины Расковой, в 2009 г. – Академический правовой университет в Москве (с отличием), в 2012 г. – Российскую академию народного хозяйства и государственной службы (с отличием).

В период 1996–1997 гг. Сергей Волков служил летчиком, затем помощником командира корабля в авиационной эскадрилье управления и ретрансляции 8-й авиадивизии ВВС особого назначения, пос. Чкаловский Московской области. Освоил самолеты Л-29, Л-39, Ту-134, Ил-22. Имеет общий налет более 500 часов.

28 июля 1997 г. старший лейтенант Волков был отобран в качестве кандидата в космонавты и 26 декабря 1997 г. зачислен в отряд космонавтов РГНИИ ЦПК (ныне ФГБУ НИИ ЦПК). В 1998–1999 гг. прошел курс ОКП, и 1 декабря 1999 г. ему была присвоена квалификация «космонавт-испытатель».

Первый космический полет Сергей Волков совершил с 8 апреля по 24 октября 2008 г. команди-



**Командир ТК  
Бортинженер-1 МКС-45/46  
Сергей Александрович  
Волков**

472-й космонавт мира  
101-й космонавт России

ром ТК «Союз ТМА-12» и 17-й основной экспедиции МКС. Второй полет – с 7 июня по 22 ноября 2011 г. командиром ТК «Союз ТМА-02М» и бортинженером экипажа МКС-28/29.

С октября 2014 г. Сергей проходил подготовку в составе основного экипажа МКС-45/46/ЭП-18. В настоящее время он выполняет третий полет.

Летчик-космонавт РФ, полковник запаса С. А. Волков является инструктором-космонавтом-испытателем 1-го класса и военным летчиком 3-го класса. Имеет квалификации «Офицер-водолаз» и «Инструктор парашютно-десантной подготовки».

Награжден медалью «Золотая Звезда» Героя Российской Федерации, орденом «За заслуги перед Отечеством» IV степени, медалями «За воинскую доблесть» I и II степени, «За отличие в военной службе» I, II и III степени, «За службу в Военно-воздушных силах», «За укрепление боевого содружества», «За заслуги в освоении космоса», а также двумя медалями NASA.

Сергей Александрович женат на Наталье Викторовне; у них два сына: Егор (2001 г.р.) и Артём (2011 г.р.).

Родился 2 ноября 1976 г. в Копенгагене, Дания. В 1995 г. окончил Копенгагенскую международную школу. В 1999 г. получил степень магистра по авиационной технике в Имперском колледже в Лондоне (Великобритания).

Андреас начал свою профессиональную карьеру в 2000 г. в компании Schlumberger Oilfield Services, где работал инженером по бурению и обслуживал нефтедобывающие платформы в Конго и Анголе. В 2001–2003 гг. трудился в компании Vestas Wind Systems в г. Рингкебинг (Дания) в качестве инженера в отделе исследований и разработок, где занимался проектированием систем управления для ветровых турбин.

С 2004 г. по 2007 г. Могенсен, работая над диссертацией, являлся научным сотрудником Центра космических исследований и ассистентом кафедры аэрокосмической техники в Университете Техаса в г. Остин, США. В 2007 г. в этом университете он получил степень доктора по аэрокосмической технике.



**Бортинженер-1 ТК  
Бортинженер-1 ЭП-18  
Андреас Могенсен**

541-й космонавт мира  
1-й астронавт Дании

В 2007–2008 гг. в компании HE Space Operations занимал должность инженера по системам управления ориентацией космических аппаратов. В 2008–2009 гг. был научным сотрудником Космического центра Суррейского университета в Великобритании. Андреас проводил исследования в области наведения, навигации и управления космическими аппаратами во время спуска и посадки на поверхность Луны.

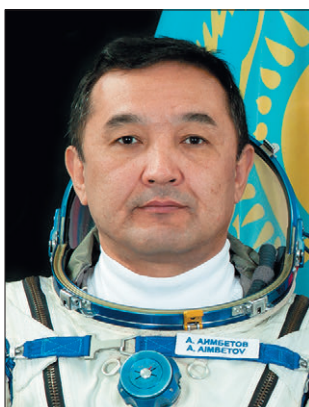
В мае 2009 г. Андреас Могенсен был зачислен в отряд астронавтов ЕКА и в ноябре 2010 г. закончил начальную базовую подготовку в Европейском центре астронавтов в Кёльне, ФРГ. С ноября 2013 г. готовился в составе основного экипажа МКС-45/46/ЭП-18. Могенсен стал первым гражданином Дании, совершившим космический полет.

Могенсен является членом Американского института аэронавтики и астронавтики, Американского астронавтического общества и Американской ассоциации содействия развитию науки. Он женат на Сесилии Байер, их дочери Эмили два года.

Родился 27 июля 1972 г. в селе Заря Коммунизма Талды-Курганской области Казахской ССР. В 1989 г. Айдын окончил среднюю школу в городе Талды-Курган и поступил в Армавирское ВВАУЛ имени главного маршала авиации П. С. Куцакова, которое окончил в 1993 г. по специальности «Командная тактическая истребительной авиации» с присвоением квалификации «летчик-инженер».

После окончания авиационного училища Айдын Аимбетов проходил службу в частях ВВС Республики Казахстан на должностях летчика, старшего летчика, командира авиационного звена. Освоил самолеты Л-39, МиГ-23МЛ, МиГ-27МД.

9 ноября 2002 г. решением Межведомственной комиссии при Правительстве Казахстана Айдын Аимбетов и Мухтар Аймаханов были отобраны в качестве кандидатов в космонавты. С июня 2003 г. по июнь 2005 г. они прошли курс ОКП в ЦПК, и им была присвоена квалификация «космонавт-испытатель». После этого до августа 2008 г. они продолжали подготовку в ЦПК в группе специализации по программе МКС. Полет казахстанского космонавта планировался на сентябрь 2009 г., но в апреле 2009 г. Казахстан принял решение отложить его в связи с финансовыми трудностями.



**Бортинженер-2 ТК  
Бортинженер-2 ЭП-18  
Айдын Аканович Аимбетов**

542-й космонавт мира  
1-й космонавт Республики  
Казахстан

Аимбетов вернулся на родину и стал работать советником председателя, директором департамента Национального космического агентства (Казкосмос). С марта 2011 г. Айдын Аканович занимает должность заместителя директора Института космической техники и технологий Республики Казахстан. Кроме того, с 2012 г. он является руководителем Школы юных космонавтов в Астане, где занимается образовательной деятельностью.

12 октября 2012 г. Айдыну Аимбетову был присвоен статус космонавта Республики Казахстан. 22 июня 2015 г. решением Межведомственной комиссии (МВК) он был назначен в основной экипаж МКС-45/46/ЭП-18.

Айдын Аимбетов является первым гражданином Республики Казахстан, совершившим космический полет.

Полковник А. А. Аимбетов награжден юбилейной медалью «20 лет независимости Республики Казахстан» и знаком Казкосмоса «50 лет первому полету человека в космос».

Айдын Аканович женат на Лилии Алмуханбетовне. В семье трое детей: сын Амир (1998 г.р.) и дочери – Диана (2000 г.р.) и Даяна (2007 г.р.).

Подготовил С. Шамстудинов



ПИЛОТИРУЕМЫЕ КОРАБЛИ

Фото О. Урусова

# Перед двойным юбилейным пуском

А. Красильников

## Дата старта менялась дважды

Мало кто помнит, что первоначально запуск «Союза ТМА-18М» намечался на 4 октября. И было бы очень символично, если бы эта дата сохранилась: дважды юбилейный пуск (300-й пилотируемый корабль на орбите и 500-й старт с первой площадки) осуществляется в 58-ю годовщину со дня запуска Первого искусственного спутника Земли.

Однако в конце 2014 г. в утвержденной программе полета МКС на 2015 г. увидела свет новая дата пуска – 1 сентября. Вообще после подписания данного графика даты запусков кораблей «Союз», да и «Прогрессов» тоже, меняются очень редко. А в последние годы эти даты утверждаются еще и

с учетом необходимости выполнения сближения кораблей со станцией по четырехвитковой схеме. Вот тут-то жизнь иногда и преподносит сюрпризы. Так было и на этот раз: в конце июня дата старта «Союза ТМА-18М» была перенесена с 1 на 2 сентября, потому что орбита МКС перестала обеспечивать быструю схему сближения при запуске 1 сентября.

Вследствие низкой солнечной активности в течение августа орбита станции снижалась медленно, не помог и перевод ее в режим повышенного торможения. На планируемую дату старта фазовый угол между кораблем и станцией получался 11,5° при минимально допустимом значении 17,5°. В результате для полета к МКС пришлось использовать двухсуточную схему.

Но вернемся к подготовке запуска... 2 мая корабль «Союз ТМА-18М» был доставлен в монтажно-испытательный корпус (МИК) 254-й площадки космодрома. В мае–июне с ним провели первый цикл испытаний и временно законсервировали. Тестирование корабля возобновилось 24 июля с автономных и комплексных испытаний систем. 4 августа «Союз ТМА-18М» перевезли в МИК площадки 2Б для проверки герметичности в барокамере.

Тем временем 28 июля в МИКе на 112-й площадке собрали пакет: к центральному блоку «Союза-ФГ» присоединили четыре боковых блока. 18 августа проводились пневматические испытания блоков. После этого прошли автономные проверки их систем.



## Эмблема экипажа «Союза ТМА-18М»

Эмблему разработал художник из Мадрида Хорхе Картес (Jorge Cartes). Роскосмос утвердил ее 30 апреля 2014 г.

Пэтч имеет форму пятиугольника. Это напоминание о графическом символе советско-американской программы ЭПАС (экспериментальный полет «Аполлона» и «Союза»): в нынешнем году этому полету исполнилось 40 лет. На эмблеме изображен космический корабль «Союз», сближающийся с МКС. Вверху пэтча помещены название корабля и логотип Роскосмоса.

Нашивка первоначально создавалась для экипажа с участием британской певицы Сары Брайтман, поэтому на ней фигурирует музыкальная символика: парящие над Землей нотные знаки и нотный стан. После ухода Брайтман из экипажа командир корабля Сергей Волков решил сохранить понравившуюся ему «космическую музыку», и коррекция эмблемы выразилась лишь в замене фамилии несостоявшейся космической туристки на фамилию Айдына Аимбетова. 22 июня 2015 г. экипаж одобрил новый дизайн пэтча.

Аналогичную эмблему, только без фамилий, получили и дублиеры. – Л.Р.

Сергей Волков взял с собой на МКС флаг мотоклуба «Ночные волки». О доставке символа на станцию договорились в июне отец Сергея космонавт Александр Волков и лидер байк-клуба Александр «Хирург» Залдостанов.





Фото С. Сергеева

В середине августа началась подготовка стартового комплекса к юбилейному пуску.

### Белые верблюжата по прибытии в Казахстан

Основной и дублирующий экипажи прилетели на космодром 18 августа. «На Байконуре у нас будет очень плотный график работы, – рассказал Сергей Волков. – Помимо «примерки», завтра будем работать с бортовой документацией, встретимся со специалистами РКК «Энергия», еще раз обсудим с ними циклограмму полета от старта до стыковки, отработаем ручные режимы, разберем график первых дней на станции».

Прибывшим экипажам были вручены сувениры – белые верблюжата, специально подготовленные казахстанской стороной в знак успешного старта и благополучного возвращения космонавтов на Землю.

19 августа в МИКе на 254-й площадке оба экипажа провели первую космодромную тренировку в «Союзе ТМА-18М». Они по очереди посетили изделие в полетных костюмах, ознакомились с местами размещения грузов в бытовом отсеке и спускаемом аппарате и по-

работав с оборудованием. Затем космонавты надели аварийно-спасательные скафандры «Сокол-КВ-2» и проверили их герметичность. Из троих дублеров скафандры примерили только Сергей Прокопьев и Тома Песке. Дело в том, что Олег Скрипочка имеет опыт космического полета и поэтому не надевает скафандр для экономии времени.

После этого космонавты снова забрались в корабль. Они оценили зазоры до элементов конструкции и досягаемость органов управления, проверили срабатывание звуковой сигнализации через шлемофоны скафандров, радиосвязь и взведение индивидуальных кресел-ложементов «Казбек-УМ», ознакомились с видеокамерами GoPro и планшетным компьютером.

Наконец покинув «Союз ТМА-18М», экипажи поработали с лазерным дальномером и спутниковым телефоном. Кроме того, дублирующий состав осмотрел грузовой корабль «Прогресс М-29М», который отправится к МКС 1 октября.

20 августа на площадке перед гостиницей «Космонавт» космонавты традиционно подняли флаги государств, участвующих в

запуске: России, Дании и Казахстана. Затем экипажи продолжили изучать бортдокументацию корабля, программу полета и баллистику, а также практиковались на тренажере по ручному причаливанию «Союза» к МКС. В этот же день на 31-й площадке баки корабля были заправлены компонентами топлива и сжатыми газами.

23 августа дублирующий экипаж совершил экскурсию по городу Байконур, посетив памятники Юрию Гагарину и Сергею Королеву и музей истории космодрома.

24 августа «Союз ТМА-18М» присоединили к переходному отсеку, а через день на него накатали головной обтекатель 11С517А3 № Г15000-074.

26 августа, опять-таки по традиции, Андреас Могенсен и Айдын Аимбетов, впервые летящие на орбиту, посадили саженцы сербристого тополя на Аллее космонавтов.

– Айдын, уже, наверное, не первое дерево сажаешь в своей жизни? – предположили журналисты.



Полет первого датского космонавта Андреаса Могенсена получил название Iriss. Это комбинация имени Iris (Ирис, или Ирида, – в древнегреческой мифологии богиня радуги и вестница богов) и аббревиатуры ISS (МКС).

- Я дома уже целый сад посадил.
- В чем секрет, чтобы хорошо росло?
- Главное – уход, поливать вовремя.

В посадке деревьев датчанину и казаху помогал Сергей Волков. Потом он проведаль и полил свое дерево, посаженное в апреле 2008 г.

В ходе третьего полета Сергей превысит суммарный налет своего отца Александра Волкова. «Мне кажется, что главное для космонавта – это работа, а уж сколько дней в космосе ты провел – не самое важное, – прокомментировал предстоящее событие Сергей. – Главное в качестве и эффективности работы, которую мы выполняем. Если я стану или являюсь космонавтом такого же уровня, как мой отец, то это и так для меня уже высокая планка, потому что он настоящий профессионал». Кстати, примечательно и то, что Александр Волков в 1991 г. полетел в космос с казахом Токтаром Аубакировым, а сейчас Сергей Волков отправляется на орбиту с казахом Айдыном Аимбетовым.

28 августа экипажи в полетных костюмах провели вторую тренировку в корабле, осмотрев его в стартовой конфигурации.

– Сергей, [как] результаты? – поинтересовался у Волкова генеральный конструктор пилотируемых космических комплексов РКК «Энергия» Сергей Романов.

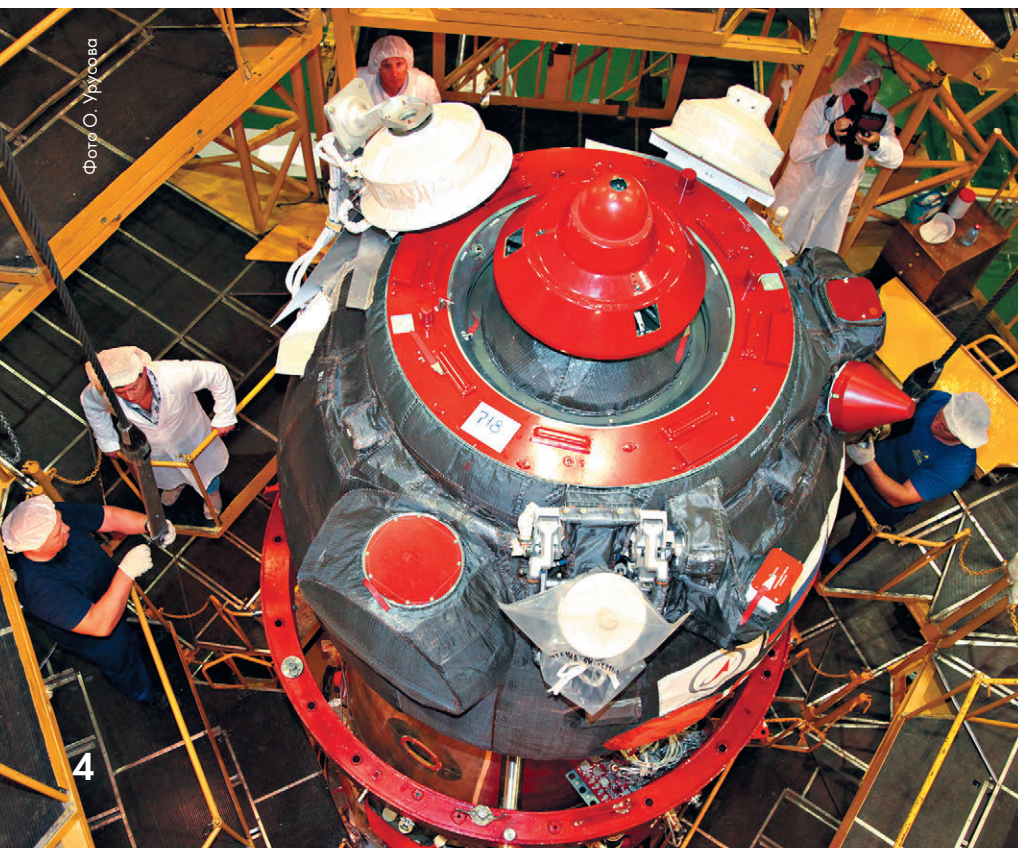


Фото О. Урусова



Фото С. Сергеева

Контракт на полет казахстанского космонавта Айдына Аимбетова на МКС был заключен 26 августа в ходе Международного авиационно-космического салона МАКС-2015. С российской стороны документ подписал генеральный директор Госкорпорации «Роскосмос» Игорь Комаров, с казахстанской – председатель Аэрокосмического комитета Министерства по инвестициям и развитию Казахстана Талгат Мусабаяев. Предметом соглашения являются подготовка, осуществление космического полета и послеполетная реабилитация казахстанского космонавта.

Сумма контракта составляет 1.1 млрд руб (или 15.7 млн \$ по курсу от 26 августа) и представляет собой твердую фиксированную цену. Если учесть, что преждевременно сошедшая с дистанции британка Сара Брайтман должна была заплатить 52 млн \$, то аналогичный полет обошелся Казахстану в три раза дешевле. Более того, поскольку в этом году средства на полет не были заложены в бюджете Казахстана, то оплата будет возможна до конца 2016 г.

Согласно контракту, казахстанская научная программа полета включает десять экспериментов. По словам заместителя председателя Аэрокосмического комитета Еркина Шаймагамбетова, ее основной исполнитель – Национальный центр космических исследований и технологий, соисполнители – Казахский национальный университет имени Аль-Фараби и Казахстанский институт физиологии человека и животного.



Фото О. Урussoва

– Мы все проверили. Замечания устранены. Все хорошо. Все посмотрели, все нам понравилось, и довольно хорошо было в спускаемом аппарате.

– Особенно с учетом того, что без скафандров.

– Да-да.

Затем космонавты посетили МИК на 112-й площадке, где 30 августа предстояла сборка ракеты космического назначения, а также музей космодрома и домики Королёва и Гагарина на 2-й площадке.

31 августа «Союз-ФГ» был транспортирован на стартовый комплекс и поднят в вертикальное положение со сведением колонн обслуживания. «Я желаю папе удачного полета и мягкой посадки. И чтобы он с инопланетянами познакомился... – пожелала младшая дочка Айдына Даяна. – И чтобы после полета он прилетел на планету удачно, счастливым, и все остальные его желания сбывались».

Восьмилетняя Даяна подарила папе в полет игрушечного львенка. «Потому что он сам [по знаку зодиака] Лев, и это моя любимая игрушка», – пояснила девочка.

1 сентября Государственная комиссия по проведению летных испытаний пилотируемых космических комплексов под председательством временно исполняющего обязанности руководителя Роскосмоса Александра Иванова утвердила составы основного и дублирующего экипажей «Союза ТМА-18М».

### Датчанин побрил ногу ради науки

На предстартовой пресс-конференции 1 сентября Андреас Могенсен признался, что очень гордится участием в полете на МКС. «Я сейчас очень рад, что нахожусь здесь на предстартовой подготовке и полечу в космос менее чем через 24 часа, – сказал датчанин. – Я очень горжусь, что являюсь частью программы МКС, и особенно частью научной программы, которую мы выполняем на борту станции. Уверен, что моя страна Дания, да и вся Европа будут гордиться тем, что я отправляюсь в полет».

Айдын Аимбетов поведал, что с детства мечтал стать космонавтом: «Была такая история. Мы с отцом на сенокосе отработали, была ночь. И вот, стог свежевыкошенного сена, мы лежим, смотрим в звездное небо, и черноту неба прорезает огненный шлейф. Сразу интересно стало: «Папа, что это такое?» Он рассказал, что это был болид. И с тех времен я начал интересоваться звездами, космическими полетами и потихоньку встал на путь становления космонавтом. Для этого я занялся спортом и практически все свое детство им занимался. Начал хорошо учиться. Учился на отлично, но были моменты, что мы с ребятами так хулиганили, что один раз меня даже вызывали на педсовет. Там пришлось краснеть и давать отчет о своих хулиганских действиях. Короче говоря, я был нормальным ребенком... Поступил в военное летное училище, потому что было так, что в отряд космонавтов брали большей частью военных летчиков».

Сергей Волков считает, что среди космонавтов нет случайных людей и что все космонавты, как правило, очень мотивированные и целеустремленные люди. «Когда ты уже близок к свершению своей мечты – полету в космос, отдав столько сил и времени, чтобы дойти до этого момента и сидеть вот здесь, за стеклом, в составе основного экипажа, то, конечно же, все стараются, – объяснил он. – Опять-таки неважно, сколько у тебя полетов. Все стараются как можно лучше сдать экзамены и подготовиться к полету. И Андреас, и Айдын выложились во время подготовки. Я не буду говорить, что по максимуму, потому что резерв нужно оставлять всегда. Потому что сам космический полет требует больше сил и энергии, чем подготовка. Ребята молодцы, и сомнений в экипаже у меня нет. Мы готовы к полету. Я рад за них, и рад, что мы в одном экипаже».

Аимбетов отметил, что его полет выполняется в год празднования 550-летия Казахского ханства. «В честь этого события я беру флажки. Также в этом году отмечается юбилей нашей Конституции, поэтому беру с собой флаг Республики Казахстан, – сказал он. – Когда я учился на общекосмической подготовке в 2004 г. и был прямой эфир с Президентом Республики Казахстан Нурсултаном Абишевичем Назарбаевым на празднике государственных символов, я сказал: настанет время, когда государственные символы Республики Казахстан будут на орбите. Я взял флаг ВВС Казахстана. Сам я военный летчик, до сих пор нахожусь в рядах Вооруженных сил Республики Казахстан и постоянно поддерживаю связь со своими коллегами».

Среди научных исследований, которые предстоит провести на МКС, Волков выделил эксперимент «Перемещение жидкостей». «Его сейчас Михаил [Корниенко] со Скотом [Келли] выполняют. Мы тоже участвуем в



Фото С. Сергеева



этом эксперименте: идет сравнение полугодового и годового полета, – поведал он. – [Ученых интересует], какие надо делать процедуры по улучшению состояния космонавта по возвращении на Землю. Мы сейчас говорим про возвращение на Землю, а подразумеваем, что, когда будут выполняться дальние перелеты, на планетах нас не будет встречать команда спасателей и врачей, которые могут помочь выйти из спускаемого аппарата. То есть необходимо выходить самим.

Ему по душе также прикладные эксперименты по изучению Земли, медицинские исследования и физические эксперименты «Плазменный кристалл» и «Кулоновский кристалл». «Ну и, конечно, выход в открытый космос, но это не эксперимент, а тяжелая работа», – добавил космонавт с улыбкой. Всего же, по словам Сергея, на экспедицию МКС-45/46 запланировано 75 экспериментов.

Андреас рассказал про эксперимент MARES, который направлен на изучение мышечной атрофии: «Готовиться к этому исследованию мне приходится уже сейчас. Сегодня я встал немного раньше обычного, и мне пришлось полностью побрить свою правую ногу, поэтому я провел очень много времени в душе. Для чего это сделано? Сергей будет накладывать электроды, и, таким образом, мы будем смотреть, как происходит воздействие. Ввиду выполнения этого эксперимен-

та мне пришлось пожертвовать собой: сейчас у меня одна нога нормальная, а вторая побрита полностью».

Айдын сообщил, что в казахстанскую научную программу вошли такие эксперименты, как «Ураган», «Релаксация», «Контент», «Взаимодействие» и «Кулоновский кристалл». Он отметил, что казахстанские ученые разработали специальный прибор для измерения накопленной человеком дозы радиации. «Любой материал впитывает излучение, и далее он уже сам излучает, – уточнил казах. – Радиационный фон на орбите превышает земной в 200 раз, и космонавты во время своего полета набирают миллизиверты. С меня уже сняли земные фоновые данные, затем на орбите будут сниматься показания, я буду носить с собой дозиметр, и после этого на Земле после полета также будут сниматься данные. И что интересно: не со всего организма, а с головного мозга».

Кроме того, Аимбетов рассказал про эксперимент «Дастархан-6», цель которого дегустация в космосе продуктов питания казахской национальной кухни: «Это сублимированные продукты питания, разработанные Казахской академией питания и включающие в себя витаминные добавки, которые повышают работоспособность, укрепляют иммунитет и, естественно, понижают утомляемость. Суп харчо, сухое кобылье молоко,

На пресс-конференции в ЦУПе после стыковки «Союза ТМА-18М» с МКС руководитель полета российского сегмента МКС Владимир Соловьев рассказал о причине задержки с раскрытием левого крыла солнечной батареи на «Союзе ТМА-17М» в конце июля (НК №9, 2015, с.6-7):

«Работала долго и достаточно серьезно комиссия в РКК «Энергия». Было выяснено, что в процессе выведения [на орбиту под головным обтекателем] происходят изменения давления. [Поэтому] кронштейны крепления солнечной батареи могут – не всегда, но, тем не менее, могут – видоизменять положение – очень незначительно: скажем так, на полмиллиметра, на полтора миллиметра. На Земле были проведены тесты, которые показали, что в ряде случаев, крайне редко, при разных сочетаниях размерностей болт-отверстие возможно незначительное заклинивание, которое потом вследствие температурных воздействий само по себе устраняется.

Было принято решение провести доработку конструкции, в том числе на полетевшем «Союзе», для того чтобы мы справились с этим замечанием в поворотных конструкциях. Эта работа была проведена, и вот вы видите результат: обе солнечные батареи на этом «Союзе» раскрылись. Мы полагаем, что и дальше будет так. Только так».







Фото С. Сергеева

курт, ирмишк, печенье. Они разработаны не только для космического питания, но и для использования в экстремальных видах подготовки – в экспедициях, путешествиях или нашими силовиками».

Журналисты также поинтересовались: где на станции разместятся на ночлег девять космонавтов? «Мы еще в марте обговаривали, кто и где будет спать. Станция достаточно большая, и сейчас мест, где можно на недельку прилечь, довольно много. При этом даже можно быть предоставленным себе самому, – пояснил Сергей. – Учитывая опыт своих предыдущих полетов, я попросился спать в Airlock (Шлюзовой отсек Quest. – А.К.), потому что знаю, как там можно устроиться. И мы со Скоттом уже договорились, что я буду спать там. Андреас, наверное, по традиции. Когда проходят такие пересменки, европейские астронавты спят в «Колумбусе» (Лабораторный модуль Columbus. – А.К.) или в японском модуле (Kibo. – А.К.): там тоже есть неплохое место, где можно поспать. А Айдын... я думаю, разберемся, потому что есть отличные места и на российский сегменте. Айдын на потолке хочет попробовать поспать, поэтому будем подбирать ему что-то в потолочной части станции. Это будет или МИМ-2 (Малый исследовательский модуль «Поиск». – А.К.), или МИМ-1 (модуль «Рассвет». – А.К.), или, может быть, на американском сегменте».

### Японская ступень «Союзу» не помешала

2 сентября на 3–4-м витках полета «Союз ТМА-18М» выполнил двухимпульсный маневр. Сближающе-корректирующий двигатель (СКД) включился в 11:17:29 ДМВ (длительность работы – 46,7 сек, величина импульса – 18,5 м/с) и 12:11:06 (24 сек, 9,3 м/с). В результате корабль перешел на орбиту наклонением 51,66°, высотой 237,01×294,83 км и периодом обращения 89,64 мин.

Вечером того же дня российская сторона получила от американской предупреждение о предстоящем сближении с «Союзом» объекта с каталожным номером 20230 в 11:38:43 ДМВ 3 сентября. «Незванный гость»

представлял собой третью ступень японской ракеты-носителя Н-I, запущившей в сентябре 1989 г. спутник Himawari-4, и находился на орбите наклонением 28,2° и высотой 188×8656 км. Встреча с объектом должна была произойти на 20-м витке после выполнения кораблем третьего импульса.

Баллистики подмосковного ЦУПа и их американские коллеги провели соответствующие расчеты и убедились, что на новой орбите космический мусор не будет угрожать «Союзу». Параметры маневра менять не стали, и он был штатно проведен 3 сентября в 08:40:07 с помощью двигателей причаливания и ориентации (15,6 сек, 1,08 м/с). После этого корабль оказался на орбите наклонением 51,67°, высотой 239,99×293,32 км и периодом обращения 89,66 мин.

Расчеты показали, что японская ступень пролетела в 4 км от «Союза»: выше на 1,5 км, сзади на 3,4 км и слева на 1,2 км.

4 сентября на 33-м и 34-м витках были проведены маневры выхода в точку прицеливания: в 08:34:58 (33,84 м/с) и в 09:20:18 (34,52 м/с). В результате корабль приблизился к МКС и в 10:17 с расстояния 400 м начал ее облет. Репортаж о ходе автоматического сближения вел Сергей Волков.

Волков: Дальность – 260 м, радиальная скорость сближения 0,45 м/с. 240 м, 0,34 м/с. Выполняется облет по тангажу. 228 м, 0,3 м/с. 200 м, 0,18 м/с. Наблюдают в ВСК (визир космонавта. – А.К.) стыковочный узел. Околонулевые скорости. Выполняется разворот по крену против часовой стрелки. Станция идет по часовой. 193 м.

Андреас Могенсен: Есть [загорание транспаранта] K15, [режим] «Причал».

Волков: В обратную сторону пошла станция. По крену идет доворот.

Руководитель полета Владимир Соловьёв: Серёж, сейчас он (корабль. – А.К.) может погулять немного, потому что [осуществляется переход на другую антенну радиотехнической системы «Курс»] АКР. Подожди пока.

Волков: Да, Владимир Алексеевич, я понял. Есть у нас [индикация на видеоконтрольном устройстве (ВКУ)] «Зависание в

конусе», «Причал». Стыковочный узел в центре ВСК.

ЦУП: Выдаем команду «Причал» с формата «Сближение».

Соловьёв: Серёж, пошли вперед, станция готова.

Волков: Да-да, выдаю команду «Причал» с формата «Сближение». Выдал.

Автоматическое причаливание «Союза ТМА-18М» к станции началось в 10:29.

Могенсен: Включить фару?

Волков: Нет, не надо, хорошо видно.

ЦУП: Разверните, пожалуйста, ВКУ на весь экран.

Волков: Хорошо. Хотя, давай, Андреас, пусть будет.

Могенсен: Фару?

Волков: Да.

Соловьёв: Серёж, [делай] как вам удобнее. Если удобно на небольшом экране [видеть станцию] и нужно другие вещи смотреть, можете так лететь. Как тебе удобнее.

Волков: Давайте я пока включу на большой экран, а там посмотрим.

Соловьёв: Ну, в общем, смотри.

Волков: Набрали радиальную скорость сближения. 167 м, 0,82 м/с. Стыковочный узел в центре ВСК. 150 м, 0,79 м/с. Продолжаем сближение. 120 м, 0,67 м/с. Уже мишень наблюдаю, полградуса левее центра ВСК, по тангажу в центре. 100 м, 0,55 м/с. Мишень в центре ВСК. 85 м, 0,44 м/с. Мишень в центре ВСК. Наблюдают мишень хорошо. Немножко ушла вправо вверх, в пределах полградуса. 60 м, 0,28 м/с. Есть включение ССВП (система стыковки и внутреннего перехода. – А.К.). Транспаранты D9, D13, D17 и C11 горят. ССВП готов. 38 м, «[Корабельная антенна системы «Курс»] АО-ВКА закр[ыта]» транспарант горит. Мишень в центре ВСК. Продолжаем контролировать. 25 м, 0,11 м/с. Мишень в центре ВСК.

Кстати, в ходе причаливания на дисплее пульта космонавта горело сообщение, что парциальное давление воды в атмосфере корабля находится не в допуске и составляет 14,5 мм рт.ст.

В 10:39:02 «Союз ТМА-18М» состыковался с модулем «Поиск». В этот момент станция находилась на орбите наклонением 51,67°, высотой 400,77×418,94 км и периодом обращения 92,52 мин.



Фото С. Сергеева

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

# Полет экипажа МКС-44/45

Сентябрь 2015 года

## Экипаж МКС-44:

Командир – Геннадий Падалка  
Бортинженер-2 – Михаил Корниенко  
Бортинженер-3 – Скотт Келли  
Бортинженер-4 – Олег Кононенко  
Бортинженер-5 – Кимия Юи  
Бортинженер-6 – Челл Линдгрэн  
Бортинженер-7 – Сергей Волков (с 4 сентября)

## Экипаж МКС-45 (с 5 сентября):

Командир – Скотт Келли  
Бортинженер-1 – Сергей Волков  
Бортинженер-2 – Михаил Корниенко  
Бортинженер-4 – Олег Кононенко  
Бортинженер-5 – Кимия Юи  
Бортинженер-6 – Челл Линдгрэн  
Бортинженер-7 – Геннадий Падалка (до 11 сентября)

## Экипаж ЭП-18 (с 4 по 11 сентября):

Бортинженер-1 – Андреас Могенсен  
Бортинженер-2 – Айдын Аимбетов



## В составе станции на 01.09.2015:

ФГБ «Заря»	МИМ-2 «Поиск»
Node 1 Unity	Node 3 Tranquility
СМ «Звезда»	Cupola
LAB Destiny	МИМ-1 «Рассвет»
ШО Quest	PMM Leonardo
СО «Пирс»	«Союз ТМА-16М»
Node 2 Harmony	«Союз ТМА-17М»
APM Columbus	«Прогресс М-28М»
JPM Kibo	HTV-5 Kounotori-5

## Девять человек на борту

4 сентября в 07:39:02 UTC пилотируемый корабль «Союз ТМА-18М» причалил к МКС. Масса станции возросла до 427 357 кг. Снова, как и в ноябре 2013 г., к МКС были пристыкованы три «Союза» одновременно.

С прибытием «Эриданов» – Сергея Волкова, Андреаса Могенсена и Айдына Аимбетова – экипаж станции увеличился до девяти человек, правда, всего на неделю. Таким образом, космический рекордсмен Геннадий Падалка дождался замены в лице Сергея Волкова, а Михаил Корниенко и Скотт Келли, выполняющие 11-месячный полет, получили новый корабль.

После открытия переходных люков между Малым исследовательским модулем «Поиск» и «Союзом ТМА-18М» в 10:15 космонавты установили на стык быстросъемные винтовые зажимы и законсервировали корабль. Затем прошел инструктаж по безопасности и началась разгрузка «Союза ТМА-18М». На станцию были перенесены, в частности, оборудование и укладки по научным экспериментам «Конъюгация», «Кальций», «Матрешка-Р», «Биосигнал» и «Полиген».

5 сентября индивидуальные ложементы Андреаса и Айдына перенесли из спускаемого аппарата «Союза ТМА-18М» в «Союз ТМА-16М», а в обратном направлении – ложементы Михаила и Скотта. Далее экипаж перераспределил роли и обязанности при возникновении аварийных ситуаций. Кроме того, «Эридан» потренировался в надевании аварийных масок. Станционная бортовая документация была заменена на доставленную новым «Союзом». Кстати, замена бортдокументации коснулась и планшетных компьютеров iPad.

7 сентября из «Союза ТМА-18М» демонтировали видеокамеры GoPro Hero 3, которые снимали действия космонавтов при полете к

МКС. Экипаж скопировал файлы на возвращаемый жесткий диск, зарядил аккумуляторные батареи и уложил камеры на хранение.

9 сентября из нового «Союза» также убрали телевизионные камеры КЛ-152М и световые блоки: первые отправились в «Союз ТМА-17М» для возвращения на Землю в конце декабря, вторые – в «Союз ТМА-16М» на удаление в начале марта 2016 г. Была также выполнена профилактика механизмов герметизации крышек люков «Союза ТМА-18М» и модуля «Поиск».

15 сентября Волков и Келли прошли тренировку по средствам парирования чрезвычайных ситуаций на борту станции. Они проверили расположение на МКС портативных дыхательных аппаратов PBAS, американских и российских огнетушителей, кислородных масок и измерителей аммиака.

22 сентября Сергей вместе с Михаилом и Скоттом осуществил тренировку по спуску на «Союзе ТМА-18М» в случае аварии на станции. Они поработали с бортдокументацией по спуску и потренировались на бортовом тренажере в режиме ручного управляемого спуска для восстановления и поддержания навыков. 24 сентября Олег Кононенко в одиночестве примерил индивидуальное кресло-ложемент «Казбек-УМ» в «Союзе ТМА-17М» на предмет оценки зазоров. В этом процессе не участвовали его коллеги по экипажу – Кимия Юи и Челл Линдгрэн.

► Своеобразным брендом Дании как страны является всемирно известный конструктор LEGO. И, конечно, Андреас Могенсен взял с собой в космос минифигурки Lego, выполненные специально для его полета. Большую их часть (20 штук) доставили на МКС еще в июле 2015 г. на «Прогрессе М-28М». Минифигурки, побывавшие в космосе, будут вручены победителям конкурса Iriss LEGO Education среди датских школьников. Дети 6–10 лет сделали около 200 видеороликов на космическую тематику, используя конструктор Lego

## Пить или не пить – вот в чем вопрос

Вечером 4 сентября Айдын Аимбетов пообщался по телефону с председателем Аэрокосмического комитета Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан Талгатом Мусабаевым. «Чувствую себя хорошо, адаптация тоже в норме, приступаю к выполнению научной космической программы Республики Казахстан», – доложил космонавт.

Кроме того, Айдын регулярно делился впечатлениями о полете в своем твиттере, причем на трех языках – казахском, русском и английском. «Приступил к выполнению эксперимента «Дастархан-6». Первое блюдо – мясо по-казахски в сублимированном виде, – написал он 4 сентября. – Непривычно кушать в невесомости. Мясо вкусное, но суховато. Не хватает сорпы. Поделится с Волковым и Могенсеном. Улыбаются».

«Доброе утро, земляки и земляне! На Земле грезил о космосе, в космосе снится





▲ Казахская академия питания подготовила для полета Аимбетова восемь позиций для космического рациона в рамках «Дастархана-6»

Земля, – рассказал Аимбетов 5 сентября. – Продолжаю работу. Задач предостаточно, времени мало. Опробовал АСУ (ассенизационно-санитарное устройство. – *Ред.*) в модуле «Звезда». Полет нормальный. Продолжаю эксперимент «Дастархан-6». На завтрак суп и обезвоженный творог. Распаковал некоторые личные вещи с Земли. Изучаю системы жизнеобеспечения станции. Коллеги рассказали много нового и интересного. Некоторые ребята здесь пьют свою мочу после процесса дистилляции, а некоторые нет. Пить или не пить? Вот в чем вопрос для меня теперь».

«С одной стороны – Земля, с другой – огромное космическое пространство. Невероятные расстояния без искусственных границ, придуманных людьми, – сообщил он 6 сентября. – Здесь, в тишине бескрайнего космоса, опять задаю себе вопросы. Кто мы? Зачем мы здесь?»

В ходе бортовой пресс-конференции 8 сентября Айдын отметил, что из меню эксперимента «Дастархан-6» экипажу особенно понравился суп-харчо «Джигит», а также печенье, иримишк и курт. «Когда открылись

В 2016 г. по программе МКС планируется осуществить семь российских пусков:

- ◆ «Прогресс МС-2» (№ 432) – 12 февраля;
- ◆ «Союз МС» (№ 731) – 19 марта;
- ◆ «Союз ТМА-20М» (№ 720) – 20 мая;
- ◆ «Прогресс МС-3» (№ 433) – 15 июня;
- ◆ «Союз МС-2» (№ 732) – 23 сентября;
- ◆ «Прогресс МС-4» (№ 434) – 20 октября;
- ◆ «Союз МС-3» (№ 733) – 16 ноября.

переходные люки и экипаж перешел на станцию, у меня было такое ощущение... большого пространства. Понимаете, корабль – он маленький по сравнению со станцией, а когда станция такая большая и встречает нас целых шесть человек, просто возникает чувство большого пространства и свободы», – поделился казах.

Геннадий Падалка, в свою очередь, признал, что две подряд аварии при запуске грузовых кораблей отразились на экипаже МКС: «Авария российского «Прогресса» и последующая авария американского Dragon, безусловно, повлияла на нашу работу. Поначалу приходилось ужиматься. Затем прилетел наш следующий «Прогресс», а за ним

японский космический грузовик, за что мы очень благодарны. И сейчас у нас на борту все замечательно».

А Сергей Волков выразил мнение, что на борту станции работает слаженный и сплоченный коллектив, у которого есть общая цель. «Здесь нет места спорам», – добавил он.

### Молнии, бьющие вверх

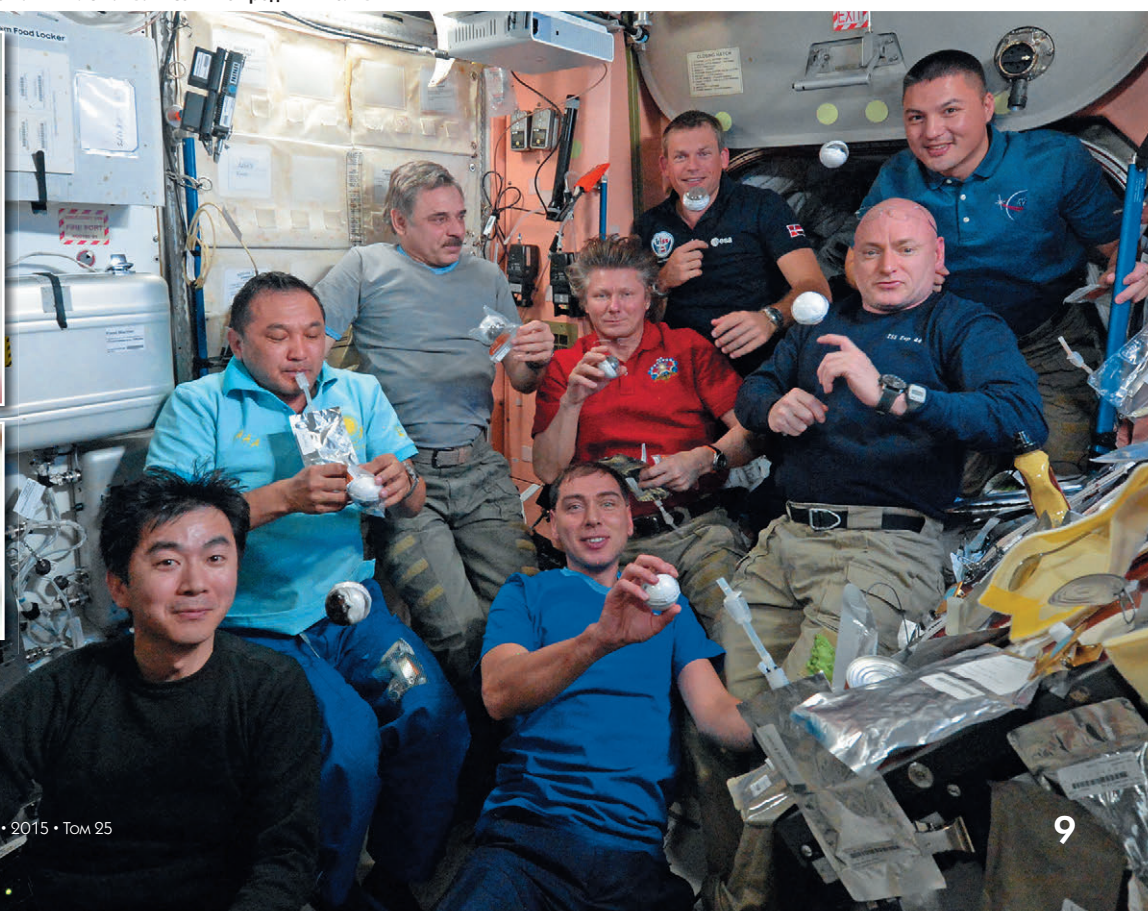
В сентябре в рамках исследования «Сейсмопрогноз» (экспериментальная отработка методов мониторинга электромагнитных и плазменных предвестников землетрясений, чрезвычайных ситуаций и техногенных катастроф), аппаратура которого установлена на внешней поверхности модуля «Звезда», Олег Кононенко копировал полученную информацию и сбрасывал ее на Землю.

В интересах эксперимента «Ураган» (фотосъемка Земли для выявления природных катаклизмов) Олег фотографировал остров Дарвин, а Айдын – Каспийское и Аральское моря и ледники Казахстана.

В ходе «Релаксации» (регистрация спектральной яркости поверхности Земли и

▼ Еще одна кулинарная тема на борту. В руках у членов экипажа не теннисные мячики, а... некий десерт под названием Space Rock.

Когда шеф-повар Торстен Шмидт из Орхуса узнал о существовании на МКС кофе-машины, он подумал, что было бы неплохо дополнить кофе чем-нибудь сладеньким. И придумал. Десерт состоит из капучино листа в центре, ванильного крема с ревенем, и всё это полито специальным шоколадом. Во внутренней полости «космического камня» лежат записочки от родных и близких!





▲ Могенсен побрил правую ногу «ради науки»

атмосферы) Волков и Аимбетов с использованием спектроанальной ультрафиолетовой системы «Фиалка-МВ-Космос» снимали остров Ява.

В эксперименте «Визир» (исследование методов регистрации текущего положения и ориентации переносной научной аппаратуры пилотируемых космических комплексов) Кононенко использовал две системы координатной привязки: с инфракрасными датчиками СКП-И – для наблюдения острова Вознесения и кратера в штате Аризона и с ультразвуковыми датчиками СКПФ-У – древнего города инков Мачу-Пикчу в Перу.

8 сентября Могенсен фотографировал облака для эксперимента Thor по изучению земной атмосферы. «В ходе одного из датских экспериментов мне предстояло снять молнии и штормы. Мне удалось заснять молнии под названием блюджеты (blue jet), бьющие в космос. Это был первый раз в истории, когда такой тип молнии был снят на видео», – рассказал датчанин уже после возвращения на Землю.

### Уклонение от фрагмента «Пегаса»

7 сентября в 04:25:00 UTC с помощью четырех двигателей причаливания и ориентации «среднего пояса» грузового корабля «Прогресс М-28М» была выполнена коррекция орбиты МКС. Двигатели отработали 538 сек и выдали импульс 0.55 м/с. В результате станция перешла на орбиту наклонением 51.67°, высотой 401.8×419.3 км и периодом обращения 92.54 мин.

Целью маневра было формирование баллистических условий для обеспечения приземления корабля «Союз ТМА-16М» 12 сентября.

Следующая коррекция орбиты МКС была осуществлена 14 сентября в 01:12:00. Два корректирующих двигателя Служебного модуля «Звезда» проработали 130 сек и увеличили скорость полета МКС на 2 м/с. После этого станция оказалась на орбите наклонением 51.67°, высотой 405.57×419.04 км и периодом обращения 92.60 мин.

При маневре было израсходовано 298 кг топлива из баков объединенной двигательной установки модуля «Звезда». Задачей коррекции было подстроить орбиту МКС под четырехвитковую схему сближения «Прогресса М-29М» перед запуском 1 октября.

23 сентября российская сторона получила от американской предупреждение об опасном сближении станции с некаталогизированным объектом 81934 в 18:03:29. Объект находился на орбите наклонением 56.79° и высотой 345.3×1191.4 км. Первоначальные расчеты показали, что вероятность столкновения составляет  $4.15 \cdot 10^{-4}$ , что превышало допустимый предел. Поэтому баллистики подмосковного ЦУПа запланировали маневр уклонения МКС величиной 0.3 м/с в режиме PDAM (НК №2, 2013, с.25-26). Однако последующие расчеты снизили вероятность столкновения до  $6.6 \cdot 10^{-18}$  – и маневр отменили.

27 сентября было получено очередное предупреждение об опасном сближении – в 11:41:50 с недавно каталогизированным фрагментом ступени НАРС ракеты-носителя Pegasus (объект 40241) в 11:41:50. Объект летел по орбите наклонением 82.09° и высотой 413.6×466.3 км. По последнему моделированию вероятность столкновения была неприемлемо высокой – 1.7%. В связи с этим был оперативно спланирован маневр уклонения станции с использованием двигателей «среднего пояса» «Прогресса М-28М» и затратами 71 кг топлива из танкерных баков Функционально-грузового блока «Заря». Двигатели включились в 09:06:00, проработали 299 сек и выдали импульс 0.3 м/с.

В итоге МКС перешла на орбиту наклонением 51.66°, высотой 401.82×421.21 км и периодом обращения 92.60 мин. Данная коррекция орбиты не повлияла на возможность реализации быстрой схемы сближения «Прогресса М-29М» со станцией.

### Пост сдал – пост принял

В начале сентября в рамках подготовки к приземлению «Союза ТМА-16М» экипаж продолжил готовить его и укладывать в него возвращаемые и удаляемые грузы.

5 сентября состоялась традиционная церемония передачи командования станцией от Геннадия Падалки к Скотту Келли.

«К моему глубокому сожалению, через несколько дней я покину космическую станцию и моих товарищей по экипажу, с которыми я стартовал и начал работать вместе в марте, – сказал Геннадий по-английски. – Большое спасибо, парни, за поддержку друг друга и совместную работу».

«Мне повезло получить мудрость и опыт от такого командира, как Геннадий, извлечь уроки и увидеть, как я мог бы сделать эту работу лучше во второй раз, – отметил Скотт. – Это действительно была привилегия и честь быть одним из членов его экипажа. Я просто хочу сказать, что он сделал фантастическую работу. Я многому

научился от него, и мы будем скучать по нему, когда он улетит в конце следующей недели».

6 сентября Падалка и Могенсен прошли тренировку в «Союзе ТМА-16М», проработав режим ручного управляемого спуска на бортовом тренажере и условия перехода в него. 7 сентября к работе во время спуска были подготовлены камеры GoPro Hero 3: проверены настройки, очищены флэш-карты и заряжены аккумуляторы. Кроме того, экипаж подзарядил спутниковый телефон Iridium и проверил функционирование транспарантов сигнального табло в убывающем «Союзе».

На следующий день космонавты протестировали систему управления движением «Союза ТМА-16М», расконсервировали корабельный АСУ и ознакомились с предварительными данными на расстыковку и спуск. 9 сентября экипаж почистил приводы механизмов герметизации крышек люков агрегатного отсека модуля «Звезда» и «Союза ТМА-16М», а Земля подзарядила буферную и резервную батареи «Союза».

В корабль были уложены результаты научных экспериментов «Биополимер», «Бактериофаг», «Константа-2», «Асептик», «Биоэмульсия», «Биориск», «Структура», «Кристаллизатор», Биоэкология», «Каскад», «Конъюгация» и «Продуцент».

10 сентября космонавты доложили, что все возвращаемые грузы, за исключением срочных, уложены в спускаемом аппарате «Союза ТМА-16М». Экипаж взял пробы воздуха в модулях «Заря» и «Звезда» и поместил пробоотборники АК-1М в «Союз» для спуска на Землю.

11 сентября космонавты расконсервировали «Союз ТМА-16М», проверили связь и подготовили системы МКС к расстыковке. В 21:29:10 UTC корабль отчалил от станции и спустя несколько часов Геннадий, Андреас и Айдын благополучно приземлились в Казахстане. Масса МКС после ухода «Союза ТМА-16М» составила 420473 кг.

▼ Андреас в форме национальной сборной Дании по футболу. В своем твите он извинялся, что пропустил репортаж с оборочного матча Евро-2016 (Дания – Албания, 0:0): «Зато я в космосе!»





▲ Айдын Аимбетов перед посадкой написал в твиттере: «Обнимашки. Закрытие люков»

### Испытания мембраны для фильтрации конденсата

9 сентября в интересах эксперимента «Матрешка-Р» (исследование радиационной обстановки на трассе полета и на борту МКС) Михаил перенес в «Союз ТМА-16М» для возвращения на Землю пассивные детекторы из трехосного дозиметрического спектрометра TriTel.

18 сентября Корниенко инициализировал пузырьковые детекторы «бэбл-дозиметр» и передал часть из них для экспонирования в модулях американского сегмента, а другую разместил в российских модулях. Через неделю он собрал детекторы и считал с них показания.

В сентябре Михаил и Олег регулярно скидывали на Землю данные с цифрового измерителя микроускорений ИМУ-Ц, который используется в эксперименте «Идентификация» для исследования динамики конструкции МКС при различных внешних силовых воздействиях с учетом изменения модульного состава станции. Кроме того, в модуле «Звезда» Кононенко контролировал показания научной аппаратуры «Отклик», задача которой регистрировать удары метеороидных и техногенных частиц по внешним элементам конструкции станции с помощью пьезоэлектрических датчиков.

Бывший руководитель программы МКС в NASA Майкл Суффредини сообщил, что агентство заказало у фирмы Boeing дополнительный стыковочный адаптер IDA-3 взамен IDA-1, утерянного в результате ионьского аварийного запуска грузового корабля Dragon (миссия SpX-7). По его словам, адаптер IDA-2, отправляемый на станцию на «Драко́не» (полет SpX-9) в марте 2016 г., теперь будет установлен на гермоадаптер PMA-2 вместо PMA-3, для которого он предназначен.

Суффредини отметил, что в середине 2017 г. IDA-3 доставят на МКС на «Драко́не» (SpX-14) и смонтируют на гермоадаптер PMA-3, который к тому времени уже будет переименован с левого порта модуля Tranquility на верхний порт модуля Harmony.

Подробно о переконфигурации американского сегмента станции для обеспечения приема новых пилотируемых кораблей рассказано в НК № 4, 2015, с. 9.

С 6 по 8 сентября в модуле «Поиск» Олег и Айдын выполняли эксперимент «Кулоновский кристалл» по изучению динамики заряженных частиц в магнитном поле в условиях микрогравитации. Они смонтировали и подключили аппаратуру, а затем ежедневно устанавливали сменные контейнеры в блок электромагнита и, управляя работой электромагнита, снимали на камкордер динамику дисперсной среды в ампуле. 9 сентября оборудование эксперимента было демонтировано.

В этом месяце в рамках эксперимента «Бар» (измерение параметров фоновой среды и проведение инспекции микростояния поверхности модулей) Сергей и Михаил измеряли температуру поверхности оборудования в запанельных зонах модуля «Звезда» и вели тепловлажностный мониторинг модулей «Пирс», «Поиск» и «Рассвет» при помощи термогигрометра «Ива-6А» и пирозондоскопа «Пирэн-В».

Тем временем на американском сегменте 3 сентября Кимия снял 17 пассивных дозиметров PADLES, экспонировавшихся в японском Экспериментальном модуле Kibo, и передал их Геннадью для возвращения на «Союзе ТМА-16М». Задача PADLES – непрерывное измерение уровня радиации в течение всего срока службы модуля Kibo. Именно поэтому «Союз ТМА-18М» привез новые детекторы PADLES.

3 сентября в ходе эксперимента Capillary Beverage Скотт и Челл пили напитки, используя стаканчики различной формы и снимая на видео процесс движения жидкости для изучения воздействия капиллярных сил. 11 сентября к эксперименту присоединился Юи, выпив порцию тропического пушша.

4 сентября Линдгрэн заполнил три пакета конденсатом из системы переработки воды WPA, и на следующий день состоялся европейский эксперимент Aquamembrane по тестированию новой мембраны с аквапорном для фильтрации конденсата.

9 сентября Могенсен в рамках теста MobiPV уделил внимание мобильному пользовательскому интерфейсу для астронавтов. Правда, он начался с задержкой из-за... долгого поиска кабеля для зарядки очков Google Glass.

10 сентября Келли взял один из трех микроспутников для эксперимента SPHERES-

Slosh по изучению поведения жидкости. 30 сентября он провел тестовую сессию нового эксперимента с микроспутниками SPHERES-UDP по стыковке автономных космических аппаратов.

10 сентября в стойке Ryutaі в модуле Kibo Юи переконфигуровал оборудование по изучению кристаллизации SCOF: готовились к исследованию Soret Facet, изучающему эффект Соре (термический процесс диффузии) в невесомости. В тот же день Андреас в Обзорном модуле Cupola провел три образовательных эксперимента, объясняющих космический полет и невесомость.

15 сентября Кононенко в интересах OASIS заправил инжектор водно-глицериновой эмульсией, а 21 сентября заменил три образца. Этот эксперимент изучает уникальное поведение жидких кристаллов в условиях микрогравитации, в том числе их общее движение и объединение в кристаллические слои, известные как «смектические острова».

В сентябре на МКС продолжался европейский эксперимент Solar Investigation, измеряющий уровень солнечной освещенности и его спектр.

### Проверка мышинных норок

В этом месяце на российском сегменте проводились следующие биотехнологические эксперименты:

- ◆ «Биополимер» (разработка методов получения полимерных материалов, стойких к биокоррозии);

- ◆ «Бактериофаг» (исследование воздействия факторов космического полета на бактериофаги);

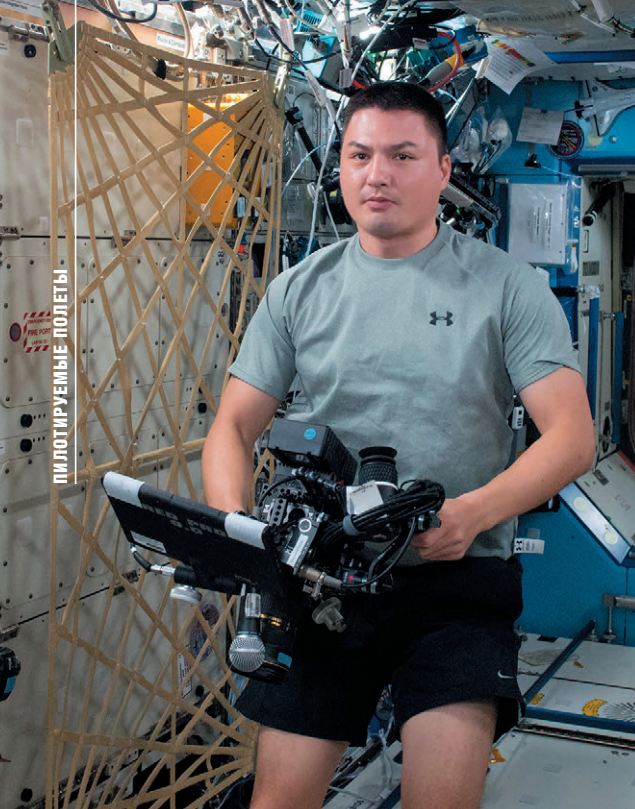
- ◆ «Биоэмульсия» (получение биомассы микроорганизмов и биологически активных веществ для создания бактериальных, ферментных и лекарственных препаратов);

- ◆ «Структура» (получение высококачественных кристаллов рекомбинантных белков);

- ◆ «Продуцент» (оптимизация свойств бактериальных штаммов-продуцентов путем экспозиции в условиях орбитального космического полета и последующей наземной селекции);

▼ Сергей Волков делает замеры по эксперименту «Бар»





▲ В руках у Линдгрена камера RED Dragon для съемки видео качества UltraHD (матрица – 19 Мп, разрешение кадра – 6144x3160, а цена камеры – порядка 50000 \$)

- ◆ «Биопленка» (исследование закономерностей формирования биопленок в условиях микрогравитации);
- ◆ «Кальций» (изучение влияния микрогравитации на растворимость фосфатов кальция в воде);
- ◆ «Биосигнал» (оценка влияния микрогравитации на внутриклеточные характеристики функционального состояния клетки);
- ◆ «Конъюгация» (разработка новых рекомбинантных штаммов-продуцентов актуальных для медицины белков с использованием техники бактериальной конъюгации и мобилизации плазмид);
- ◆ «Каскад» (исследование процессов культивирования клеток различных видов в условиях микрогравитации).

Для некоторых из вышеназванных исследований «Союз ТМА-18М» привез новые образцы, а часть результатов возвратили «Союзом ТМА-16М».

Новый «Союз» также доставил на станцию очередную популяцию плодовых мушек *Drosophila melanogaster*. В ходе эксперимента «Полиген» (поиск генетических критериев выявления живых организмов, обладающих максимальной устойчивостью к экстремальным условиям длительного космического полета) мушки в течение недели жили в контейнере в модуле «Звезда». 10 сентября экипаж перекрыл дрозофилам доступ к корму и перенес укладку в старый «Союз» для спуска на Землю.

1 сентября в рамках подготовки к эксперименту с мышами, начинающемуся весной 2016 г., Юи сменил дверцу центрифуги инкубатора CBEF, подключил датчик дверцы и кабель вентилятора и заменил датчик углекислого газа. 3 сентября он установил мышиный домик MNU, состоящий из шести отсеков, в CBEF – и наземные специалисты начали его тестирование.

8 сентября Кимия подготовил и проверил работу перчаточного бокса и вспомогательного оборудования, прибывшего на

японском грузовом корабле HTV-5 в августе. 18 сентября он измерил сопротивление кабеля между CBEF и блоком преобразования изображения IPU, разбираясь с проблемой при тестовых сбросах видео. 25 сентября японец переложил кабель питания ноутбука ELT-2, чтобы тот не пересекался с видеокабелем, и убрал видеокабель подальше от монитора блока IPU. Это должно помочь разрешить трудности с видео.

24 сентября Юи установил интерфейсный блок мышиного домика в CBEF и замерил уровень шума. На следующий день он положил в отсеки домика MNU влажные салфетки, поскольку ранее обнаружилось, что отсеки сухие. 28 сентября Кимия вынул MNU из CBEF и заменил его оборудованием для выращивания растений в интересах эксперимента PGS-2.

2 сентября Юи настроил установку Kubik-5 для эксперимента Endothelial Cells в ходе ЭП-18. 4 сентября команда с Земли включила Kubik-5, и японец поместил в него образцы, доставленные «Союзом ТМА-18М». Эксперимент изучает эндотелиальные клетки, выстилающие внутреннюю поверхность всех кровеносных сосудов человека. Одна из целей исследования – предотвращение сердечно-сосудистой дезадаптации у астронавтов в длительных космических полетах.

Образцы клеток экспонировались в центрифуге с земной гравитацией при температуре +37°C. 8 сентября Кимия сообщил на Землю, что эксперимент проходит штатно, и позже понизил температуру внутри установки Kubik-5 до +6°C. 11 сентября результаты эксперимента Endothelial Cells были упакованы и уложены в «Союз ТМА-16М» на возвращение. 15 сентября японец поместил оборудование на хранение.

4 сентября Юи взял пробы с поверхностей и из атмосферы модуля Kibo и поместил их в холодильник для последующего спуска на Землю. Эксперимент Microbe IV изучает динамику распространения микроорганизмов внутри станции.

7–10 сентября Могенсен работал с биологическим экспериментом Melondau, цель которого испытать прототип европейской биологической системы жизнеобеспечения MELISSA. 11 сентября Кимия вынул из установки PCRf емкость с образцами эксперимента PCG по выращиванию в невесомости высококачественных кристаллов белка и передал Геннадию для спуска на «Союзе».

### «Белый аист» задержался на виток

Весь сентябрь астронавты занимались разгрузочно-погрузочными работами в корабле HTV-5 (Kounotori-5, «Белый аист»), которые завершились 24 сентября. В ходе работ Челл нашел перемычку, потерянную восемь лет назад. По этому поводу Скотт пошутил, что швейцарский армейский нож не могут найти на станции еще дальше. Кроме того, астронавты внутри МКС обнаружили оборудование, которое по базе данных системы инвентаризации IMS находится снаружи...

1 сентября с помощью дистанционного манипулятора SSRMS, экипированного на-

садкой Dextre, завершился перенос аппаратуры STP-H4 с внешней платформы ELC-1, находящейся на секции P3 американской поперечной фермы, на платформу EF корабля HTV-5 для удаления со станции. После этого SSRMS снял Dextre и установил его на узле PDGF-2 Мобильной базовой системы MBS. Правда, во время установки концевой захват-эффектор Dextre вошел в защитный режим и не позволил удостовериться, что операция завершена. Поэтому для надежности наземные специалисты вручную активировали замки и затем провели повторную калибровку эффектора.

8 сентября мобильный транспортер с манипулятором SSRMS переехал по «железнодорожке» на поперечной ферме из рабочей точки WS7 в точку WS5, а на следующий день манипулятор шагнул на модуль Harmony.

14 сентября японская сторона попросила осмотреть с помощью камер манипулятора SSRMS один из блоков датчика Земли ESA, который вышел из строя еще 22 августа.

15 сентября состоялся «парад» манипуляторов: японский JEM RMS снял платформу EF с внешней платформы станции JEF и передал ее канадскому SSRMS, который в 14:41 UTC установил данный блок в негерметичном отсеке корабля HTV-5. Операции выполнялись дистанционно с Земли, кроме засовывания платформы в корабль, которое доверили осуществить Кимии и Челлу.

Напомним, что помимо STP-H4 на HTV-5 предстояло удалить отработавшие свой срок сверхпроводящий субмиллиметровый зондировщик эмиссии лимба SMILES и экспериментальную платформу MCE.

15 сентября стойку с кухней, привезенную на HTV-5, не удалось штатно поставить в модуле Unity. Пока специалисты «чесали репу», астронавты временно закрепили ее стяжками. Но такое состояние дел, естественно, не устроило хьюстонский ЦУП. Поэтому 24 сентября Линдгрэн устранил мешающее зацепление и закрепил стойку более или менее подходящими подкосами. На этом Земля успокоилась. Оборудование, необходимое для включения стойки, привезут в ближайшее время, и тогда американский сегмент получит кухню с блоком раздачи питьевой воды, двумя морозильниками, двумя нагревателями пищи и... 16 портами стандарта Ethernet.

25 сентября Кимия и Челл ознакомились с циклограммой расстыковки HTV-5 и средствами его наблюдения и управления экипажем. Астронавты потренировались отделить грузовик от манипулятора, уделив внимание штатным и нештатным ситуациям.

27 сентября в 15:29 был закрыт люк в HTV-5. 28 сентября в 11:12 по командам с Земли манипулятор SSRMS отсоединил корабль от нижнего узла модуля Harmony и перевел его в положение для отделения. Далее бразды правления были переданы Юи и Линдгрэну, которые, находясь возле роботизированного рабочего места RWS в модуле Ciroa, должны были в 15:20 выдать команду на отделение HTV-5 от манипулятора.

Однако за несколько минут до отделения концевой захват-эффектор на плече В манипулятора, к которому был присоединен корабль, ушел в защитный режим из-за превышения скорости мотора. Быстро решить проблему в рамках пускового окна не уда-

лось, поэтому «Белый аист» задержался на станции на один виток и отделился от манипулятора лишь в 16:53:21. Масса МКС после ухода НТВ-5 составила 404 578 кг.

Через пять минут после отделения грузовик выполнил двухсекундный маневр увода от МКС (величина импульса – 4 см/с), а спустя еще десять минут – маневр длительностью 12 сек.

29 сентября НТВ-5 осуществил три маневра для сведения с орбиты, последний из которых начался в 20:08. Корабль вошел в атмосферу в 20:33 и разрушился. Несгоревшие элементы его конструкции упали в 20:47–21:13 в южной части Тихого океана.

### Костюм предотвращает рост

В сентябре в рамках эксперимента «Мотокард» (изучение механизмов сенсорной координации в невесомости) россияне выполняли на бегущей дорожке локомоции в режиме медленного, среднего и быстрого бега, а также разминочной и заминочной ходьбы.

В ходе научного исследования «Космокард» (влияние факторов космического полета на электрофизиологические характеристики миокарда и на их связь с процессами вегетативной регуляции кровообращения) у космонавтов в течение суток записывалась электрокардиограмма и измерялось артериальное давление.

В интересах «Альгометрии» (комплексное исследование изменений порога болевой чувствительности в длительном космическом полете) регистрировался порог болевой чувствительности методом механического раздражения.

9–10 сентября у Геннадия и Михаила взяли пробы микрофлоры пародонта для эксперимента «Пародонт-2» (оценка эффективности способов и средств контроля микробиоценоза и иммунитета пародонта в условиях космического полета) и уложили их в «Союз ТМА-16М» для пуска на Землю.

Россияне также надевали пневмовакuumный костюм «Чибис-М» и определяли время задержки дыхания на вдохе и выдохе в интересах эксперимента ДАН (взаимосвязь между изменениями давления в сонной артерии и колебанием чувствительности центрального дыхательного механизма).

В этом месяце космонавты брали пробы слюны, волос и крови для экспериментов «Иммуно» (изучение нейроэндокринных и иммунологических изменений во время и после космического полета на МКС), «Нейроиммунитет» (оценка влияния стресса на иммунитет и системы стресс-реактивности в космосе) и МОРЭЭ (мониторинг обмена веществ и его регуляции, динамики защитных систем организма и экологических факторов во время космического полета).

Михаил и Скотт продолжали медицинские исследования в рамках 11-месячного полета на МКС. Среди них были эксперименты: «Контент» (дистанционный мониторинг психофизиологического состояния космонавтов, а также внутригруппового и межгруппового взаимодействия на основе количественного анализа деятельности космонавтов по связи с ЦУП-М); «Взаимодействие-2» (изучение закономерностей поведения экипажа в длительном космическом полете); «Мониторинг сна» (актиграфия сна и бодрствования, а

также изучение влияния воздействия света в полете); «Сенсорно-моторная функция» (изучение влияния длительного пребывания в невесомости на сенсорно-моторную функцию человека); «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); «Самопроверка реакции» (исследование изменений психомоторной активности экипажей на борту МКС).

Кстати, 15 сентября Корниенко и Келли преодолели значимый рубеж – половину расчетной длительности своего полета. Осталось совсем чуть-чуть...

22 сентября, исследуя состояние органов зрения экипажа МКС («Здоровье органов зрения»), астронавты доложили, что изображения, получаемые с фундоскопа, имеют маленькие точки. Они очистили внутреннюю и внешнюю линзы, но это не помогло. Стало ясно, что проблема кроется в ПЗС-матрице камеры. Хорошо, что запасная камера имеется на станции.

2 сентября в рамках эксперимента Sprint Скотт упражнялся на велозргоматре CEVIS со съемом электрокардиограммы и измерением потребляемого кислорода. В тот же день Линдгрэн провел техническое обслуживание системы оценки потребления кислорода PFS. 17 сентября Юи путем ультразвука наблюдал изменение объема мышц ног. 23 сентября он помог Келли сделать УЗИ бедренных и икроножных мышц.

Эксперимент Sprint оценивает эффективность тренировок с высокой интенсивностью для компенсации потерь мышечной и костной ткани и изменений сердечно-сосудистой системы.

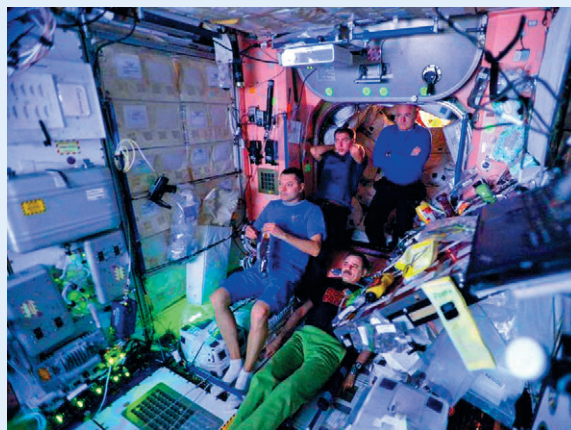
3 сентября Скотт подсобил Челлу в измерении параметров тела для эксперимента Body Measures, необходимого для оценки методик подобных измерений. Тем временем Кимия выполнил тесты по оценке когнитивных функций в интересах эксперимента Cognition. 22 октября такой же тест прошел Келли, а 24 сентября – Линдгрэн и снова Юи.

8 сентября Скотт планировал начать двухсуточный эксперимент по исследованию биологических ритмов Biological Rhythms, однако сигнал аппаратуры оказался очень слабым. Замена аккумуляторов не помогла – и эксперимент был отложен.

В тот же день, 8 сентября, Могенсен и Волков подготовили к работе европейский тренажер MARES, исследующий опорно-двигательный аппарат и нервно-мышечную физиологию. На следующий день Андреас настроил аппаратуру, решив проблему с одним винтом. 10 сентября датчанин столкнулся еще с двумя неполадками, одна из которых была связана с подключением кабеля между ноутбуком и блоком управления тренажера.

9 сентября Келли взял образцы слюны для эксперимента Microbiom, изучающего микробиом человека и ослабление его иммунитета, а Юи собрал немного слюны для исследования Salivary Markers, оценивающего воздействие неблагоприятных факторов на иммунитет человека по белковым маркерам, содержащимся в слюне. На следующий

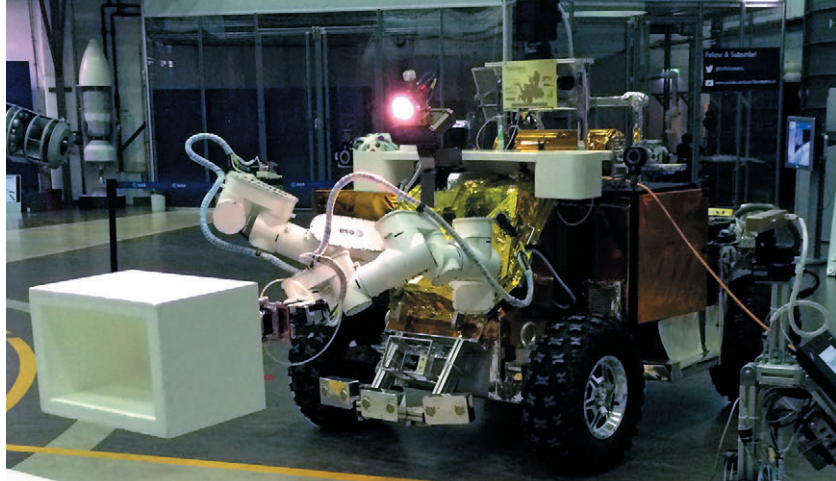
Как сообщил Сергей Волков в блоге на сайте Роскосмоса, экипаж станции посмотрел фильм «Марсианин»: «Кстати, о Марсе – в некотором смысле мы там уже побывали. На МКС уже состоялась премьера фильма «Марсианин». Наша команда на протяжении всего действия сопереживала экипажу миссии «Арес-3» и, конечно же, главному герою Марку Уотни. Вообще очень радует тот факт, что о космосе в целом и о нашей профессии в частности пишут и издают захватывающие книги, снимают качественные фильмы, которые не могут не вдохновлять!»



▲ Космонавты посмотрели «Марсианина» 21 сентября, еще до выхода фильма в широкий прокат



▲ А на этой фотографии – исполнитель главной роли в «Марсианине» Мэтт Деймон и режиссер Ридли Скотт общаются с астронавтами и представителями отрасли после закрытого показа фильма, который прошел еще 18 августа в JPL



▲ **Андреас Могенсен управляет с орбиты ровером Eurobot, находящимся в ESTEC (Ноордвейк, Нидерланды)**

день Кимия, кроме слюны, взял пробу мочи и уложил образцы в холодильник MELFI.

11 сентября астронавты собрали пробы крови для целого ряда медицинских экспериментов, в том числе для Telomeres, изучающего старение клеток и воздействие условий космического полета на теломеры и фермент теломеразы.

4 сентября Андреас при поддержке Скотта начал эксперимент SkinSuit со специальным костюмом, призванным предотвратить увеличение роста астронавта, обычно происходящее в невесомости из-за растягивания позвоночника. 8 сентября датчанин поэкспериментировал снова, после чего костюм SkinSuit был уложен в корабль «Союз ТМА-16М» для возвращения на Землю.

Во время медицинских тестов Могенсен также испытывал нагрудную аппаратуру Mobile-HR с целью снятия ЭКГ с Bluetooth-технологией для передачи данных на компьютер. Этот опыт должен оценить разные способы беспроводной передачи информации и их совместимость в медицинских экспериментах.

24 сентября Келли взял пробы крови и мочи для исследования вакцины против гриппа. Он также сделал записи по эксперименту Journals, необходимому для анализа особенностей поведения человека в условиях космического полета с присущими ему изоляцией и жизнью в замкнутых объемах.

В тот же день Кимия помог Скотту и Челлу измерить артериальное давление и сделать УЗИ сонной и плечевой артерий для исследования Cardio Ox, определяющего взаимосвязь между биомаркерами окислительных и воспалительных процессов в организме и риском развития атеросклероза у астронавтов.

25 сентября Юи и Линдгрэн заполнили опросники эксперимента Space Headaches, изучающего причину возникновения головных болей во время космических полетов.

### **Датчанин управляет наземными роботами**

7–8 сентября во время пересменки экипажей в рамках эксперимента SUPERVIS-E Андреас управлял со станции двумя роботами на Земле. Один из них, ровер Eurobot, находился в Нидерландах и по командам астронавта ремонтировал макет лунной базы. Второй, ровер Surveyeor, располагался в Германии. 28 сентября роверами также поуправлял Кимия.

3 сентября Келли сфотографировал восемь пусковых контейнеров NRCSD фирмы NanoRacks с 16 малыми спутниками, доставленными кораблем HTV-5. Дело в том, что при запусках «малышек» с помощью японского манипулятора JEM RMS в июле (НК № 9,

2015, с.10), а до этого – в августе–сентябре 2014 г. (№ 10, 2014, с.7-8; № 11, 2014, с.26), возникали проблемы со срабатыванием замков, открывающих дверки пусковых контейнеров: спутники то не вылетали вовсе, то вылетали неожиданно...

8 сентября Скотт вытащил стол из шлюзовой камеры модуля Kibo и демонтировал восемь контейнеров NRCSD, из которых в июле стартовали 16 спутников. На следующий день он установил на стол два пусковых контейнера JSSOD со спутниками S<sup>3</sup> и SERPENS (НК № 10, 2015, с.33-34).

16 сентября Юи совместно со специалистами ЦУПа в Цукубе разгерметизировал шлюзовую камеру. 17 сентября он открыл внешний люк шлюза и выдвинул стол наружу. Затем Земля дистанционно с использованием манипулятора JEM RMS, экипированного насадкой SFA, взяла со стола многоцелевую экспериментальную платформу MPEP с двумя контейнерами JSSOD и перевела ее в положение для запуска. Спутник S<sup>3</sup> «выпорхнул» в 12:02 UTC, а SERPENS – в 12:13:49.

Таким образом, к настоящему времени с использованием манипулятора JEM RMS запущены 76 спутников, из них 12 – из пусковых контейнеров JSSOD, 63 – из контейнеров NRCSD и один – с помощью пусковой системы SSIKLOPS.

18 сентября специалисты положили платформу MPEP на стол, и Кимия задвинул стол обратно в шлюз и закрыл внешний люк. 24 сентября он надул шлюзовую камеру, а на следующий день Челл демонтировал со стола пусковые контейнеры JSSOD.

9 сентября в модуле Destiny Линдгрэн продолжил поиск причины неисправности человекоподобного робота Robonaut 2. Убрав часть внутренней андроида, он измерил сопротивление кабелей. Предварительный анализ показал наличие проблемы с блоком питания. После завершения работы Челл уложил робонавта на хранение.

23–24 сентября наземные специалисты снова вернулись к проверке инструмента RMCT-1 насадки Dextre манипулятора SSRMS, к которому в феврале возникли претензии при раскрытии хомута на держателе инструмента TNA-1 (НК № 4, 2015, с.7).

Итак, Dextre двумя руками вынула RMCT-1 из TNA-1 и RMCT-2 из TNA-2. После этого RMCT-2 был уложен в TNA-1 и снова вынут. Без проблем! Затем RMCT-1 положили в TNA-2 и вынули. Увы, как и в феврале, фиксировались нерасчетные крутящие моменты. А это говорит о том, что причина кроется не в держателях инструментов, а в самом инструменте...

8 сентября Японское агентство JAXA объявило о совместном проекте с Управлением по вопросам космического пространства ООН (UNOOSA), предоставляющем возможности по запуску малых спутников («кубсатов») из шлюзовой камеры модуля Kibo.

Действие соглашения по проекту, получившему название KiboCUBE, длится до 7 сентября 2018 г. и предусматривает запуск одного спутника стандарта CubeSat и размером 1U ежегодно. Первый запуск планируется не ранее 2017 г.

Спутники для запуска будут выбираться совместно JAXA и UNOOSA. Предпочтение будет отдаваться образовательным и исследовательским организациям из развивающихся стран – членом ООН.

29 сентября манипулятор SSRMS шагнул с модуля Harmony на Мобильную базовую систему MBS, расположенную на мобильном транспортере. После этого транспортер переехал по американской поперечной ферме из рабочей точки WS5 в точку WS2. 30 сентября манипулятор надел насадку Dextre и подготовился ко второй фазе эксперимента RRM по демонстрации роботизированной дозаправки спутников (НК № 7, 2015, с.5), которая начнется 2 октября.

### **Наладка скафандров**

В сентябре на американском сегменте готовились к двум выходам в открытый космос, запланированным на 28 октября и 6 ноября.

23 сентября Кимия заменил установку для аварийного перемещения SAFER, надеваемую на скафандр EMU при выходах. Новый SAFER был доставлен на HTV-5, а старый будет возвращен на Землю на «Дракон» для обслуживания и повторной отправки на станцию.

Между тем Челл смазал механизмы рукояток подачи кислорода на скафандрах EMU № 3003 и № 3010, которые он и Скотт должны использовать. Дело в том, что астронавты, выходявшие ранее, жаловались, что рукоятки при шлюзовании заедают. По словам Линдгрена, смазка не помогла и перемещение рукояток по-прежнему требует усилий.

Кстати, при смазке Челл обнаружил поврежденное O-образное кольцо на фале, по которому с борта в скафандр поступает кислород, охлаждение и электропитание. Если что – два запасных фала имеются на станции.

### **Радиолобители на связи**

1 сентября Михаил с помощью аппаратуры радиолобительской связи Kenwood TM D710 пообщался со студентами Томского государственного политехнического университета. Челл же тем временем ответил на вопросы учеников гимназии в финском Улвиле.



### Картограф лесов

В 2018 г. на МКС планируется привезти лазерный прибор GEDI для первых всесторонних измерений с высоким разрешением вертикальной структуры крон деревьев в среднеширотных и тропических лесах.

Постановщик эксперимента – Университет штата Мэриленд, разработчик аппаратуры – Центр космических полетов имени Годдарда. Данные с прибора позволят ученым лучше понимать ключевые вопросы углеродного цикла и биоразнообразия.

6 сентября Олег и Айдын поговорили с детьми, собравшимися в ЦПК. 8 сентября Аимбетов связался с Тянь-Шаньской астрономической обсерваторией в Казахстане. 16 сентября космонавты еще раз вышли на связь с ЦПК, а Линдгрэн ответил на вопросы курсантов военного училища в Розуэлле (штат Нью-Мексико).

29 сентября Челл пообщался со школьниками из польского города Новогарда.

### В ожидании грузовика

В конце месяца на российском сегменте началась подготовка к прибиютию «Прогресса М-29М».

22 сентября провели межбортовой тест системы телеоператорного управления (ТОРУ) с пристыкованным «Прогрессом М-28М», а также автономный тест аппаратуры радиотехнической системы сближения «Курс-П» модуля «Звезда» со стороны агрегатного отсека, куда предстояло причалить «Прогрессу».

25 сентября был проверен канал передачи телевизионного сигнала с телекамеры «Прогресса» на Землю через американские средства связи. 28 сентября Сергей и Олег потренировались по ТОРУ на бортовом тренажере и переговорили с инструктором ЦПК.

### Планшет отказался заряжаться

2 сентября экипаж сообщил о неисправности российского ассенизационно-санитарного устройства в американском модуле Tranquility: загорелся транспарант о некачественном консерванте. Замена емкости с консервантом не помогла, поэтому астронавтам дали добро на использование аналогичного устройства в модуле «Звезда». Проанализировав ситуацию, специалисты посоветовали Скотту сменить насос-дозатор – и проблема разрешилась. Между прочим, к этому моменту насос проработал более 230 дней вместо предусмотренных 180.

15 сентября россияне обновили по истечении ресурса комплект АСУ в модуле «Звезда»: заменили приемник (сиденье), сигнализатор проскока жидкости, тройник, шланги, штуцер, мочеприемник, фильтр-вставку и сборник с отжимом. Демонтированное оборудование уложили на удаление в мешки из-под контейнеров для бытовых отходов.

5 и 24 сентября космонавты перекачали урину и солевой раствор в пустой водяной бак БВ-2 корабля «Прогресс М-28М». 23 сентября была перекачана вода из бака БВ-1 в станционные емкости.

8 сентября внезапно обесточился морозильник MELFI-2. Астронавты проверили подачу основного и вспомогательного питания на интерфейсный блок RIU – все в норме. Однако сам RIU дальше не передает питание на

блок электроники. В связи с этим экипаж перенес все замороженные образцы в MELFI-1.

В тот же день в 08:05 UTC ЦУП-М выполнил ресурсное переключение системы кондиционирования воздуха СКВ-1 в модуле «Звезда» на СКВ-2. Спустя полчаса СКВ-2 самопроизвольно отключилась, поэтому снова перешли на использование СКВ-1. В 11:56 была опять включена СКВ-2 – все в норме.

Кроме того, 8 сентября в 03:14 в модуле «Звезда» было зафиксировано нештатное отключение системы удаления углекислого газа «Воздух» из-за отказа блоков вакуумных клапанов БВК-1 и БВК-3. После подъема в 05:40 экипаж перезапустил систему. 10 сентября в 03:34, то есть опять во время сна космонавтов, «Воздух» отключился по той же самой причине. Пришлось экипажу после подъема снова его перезапустить.

9 сентября в рамках подготовки к проведению в модуле «Заря» диагностики силового распределительного блока 11М156М, блока фильтров БФ-2 и блока сборных шин БСШ-2 обнаружилось отсутствие подачи питания на осциллоскоп.

В тот же день была сделана тестовая запись в запоминающее устройство ЗУ1Б бортовой информационно-телеметрической системы БИТС2-12 модуля «Звезда», с которым возникли проблемы в прошлом месяце (НК №10, 2014, с.24). При последующем воспроизведении появлялось сообщение «Сбой записи» – и запись не проходила. Как и в августе, по рекомендации специалистов перешли на резервное устройство ЗУ2Б.

10 сентября из-за сбоя в работе насоса вырубилась система удаления углекислого газа CDRA в модуле Tranquility. Установку привели в чувство путем перезапуска питания контроллера мотора вентилятора/насоса PFMC.

11 сентября в 09:00 было обнаружено отсутствие обмена между терминальной вычислительной машиной и блоком ТВМ1-Н. Перезагрузка ТВМ1-Н ничего не дала. Олег проверил блок с помощью программы Pingmaster и доложил о его работоспособности. Обмен восстановился 15 сентября. Блок ТВМ1-Н отвечает, в частности, за управление канадскими камерами фирмы UrtheCast, установленными снаружи модуля «Звезда».

11 и 13 сентября были зафиксированы временные остановки узлов VGA, вращающих панели 2А и 3В американских солнечных батарей.

В этом месяце по результатам измерений стало понятно, что содержание органического углерода в питьевой воде, получаемой в системе переработки воды WPA, снова, как и в июне–июле, увеличивается: 1 сентября – 997 мкг/л, 8 сентября – 1149 мкг/л, 15 сентября – 1943 мкг/л, 21 сентября – 2932 мкг/л. Это пока еще ниже предельно допустимого значения 3000 мкг/л. Причина повышенного содержания углерода связана с окончанием срока службы блоков колонок очистки. Тем не менее специалисты NASA не спешат с их заменой и предлагают пока ограничиться сменой ионообменного блока и клапана микробного фильтра в WPA в начале октября, что, по их мнению, должно помочь в снижении уровня органического углерода в воде.

16 сентября в 16:30 космонавты доложили о неисправности российской бегущей дорожки БД-2 в модуле «Звезда»: разрушился уголок крепления правой задней тяги. «Сломалась наша беговая дорожка. Причину мы уже нашли, теперь ждем грузовой корабль [«Прогресс М-29М»], на котором должны прийти запчасти для ремонта, – рассказал в блоге на сайте Роскосмоса Сергей Волков. – В связи с поломкой перешли бегать на американский сегмент [на дорожку Colbert в модуле Tranquility]. Протоколы немного отличаются, но главное, что есть возможность продолжать тренировки».

21 сентября экипаж демонтировал гидродразем ГР2 из насоса Н1, который был снят 12 августа из второго гидравлического контура системы обеспечения теплового режима модуля «Рассвет». ГР2 возвратят на Землю для анализа причины вытекания теплоносителя.

21 сентября в 15:56 обнаружилось отсутствие связи лэптопов российского сегмента с блоком размножения интерфейсов. Блок был возвращен в работу посредством перезапуска. 23 сентября в системе электропитания модуля «Звезда» по истечении ресурса заменили преобразователь тока ПТАБ-1М аккумуляторной батареи №6, а 25 сентября – регуляторы тока РТ-50-1М №6 и №8.

24–29 сентября ЦУП-М тестировал аппаратуру спутниковой навигации АСН-К на «Прогрессе М-28М» при его совместном полете в составе МКС. Планируется, что при полете первого грузовика новой модификации «Прогресс МС» АСН-К будет работать в штатном режиме.

24 сентября экипажу предстояло подзарядить планшетные компьютеры фирмы Samsung в кораблях «Союз ТМА-17М» и «Союз ТМА-18М». Со вторым планшетом проблем не возникло, у первого же после его подключения к USB-порту лэптопа RSK-2 подзаряд не пошел. Проблему разрешить не получилось. Планшет полностью разрядился и будет возвращен на Землю.





# Возвращение рекордсмена

**12** сентября в 03:51:30.1 ДМВ (00:51:30 UTC) в 153 км юго-восточнее казахстанского города Джезказган совершил посадку спускаемый аппарат пилотируемого корабля «Союз ТМА-16М» с «Альтаирами». После полугодового полета с МКС на Землю возвратился россиянин Геннадий Падалка. Вместе с ним приземлились датчанин Андреас Могенсен и казахстанец Айдын Аимбетов, которые выполнили короткий, 10-суточный, полет.

Этот день был знаменательным для Казахстана: ведь впервые после 14-летнего перерыва из космоса на казахстанскую землю вернулся казах. В то же время у данной посадки была еще одна особенность – приземление рекордсмена по суммарной длительности космических полетов. Напомним, что 28 июня 2015 г. Геннадий Падалка превысил достижение Сергея Крикалёва: он стал землянином, дольше всех пробывшим в космосе (НК № 8, 2015, с. 11).

Приземление «Союза ТМА-16М» первоначально планировалось на 11 сентября. Однако в конце июня для обеспечения четырехвитковой схемы сближения с МКС запуск «Союза ТМА-18М» перенесли с 1 на 2 сентября. И, чтобы не сокращать пересменку, посадка «Союза ТМА-16М» была также сдвинута на сутки – на 12 сентября.

Однако в конце августа эта дата оказалась под вопросом. Дело в том, что к этому моменту по различным причинам орбита станции перестала обеспечивать быструю схему сближения «Союза ТМА-18М» с МКС. В результате приняли решение использовать двухсуточное сближение, что автоматически сокращало пересменку на двое суток. Поэтому поступило предложение отложить приземление «Союза ТМА-16М» на 15 сентября.

«Такая возможность обсуждалась, – подтвердил руководитель полета российского сегмента МКС Владимир Соловьёв. – Но потом коллегиально было принято решение дату посадки не менять. Мы пояснили Европейскому космическому агентству и казахстанской стороне, что сможем уплотнить

нашу программу и провести все работы на борту станции не в десять суток, а в восемь. Ряд работ мы можем завершить экипажем, который останется на борту. Серёжа Волков тренировался по всем этим экспериментам. Двухдневное сокращение программы ни к какому ущербу не приведет».

11 сентября в 21:17 ДМВ космонавты закрыли переходные люки между Служебным модулем «Звезда» и кораблем «Союз ТМА-16М». 12 сентября в 00:29:10 корабль массой 6834 кг покинул станцию, которая осталась на орбите наклонением 51.66°, высотой 401.26x419.22 км и периодом обращения 92.54 мин.

«До свидания, станция, – сказал Геннадий. – Солнышко очень сильное, я ничего не вижу. Слава, принимаешь? С телекамеры темно, а в ВСК (визир космонавта. – А.К.) бьет солнце. Только силуэт мишени вижу – и все».

Слава – это инструктор ЦПК Вячеслав Скаун, который был на связи с экипажем. Именно он попросил Падалку оценить чистоту стыковочного узла на агрегатном отсеке модуля «Звезда», однако космонавт сообщил, что не может этого сделать из-за неблагоприятной светотеневой обстановки.

Через три минуты после расстыковки «Союз ТМА-16М» при помощи двигателей причливания и ориентации (ДПО) выполнил маневр увода от МКС.

«Есть работа ДПО, – доложил Геннадий. – Отработали восемь секунд, есть выключение ДПО. Работаем по странице 98 (бортовая документация. – А.К.), выполняем заключительные операции».

Поисково-спасательное обеспечение посадки корабля было организовано Росавиацией с привлечением Министерства обороны РФ, Федерального медико-биологического агентства (ФМБА) и Роскосмоса. Для этого задействовались 14 вертолетов Ми-8, три самолета (два Ан-12

и один Ан-26), шесть поисково-эвакуационных машин и 14 единиц вспомогательной техники.

Основной район приземления №6 – на первом суточном витке – располагался в 145 км юго-восточнее Джезказгана (НК № 11, 2014, с. 7). В этот день были еще три резервные посадочные возможности: на втором витке – в 85 км северо-северо-восточнее Аркалыка (район № 1); на третьем – в 55 км северо-восточнее Аркалыка (№ 2); на четвертом – в 140 км восточнее Байконура (№ 8).

В случае невозможности осуществления посадки 12 сентября резервной датой было 13 сентября. При этом на первом суточном витке «Союз ТМА-16М» целился бы в район № 2.

Но вернемся к полету... В 02:59:07 запущился сближающе-корректирующий двигатель корабля, который проработал 281.6 сек и выдал тормозной импульс 128 м/с. Спуск «Союза ТМА-16М» прошел штатно.

На участке парашютирования на связь с «Альтаирами» вышли экипажи обнаруживающих и сопровождающих спускаемый аппарат (СА) вертолетов Ми-8, которые входят в так называемую группу поисково-спасательного комплекса (ПСК).

ПСК: Облачность, нижний край – 3300 м. Падалка: Вас понял. Значит мы еще не вышли [из облаков]. Я буду давать отсчет



В НК №11, 2013, с. 4 сообщалось, что при посадке спускаемого аппарата «Союза ТМА-08М» в сентябре 2013 г. прошел летную отработку в телеметрическом режиме новый цифровой корректор гамма-лучевого высотомера «Кактус-2В» (производитель – питерский ЦНИИ робототехники и технической кибернетики). При этом параллельно с ним в штатном режиме работал проверенный годами аналоговый корректор.

По уточненным данным, испытания были повторены на «Союзе ТМА-11М» в мае 2014 г.

Планировалось, что впервые в штатном режиме цифровой корректор задействуют при приземлении «Союза ТМА-16М», после чего производитель перестанет использовать аналоговые корректоры, полностью перейдя на цифровые. Однако возникли проблемы с применением в цифровых корректорах импортной электронной компонентной базы. А поскольку до появления цифровых корректоров с российскими компонентами еще далеко, то было решено чередовать на «Союзах» старые аналоговые корректоры и новые цифровые с иностранными компонентами.

Так, в декабре 2015 г. «Союз ТМА-17М» совершит посадку с цифровым корректором, который впервые будет работать в штатном режиме. Кстати, это то же самое изделие, которое летало в телеметрическом режиме на «Союзе ТМА-08М».

В дальнейшем аналоговые корректоры установят на «Союзе ТМА-19М», «Союзе ТМА-20М» и «Союзе МС-3» (уже летал на «Союзе ТМА-13М»), а цифровые – на «Союзе ТМА-18М» (уже летал на «Союзе ТМА-11М»), «Союзе МС» и «Союзе МС-2».

[высоты по бортовым данным] через каждые 500 м.

**ПСК:** Принято.

**Падалка (обращаясь к коллегам):** Как невесомость? То есть не невесомость, а гравитация. Айдын?

**Аимбетов:** Отлично.

**Падалка:** Отлично, да. (К поисковику) 4000 прошли, ребята. (К Могенсену) Так, ты посмотрел? Давление в СА у нас выровнялось? Кислород нормальный?

**Могенсен:** Да.

**Падалка:** Ну, прекрасно. (К поисковику) 3500 прошли, ребята. Принимаете нас, экипажи?

**ПСК:** Слышим.

**Падалка:** Вы меня хорошо слышите, да?

**ПСК:** Да, слышу вас хорошо.

**Падалка:** Хорошо. Перекись у нас стравлилась. Кислородные КСД (клапаны стравливания давления. – А.К.) открылись, перекись стравлилась. Принимаете, ребята? Мы вас не слышим. 3200 высота.

**ПСК:** «Альтаиры», я поисковый вертолет. Вас визуально наблюдаю, подхожу к вам, высоту подскажите.

**Падалка:** 2900 у нас, ребята.

**ПСК:** Принял. Моя пока 2400 высота.

**Падалка:** Перекись у нас слилась, все нормально, кислород стравлился. Передайте в ЦУП и наземной команде тоже.

**ПСК:** Принял.

**Падалка:** Приняли, да? Неустойчиво вас слышим, ребята, неустойчиво. 2500 высота. (К коллегам) Чувствуете, раскочка небольшая под парашютом?

**Могенсен:** Да.

**ПСК:** «Альтаиры», по счетчику высота 2400.

**Падалка:** Подтверждаю, у нас 2300, но у вас точнее.

**ПСК:** Все, подошел к вам. Буду сопровождать. 2400. Улыбайтесь.

**Падалка:** Хорошо, ребят. Подскажете нам контрольную высоту? Ну и потом через каждые 50 м можно говорить. Как приняли? Даже нужно.

**ПСК:** Принял вас. 1800 ваша высота.

**Падалка:** 2000 мы прошли, 1900 у нас показывает сейчас.

**ПСК:** 1700 ваша высота.

**Падалка:** Принято. (К коллегам) Как самочувствие? Хорошее?

**Могенсен:** Отлично.

**Падалка:** Но чувствуется тяжесть или нет? Или вы мало летали, вам все равно? Мне так немножко чувствуется.

**Аимбетов:** Мне нормально.

**Падалка (к поисковику):** 1800 высоту мы прошли по нашим показаниям. У вас сколько, ребят? Как принимаете нас? К 1500 подходит.

**ПСК:** 1400 ваша высота.

**Падалка:** Принято. И у нас 1400.

**ПСК:** Группа ваша внизу готова, ожидает.

**Падалка:** Принято. Там ветерок сколько: шесть метров нам давали, да?



ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

Фото А. Пантюхина

**ПСК:** Да.

**Падалка:** Понятно. К 1300 подходим. 1050 у нас.

**ПСК:** 1000 м пересекаете.

**Падалка:** Принято, 1020 у нас, довольно точно. (К коллегам) Ну все, скукожились, съезжились – растеклись, расслабились. Relax. Перед тем как коснуться, растеклись, расслабились. Нам скажут высоту. (К поисковику) 700 м высота. И у вас 700?

**ПСК:** Да-да.

**Падалка:** Принято.

**ПСК:** 250 м высота ваша.

**Падалка:** Сколько?

**ПСК:** 250.

**Падалка:** Еще раз.

**ПСК:** 200.

**Падалка:** А, двести.

«Союз ТМА-16М» приземлился в точке с координатами 47°21'47.64" с.ш., 69°38'37.62" в.д. Поскольку баллистики подмосковного ЦУПа после расстыковки корабля



Фото А. Пантюхина



Фото ЕКА

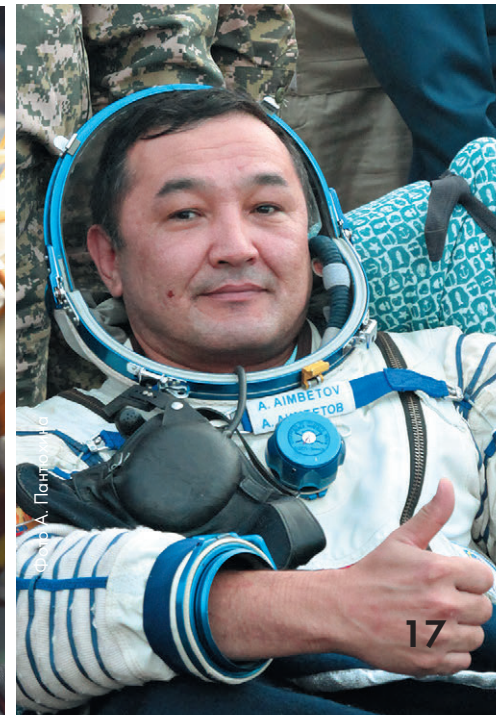


Фото А. Пантюхина



Фото А. Пантюхина

уточнили координаты расчетной точки посадки с учетом ветрового сноса –  $47^{\circ}20'$  с.ш.,  $69^{\circ}33'$  в.д., то отклонение фактической точки составило 7.8 км к северо-востоку.

Продолжительность полета «Союза ТМА-16М» и Геннадия Падалки достигла 168 сут 05 час 08 мин 34 сек (с учетом секунды, добавленной в счет времени 30 июня), а Андреаса Могенсена и Айдына Аимбетова – 9 сут 20 час 13 мин 47 сек. За пять полетов Геннадий набрал в сумме 878 сут 11 час 29 мин 48 сек, что на 2.5 месяца превышает достижение Сергея Крикалёва. И, судя по всему, Падалка не собирается останавливаться на этом и хочет долетать до 1000 суток!

После приземления спускаемый аппарат упал на бок. Спасатели открыли люк и по очереди вытащили из корабля Геннадия, Айдына и Андреаса. Космонавтов усадили в кресла и укрыли теплыми одеялами. Падалка выглядел достаточно уверенным и спо-

койным, Аимбетов – чересчур серьезным, а Могенсен постоянно улыбался и поднимал вверх большой палец.

Стоит отметить, что на месте посадки экипаж встречала внушительная делегация (судите сами): генеральный директор Госкорпорации «Роскосмос» Игорь Комаров, председатель Аэрокосмического комитета Министерства по инвестициям и развитию Казахстана Талгат Мусабаев, заместитель руководителя Росавиации Александр Ведерников, заместитель руководителя ФМБА Вячеслав Рожников, начальник ЦПК Юрий Лончаков. Последний спросил Падалку: «Как посадка?» Тот ответил: «Мягенькая посадочка».

Медики измерили у Геннадия артериальное давление (140 на 70) и пульс (98 ударов в минуту). Он попросил горячего чаю, а затем с большим удовольствием съел яблоко, параллельно пообщавшись с подсевшими к нему Комаровым и Лончаковым.

Мусабаев тем временем поговорил с Аимбетовым.

– Айдын, как у тебя самочувствие? Все интересуются – ответь пару слов.

– Самочувствие замечательное. Чувствую себя хорошо. Готов выполнить еще один полет.

– О! Еще вопрос: как научная программа Республики Казахстан?

– Научная программа, все эксперименты выполнены полностью. По всем радиogramмам были выполнены в полном объеме.

– Ну, молодец, поздравляем еще раз!

– После посадки чувствую себя хорошо. Родная земля придала сил, и этот свежий запах степи наполнил мою грудь и воодушевил. Готов работать дальше.

– Молодец!

После этого Талгат Амангельдиевич поздоровался с Геннадием Ивановичем.

▼ С места посадки вертолеты доставили космонавтов в Астану, где их встречал президент Казахстана



Фото А. Пантюхина



**Падалка:** Слушай, ты меня встречал в 1999 г., когда я вернулся [из первого полета].

**Мусабаев:** Я уже не помню. Ты хоть помнишь, когда ты ко мне прилетел [в 1998 г.], я на станции [«Мир»] тебя встречал?

**Падалка:** Да, помню.

**Мусабаев:** Сколько лет прошло? 17 лет. Тогда это был твой первый полет, а мой второй. А теперь ты уже пятый выполнил. Поздравляю с рекордом! Официально. Молодец! Ну ты кончай уже [летать], хорош! Пожить надо, эй!

**Падалка:** Так в этом и жизнь.

**Мусабаев:** Молодец! Я с тобой полностью согласен. Но не там [в космосе], а на Земле пожить надо.

В 04:30 «Альтаиров» на креслах отнесли в развернутую неподалеку оранжевую палатку для медицинского обследования и переодевания.

Обычно при посадке под Джеккаганом экипаж на вертолетах Ми-8 перелетает в Караганду и после короткой встречи с местными властями и пресс-конференции покидает Казахстан на самолетах. Но поскольку среди «Альтаиров» был казахстанский космонавт, то членов экипажа с места приземления на вертолетах отправили в Астану, где состоялась



Фото ЕКА

▲ В Кёльне Андреаса Могенсена встречали жена Сесилия (кстати, коренная «кёльнчанка») с дочерью Эмили, Томас Райтер и Йоханн-Дитрих Вёрнер

торжественная встреча с президентом Казахстана Нурсултаном Назарбаевым.

Глава государства поздравил экипаж с благополучным возвращением на Землю. «Мы следили за полетом и переживали за каждого из вас, – сказал Нурсултан Абишевич. – Конечно, казахстанцы держали кулаки за Айдына Аимбетова, который стал третьим космонавтом в истории нашей страны. И очень знаменательно, что свой полет

он совершил на 60-й год с начала строительства первого и крупнейшего в мире космодрома Байконур».

Затем Падалка и Аимбетов на самолете Ту-134 улетели на подмосковный аэродром Чкаловский для последующего прохождения послеполетной реабилитации в ЦПК, а Андреас также самолетом отправился через Москву в Европейский центр астронавтов в немецком Кёльне.

## Итоги полета 44-й основной экспедиции на МКС

### Основные события и участники

**44-я экспедиция** на МКС началась 11 июня 2015 г. после ухода со станции пилотируемого корабля «Союз ТМА-15М», на котором на Землю возвратился экипаж в составе: командир корабля космонавт Роскосмоса Антон Николаевич Шкаплеров, бортинженер-1 астронавт ЕКА итальянка Саманта Кристофоретти и бортинженер-2 астронавт NASA Терри Уэйн Вёртс-младший.

На МКС остались командир станции космонавт Роскосмоса **Геннадий Иванович Падалка**, бортинженер-2 космонавт Роскосмоса **Михаил Борисович Корниенко** и бортинженер-3 астронавт NASA **Скотт Джозеф Келли**.

28 июня из-за аварии при запуске был потерян грузовой корабль Dragon. 5 июля на станцию прибыл грузовой корабль «Прогресс М-28М». В период с 13 по 16 июля при помощи японского манипулятора JEM RMS были запущены 14 спутников Flock 1E, а также аппараты Arkyd-3R и Centennial 1.

16 июля экипаж был вынужден укрыться в «Союзе ТМА-16М» из-за невозможности выполнения МКС маневра уклонения от космического мусора.

23 июля к станции причалил «Союз ТМА-17М» с экипажем в составе: командир корабля космонавт Роскосмоса **Олег Дмитриевич Кононенко**, бортинженер-1 астронавт JAXA **Кимия Юи** и бортинженер-2 астронавт NASA **Челл Норвуд Линдгрэн**. На МКС они стали соответственно бортинженерами-4, -5 и -6.

10 августа Геннадий Падалка и Михаил Корниенко осуществили выход в открытый космос длительностью 5 час 34 мин, во время которого: установили два мягких поручня; почистили стекло иллюминатора №2; смонтировали элементы крепления на теплозащитных крышках антенн межбортовой радиолнии WAL №1–5; сняли датчик поверхностного потенциала ДП-ПМ первого комплекта плазменно-волнового комплекса эксперимента «Обстановка»; взяли пробы-мазки с панели солнечной батареи СБ-4, панели радиатора и в районе дренажных клапанов систем «Воздух» и «Электрон-ВМ» в рамках эксперимента

*Итоги подвел А. Красильников*

«Тест»; заменили антенну WAL №6 и развернули блок контроля давления и осаджений.

14 августа станцию покинул «Прогресс М-26М» и в тот же день был сведен с орбиты. 24 августа дистанционным манипулятором SSRMS астронавты поймали японский грузовой корабль HTV-5 и присоединили его к нижнему узлу модуля Harmony. 28 августа была произведена перестыковка «Союза ТМА-16М» с модуля «Поиск» на агрегатный отсек модуля «Звезда».

4 сентября к МКС пристыковался «Союз ТМА-18М» с экипажем в составе: командир корабля космонавт Роскосмоса Сергей Александрович Волков, бортинженер-1 астронавт ЕКА датчанин Андреас Эневолль Могенсен и космонавт Казахстана Айдын Аканович Аимбетов. Они стали соответственно бортинженером-7 станции, бортинженером-1 и -2 экспедиции посещения ЭП-18.

5 сентября после передачи командования станцией командиром стал Скотт Келли, бортинженером-1 – Сергей Волков, бортинженером-7 – Геннадий Падалка

В ходе 44-й экспедиции были выполнены пять коррекций орбиты МКС (из них одна для уклонения от космического мусора). Экипаж осуществил эксперименты по российской, американской, европейской, канадской, японской и казахстанской научным программам.

**11 сентября** «Союз ТМА-16М» отстыковался от станции и совершил посадку с экипажем в составе: командир корабля Геннадий Падалка, бортинженер-1 Андреас Могенсен и бортинженер-2 Айдын Аимбетов. Продолжительность полета Г. Падалки составила **168 сут 05 час 08 мин 34 сек** (с учетом секунды, добавленной в счет времени 30 июня 2015 г.), А. Могенсена и А. Аимбетова – **9 сут 20 час 13 мин 47 сек**. Г. И. Падалка установил мировой рекорд по суммарной продолжительности космических полетов – **878 сут 11 час 29 мин 48 сек**.

На МКС продолжил полет экипаж 45-й экспедиции в составе: командир станции Скотт Келли, бортинженер-1 Сергей Волков и бортинженер-2 Михаил Корниенко.

### Основные динамические операции

Дата и время, UTC	Корабль	Событие
11.06.2015, 10:20:05	ТК «Союз ТМА-15М» (11Ф732А47 №715)	Расстыковка от МИМ-1 «Рассвет»
11.06.2015, 13:43:56.7	ТК «Союз ТМА-15М»	Посадка в 162 км юго-восточнее Джезказгана (Казахстан): 47°19'51.6" с.ш., 69°45'19.2" в.д.
18.06.2015, 10:59:00	ТКГ «Прогресс М-26М» (11Ф615А60 №425)	Коррекция орбиты МКС
28.06.2015, 14:21:11	ТКГ Dragon (полет SpX-7)	Аварийный запуск из CCAFS (США), СК SLC-40
03.07.2015, 04:55:48.164	ТКГ «Прогресс М-28М» (11Ф615А60 №428)	Запуск с Байконура (Казахстан), площадка №1, ПУ №5
05.07.2015, 07:10:56	ТКГ «Прогресс М-28М»	Стыковка к СО «Пирс» в автоматическом режиме
10.07.2015, 02:54:00	ТКГ «Прогресс М-26М»	Коррекция орбиты МКС
22.07.2015, 21:02:44.618	ТК «Союз ТМА-17М» (11Ф732А47 №717)	Запуск с Байконура (Казахстан), площадка №1, ПУ №5
23.07.2015, 02:45:05	ТК «Союз ТМА-17М»	Стыковка к МИМ-1 «Рассвет» в автоматическом режиме
26.07.2015, 03:48:00	ТКГ «Прогресс М-26М»	Коррекция орбиты МКС (уклонение)
14.08.2015, 10:19:19	ТКГ «Прогресс М-26М»	Расстыковка от АО СМ «Звезда»
14.08.2015, 13:28:00	ТКГ «Прогресс М-26М»	Сведение с орбиты
19.08.2015, 11:50:49	ТКГ HTV-5 «Коунтори-5»	Запуск из TNSC (Япония), СК «Йосинобу», ПУ №2
24.08.2015, 10:28	ТКГ HTV-5	Захват манипулятором SSRMS
28.08.2015, 07:12:36	ТК «Союз ТМА-16М» (11Ф732А47 №716)	Расстыковка от МИМ-2 «Поиск»
28.08.2015, 07:30:17	ТК «Союз ТМА-16М»	Стыковка к АО СМ «Звезда» (перестыковка в ручном режиме)
31.08.2015, 06:54:00	ТКГ «Прогресс М-28М»	Коррекция орбиты МКС
02.09.2015, 04:37:43.233	ТК «Союз ТМА-18М» (11Ф732А47 №718)	Запуск с Байконура (Казахстан), площадка №1, ПУ №5
04.09.2015, 07:39:02	ТК «Союз ТМА-18М»	Стыковка к МИМ-2 «Поиск» в автоматическом режиме
07.09.2015, 04:25:00	ТКГ «Прогресс М-28М»	Коррекция орбиты МКС
11.09.2015, 21:29:10	ТК «Союз ТМА-16М»	Расстыковка от АО СМ «Звезда»
12.09.2015, 00:51:30.1	ТК «Союз ТМА-16М»	Посадка в 153 км юго-восточнее Джезказгана (Казахстан): 47°21'47.64" с.ш., 69°38'37.62" в.д.



**4 сентября** компания Boeing объявила об открытии линии сборки коммерческого пилотируемого корабля CST-100 (НК №1, 2015, с.24; №7, 2015, с.16-17) во Флориде и о присвоении ему имени Starliner («Звездный лайнер»). Презентацию названия корабля NASA отметило в своем твиттере сообщением с хештэгом «Запустим Америку!» (#LaunchAmerica!).

**В** церемонии приняли участие администратор NASA Чарлз Болден, директор Космического центра имени Кеннеди Роберт Кабана, представители руководства Boeing – президент и генеральный менеджер программы Деннис Муилленбург (Dennis Muilenburg), вице-президент и генеральный менеджер по космическим исследованиям Джон Элбон (John Elbon), вице-президент по коммерческим программам Джон Малхолланд (John Mulholland), заместитель менеджера программы CST-100 по операциям Кристофер Фергюсон, а также сенатор от штата Флорида Билл Нелсон и губернатор Флориды Рик Скотт (Rick Scott).

По словам руководителей Boeing, имя корабля должно отражать заслуги компании за последние 100 лет и взгляд в будущее на ближайшие 100 лет. Название Starliner стоит в одном ряду с именами других летательных аппаратов Boeing: так, наиболее современный пассажирский самолет Boeing 787 называется Dreamliner.

Чарлз Болден отметил, что открытие этого объекта – «очень важная веха в создании космической транспортной системы». «Американские астронавты на американских кораблях будут летать на МКС», – подчеркнул он. Месяцем ранее глава NASA заявил (в очередной раз), что США должны создавать свои корабли, а не платить России за доставку астронавтов. По его словам, в настоящее время агентство отдает приоритет разработке систем для отправки человека в дальний космос, а создание негосударственных пилотируемых аппаратов финансируется все меньше.

Во время мероприятия сенатор Билл Нелсон заявил, что хотел бы гарантировать достаточное финансирование от Конгресса, чтобы встретить первый полет корабля Starliner в 2017 г. в одном из (если не в первом) коммерческих экипажей на МКС. Как наблюдатель от Конгресса Нелсон уже участвовал в полете шаттла в 1985 г.

\* Конструкция позволяет запускать его и на других РН, в том числе Delta IV, Falcon 9 и Vulcan.

CST-100 (Crew Space Transportation) Starliner – пилотируемый транспортный аппарат для полетов на низкую околоземную орбиту, разрабатываемый компанией Boeing в рамках Программы развития коммерческих пилотируемых кораблей CCDev (Commercial Crew Development Program), частично финансируемой NASA.

Starliner должен летать к МКС или к надувной туристической станции-отелю разработки Bigelow, доставляя в космос до семи человек. Ресурс в автономном полете – 60 часов, в состыкованном состоянии – 210 суток. Одна из особенностей – двигательная установка системы аварийного спасения (ДУ СУС) «толкающего» типа. Она обеспечивает безопасность экипажа на всех этапах запуска, используя проверенные жидкостные двигатели. Последние остаются на корабле в орбитальном полете и служат для выдачи тормозного импульса перед входом в атмосферу.

CST-100 состоит из конического командного и цилиндрического служебного модулей. Первый представляет масштабную увеличенную копию командного отсека корабля Apollo; при этом по диаметру он несколько больше отсека экипажа конкурента Dragon V2, но меньше возвращаемого аппарата корабля Orion. Планируется многократное (до десяти раз) использование командного модуля. Для управления аппаратом на орбите служат четыре блока микродвигателей, установленные по бокам служебного модуля. Они потребляют топливо из тех же баков, что и ДУ САС.

Starliner будет запускаться на проверенной ракете Atlas V\* со стартового комплекса на станции ВВС «Мыс Канаверал» во Флориде.

Интерьер командного модуля CST-100 отличается от используемых и проектируемых кораблей минималистичным дизайном. Планшетные технологии устраняют необходимость в громоздкой бумажной бортовой документации и альбомах-справочниках для экипажа. Для связи, мониторинга и управления, а также для развлечения астронавтов широко применяются беспроводные интернети-технологии.

Разработчики считают большим достоинством проекта Starliner широкое использование перспективных технологий в изготовлении и эксплуатации корабля. В частности, инновации в области сварки позволят уменьшить число сварных швов, снизить риск разрушения конструкции, сэкономить массу и сократить время производства отсеков.

Возвращение модуля на Землю обеспечивается одноразовой абляционной теплозащитой, парашютной системой (полностью заимствована с корабля Apollo) и надувными баллонами мягкой посадки. «Воздушные мешки» надуваются газовой смесью сжатого азота и кислорода, а не продуктами сгорания пиропатронов, как это делается в автомобильных подушках безопасности. Система обеспечивает комфортное приземление на сушу и создает условия для повторного использования матчасти, что вряд ли возможно после посадки в океан.

Специалисты Boeing изучили пять возможных мест посадки CST-100 в западной части Соединенных Штатов – она выбрана из условий отделения служебного модуля, который разрушится в атмосфере над Тихим океаном. Первые несколько полетов, скорее всего, закончатся приземлением на обширных пустынных равнинах в штатах Нью-Мексико или Юта. Здесь расположены армейский ракетный полигон Уайт-Сэндз и армейский полигон Дагуэй для испытаний химического оружия. Эти районы характеризуются также отсутствием сезонов плохой погоды.

«Используя капсульный аппарат, мы не можем насладиться огромной дальностью бокового спуска, которая была у челнока, – говорит Кристофер Фергюсон, трижды летавший на шаттле. – Вот почему нам надо иметь несколько точек приземления, что дает возможность совершать посадку практически круглый год, что очень важно. При наличии пяти мест мы сможем иметь 450 возможностей посадки каждый год».

По словам Фергюсона, пять площадок дают компании Boeing достаточно вариантов, чтобы обеспечить посадку корабля в день отстыковки от космической станции, даже с учетом неблагоприятных условий (ночь или сильный ветер в районе приземления).

Для сравнения. У шаттлов были три стандартные площадки: специальная посадочная полоса Shuttle Landing Facility в Космическом центре имени Кеннеди, бетонная ВПП на авиабазе ВВС Эдвардс и высохшее соляное озеро на Уайт-Сэндз. «Колумбия» закончила миссию STS-3 на полосе Northrop Strip в Уайт-Сэндз, а автоматические зонды Genesis и Stardust с образцами солнечного ветра и кометного вещества возвратились на Землю на полигон Дагуэй.

«Некоторые (посадочные площадки) хорошо знакомы: например, авиабаза Эдвардс и [полигон] Уайт-Сэндз, – заметил бывший астронавт. – Новый полигон Дагуэй... имеет много особенностей, которые нам нравятся. Есть и другие места: я не хочу просто так упоминать их, пока мы не уточнили все детали... но достаточно сказать, что они находятся в западной части Соединенных Штатов и там отсутствует население. Вы можете сами экстрателерировать, где это. Юго-Запад – хорошее место для посадки».

Boeing хочет сузить перечень мест посадки для первых двух испытательных полетов CST-100 в 2017 г. «Мы сосредоточили внимание на Уайт-Сэндзе и Дагуэе», – сообщил Фергюсон, отказываясь назвать точку, которая будет основной посадочной площадкой. По его словам, решение может быть принято гораздо ближе к дате полета.

Что касается графика и темпов разработки, то первый грант в размере 18 млн \$ на создание «частного корабля для доставки астронавтов на МКС» NASA выделило компании Boeing 1 февраля 2010 г., и через четыре месяца на авиашоу в Фарнборо публика увидела первые изображения CST-100. Компания вела проектирование «на свои деньги», но уже через год расходы NASA на проект составили 110.3 млн \$, а 3 августа 2012 г. Boeing получил дополнительные 460 млн \$.

16 сентября 2014 г. из трех претендентов – Dreamchaser, CST-100 и Dragon – для программы «Коммерческие пилотируемые транспортные средства» CcTcAP (Commercial Crew Transportation Capability) были выбраны два последних. Общая стоимость работ, которые предстояло выполнить компании Boeing, оценивалась в 4.2 млрд \$, фирме SpaceX – 2.6 млрд \$.

С тех пор оба участника гонки за право предложить первый неправительственный орбитальный пилотируемый корабль регулярно демонстрируют свои достижения: Элон Маск с помпой представил Dragon V2, а Деннис Муйленбург только «окрестил» Spaceliner – корабль компании Boeing в собранном виде пока не видел никто.

В 2010 г. предполагалось, что CST-100 может быть введен в эксплуатацию в 2014 г. В августе 2011 г. компания сообщала, что корабль впервые отправится в космос в 2015 г. и совершит три полета (в первом беспилотная машина должна выйти на орбиту; во втором производитель намерен испытать CAC, имитируя неисправность носителя; целью третьего будет пилотируемая стыковка с МКС с участием двух астронавтов-испытателей). Однако график реальных работ оказался не столь лучезарно стремителен.

В сентябре 2011 г. Boeing объявил о завершении серии наземных бросковых испытаний для проверки работы системы мягкой посадки. Тесты проводились в пустыне Мохаве на юго-востоке Калифорнии, со скоростью приземления от 4.5 до 13.5 м/с, с тем чтобы имитировать посадку с поперечными ветровыми нагрузками.

В апреле 2012 г. макет CST-100 был сброшен над пустыней на высохшее озеро Деламар (Delamar) возле Аламо, штат Невада. Основная трехкупольная парашютная система успешно раскрылась на высоте 3400 м.

19 августа 2013 г. фирма Boeing объявила, что два астронавта NASA оценили связь, эргономику и интерфейсы кабины экипажа CST-100, показав, как они будут работать на корабле, летящем к МКС и другим объектам на низкой околоземной орбите.

Судя по последним данным, испытания ДУ CAC на старте запланированы на февраль 2017 г. Беспилотная испытательная миссия на МКС под индексом Вое-OFT стоит в планах на апрель 2017 г. и продлится 30 суток. Пилотируемая испытательная миссия на МКС (Вое-CFT) должна стартовать в сентябре 2017 г. и продолжаться 14 суток. Сертификация пилотируемого аппарата, как предполагается, закончится в декабре 2017 г., после чего могут начаться регулярные полеты на станцию.

Решение о том, какая именно частная компания – Boeing или SpaceX – первой отправит астронавтов в космос, вероятно, не будет принято до конца 2016 г. В настоящее время американцы летают на МКС на российских кораблях: NASA платит Роскосмосу примерно 75 млн \$ за одно «человечко-место». По оценкам экспертов, отправка одного астронавта на американском частном корабле обойдется на 20 млн \$ дешевле.

Подстраховавшись (ну а вдруг «частники» не будут готовы к сроку?), NASA обязалось выкупить места на российских кораблях до конца 2018 г. Контракт был официально продлен в августе 2015 г.: США заплатят за доставку астронавтов еще 490 млн \$.

Первый Starliner будет собираться в 3-м отсеке Корпуса подготовки орбитальных ступеней OPF (Orbiter Processing Facility), то есть в бывшем технологическом комплексе космического челнока в Космическом центре имени Кеннеди (НК № 6, 2012, с.54-57). Напомним: это сооружение для подготовки орбитальных ступеней системы Space Shuttle с 2005 по 2010 год служило домом только Discovery. Когда 9 марта 2011 г. этот шаттл вернулся из космоса, завершив псовый последний полет STS-133, он был поставлен на обслуживание в зал OPF-2 (где ранее готовился «Индевор»).

31 октября 2011 г. NASA объявило, что Boeing подписал 15-летний договор аренды OPF-3 в рамках разработки своего корабля CST-100. Через 11 месяцев, 10 сентября

2012 г., компания начала демонтаж старого и установку более 150 элементов нового механико-технологического оборудования. Работы по перестройке продолжались до конца лета 2013 г.

Пока шла реконструкция OPF-3, Boeing продолжал разработку и испытания CST-100 в Комплексе по подготовке коммерческих пилотируемых и грузовых кораблей C<sup>3</sup>PF (Commercial Crew and Cargo Processing Facility) в Центре Кеннеди.

С момента победы в программе CcTcAP фирма Boeing провела защиту базового проекта CST-100 для предстоящей сертификации, а также выполнила семь других пунктов плана подготовки Starliner к летной эксплуатации. В частности, в новом комплексе C<sup>3</sup>PF в июле 2015 г. началась сборка «изделия для статических испытаний» STA (Structural Test Article). На данном макете предполагается проверить конструкцию корабля перед тестом CAC с уровня земли.

Тем временем партнер Boeing по программе CcTcAP – компания United Launch Alliance – начала строительство новой башни обслуживания: последняя обеспечит доступ экипажа и техников к кораблю на вершине ракеты. Башня, предназначенная для работы конкретно с ракетой Atlas V, установленной на мобильный пусковой площадке, будет фиксированной. Для того чтобы не нарушать существующий график беспилотных пусков ракеты, башню построили вдали от стартовой площадки из секций, доставленных автотрейлерами на место для сборки.

«После комплексных испытаний и производства [летной капсулы] мы должны перейти к эксплуатации, – обещает Фергюсон. – У компании большой опыт производства, но затем мы обычно продаем продукцию эксплуатирующим организациям». Для CST-100 будет действовать другая схема.

Boeing останется владельцем корабля и его оператором, но передаст непосредственную ответственность за управление полетом экспертам Космического центра имени Джонсона в Хьюстоне. Как говорит Джон Малхолланд, компания выбрала штатную команду управления полетами NASA, потому что «это единственные [профессионалы], кто занимался планированием, подготовкой и выполнением отечественных пилотируемых полетов в космос».

*По сообщениям nasaspaceflight.com, spacenews.com, Associated Press, The Wall Street Journal*

▼ Сенатор от штата Флорида Билл Нелсон выступает на церемонии открытия сборочного производства корабля Starliner





## Начало сборки корабля Orion для полета EM-1

5 сентября на сборочном заводе MAF (Michoud Assembly Facility) в Новом Орлеане, штат Луизиана, специалисты компании Lockheed Martin провели сварку первых крупногабаритных элементов герметичного корпуса командного отсека, предназначенного для использования во втором полете EM-1 (Exploration Mission 1) в рамках программы летно-конструкторских испытаний (ЛКИ) корабля Orion\*.

Корпус командного отсека состоит из семи больших алюминиевых секций. Первый шов соединил туннель и верхнюю перегородку: здесь будут размещены многие важные системы, включая посадочные парашюты. Туннель, где впоследствии установят стыковочный механизм, позволит экипажу переходить на борт станции. Для соединения элементов конструкции используется особая технология фрикционной сварки – «трением с перемешиванием», – внедренная на заводе MAF в процессе перехода от изготовления внешних топливных баков (ВТБ) системы Space Shuttle к созданию матчасти корабля Orion и сверхтяжелой ракеты SLS (Space Launch System). Такая сварка создает практически бесшовную герметичную связь металлических элементов, которая прочнее и выше по качеству, чем может быть достигнута другими способами.

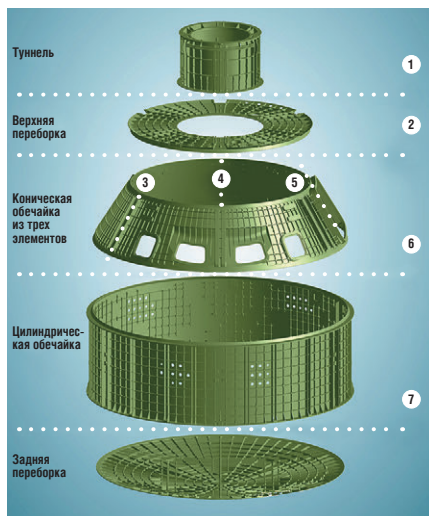
Инженеры тщательно подготовились к сварке: очистили сегменты, нанесли на них защитное химическое покрытие и грунтовку, а затем оснастили каждый элемент тензодатчиками для контроля свойств металла в производственном процессе.

Успешный полет EFT-1 предоставил доказательства механической прочности корабля, а послеполетная проверка показала отличную сохранность аппарата: в штаб-квартире Lockheed Martin Space Systems в Литтлтоуне, шт. Колорадо, с возвращением из космоса отсека сняли защит-

ное покрытие, выполнили окончательную очистку от остатков компонентов топлива и провели послеполетный анализ выбранных компонентов\*\*. Летные испытания прототипа не только подтвердили надежность конструкции, но и выявили некоторые недостатки, которые предстояло устранить в доработанном под EM-1 проекте. Обновления коснутся парашютной системы посадки и теплозащитного покрытия, защищающего корпус от перегрева при спуске. Свариваемые элементы относятся уже к третьему варианту конструкции: продолжая совершенствовать проект, инженеры уменьшили число сварных швов с 33 на первом прототипе до семи на текущем, сэкономив 700 кг массы.

«Каждая система корабля на основной конструкции или интегрируется в ее состав. Начало сварки последней знаменует важный шаг в производстве, – отмечает Марк Гейер (Mark Geyer), руководитель программы Orion

▼ Семь элементов конструкции корабля Orion и порядок, в котором они свариваются



в NASA. – До этого момента команда проделала огромную работу, гарантируя, что мы заложили прочную основу системы».

В ближайшие месяцы в MAF придут оставшиеся элементы герметичного корпуса. После сварки готовая конструкция перейдет в Космический центр NASA имени Кеннеди во Флориде для продолжения сборки корабля.

Что касается теплозащитного экрана, он хорошо пережил декабрьский полет. Ведущий менеджер программы Orion в NASA Марк Кирасич (Mark Kirasich) утверждает, что результаты ЛКИ «превысили все ожидания». Тем не менее, благодаря собранным во время этого полета данным, специалисты NASA пришли к выводу, что текущая конструкция экрана не подходит для полета EM-1.

Корабль, который в 2018 г. запустят на ракете SLS в облет Луны, возвратится в земную атмосферу со значительно большей скоростью, чем во время первого запуска, и столкнется с более высокими тепловыми нагрузками.

Инженеры решили внести изменения в стекловолоконный слой, которым покрывается корпус экрана, собранный из углепластиковых панелей на титановой основе: покрытие, разделенное на 320 тысяч элементов, будет разрушаться во время входа в атмосферу, но при этом должно защитить от высоких температур командный модуль, возвращающийся из космоса.

Поскольку экран состоит из множества отдельных элементов, его можно изготавливать одновременно в нескольких местах по частям. Это не только сэкономит NASA значительную сумму, но и сократит производственный цикл до двух месяцев.

### Пилотируемый полет корабля откладывается

В последние месяцы NASA проводит критический анализ проекта CDR (Critical Design Review). Это важный этап разработки в западной инженерной школе: все заложенные в проект технические решения должны подтвердить свою эффективность.

По поводу даты полета EM-1 сомнений нет: Orion должен стартовать в ноябре

Этап CDR знаменует переход к рабочему проектированию и подразумевает выполнение следующих условий:

- ◆ конструкция летательного аппарата (ЛА) уже проработана и «заморожена», произведенные расчеты и испытания подтверждают, что заявленные характеристики будут достигнуты;
- ◆ контракты со всеми поставщиками систем и оборудования заключены, все интерфейсы систем «заморожены», поставщики покупных комплектующих изделий провели свои соответствующие этапы защиты проекта и подтверждают заявленные характеристики систем и сроки поставок;
- ◆ выбраны производственные площадки для постройки ЛА, подтверждена техническая и технологическая возможность его производства;
- ◆ с заказчиком системы заключены предварительные соглашения, а при возможности и контракты на поставку; от заказчика получены авансовые платежи;
- ◆ от государства или банков (или в складчину) получено финансирование в объеме, достаточном для продолжения и завершения рабочего проектирования, постройки опытных образцов, испытаний и начала серийного производства.

\* Напомним: ЛКИ начались 5 декабря 2014 г. с запуска прототипа корабля ракетой Delta IV Heavy на высокоэллиптическую околоземную орбиту по программе EFT-1 (Exploration Flight Test-1). Аппарат сделал два витка, а затем вошел в атмосферу и приводнился в Тихом океане. Несмотря на отдельные выявленные недостатки, испытания признаны успешными (НК № 2, 2015, с. 58-64).

\*\* В числе прочего оценивалась и новая технология тестирования Direct Field Acoustic (DFA), позволяющая определить уровень акустических нагрузок, которые испытывает корабль во время запуска.



2018 г. Дальнейшая программа ЛКИ остается туманной. В ходе миссии EM-2 астронавты впервые в XXI веке должны достигнуть орбиты вокруг Луны. С точки зрения техники этот полет во многом будет повтором беспилотной миссии EM-1, и заложенный в программу срок – август 2021 г. – не выглядит излишне оптимистичным. Тем не менее 16 сентября NASA признало, что эта дата вряд ли будет выдержана, и полет может уйти «вправо» примерно до апреля 2023 г.

По словам заместителя администратора NASA Роберта Лайтфута и Уилльяма Герстенмайера, курирующего пилотируемые полеты, перенос даты пилотируемого запуска корабля не связан с нехваткой финансирования или выявленными техническими проблемами. В будущем, вероятно, технические сложности могут возникнуть, и именно они закладываются в планы NASA. Лайтфут отдельно отметил потенциальные проблемы, которые могут проявиться при проверках повторно используемого оборудования командных модулей, а Герстенмайер упомянул и возможную модификацию панелей, составляющих корпус отсека.

Между тем, хотя об этом никто не упоминал, перенос даты пилотируемого полета ожидался уже давно: он связан с корректировкой планов разработки SLS. Дело в том, что 70-тонный вариант носителя (SLS Block 1) в 2018 г. совершит свой первый и, скорее всего, единственный полет. Для существенного роста возможностей ракеты требуется новая верхняя ступень EUS (Exploration Upper Stage). Она позволит увеличить грузоподъемность ракеты до 105 т. Именно в таком варианте SLS Block 1B станет основным носителем пилотируемой программы NASA в 2020-х годах. Следующий, еще более мощный, 130-тонный вариант SLS Block 2 полетит после 2030 г.

Правительственные эксперты возражают против того, чтобы запускать принадлежащий NASA пилотируемый корабль с астронавтами на борту на ракете с верхней ступенью, не прошедшей ЛКИ (для соответствующей сертификации необходимо выполнить как минимум один успешный пуск носителя). Для решения проблемы агентство видит два пути.

Российская металлургическая компания ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА»\*, производящая титан и изделия из него, по заказу компании Airbus Defense and Space изготовила полусферические детали для стеновых испытаний топливных баков сервисного модуля\*\* корабля Orion. Пока резервуары поставляются без внутренних компонентов, так как для тестов требуется только оболочка, наполненная имитирующей топливо жидкостью. Основная цель испытаний – проверить механическую прочность конструктивных элементов. Высокие удельные характеристики титановых сплавов дают надежду на успешное тестирование образца бака, в составе которого присутствуют штамповки полусфер, выпущенные «Корпорацией ВСМПО-АВИСМА».

\* Две промышленные площадки корпорации – ВСМПО в городе Верхняя Салда Свердловской области и АВИСМА, филиал в городе Березники Пермского края, – связаны между собой единой технологической цепочкой.

\*\* Командный модуль аппарата строится на заводе, принадлежащем компании Lockheed Martin в (США), сервисный модуль – на предприятии Airbus Defense and Space в г. Бремен (Германия).

\*\*\* К настоящему моменту на разработку корабля израсходовано 10.5 млрд \$, а суммарные затраты на проект к 2023 г. превысят 17 млрд \$.

Первый – дополнительный второй пуск 70-тонной ракеты для повторения EM-1, но с людьми на борту. Он может состояться даже раньше 2021 г., но в этом случае на сертификацию верхней ступени SLS Block 1, которая никогда больше не будет использована, придется потратить 100 млн \$. Второй вариант предполагает перенос первой пилотируемой миссии на 2022–2023 год. Перед этим SLS Block 1B будет использована для запуска автоматической исследовательской станции (например, зонда ARM для захвата «булыжника» с астероида в 2020 г. либо автоматической станции Europa Clipper для изучения спутника Юпитера – Европы – в 2022 г.).

Вторая пилотируемая экспедиция в дальний космос пока ожидается «не ранее 2025 г.». Во время этого полета астронавты, как предполагается, исследуют упомянутый выше «булыжник», предварительно доставленный на орбиту Луны автоматическим зондом.

Поводом для упоминания о 2023 году стало завершение очередного этапа проекта – он прошел точку принятия ключевого решения С (Key Decision Point С, KDP-C). Это означает, что можно переходить к этапу детального проектирования и изготовления материальной части (фаза С проекта), ее интеграции, наземным и летным испытаниям (фаза D). Критическая защита CDR для крупных проектов обычно выполняется примерно через год после KDP-C.

Формально от полета EM-2 в конце 2021 г. не отказались – дата сохраняется со стандартной формулировкой «не ранее чем». Тем не менее фактически можно говорить, что он состоится на полтора года позднее, чем ожидалось ранее. Такой исход нельзя назвать неожиданным: это обычная практика, призванная справиться с будущими непредвиденными проблемами без излишнего увеличения бюджета\*\*\*.

Тем временем NASA изучает варианты дальнейшего совершенствования проекта Orion. С этой целью предполагается к командному и служебному добавить жилой модуль (Habitat). Американские аэрокосмические корпорации, включая Lockheed Martin и Orbital ATK (а с ними и новичок – Bigelow Aerospace), уже направили предложения в штаб-квартиру. Рассматриваются два варианта конструкции. В первом случае речь идет о небольшом герметичном отсеке с дополнительными запасами системы жизнеобеспечения типа бытового отсека «Союза». Другой вариант – более крупный модуль, который доставляется отдельным запуском и может служить посещаемой одномодульной станцией. Цель таких доработок – создать условия для накопления опыта длительной работы астронавтов в дальнем космосе.



▲ Вернувшийся из тестового полета EFT-1

В 2030-х годах такой опыт потребуется NASA для организации высадки на Марс.

«Подготовка к миссии EM-1 не прекращается, – информирует Билл Хилл (Bill Hill), первый заместитель главы Директората разработки пилотируемых исследовательских систем (Exploration Systems Development) в штаб-квартире NASA. – ЛКИ корабля Orion и ракеты SLS в реальных условиях пространства, далеко от безопасной Земли, готовят отправку астронавтов в дальний космос».

Так и получается: следующая после Space Shuttle национальная пилотируемая программа США создавалась в исключительно амбициозных целях, но с постоянной оглядкой на финансирование. Что поделять: времена «штурма и натиска» в духе Saturn–Apollo миновали!

Изначально Orion разрабатывался корпорацией Lockheed Martin с 2007 г. для полетов на Луну в рамках программы «Созвездие» (Constellation) и дополнительно – для доставки экипажей на МКС. Постепенно аппарат превратился в увеличенную и современную версию Apollo – с большим служебным модулем, с посадкой на сушу на надувные амортизаторы и другими новшествами. Однако из-за проблем с носителем проект пришлось упростить: Orion потерял полметра в диаметре и стал возвращаться на воду, как это делали и другие американские корабли 40–50 лет назад. Служебный модуль тоже похудел: сейчас он в два раза меньше, чем предполагалось изначально, а доставка экипажей на МКС упоминается только как «потенциальная возможность» корабля.

После закрытия программы «Созвездие» представители NASA часто называют Orion средством запуска людей на Марс (разумеется, в составе более крупного экспедиционного комплекса). Уилльям Герстенмайер намекнул, что корабль будет играть важную роль на начальном и конечном этапах экспедиции. Он также заявил, что Orion пригодится при накоплении опыта работы в дальнем космосе: ожидается, что для этого астронавты будут совершать на нем полеты в окололунное пространство. Любопытно, что nasaspacespaceflight.com, ссылаясь на последние версии внутренних документов NASA, пишет, что вряд ли исходный Orion полетит к Красной планете в составе экспедиционного комплекса...



# Перепалянный спутник

И. Афанасьев.

«Новости космонавтики»

## На орбите MUOS-4

В каталоге Стратегического командования США спутнику был присвоен номер **40887** и международное обозначение **2015-044A**.

Пусковая кампания аппарата MUOS-4 стала 56-м стартом PH Atlas V с августа 2002 г. и шестым полетом в конфигурации 551: этот самый тяжелый вариант выводил на геостационарную орбиту три предыдущих спутника MUOS, а также запускал к Плутону и Юпитеру зонды New Horizons и Juno соответственно. Кроме того, это была 99-я миссия для компании ULA (совместного предприятия корпораций Boeing и Lockheed Martin, основанного в декабре 2006 г.).

MUOS-4 дополнит группировку усовершенствованных КА и сеть наземных станций, которые предоставляют защищенную тактическую связь УКВ-диапазона для военнослужащих США и их союзников по всему миру. В идеале система MUOS (Mobile User Objective System) – это созвездие из пяти (четыре основных и один резервный) КА, предназначенное для обеспечения коммуникаций нового поколения для «мобильных пользователей» в вооруженных силах. Первый спутник MUOS был запущен в феврале 2012 г. Окончание развертывания системы ожидается с запуском пятого КА в июле 2016 г., однако уже сейчас MUOS обеспечивает глобальный охват.

Орбитальная группировка MUOS заменяет семь спутников УКВ-связи UFO (UHF Follow-On), которые стартовали в период между 1993 и 2003 гг. В свою очередь, UFO заменяли аппараты FLTSATCOM, запущавшиеся в конце в 1978–1989 годах, а также пять спутников Leasat, которые эксплуатировались компанией Hughes Communication Services в интересах ВМС США.

MUOS продолжает предоставлять связь пользователям предыдущей системы UFO\*, но расширит их возможности примерно на порядок. Сочетание космического и наземного сегментов системы MUOS обеспечит загоризонтную подвижную узкополосную спутниковую связь наподобие сотовой. В системе применена технология коммерческой сотовой телефонной связи и передачи данных третьего поколения (3G), обеспечивающая повсеместный и постоянный доступ к мобильному Интернету. Возможно одновременное использование голосовой и видеосвязи, а также передачи данных\*\*.

«Мобильные пользователи» смогут общаться (голос, видео), передавать данные и текстовые сообщения друг другу по всему миру даже вне зоны видимости спутника. Аппараты UFO позволяли связывать «абонентов» только в зоне покрытия одного и того же КА.

Особенности системы MUOS (в частности, узкополосная аппаратура УКВ-диапазона, изготовленная компанией Boeing) улучшают качество связи в труднодоступных районах, включая каньоны, горы, джунгли и т.д. Система расширила возможности UFO

на полярные регионы, переходя за 65° северной/южной широты и достигая на этапе тестирования широты в 89.5°, то есть практически вблизи полюсов.

В сентябре-октябре 2015 г. три запущенных в 2012–2015 гг. спутника MUOS располагались в позициях 177° з.д., 100° з.д. и 15.5° з.д. Каждый спутник способен покрыть примерно треть земной поверхности. Конкретная зона обслуживания для MUOS-4 еще не определена.

Головной компанией по изготовлению спутников MUOS является компания Lockheed Martin Space Systems (Саннивейл, шт. Калифорния). В качестве субподрядчиков выступают Boeing Satellite Systems (BSS) и General Dynamics C4 Systems. Контракт на пять КА был выдан в сентябре 2004 г. и тогда оценивался в 3.26 млрд \$; по оценке за декабрь 2012 г. стоимость НИОКР составляла 4.14 млрд, а серийных закупок – 2.93 млрд.

Стартовая масса спутника – примерно 6740 кг, масса без топлива – 3812 кг. Аппарат построен на новейшей платформе A2100M; ее высота – 7.6 м, ширина – 4.6 м. MUOS – один из самых крупных и тяжелых несекретных аппаратов на геостационаре. Для довыведения используется апогейный двигатель ВТ-4, поставленный японской компанией IHI Corp. КА оснащен двумя развертываемыми панелями солнечных батарей размером 28.7 м. Мощность системы электропитания – 9.8 кВт. Расчетный срок активного существования КА – 15 лет.

MUOS несет две полезные нагрузки – для широкополосного многопользовательского доступа с кодовым разделением каналов WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) и узкополосной связи наподобие сотовой. Сочетание двух видов коммуникации обеспечивает повсеместный и постоянный доступ к мобильному Интернету при одновременном обслуживании существующих пользователей системы UFO. Основная антенна спутника имеет диаметр 14.0 м (по другим данным – 15.86 м), тогда как унаследованный от UFO отражатель – всего лишь 5.49 м.

Полезные нагрузки формируют несколько лучей шириной по 5°, покрывающих видимое полушарие Земли. В каждом луче образуются по четыре канала связи пропускной способностью до 5 Мбит/с, что в десять раз выше, чем у системы UFO (до 400 кбит/с). Пользователям выделяются узкополосные каналы защищенной связи со скоростью до 64 кбит/с (радиотелефон) и до 384 кбит/с (данные).

Интересно, что MUOS-3, выведенный 20 января 2015 г., был четвертым КА в серии, но стартовал раньше третьего – после того, как на последнем обнаружился дефекты пайки бортового оборудования, требующие ремонта. Именно поэтому аппарат с серийным номером SV-3 был запущен только сейчас как MUOS-4.

\* В эксплуатации находится около 55 000 радиотерминалов, совместимых с MUOS, многие из которых требуют всего лишь обновления программного обеспечения.

\*\* Существующая узкополосная система работает только в стационарном варианте.

2 сентября в 06:18 EDT (10:18 UTC) с космического стартового комплекса SLC-41 Станции ВВС США «Мыс Канаверал» специалисты компании ULA (United Launch Alliance) при поддержке боевых расчетов 45-го космического крыла ВВС США выполнили пуск PH Atlas V (вариант 551, номер AV-056) с геостационарным спутником мобильной связи MUOS-4 (Mobile User Objective System, серийный номер SV-3). Аппарат будет работать в интересах правительственных заказчиков, таких как военные, сотрудники государственных учреждений, пограничной службы и аппарата президента США.

Первоначально запланированную дату старта 31 августа пришлось сдвинуть на двое суток из-за тропического шторма Эрика. Пуск задержался на несколько минут из-за незначительной утечки азота, но тем не менее состоялся в пределах 44-минутного стартового окна (05:59–06:43 EDT).

Полет ракеты сопровождался исключительно красивым зрелищем: появлением облачного шлейфа в виде веретенообразного полупрозрачного пузыря, не связанным, впрочем, по словам официальных лиц, с какими-либо неполадками. При этом возник атмосферный эффект – необычное синее облако над одним из американских аэропортов, шокировавшее публику. В Сети появились видео феномена, на фоне которого голос за кадром спрашивает: «Что это, черт возьми? Это что-то в космосе?»

Менее чем через три часа после старта КА вышел на оптимизированную геопереходную орбиту с параметрами (для ступени Centaur; в скобках – расчетные данные для КА):

- наклонение – 19.04° (19.11°);
- высота в перигее – 3709 км (3819 км);
- высота в апогее – 35252 км (35786 км);
- период обращения – 688.8 мин.



ЗАПУСК КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

# Galileo набирает вес

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

**10** сентября в 23:08:10.526 по местному времени (11 сентября в 02:08:11 UTC) со стартового комплекса ELS Гвианского космического центра (ГКЦ) в Куру стартовые расчеты компании Arianespace при поддержке специалистов российской ракетно-космической отрасли выполнили пуск РН «Союз-СТ.Б» (372PH21Б № Т15000-009) с разгонным блоком (РБ) «Фрегат-МТ» (№ 133-03) и третьей парой спутников европейской навигационной системы Galileo. Провайдером пуска выступал Arianespace.

Ракета стартовала в расчетное время, все параметры были «в норме». Орбитальный блок в составе «Фрегат-МТ» и двух КА отделился от третьей ступени носителя в штатном режиме в 02:17 UTC. Дальнейшее выведение спутников на целевую орбиту выполнялось за счет двух включений двигателя РБ и завершилось через 3 час 48 мин после старта успешным отделением КА на расчетной орбите. Номера и международные обозначения запущенных объектов в каталоге Стратегического командования США и их параметры орбит представлены в таблице.

Наименование	Номер	Межд. обозн.	Параметры орбиты			
			і	Нр, км	На, км	Р, мин
Galileo FOC FM05	40889	2015-045A	57.39°	23561	23604	860.0
Galileo FOC FM06	40890	2015-045B	57.39°	23546	23568	858.8
РБ «Фрегат»	40891	2015-045C	57.37°	23487	23569	857.8

Помимо номеров летных изделий, приведенных в таблице, спутники имели также технические обозначения GSAT 0205 и 0206, порядковые номера Европейской комиссии Galileo 9 и 10 и личные имена Alba и Oriana\*.

Ракета стартовала в расчетное время, и все параметры пуска были «в норме». Орби-

тальный блок в составе «Фрегат-МТ» и двух КА отделился от третьей ступени носителя в штатном режиме в 02:17 UTC. Дальнейшее выведение спутников на целевую орбиту выполнялось за счет двух включений двигателя РБ.

Это был 12-й пуск в рамках проекта «Союз» в Гвианском космическом центре на основе межправительственного соглашения между Россией и Францией, подписанного в ноябре 2003 г. Стоимость запуска с помощью РН «Союз-СТ» с европейского экваториального космодрома обходится в 65–70 млн €. Из 11 предыдущих полетов лишь один – состоявшийся 22 августа 2014 г. – можно отнести к категории аварийных орбитальных пусков: из-за отказа РБ «Фрегат-МТ» спутники Galileo-FOC FM1 и FM2 были выведены на нерасчетную орбиту с невозможностью штатного использования в составе системы (НК № 10, 2014, с.32-36).

Французская компания Arianespace, обслуживающая запуски с космодрома в Куру, планирует произвести 25 запусков самарских РН «Союз-СТ» в течение ближайших четырех лет. Об этом заявил генеральный директор компании Стефан Исраэль.

«В 2015 г. было подписано 13 контрактов на обслуживание запусков, охватывающих все семейство носителей, которые использует компания: тяжелые Ariane 5, средние «Союз» и легкие Vega. Общий портфель заказов Arianespace теперь включает 56 будущих запусков для 35 клиентов», – сообщил Исраэль. Как уточнил глава Arianespace, в это число входит «21 пуск ракет Ariane, 25 – «Союз» и 10 полетов Vega». До конца года, добавил он, «ожидается подписание ряда дополнительных контрактов». Большие надежды возлагаются на запуск спутников системы OneWeb, для которой намечено закупить свыше двух десятков российских носителей.

Galileo – европейская система спутниковой навигации (аналог американской GPS и российской ГЛОНАСС) – создается с 2000 г. во взаимодействии ЕС и ЕКА. Названа в честь итальянского астронома и физика Галилео Галилея (1564–1642), изобретателя телескопа.



Договор о реализации проекта был подписан в 2006 г. ЕКА и европейским совместным предприятием Galileo Industries (Оттобрунн, Германия), учрежденным EADS Astrium (ныне – Airbus Defence and Space, подразделение Airbus Group, Париж), итало-французской Thales Alenia Space и рядом других компаний. Первый экспериментальный КА был изготовлен британской компанией Surrey Satellite Technology Limited (SSTL) из Гилфорда. В настоящее время генеральным подрядчиком по спутникам является немецкая компания OHB System (Бремен). В 2010 и 2012 гг. эта фирма заключила контракты на изготовление 22 полнофункциональных спутников Galileo-FOC на общую сумму 821 млн евро. Всего на сегодня в программу вложено более 5 млрд евро.

## Система и спутники

Galileo – это программа Евросоюза (ЕС) по развитию глобальной системы спутниковой навигации. Она призвана обеспечить более точные сведения о местоположении и времени, которые могут быть использованы в числе прочего в автомобильных навигационных устройствах и мобильных телефонах. Ее сервисы повысят безопасность на автомобильном и железнодорожном транспорте, помогут лучше реагировать на чрезвычайные ситуации. ЕС также вводит глобальную функцию поиска и спасения, которая объединит почти в режиме реального времени локализацию аварийных вызовов, что поможет спасти жизни людей и уменьшить риски для спасателей.

\* Спутники названы именами школьниц Альбы Наварро Росалес (Испания) и Орианы Реми (Франция).



Пока в рамках проекта запущено 12 спутников. Первые два – экспериментальные GIOVE-A и GIOVE-B – уже выведены из эксплуатации. Продолжают штатно работать три из четырех КА испытательной серии Galileo IOV (In-Orbit Validation), которые используются в основном для доказательства того, что навигационные сигналы отвечают требованиям потребителей. Один спутник данной серии испытывает проблемы с системой электропитания полезной нагрузки.

Из четырех ранее запущенных полнофункциональных спутников серии FOC (Full Operational Capability) два первых в ноябре 2014 и феврале 2015 г. были переведены на нештатные эллиптические орбиты с помощью собственных двигательных установок. Первые навигационные сигналы Galileo FOC 1 начал передавать в декабре 2014 г., Galileo FOC 2 – в марте 2015 г. Штатно по назначению работает только вторая пара, стартовавшая 27 марта 2015 г. (НК № 5, 2015, с. 50-51).

Таким образом, сегодня в систему входят десять спутников: четыре Galileo IOV и шесть Galileo FOC. Каждый из аппаратов имеет собственное имя в честь ребенка одной из стран Евросоюза – победителя конкурса на лучший детский рисунок, посвященного навигационной системе Galileo.

Выведенные 10 сентября спутники имеют массу 714.6 и 713.2 кг соответственно. Габариты со сложенными панелями солнечных батарей (СБ) 3.02×1.58×1.59 м, с раскрытыми – 2.74×14.5×1.59 м. Мощность системы электропитания – 1.3–1.4 кВт. Помимо навигационной аппаратуры, на спутнике установлен ретранслятор для передачи аварийных сигналов, используемых международной системой поиска и спасения терпящих бедствие КОСПАС/SARSAT. Расчетный ресурс работы каждого аппарата не менее 12 лет.

После завершения начального периода проверки аппаратов на орбите операторы приступили к их переводу в расчетные рабочие точки A08 и A05 свободной в настоящее время плоскости А системы. Один из аппаратов начал маневрировать 14 сентября и достиг рабочей высоты к 19 октября. Перевод второго аппарата начался 16 сентября и по состоянию на 14 октября не был закончен. С вводом их в строй в плоскости А будет два рабочих КА, в плоскости В – четыре и в С – один.

По мере продолжения запусков управленцы и инженеры извлекают уроки из предыдущих стартов. Исправления уже внесены в полетные данные, в оперативные процедуры, в процесс обучения и совершенствования систем управления операциями. «Вся команда очень мотивированна, и мы готовы к следующему запуску Galileo», – уверяет Паоло Ферри из ЕКА.

Еврокомиссия планирует в ближайшие годы постепенно предоставлять начальные сервисы Galileo по мере формирования спутниковой группировки. Полные сервисы будут доступны к 2020 г. на основе развертывания полной системы FOC. Как отмечает директор программы Galileo в ЕКА Дидье Фэвр, полномасштабное функционирование системы будет достигнуто после вывода на орбиту 24 спутников, однако организация планирует разместить в космосе еще и шесть резервных аппаратов. Стоимость каждого из навигационных спутников в отдельности составляет порядка 40 млн евро.

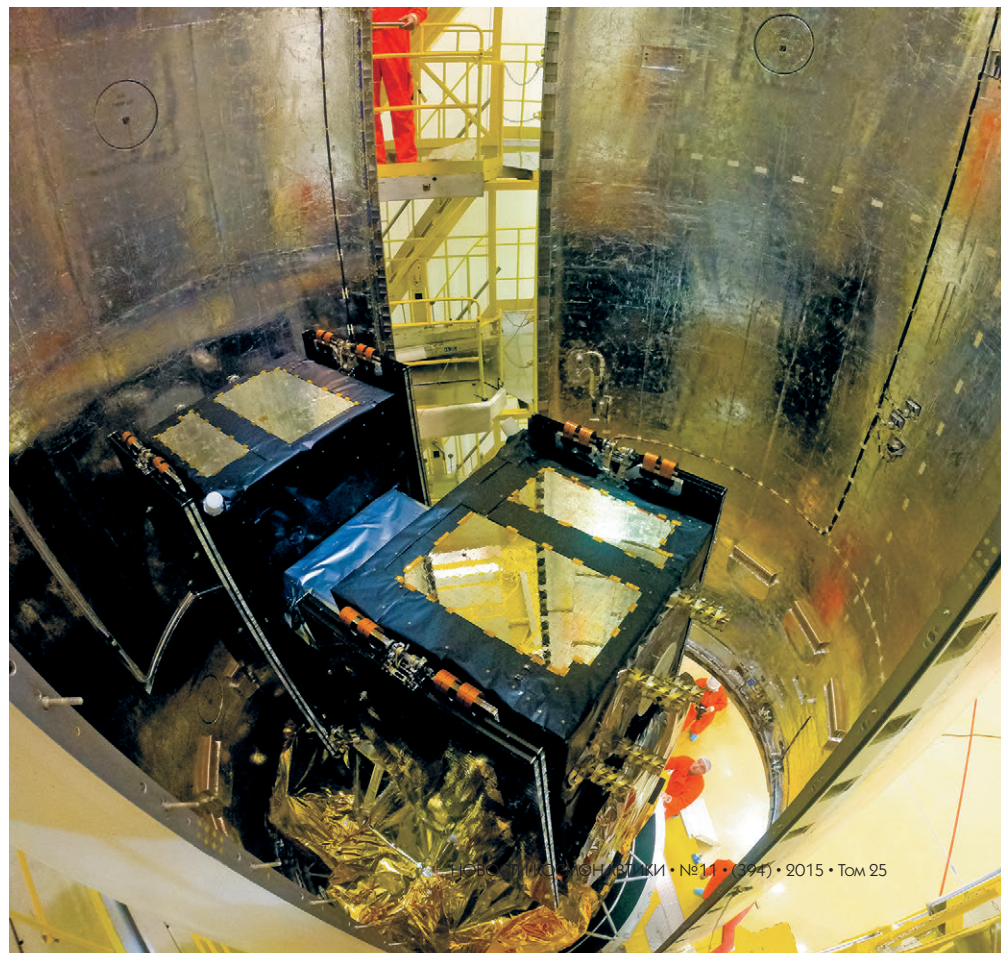
Полностью развернутая навигационная система Galileo позволит определять местоположение объектов на всем земном шаре, причем выдача координат с высокой точностью (несколько сантиметров) будет доступна не только государственным пользователям, но и коммерческим заказчикам – за отдельную плату. Простым абонентам придется довольствоваться точностью до 1 м. Для пользователей система Galileo будет

совместима с оборудованием, предназначенным для GPS, при этом точность данных у европейского аналога будет выше, чем у американской системы.

В связи с целым рядом технических трудностей и неудач создание Galileo значительно отстало от запланированных сроков, к тому же и стоимость ее продолжает возрастать. Тем не менее ожидается, что система начнет функционировать в неполном режиме с конца 2016 г. Первоначально предполагалось, что для развертывания системы потребуются десять пусков из ГКЦ. Если декабрьский старт пройдет как запланировано, к началу 2016 г. Galileo будет иметь на орбите 9–10 функционирующих аппаратов.

ЕКА, которое управляет развитием системы по поручению Еврокомиссии, планирует запустить четыре спутника Galileo FOC за один раз в конце 2016 г. Эти КА будут размещены под головным обтекателем тяжелой ракеты Ariane 5 на специально сконструированном для этого адаптере; работы по данному устройству завершатся к весне 2016 г. В дальнейшем запуски спутников будут проводиться попеременно «Союзами» и Ariane 5. Если дело пойдет такими темпами, то ЕКА и Европейская комиссия к 2018 г. будут иметь в своем распоряжении уже 26 спутников, а к 2020 г. группировка может достичь 30 аппаратов.

Комиссар Еврокомиссии по вопросам внутреннего рынка, промышленности, предпринимательства, малого и среднего бизнеса Эльжбета Беньковска заявила: «Мы выполняем обязательства по созданию инфраструктуры Galileo в намеченные сроки и в рамках выделенного бюджета... Цель космической политики Еврокомиссии – содействовать бурному инновационному росту внутреннего рынка космических (информационных) приложений и поддерживать развитие мощной европейской индустрии, способной конкурировать на мировой арене и добиваться больших результатов».



# Китайский эксперимент

И. Лисов.

«Новости космонавтики»

## в Ка-диапазоне

**12** сентября в 23:42:04.418 по пекинскому времени (15:42:04 UTC) со стартового комплекса №2 Центра космических запусков Сичан был произведен пуск РН «Чанчжэн-3В/Е» (CZ-3В/Е №Y32), в результате которого на геопереходную орбиту вышел спутник с необычайно длинным описательным наименованием «Тунсинь цзишу шиянь вэйсин-1» (通信技术试验卫星一号; TJS-1), что означает «Спутник для экспериментов по технике связи» № 1.

Судя по снимкам с экрана центра управления, появившимся на китайском форуме 9ifly.cn, оба включения двигательной установки третьей ступени носителя были дольше запланированных\*. В результате отделение КА состоялось через 1557.464 сек после старта – вместо 1540.929 сек по расчетной циклограмме, на высоте 318.7 км – вместо 293.5 км и при скорости 10137 м/с – вместо 10159 м/с по плану. Тем не менее задача пуска с внутренним обозначением «операция 07-66» была успешно выполнена – аппарат вышел на геопереходную орбиту, близкую к расчетной.

В каталоге Стратегического командования США аппарату были присвоены номер **40892** и международное обозначение **2015-046A**. Параметры начальной орбиты спутника, рассчитанные по американским орбитальным элементам, составили:

- наклонение – 27.10°;
- минимальная высота – 201 км;
- максимальная высота – 35814 км;
- период обращения – 629.6 мин.

Предстоящий пуск с Сичана был «анонсирован» появившейся 31 августа фотографией, на которой была видна ракета в фермах обслуживания на стартовом комплексе №2. Официальное подтверждение поступило 11 сентября в виде предупреждений о закрытии для полетов двух районов падения отделяющихся частей РН.

Наблюдатели ожидали чего-то необычного. Были высказаны сразу две версии: по одной, Китай должен был вывести на орбиту первый геостационарный спутник раннего предупреждения о ракетном нападении под названием «Чанчэн-1» (长城一号), а по другой – спутник радиоэлектронной разведки. В подтверждение первой версии приводилось обозначение QS-3, что должно было расшифровываться как «Цяньшао-3», но в действительности оно ничего не подтверждало, так как ранее запущенные спутники с обозначениями QS-1 («Шиянь вэйсин-2») и QS-2 («Шиянь-5») предназначались для отработки технических решений для съемки земной поверхности в интересах оптической разведки, а не СПРН.

\* Контроль второго включения ступени обеспечивали корабли «Юаньван-3» и «Юаньван-5», находившиеся в районе экватора примерно на 162° и 175° в.д. соответственно.

Интересно отметить, что в истории китайской космической программы уже были спутники с похожими именами. Так, название «Цзишу шиянь вэйсин» («Спутник для технических экспериментов») давалось первым китайским аппаратам радиотехнической разведки «Чанкун», которые запускались в 1973–1976 гг. Название «Шиянь тунсинь вэйсин» («Экспериментальный связной спутник») получили первые китайские телекоммуникационные аппараты DFH-2, запущенные в 1984 г. и предназначенные для работы на геостационарной орбите. Наконец, совсем недавно – 4 сентября 2014 г. – был выведен на орбиту малый экспериментальный КА под названием «Линцяо тунсинь шиянь вэйсин», то есть «гибкий связной экспериментальный спутник».

Действительность, впрочем, оказалась более прозаической. В официальном сообщении, выпущенном через 1 час 15 мин после запуска, аппарат был охарактеризован как «первый из ряда спутников для отработки техники связи, предназначенный главным образом для проведения экспериментов в области широкополосной связи в Ка-диапазоне».

В одном из последующих сообщений в ведомственной газете «Чжунго хантянь бао» был назван разработчик спутника – «5-я академия», то есть Китайская исследовательская академия космической техники CAST в составе Китайской корпорации космической науки и техники CASC.

Контроль за подготовкой и проведением пуска на космодроме и в Пекинском центре управления осуществляли «высшие руководители соответствующих ведомств, председатель Совета директоров CASC Лэй Фаньпэй, ее президент У Яньшэн и вице-президент Юань Цзе». Следует отметить, что впервые в практике подобных сообщений не названы имена представителей заказчиков КА, а только руководители корпорации-исполнителя.

Никаких существенных деталей выпущенные после старта публикации не содержат. Вряд ли может чем-нибудь помочь информация о том, что средний возраст экспедиции, готовившей пуск на космодроме Сичан, составил всего 35 лет и что главный конструктор КА, его заместитель и заместитель административного руководителя работ занимают эти должности впервые. Вряд ли также существенным является тот факт, что общие пояснения относительно использования Ка-диапазона в спутниковой связи давал Шэнь Юньян (沈永言) – заместитель главного конструктора компании China Satcom, оператора китайских гражданских телекоммуникационных спутников. Вообще единственным из разработчиков, чье имя было названо, оказался главный конструктор по теме У Ханькунь (吴汉琨).

Более интересно замечание, что особенностями подготовки стали «новая платформа КА, новые процессы, новые предприятия ко-



ЗАПУСК КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

операции и другие новые факторы – вплоть до использования новой заправочной станции». Для спутника, запускаемого ракетой CZ-3В, логично было бы ожидать применения уже отработанной платформы DFH-4. Быть может, новый аппарат использует ее модернизированный вариант DFH-4Е, который был заявлен для перспективного китайского мультимедийного широкополосного спутника и который найдет широкое применение в будущем, после ввода в строй нового носителя CZ-5?

Ответов на эти вопросы пока нет, но есть основания считать, что заявленное Китаем назначение КА в целом соответствует действительности. Дело в том, что уже 23 сентября американцы зафиксировали появление спутника TJS-1 на геостационаре в точке 155° в.д. Для этой позиции в Международном союзе электросвязи имеется китайская заявка под названием DFH-4-OAF, прошедшая этапы предварительной публикации

Падение створок головного обтекателя носителя CZ-3В/Е № Y32 было зафиксировано в уезде Суйчуань провинции Цзянси. Серьезным инцидентом сопровождалось падение первой ступени в уезде Суйнин провинции Хунань: в деревне Сяотянь был поврежден и сгорел трансформатор, вследствие чего сработала защита сети и на восемь часов нарушилась подача электроэнергии. Следует отметить, что это был уже не первый случай: похожая авария имела место после запуска 28 мая 2012 г. В сообщении отмечалось, что до конца 2015 г. по этой же трассе будут запущены еще четыре носителя.



(13 декабря 2010 г.), заявки на координацию (29 сентября 2011 г.) и подтверждение планов запуска (25 марта 2015 г.). В последнем из документов зафиксированы ожидаемые сроки запуска (второе полугодие 2015 г.), разработчик спутника (CAST), подрядчик по запуску (CALT), космодром и носитель – и все совпадает с данными на аппарат TJS-1.

Сравнение характеристик базовой платформы DFH-4 и модернизированной DFH-4E

Параметр	DFH-4	DFH-4E
Стартовая масса, кг	5000–5300	5500–6000
Сухая масса платформы, кг	1500	до 2700
Мощность системы электропитания, кВт	8–10	Свыше 13.5
Масса полезной нагрузки, кг	450–700	800–1000
Энергопотребление полезной нагрузки, кВт	4–8	Свыше 10
Количество транспондеров		до 70
Срок службы, лет	12–15	15

В заявке на координацию указаны рабочие частоты будущего аппарата, которые действительно лежат в Ка-диапазоне (за исключением командно-телеметрической системы, для которой заявлены частоты S-диапазона). В документе приведены частотные планы для трех групп лучей с обозначениями KANAT, KAREG и KAGR, причем в первых двух легко угадываются определения «национальный» и «региональный», а третье может быть сокращением от global ray (глобальный луч).

Под обозначением KANAT заявлены в общей сложности 22 канала шириной по 150 МГц с частотами в пределах от 27 575 до 30 875 МГц на линии «вверх» (Земля – космос) и от 17 775 до 21 075 МГц – на линии «вниз». В группах KAGR и KAREG – по 11 каналов шириной по 300 МГц, занимающих одни и те же полосы частот – от 27 550 до 30 850 МГц («вверх») и от 17 750 до 21 050 МГц («вниз»). Таким образом, суммарная ширина полосы в каждой из трех групп составляет 3.3 ГГц.

Ка-диапазон используется в спутниковой связи сравнительно недавно, а спутники с полезной нагрузкой только этого типа пока весьма немногочисленны. У него два основных применения: в гражданской области – оказание услуг широкополосной связи, в особенности широкополосного интернет-доступа, в военной – передача в реальном времени видеoinформации от разведывательных платформ и различной видовой информации из штабов войскам на поле боя. На первом направлении следует отметить европейский экспериментальный аппарат KA-SAT (НК № 2, 2011) и американский Viasat-1 (НК № 12, 2011), а также серию Inmarsat 5 с полезной нагрузкой Global

Xpress. Второе представлено, например, американскими аппаратами WGS, имеющими полезную нагрузку Ки-диапазона с суммарной шириной полосы 1000 МГц (НК № 9, 2015).

Возвращаясь к вопросу о перспективной платформе DFH-4E, отметим, что Китай ранее заявил о создании на ее основе специализированного спутника ChinaSat-16 («Чжунсин-16»), ZX-16) с полезной нагрузкой Ка-диапазона. Аппарат предполагается вывести в 2017 г. в позицию 110.5° в.д. с целью предоставления каналов для дистанционного обучения, телемедицины, доступа к Интернету, воздушных и морских коммуникаций и связи в чрезвычайных ситуациях. В проект заложено формирование 26 абонентских лучей, охватывающих Китай и прибрежные зоны. Наземная инфраструктура для этого проекта создается совместно с израильской фирмой Gilat Satellite Network.

Возможно, одной из задач экспериментального спутника TJS-1 действительно является отработка платформы DFH-4E в интересах «Чжунсин-16», однако вряд ли эта задача единственная. Запущенный спутник вряд ли можно воспринимать как прототип «Чжунсин-16», и прежде всего из-за точки стояния. Из позиции 155° в.д. видна лишь восточная часть Китая, а также Корея, Япония, Индонезия с прилегающими государствами, Австралия и Новая Зеландия, и почти всю видимую площадь занимает Тихий океан. Вряд ли эксперименты в Ка-диапазоне будут нацелены на пользователей Австралии – логично предположить, что, помимо испытаний новой платформы, TJS-1 будет обрабатывать технологию передачи широкополосной информации на корабли ВМФ Китая и с оперирующими в этом районе разведывательных средств.



**14** сентября в 12:42 пекинского времени\* (04:42 UTC) с пусковой установки №603 площадки №43 Центра космических запусков Цзюцюань состоялся пуск РН «Чанчжэн-2D» (CZ-2D №Y21) со спутником «Гаофэн-9» (GF-9), который был успешно выведен на орбиту с параметрами:

- наклонение – 98.01°;
- минимальная высота – 632.6 км;
- максимальная высота – 676.9 км;
- период обращения – 97.62 мин.

В каталоге Стратегического командования (СК) США запущенный КА получил номер **40894** и международное обозначение **2015-047A**. Вторая ступень ракеты-носителя не была каталогизирована; предположительно ее свели с орбиты вскоре после отделения полезного груза.

Контроль за подготовкой и проведением пуска на космодроме и в Пекинском центре управления осуществляли высшие руководители соответствующих ведомств, председатель Совета директоров Китайской корпорации космической науки и техники CASC Лэй Фаньлэй, ее президент У Яньшэн и вице-президенты Юань Цзе и Сюй Цян.

Старт был анонсирован 11 сентября путем публикации объявлений о закрытии для полетов на утро 15 сентября двух районов падения отделившихся частей РН (первой ступени и головного обтекателя). Однако 13-го был выдан новый набор предупреждений, уже с датой 14 сентября, что свидетельствовало о переносе пуска на сутки «влево».

По официальному сообщению Синьхуа, разработчиком КА является Китайская исследовательская академия космической техники CAST в составе CASC. Ракета CZ-2D изготовлена на заводе Шанхайской исследовательской академии космической техники SAST.

Как и предшествовавший аппарат с аналогичным именем «Гаофэн-8», GF-9 заявлен как спутник оптического наблюдения национальной системы наблюдения Земли с высоким разрешением (China High-resolution Earth Observation System, CHEOS). В сообщении о запуске указано, что он имеет субметровое пространственное разрешение и предназначается «главным образом для изучения земельных ресурсов, планирования городов, определения границ землевладений, проектирования дорожной сети, оценки урожая сельскохозяйственных культур, а также предотвращения стихийных бедствий и минимизации ущерба от них». Подчеркивается, что аппарат обеспечивает получение информации для реализации китайской стратегии «Один пояс – один путь»\*\* и для решения других задач в области национальной стратегии и оборонной модернизации.

Главным конструктором и руководителем проекта GF-9 является Чжао Цзянь (赵健), который занимал эти же должности ранее в проектах спутника дистанционного зонди-

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

# Девятый «Гаофэн»

рования VRSS-1 для Венесуэлы и китайского аппарата «Яогань вэйсин-24» (YG-24). В интервью ведомственному изданию «Чжунго хантянь бао» Чжао сообщил, что GF-9 представляет собой новую модель спутника наблюдения Земли с большим количеством инновационных черт и новых технических решений. В этом же материале говорилось, что разработка GF-9 продолжалась восемь лет – необычайно долгий срок для аппарата такого класса, свидетельствующий о значительных трудностях в ходе его создания.

Этим официальная информация о спутнике с заявленным двойным назначением исчерпывается\*\*\*, а сколько-нибудь достоверные сведения об установленной на нем оптико-электронной аппаратуре субметрового разрешения отсутствуют, в том числе и в неофициальных источниках. Поэтому у нас не остается иного выхода, кроме как искать «родственников» нового КА среди уже запущенных.

Китайские легкие КА оптико-электронного наблюдения									
Дата и время старта, UTC	Наименование	Номер	Межд. обозн.	Параметры начальной орбиты					
				i	Hp, км	Ha, км	P, мин	LTDN	
2007.05.25. 07:12	YG-2	31490	2007-019A	97.85°	636.6	665.8	97.65	13:30	
2008.12.01. 04:42	YG-4	33446	2008-061A	97.92°	640.7	664.3	97.64	11:00	
2009.12.09. 08:42	YG-7	36110	2009-069A	97.84°	633.6	670.5	97.60	15:00	
2010.09.22. 02:42	YG-11	37165	2010-047A	98.00°	636.1	669.4	97.59	09:00	
2014.11.20. 07:12	YG-24	40310	2014-072A	97.91°	633.8	666.1	97.61	13:30	
2015.09.14. 04:42	GF-9	40894	2015-047A	98.01°	632.6	676.9	97.62	11:00	

Примечание: LTDN – местное время прохождения нисходящего узла солнечно-синхронной орбиты.

Обращение к таблице китайских запусков показывает, что за период с 2007 г. по 2015 г. на солнечно-синхронные орбиты высотой около 640 км было выведено в общей сложности 12 аппаратов. Примечателен тот факт, что все они изготовлены компанией «Дунфанхун вэйсин юсянь гунсы» (DFH) в составе CAST на базе легкой платформы CAST-968/2000. Все, кроме последнего, для которого «авторство» DFH ни в каких официальных источниках не прописано.

Половина из дюжины – это официально объявленные гражданские или экспериментальные аппараты с подробно описанной бортовой аппаратурой: два «Хуаньцизна», пара «Шицзянь-9», «Гаофэн-1» и изготовленный Китаем для Венесуэлы Francisco de Miranda. Но ни «Хуаньцизна» для обзорной съемки с 30-метровым разрешением, ни остальные четыре с заявленным разреше-

нием 2.0 и 2.5 м некорректно сравнивать с аппаратом субметрового разрешения.

Из шести оставшихся четыре – это аппараты обзорной разведки типа «Цзяньбин-6» (JB-6), также имеющие оптико-электронную аппаратуру с разрешением около 2 м. Пятый – это спутник «Яогань вэйсин-24», который по параметрам орбиты почти идеально соответствует JB-6, но по ряду косвенных признаков должен быть спутником нового поколения (НК №1, 2015), а шестой – «Гаофэн-9». Все шесть спутников запущены из Цзюцюаня носителями CZ-2D.

Основные сведения об этих аппаратах приведены в таблице, при первом взгляде на которую кажется очевидным, что YG-24 заменил в той же орбитальной плоскости YG-2, а GF-9 запущен вместо YG-4. Однако такая догадка, скорее всего, ошибочна сразу по трем причинам.

Во-первых, первоначальное положение плоскостей орбит аппаратов типа JB-6 в ходе полета не выдерживалось, в результате чего, например, для YG-4 местное время прохождения нисходящего узла вместо первоначальных 11:00 составляет 07:12. Следовательно, о замене говорить не приходится – в лучшем случае речь может идти о начале восстановления первоначальной структуры орбитальной группировки.

Во-вторых, ни один из четырех КА типа JB-6 не выведен из эксплуатации. Начиная с мая 2015 г. они довольно активно маневрируют, и после проведенных коррекций высоты орбит YG-2 и YG-4 совпадают с высотой орбиты GF-9 с точностью до 0.3 км. Более того, YG-11 в период с 28 августа по 7 сентября не только снизил условную высоту своей орбиты с 645.1 до 640.4 км, но и изменил ее наклонение на 0.66° – с 97.76° до 98.42°. Не маневрировал в течение 2015 г. лишь YG-7, хотя и у него читается в августе–сентябре очень слабый подъем орбиты.

В-третьих, остается в силе соображение, высказанное выше: если на смену аппаратам с двухметровым разрешением приходят спутники субметрового класса, то это не замена, а параллельное создание новой группировки.

Представляется вероятным, что сейчас в ее состав входят YG-24 и GF-9. Различие названий не должно смущать, так как аналогичную пару уже образовали YG-26 и GF-8, что было официально признано. Кроме того: если во главе проектов YG-24 и GF-9 на протяжении ряда лет стоял один и тот же человек, то, скорее всего, это на самом деле не два проекта, а один и тот же.

\* На фотографиях и в телерепортажах изображение экрана с точным временем старта отсутствовало впервые с сентября 2013 г.

\*\* Стратегия создания прочных связей Китая и Европы посредством «экономического пояса» Велико-го шелкового пути и «морского Шелкового пути XXI столетия».

\*\*\* 21 октября появилась статья, в которой утверждается, что в основу GF-9 положена платформа CAST-3000. Первым аппаратом на этой базе был «Шянь-5» (НК №1, 2014).

А. Красильников.  
«Новости космонавтики»

Фото О. Урсова

# «Экспресс-АМ8» на орбите, или Успех ДМ-03 с третьей попытки

**14** сентября в 22:00:00.001 ДМВ (19:00:00 UTC) с 24-й пусковой установки 81-й площадки космодрома Байконур стартовые расчеты ЦЭНКИ и других предприятий ракетно-космической промышленности России выполнили пуск ракеты-носителя «Протон-М» (8К82КМ, заводской №93553, бортовой №4928287982) с разгонным блоком ДМ-03 (11С861-03 №5Л) и российским телекоммуникационным спутником «Экспресс-АМ8» (ЕАМ8 №Р001).

В 22:10 ДМ-03 с аппаратом отделился от третьей ступени «Протона-М» на незамкнутой орбите. Дальнейший перевод связки на геостационарную орбиту был выполнен за счет трех включений маршевого двигателя (МД) разгонного блока (табл. 1). Стоит отметить, что во время полета ДМ-03 специалистам пришлось изрядно поволноваться из-за проблем с получением телеметрических данных о работе систем РБ. Как выяснилось позже, причина была связана не с бортовой аппаратурой, а с наземной.

15 сентября в 04:37 «Экспресс-АМ8» отделился от ДМ-03. По данным Стратегического командования США на 16 сентября, параметры орбиты спутника составляли:

- наклонение – 0.04°;
- минимальная высота – 35814 км;
- максимальная высота – 35890 км;
- период обращения – 1445.7 мин.

Аппарат получил номер **40895** и международное обозначение **2015-048A** в американском каталоге.

Спроектировавшее и изготовившее «Экспресс-АМ8» предприятие «Информационные спутниковые системы» (ИСС) имени М.Ф. Решетнёва сообщило: механические системы спутника раскрылись, он сориентировался на Солнце и Землю, бортовые приборы и системы работают в штатном режиме.

К 29 сентября аппарат был переведен в точку 80.15° в.д. для испытаний платформы (модуля служебных систем) и модуля полезной нагрузки. Их проводили ИСС при поддержке французского подразделения европейской фирмы Thales Alenia Space (TAS) и спутникового оператора – предприятия «Космическая связь» (ГПКС). 16 октября «Экспресс-АМ8» начал перемещение в рабочую точку 14° з.д., в которой он должен заменить трудящийся уже 14-й год «Экспресс-А4». Ввод спутника в эксплуатацию намечен на 1 декабря.

Это был 1447-й орбитальный пуск с космодрома Байконур, 92-й полет «Протона-М» и 86-й старт с пусковой установки №24.

ЦЭНКИ застраховало полет «Протона-М» и ДМ-03 на сумму 1.8 млрд руб в компаниях «Ингосстрах» и СОГАЗ. Запуск и эксплуатацию «Экспресса-АМ8» на орбите в течение года ГПКС застраховало на сумму 5 567 108 377 руб в компаниях «Ингосстрах» и «Спутник».

▼ Схема выведения «Экспресса-АМ8» с помощью РН «Протон-М» и РБ ДМ-03

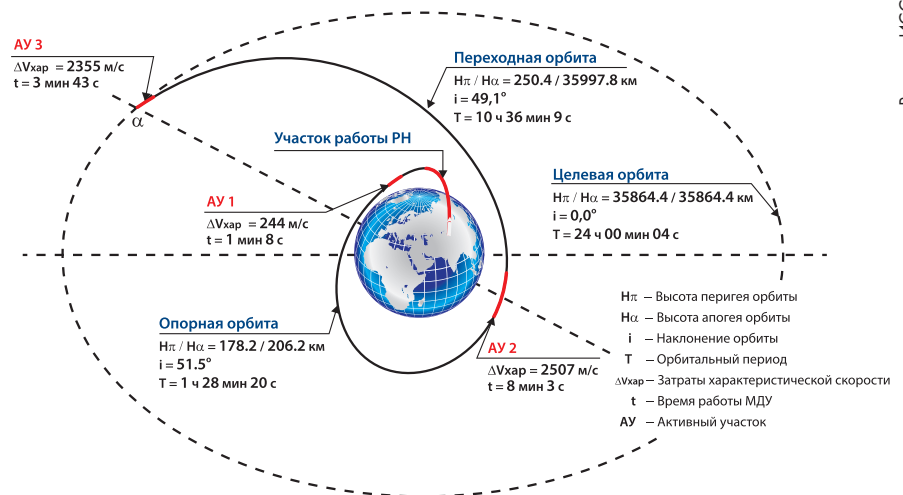


Табл. 1. Расчетная циклограмма запуска (14–15 сентября)

Событие	Время (ДМВ)
Контакт подъема РКН	22:00:00
Отделение 1-й ступени РКН	22:02:04
Отделение 2-й ступени РКН	22:05:36
Отделение 3-й ступени РКН	22:09:51
Первое включение МД РБ (формирование опорной орбиты: 51.5°, 178.2x206.2 км, 88.33 мин)	22:15:50 22:16:58
Второе включение МД РБ (формирование переходной орбиты: 49.1°, 250.4x35997.8 км, 636.15 мин)	23:13:11 23:21:14
Третье включение МД РБ (формирование целевой орбиты: 0.0°, 35864.4x35864.4 км, 1440.07 мин)	04:32:53 04:36:36
Отделение КА	04:37:01

## Повернувшаяся лицом удача

Разгонный блок ДМ-03, разработанный и произведенный в РКК «Энергия», совершил третий полет, который по злой иронии судьбы стал первым успешным. Первые два полета ДМ-03 были аварийными, хотя и не по вине самого разгонного блока.

В декабре 2010 г. из-за конструкторской ошибки в формуле расчета дозы заправки жидкого кислорода в инструкции по экс-

Рисунок ИСС





Фото А. Панюхина

плуатации системы контроля заправки, созданной в РКК «Энергия», в бак РБ залили на 1.6 т больше положенного окислителя. В результате перетяженный «Протон-М» вместо орбиты отправил ДМ-03 № 1Л с тройкой навигационных спутников «Глонасс-М» в Тихий океан (НК № 2, 2011, с.30-32).

В июле 2013 г., вследствие неправильной установки на второй ступени «Протона-М» трех датчиков угловой скорости по каналу рысканья на Ракетно-космическом заводе ГКНПЦ имени М.В. Хруничева, ракета вместе с ДМ-03 № 2Л и тремя «Глонасс-ами-М» потеряла стабилизацию и упала неподалеку от стартового комплекса (НК № 9, 2013, с.20-23).

Видимо, не зря говорят «Бог любит троицу»: именно в третьем полете ДМ-03 наконец-то смог продемонстрировать свои возможности, с высокой точностью доставив на орбиту «Экспресс-АМ8». Кстати, для РБ семейства Д, ведущего свою историю начиная с советской лунной программы, это был 331-й полет (с учетом четырех пусков в составе ракеты Н-1). Среди отечественных РБ по этому показателю с ним может сравниться только блок типа Л (320 полетов), также разработанный в королёвской фирме.

Сейчас в РКК «Энергия» изготовлены и находятся на хранении два ДМ-03 (№ 3Л и 4Л), предназначенные для выведения троек «Глонасс-М». Кроме того, предприятие получило заказ на изготовление еще трех ДМ-03 (№ 6Л, 7Л и 8Л).

### Загадочная металлическая пыль

Контракт на создание «Экспресса-АМ8» был подписан в Москве 22 сентября 2010 г. между ИСС, ГПКС и ТАС. По соглашению железнгорское предприятие отвечало за проектирование, разработку, изготовление, испытания, подготовку к запуску и сдачу

спутника в эксплуатацию на орбите, а европейская фирма – за производство полезной нагрузки. Для финансирования проекта ГПКС привлек кредит Газпромбанка.

Согласно контракту, запуск аппарата планировался в октябре 2013 г. Однако этот срок не был выдержан по ряду причин. Одной из них называлась задержка в поставке бортовой аппаратуры командно-измерительной системы, за которую нес ответственность заказчик.

«По ряду приборов заказчики в силу каких-то причин считают для себя возможным или необходимым самим поставлять отдельные приборы. В частности, для нескольких своих спутников ГПКС поставляет командно-измерительные системы. По ряду аппаратов они берут на себя закупку полезной нагрузки, не отдавая нам, как делают другие заказчики. Но сроки поставок были сорваны, – объяснял в феврале 2014 г. генеральный директор ИСС Николай Тестоедов. – Например, задержка поставки бортовой аппаратуры командно-измерительной систе-

Табл. 2. Кооперация разработчиков спутника	
Аппаратура и оборудование	Предприятие
Блок управления бортового комплекса управления (БКУ), интерфейсный блок БКУ, блок сетевых фильтров, антенно-фидерные устройства командно-измерительной системы, привод солнечной батареи (СБ), энергопреобразующий комплекс, блок подачи ксенона, межблочные трубопроводы, система терморегулирования, устройство отделения спутника, механическое устройство СБ, бортовая кабельная сеть, конструкция спутника	«Информационные спутниковые системы» имени М.Ф. Решетнёва (Железнодорожск)
Полезная нагрузка	Thales Alenia Space (Франция)
Бортовой цифровой вычислительный комплекс, бортовая аппаратура телекоммуникации	«Ижевский радиозавод» (Ижевск)
Бортовая аппаратура командно-измерительной системы	«Российские космические системы» (Москва)
Солнечная батарея на основе трехкаскадных арсенид-галлиевых фотоэлектрических преобразователей	НПП «Квант» (Москва)
Литий-ионная аккумуляторная батарея VES180	SAFT (Франция)
Блок электроники для аккумуляторной батареи, система преобразования и управления двигателя блока коррекции, электромеханический исполнительный орган, фильтр защиты	НПЦ «Полус» (Томск)
Звездный прибор	SODERN (Франция)
Прибор ориентации на Солнце, прибор ориентации на Землю, датчик направления на Солнце	НПЦ «Геофизика-Космос» (Москва)
Малогобаритный блок измерения угловых скоростей	ЦЭНКИ (Москва)
Двигательные блоки коррекции и ориентации на базе стационарных плазменных двигателей СПД-100	ОКБ «Факел» (Калининград)
Блок хранения ксенона	НИИмаш (Нижняя Салда)
Блок хранения и подачи	КБХМ имени А.М.Исаева (г. Королёв)

мы для «Экспресса-АМ5» со стороны ГПКС составила 13.5 месяцев. Аналогичная задержка для «Экспресса-АМ6» – 15 месяцев. Аппаратуру для «Экспресса-АТ1», «Экспресса-АТ2» и «Экспресса-АМ8» мы получили с опозданием от двух до восьми месяцев. Да, у нас есть свои проблемы, свои задержки, но получить командно-измерительную систему через 15 месяцев после планового срока – это означает сдвинуть срок изготовления спутника как минимум на 15 месяцев».

Конструкция модуля полезной нагрузки (МПН) была отправлена из ИСС в ТАС 28 декабря 2012 г. для оснащения ретрансляционным оборудованием.

В январе 2014 г. в Железнодорожске были завершены электрические испытания платформы «Экспресса-АМ8», и в февра-

ле началась ее интеграция с МПН. В марте специалисты приступили к электрическим испытаниям аппарата, в мае – к тепловакуумным проверкам в камере ГВУ-600, и лишь в декабре – к виброиспытаниям. В январе 2015 г. спутник прошел высокочастотные испытания в безвоздушной камере.

2 марта самолет Ан-124-100 авиакомпании «Волга-Днепр» доставил «Экспресс-АМ8» на аэродром Юбилейный космодрома Байконур с планируемой датой запуска 6 апреля.

Однако вскоре жизнь преподнесла неприятный сюрприз: по сообщениям прессы, в середине марта при проверках на Байконуре в заправочных магистралях второй и третьей ступеней «Протона-М» были обнаружены микроскопические металлические частички. Правда, официальные лица эту информацию не подтверждали. Единственное, что смог сказать по данному поводу руководитель дирекции по коммуникациям Центра Хруничева Александр Шмыгов: «В ходе работ по подготовке ракеты-носителя «Протон» к очередному пуску возникла необходимость в дополнительных проверках по технической части. Окончательное решение о сроках очередного пуска будет принимать государственная комиссия на основании проведенных дополнительных работ». Как металлическая пыль могла попасть в магистрали после всевозможных испытаний ракеты на заводе и ее приемки заказчиком в декабре 2014 г. – так и осталось загадкой.

Надо сказать, что на момент обнаружения пыли ДМ-03 уже находился на заправочной станции, но, к счастью, заправка его бака горячего еще не началась...

На космодром срочно прислали бригаду из Москвы с задачей исследования и выра-

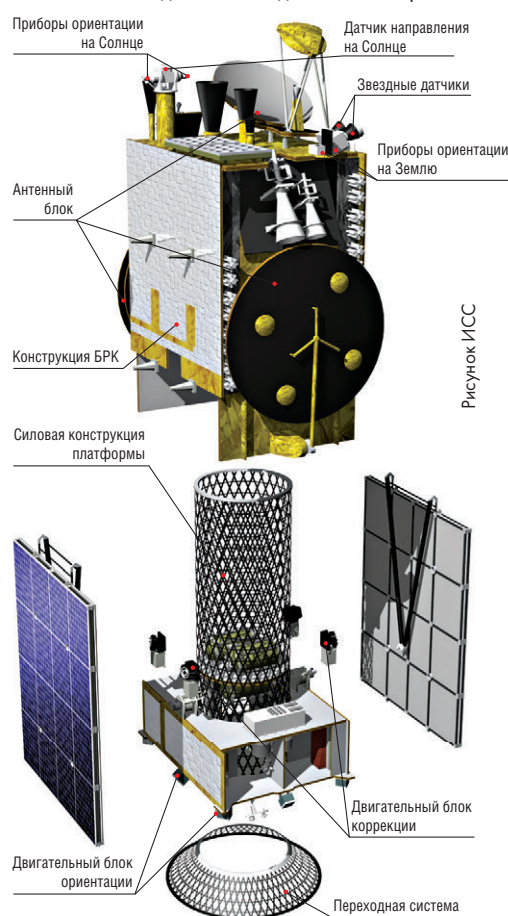
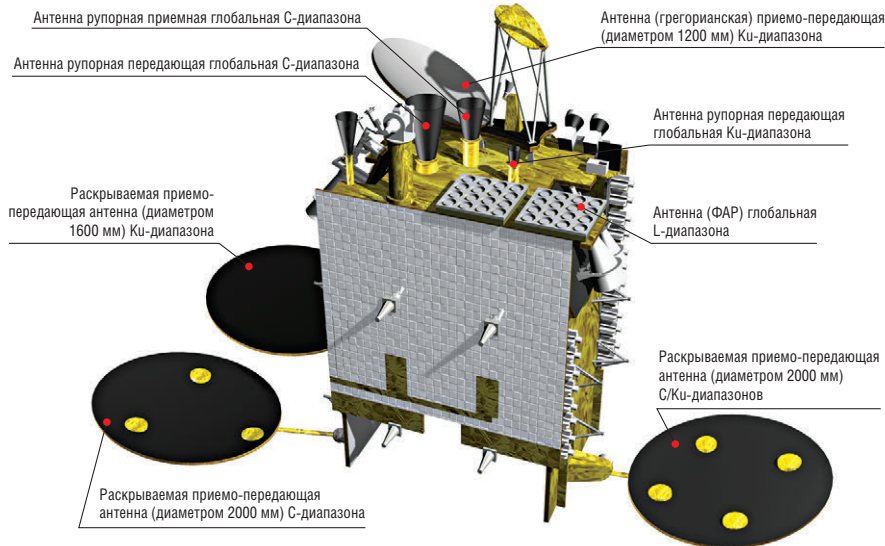


Рисунок ИСС

**Табл. 3. Характеристики ретрансляторов спутника**

Диапазон (зона обслуживания)	Количество транспондеров (полоса пропускания)	Эквивалентная изотропно излучаемая мощность в пике луча, дБ·Вт	Добротность в пике луча, дБ/К
С-диапазон (фиксированный луч №1; Россия, Европа, Северная Африка)	24 (40 МГц)	40	-1
С-диапазон (фиксированный луч №2; Северная и Южная Америка)			
Ки-диапазон (фиксированный луч №1; Россия, Европа)	12 (36 МГц), 4 (54 МГц)	50; 47	+5; +2
Ки-диапазон (фиксированный луч №2; Африка)			
Ки-диапазон (фиксированный луч №3; Северная и Южная Америка)			



ботки рекомендаций. Итогом ее деятельности стало принятое в начале апреля решение о возвращении третьей ступени «Протон-М» в Центр Хруничева. Со второй ступенью удалось разобраться на месте.

Третью ступень отправили в Москву в середине апреля – обратно она должна была вернуться в конце июня. Таким образом, запуск «Экспресса-АМ8» стал возможным не ранее июля-августа. Подготовка разгонного блока и спутника была приостановлена, а сами изделия переведены в режим хранения.

Тем временем 16 мая случилось еще одно несчастье: из-за отказа двигательной установки третьей ступени в Забайкалье упал «Протон-М» с мексиканским аппаратом MexSat 1 (НК №7, 2015, с.18-22). И теперь третьей ступени под «Экспресс-АМ8», помимо чистки заправочных магистралей, предстояла замена двигательной установки.

Подготовка на Байконуре возобновилась в начале августа с планируемой датой пуска 14 сентября. В конце августа на космодром прибыла третья ступень. 2 сентября ДМ-03 наконец-то заправили горючим.

4 сентября в монтажно-испытательном корпусе на площадке 92А провели сборку космической головной части: спутник установили на РБ и позже укрыли головным обтекателем 813ГЛН34 №20906. 8 сентября КГЧ пристыковали к ракете.

11 сентября «Протон-М» был вывезен на правую пусковую установку 81-й площадки.

**Мостик над Атлантикой**

«Экспресс-АМ8» создан в ИСС в кооперации с российскими и европейскими предприятиями (табл. 2) в рамках Федеральной целевой программы «Развитие телерадиовещания в

Российской Федерации» на 2009–2015 гг. и Федеральной космической программы на 2006–2015 гг.

Это 13-й запущенный спутник, который сделан на базе разработанной в ИСС унифицированной негерметичной платформы среднего класса «Экспресс-1000», и третий аппарат после «Экспресса-АТ1» и «КазСата-3», в основу которого положена модификация данной платформы – «Экспресс-1000НТВ». (Для справки: в названии платформ «Экспресс» буквы после числа латинские, а не русские!)

Спутник «Экспресс-АМ8» призван обеспечить президентскую и правительственную связь, фиксированную и подвижную связь, цифровое телерадиовещание, высокоскоростной доступ в Интернет и передачу данных в западной и центральной части России, а также в странах Европы, Африки, Ближнего Востока, Северной и Южной Америки.

По словам генерального директора ГПКС Юрия Прохорова, спутник «открывает для ГПКС новый региональный рынок Латинской Америки, а также дополнительные возможности для развития бизнеса в Африке, Европе и на Ближнем Востоке».

Глава Минкомсвязи РФ Николай Никифоров считает запуск аппарата «новой вехой в развитии спутниковой связи и вещания». Как он пояснил, «российский спутник покроем сигналом страны Южной Америки, соединив таким образом четыре континента. Важно и то, что новый спутник запущен на собственные средства предприятия (ГПКС – А.К.), без привлечения средств российских налогоплательщиков. Очень рассчитываем, что спутник прослужит весь положенный ему срок».

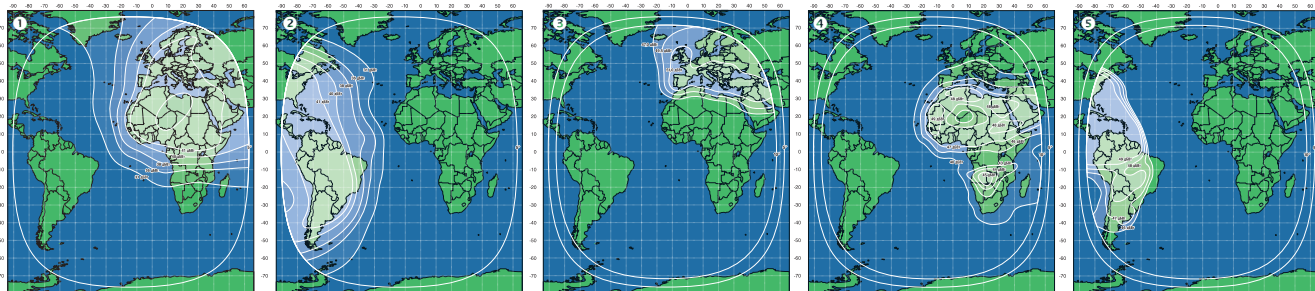
В мае 2015 г. директор интеграционных услуг и комплексных проектов ГПКС Андрей Кириллович заявил, что южноамериканский рынок в последнее время демонстрирует устойчивый рост в сфере телекоммуникаций: «"Экспресс-АМ8" будет задействован для сетей корпоративной и ведомственной связи VSAT, а также для линий привязки удаленных базовых станций сотовой связи (cellular backhaul) в удаленных регионах, в частности в дельте Амазонки на северо-западе Бразилии, а также в странах Андского региона – Перу, Колумбии, Венесуэле, Эквадоре и Боливии. Обсуждается возможность использования мощности данного спутника для трансляции телевизионных программ с летних Олимпийских игр, которые пройдут в 2016 г. в Рио-де-Жанейро».

Часть емкости на «Экспрессе-АМ8» была приобретена еще в 2012 г. британской компанией Earthly Orbit Communications (три транспондера С-диапазона и два Ки-диапазона) и немецкой фирмой Romantis (пять транспондеров).

Стартовая масса «Экспресса-АМ8», включая адаптер, составляла 2163 кг, масса полезной нагрузки – 606 кг. Гарантийный срок активного существования спутника – 15 лет, технический ресурс – 16 лет. Мощность системы электропитания в конце срока службы – 7.6 кВт (из них 5441 Вт выделяется на питание ПН), площадь двух трехсекционных крыльев солнечных батарей – 42 м², емкость аккумуляторной батареи – 11846 Вт·ч.

Бортовой ретрансляционный комплекс аппарата (табл. 3) обеспечивает одновременное и непрерывное функционирование 24 активных транспондеров С-диапазона (из 28 установленных) с поляризационным

▼ Зоны покрытия ретрансляторов КА «Экспресс-АМ8»: 1 – зона обслуживания раскрываемой антенны Ø2000 С-диапазона; 2 – зона обслуживания раскрываемой антенны с двойным профилем Ø2000 в С-диапазоне; 3 – зона обслуживания грегорианской антенны Ø1200 Ки-диапазона; 4 – зона обслуживания раскрываемой антенны Ø1600 Ки-диапазона; 5 – зона обслуживания раскрываемой антенны с двойным профилем Ø2000 в Ки-диапазоне



уплотнением и двух радиомаяков; 16 активных транспондеров Ku-диапазона (из 20 установленных) и одного радиомаяка; двух активных транспондеров L-диапазона.

«Экспресс-АМ8» оснащен девятью антеннами:

- ◆ раскрываемая приемопередающая антенна С-диапазона диаметром 2 м с фиксированным лучом № 1;

- ◆ раскрываемая приемопередающая антенна диаметром 2 м с двойным профилем, фиксированным лучом № 2 С-диапазона и фиксированным лучом № 3 Ku-диапазона;

- ◆ приемная и передающая глобальные рупорные антенны С-диапазона;

- ◆ грегорианская приемо-передающая антенна Ku-диапазона с диаметром основного рефлектора 1.2 м и фиксированным лучом № 1;

- ◆ раскрываемая приемопередающая антенна Ku-диапазона диаметром 1.6 м с фиксированным лучом № 2;

- ◆ глобальная передающая рупорная антенна Ku-диапазона;

- ◆ две глобальные приемо-передающие антенны с активными фазированными решетками L-диапазона.

### Следующий «Экспресс» полетит в декабре

По данным на 30 сентября, в состав орбитальной группировки ГПКС входят 14 спутников (табл. 4), один из которых («Экспресс-АМ8») находится на этапе ввода в эксплуатацию.

3 февраля 2015 г. потерял ориентацию аппарат «Экспресс-АМ33». В результате вещания общероссийских телеканалов и радио в Западной и Центральной Сибири было экстренно переведено на спутник «Ямал-401». Работоспособность «Экспресса-АМ33» была полностью восстановлена на следующий день.

Как отметил начальник отдела по связям с общественностью ГПКС Денис Сухоруков, причина аварии связана с «воздействием факторов космического пространства», которое привело к сбоям в работе бортового цифрового вычислительного комплекса. 25 февраля начался перевод ретрансляции телеканалов и радио обратно на «Экспресс-АМ33».

В июле после ввода в эксплуатацию «Экспресса-АМ6» в точке 53° в.д. ГПКС осуществило перемещение «Экспресса-АМ22» в позицию 80.1° в.д. для замены «Экспресса-АМ2».

В конце декабря с запуском «Экспресса-АМУ1» завершится масштабная программа обновления орбитальной группировки ГПКС. За период с декабря 2013 г. стартовали уже семь спутников: «Экспресс-АМ5», -АТ1, -АТ2, -АМ4R (неудачно), -АМ6, -АМ7 и -АМ8.

Дальнейшее обновление и развитие группировки начнется в 2018–2019 гг. парным запуском на «Протоне-М» спутников «Экспресс-АМУ3» и -АМУ7. Еще в феврале 2015 г. ИСС сообщали, что подписание контракта с ГПКС на создание данных спутников предполагается до конца весны, однако этого не произошло.

В своей газете «Сибирский спутник» железнодорожское предприятие отmeldало: «Это

спутники средней размерности. Предполагается, что каждый из них будет иметь по 37 транспондеров, работающих в С-, Ku- и L-диапазонах частот. Первым будет изготавливаться спутник «Экспресс-АМУ7», и за его полезную нагрузку будет отвечать традиционный европейский подрядчик решетнёвской фирмы – компания Thales Alenia Space. На следующем аппарате, «Экспресс-АМУ3», ретранслятор и антенны будут разработаны и изготовлены нашими специалистами. Таким образом, компания «Информационные спутниковые системы» увеличит собственную долю работ по созданию спутников».

Кроме того, в газете говорилось, что ГПКС впервые поручит ИСС создание наземного комплекса управления для этих аппаратов.

В августе первый заместитель гендиректора ГПКС Александр Ганин заявил, что формальный тендер на строительство спутников объявят осенью. Как отметил гендиректор ГПКС Юрий Прохоров, аппараты будут сдаваться заказчику на орбите, то есть «под ключ».

6 октября он рассказал, что в программный период 2017–2025 гг. ГПКС планиру-

▼ «Экспресс-АМ8» проходит последние испытания в ИСС имени М. Ф. Решетнёва

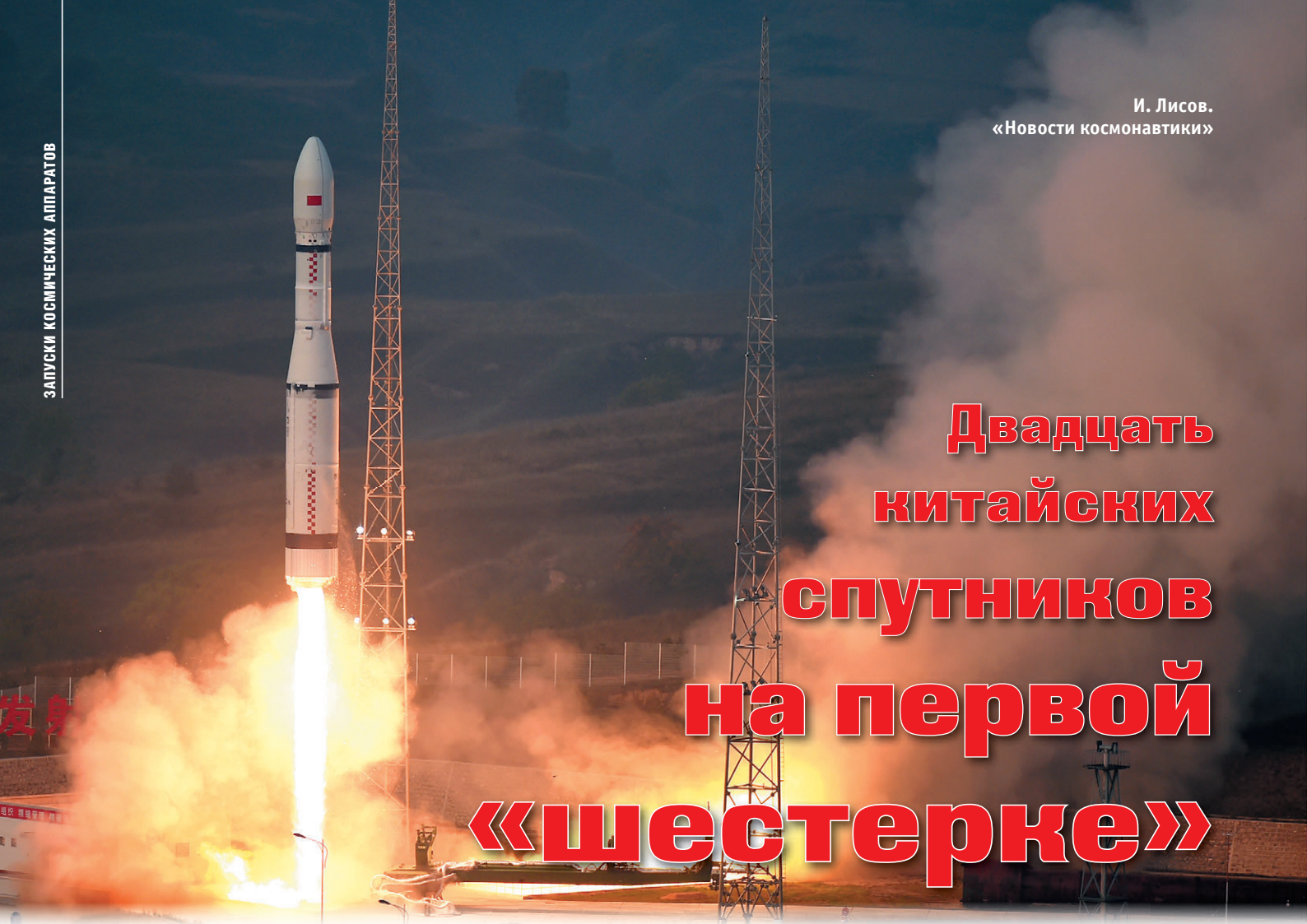


Табл. 4. Спутники ГПКС

Название	Дата старта	Точка стояния	Число и диапазон работы транспондеров	Примечание
<b>Действующие</b>				
Экспресс-А2	12.03.2000	145° в.д.	12 С, 5 Ku	Истек САС, работает с ограничениями
Eutelsat 36A	24.05.2000	36° в.д.	31 Ku	Арендован, истек САС
Экспресс-А4	10.06.2002	14° з.д.	12 С, 5 Ku	Истек САС, работает с ограничениями
Экспресс-АМ22	28.12.2003	80.1° в.д.	24 Ku	Истек САС, замена «Экспресса-АМ2»
Экспресс-АМ2	29.03.2005	80° в.д.	16 С, 12 Ku, 1 L	Работает с ограничениями
Экспресс-АМ3	24.06.2005	103° в.д.	16 С, 12 Ku, 1 L	
Экспресс-АМ33	28.01.2008	96.5° в.д.	10 С, 16 Ku, 1 L	
Экспресс-АМ44	11.02.2009	11° з.д.	10 С, 16 Ku, 1 L	
Экспресс-АМ5	26.12.2013	140° в.д.	30 С, 36 Ku, 4 Ka/Ku, 12 Ka, 2 L	
Экспресс-АТ1	15.03.2014	56° в.д.	32 Ku	
Экспресс-АТ2	15.03.2014	139.85° в.д.	16 Ku	
Экспресс-АМ6	21.10.2014	53° в.д.	14 С, 36 Ku, 8 Ka/Ku, 12 Ka, 2 L	
Экспресс-АМ7	18.03.2015	40° в.д.	30 С, 48 Ku, 2 L	
Экспресс-АМ8	14.09.2015	14° з.д.	24 С, 16 Ku, 2 L	Идет в точку, замена «Экспресса-А4»
<b>Планируемые</b>				
Экспресс-АМУ1	19.12.2015	36° в.д.	61 Ku, 18 Ka	Замена Eutelsat 36A
Экспресс-АМУ3	2018–2019	96.5° в.д.	16 С, 20 Ku, 1 L	Замена «Экспресса-АМ33»
Экспресс-АМУ7	2018–2019	145° в.д.	16 С, 20 Ku, 1 L	Замена «Экспресса-А2»
Экспресс-АМУ4	2019	11° з.д.	16 С, 20 Ku	Замена «Экспресса-АМ44»
Экспресс-80	2019	80° в.д.		Замена «Экспресса-АМ22»
Экспресс-103	2019	103° в.д.		Замена «Экспресса-АМ3»
Экспресс-АМУ5	2020	140° в.д.		
Экспресс-АМУ6	2020	53° в.д.		

ет заказать и запустить 11 спутников: семь геостационарных («Экспресс-АМУ3», -АМУ7, -АМУ4, -80, -103, -АМУ5 и -АМУ6) и четыре высокоэллиптических «Экспресса-РВ». По словам Юрия Валентиновича, на их создание потребуется около 276 млрд руб, из них 98 млрд бюджетных средств и 178 млрд внебюджетных.

По материалам Роскосмоса, ИСС, ЦЭНКИ, Минкомсвязи РФ, ГПКС, ТАСС, РИА «Новости», Интерфакс, ComNews и газеты «Известия»



# Двадцать китайских спутников на первой «шестерке»

**20** сентября 2015 г. в 07:01:14.331 по пекинскому времени (19 сентября в 23:01:14 UTC) с новой пусковой установкой 16-й площадки Центра космических запусков Тайюань осуществлен успешный орбитальный пуск новой китайской ракеты-носителя «Чанчжэн-6» (CZ-6 №Y1) легкого класса на экологически чистых компонентах топлива.

Старт имел внутреннее обозначение «операция 05-48». Полезный груз состоял из шести групп китайских экспериментально-технологических КА, насчитывающих в общей сложности 20 изделий размерностью от малых спутников до пикоспутников. Восемь из них были разработаны предприятиями Китайской корпорации космической науки и техники, а двенадцать созданы в высших учебных заведениях Китая.

Истории проекта и техническому описанию китайского носителя CZ-6, первого из двух дебютантов сентября 2015, посвящена статья «Великий поход книжному пределу» на с. 59-63. Мы же сосредоточимся на результатах пуска и выведенных на орбиту аппаратах.

## Кто есть кто?

Первая достоверная информация о составе полезного груза первой CZ-6 появилась в ноябре 2014 г., когда хорошо осведомленный участник китайского космического форума 9ifly.cn, пишущий под псевдонимом jingyan66, сообщил: ракета будет нести 20 спутников, из которых наибольший имеет массу около 150 кг, а наименьший –

примерно 100 г. Он добавил, что аппараты отдельных разработчиков объединены в шесть групп: две от компании «Дунфанхун» и по одной от четырех технических вузов – Чжэцзянского университета, Национального университета оборонных технологий NUDT, Харбинского технологического института НИТ и Университета Цинхуа.

Эта первоначальная информация оказалась достоверной. В последующие месяцы список аппаратов уточнялся, но наименования нескольких субспутников не были известны до самого запуска. В день старта агентство Синьхуа сообщило лишь шесть названий, относящихся к шести группам КА: «Сиван-2» и «Кайто-1» от Аэрокосмической спутниковой компании «Дунфанхун» и ее шэньчжэньского филиала, «Тяньто-3» от NUDT, «Насин-2» от Университета Цинхуа, «Цзыдинсян-2» от НИТ и «Писин-2» от Цжэцзянского университета. Полный список запущенных аппаратов официально опубликован не был.

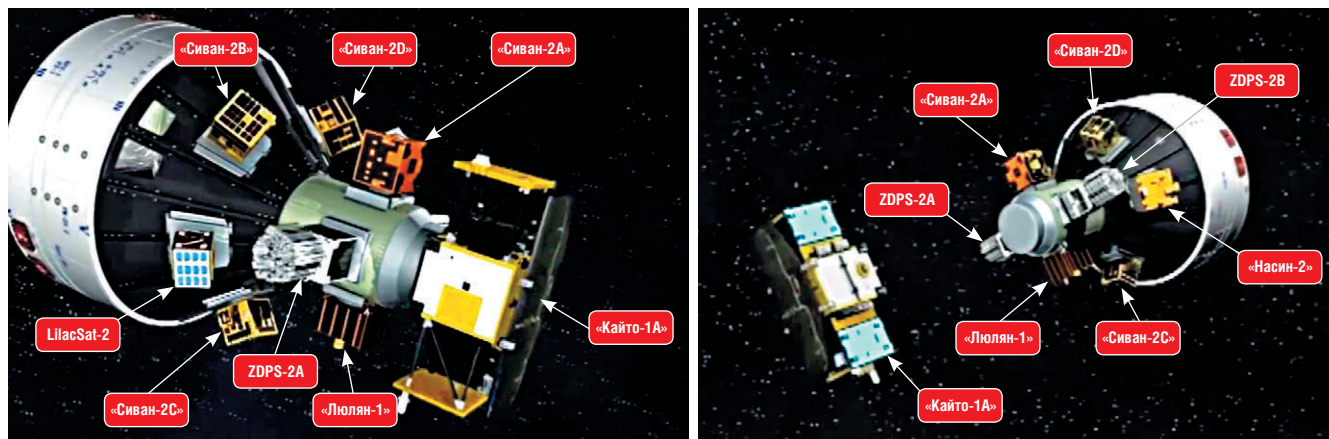
Десять из двадцати аппаратов были размещены при запуске непосредственно на адаптере третьей ступени носителя и отделены между 915-й и 989-й секундами полета – этот процесс был подробно задокументирован на анимации, показанной по китайскому телевидению. Первым отделился наиболее тяжелый КА «Кайто-1А», установленный на торцевой части адаптера полезных грузов (см. схему). Затем были отделены четыре спутника, находившихся на радиальных посадочных местах цилиндрического адаптера. В третью очередь ушли

в самостоятельный полет три спутника из группы «Сиван-2», а в четвертую – два последних КА. Эти пять были доставлены в космос на посадочных местах на верхней конической части 3-й ступени.

Остальные десять КА представляли собой субспутники, установленные на четырех из 10 основных. Достоверно известно об отделении в течение первых двух суток полета четырех из этих 10 субспутников, а также о том, что два аппарата отделять сразу не предполагалось.

К вечеру 22 сентября Стратегическое командование (СК) США зарегистрировало





Наименование	Номер	Межд. обозн.	Параметры орбиты			
			И	Нр, км	На, км	Р, мин
Кайто-1А	40904	2015-049F	97.458°	528.9	550.7	95.256
Кайто-1В	40912	2015-049P	97.460°	522.2	548.4	95.196
Люлян-1 (?)	40899	2015-049A	97.456°	528.3	549.5	95.213
NUDT Phonesat	40900	2015-049B	97.453°	529.2	549.7	95.227
Чжэда писин-2А	40901	2015-049C	97.464°	528.9	549.3	95.227
Чжэда писин-2В	40902	2015-049D	97.450°	528.6	549.8	95.237
Сиван-2А	40903	2015-049E	97.458°	528.9	549.6	95.245
Сиван-2С	40906	2015-049H	97.457°	528.4	552.6	95.291
Сиван-2Е	40909	2015-049I	97.458°	528.6	551.6	95.277
Сиван-2F	40910	2015-049M	97.459°	528.2	553.2	95.305
Сиван-2D	40907	2015-049J	97.455°	528.3	552.2	95.294
Сиван-2В	40911	2015-049N	97.460°	528.0	552.1	95.293
Насин-2 (?)	40905	2015-049G	97.453°	528.1	553.4	95.305
LilacSat-2	40908	2015-049K	97.465°	528.6	554.4	95.323
3-я ступень	40913	2015-049Q	97.413°	395.9	539.4	93.798

Примечание. Орбиты – солнечно-синхронные, местное время прохождения нисходящего узла – 06:10.

15 объектов от пуска CZ-6, но зарезервировало номера сразу для 21 объекта – третьей ступени и всех 20 спутников.

В силу сложности описанной выше схемы идентификация обнаруженных объектов с реально запущенными и отделенными спутниками оказалась нетривиальной задачей. К счастью, на девяти спутниках имелись радиолобительские станции с объявленными позывными и частотами, и по мере расхождения первоначального «облака» объектов они были один за другим опознаны по доплеровскому сдвигу частоты сигнала.

К 1 октября СК США сумело идентифицировать все аппараты, за исключением двух, названия которых в таблице даны со знаком (?). Каталожные номера и международные обозначения объектов, а также параметры начальных орбит приведены в таблице. Шесть субспутников, об отделении которых по состоянию на 15 октября 2015 г. информация не поступала, в таблицу не внесены.

### «Кайто-1»: спутник с радиорынка

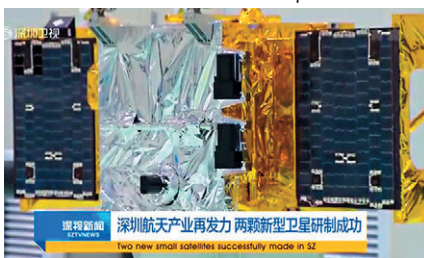
Наиболее крупным из десяти основных спутников является аппарат с официальным наименованием «Кайто-1А» (开拓一号A星, Kaituo-1A, KT-1A), что означает «Пионер».

KT-1A стартовой массой 110 кг изготовлен Шэньчжэньской аэрокосмической высокотехнологичной спутниковой компанией «Дунфанхун»\* и, судя по внешнему виду, близок по конструкции к экспериментальному аппарату «Синьян-1»\*\*, запущенному 18 ноября 2012 г. (НК №1, 2013). Также как и первый, он разработан и изготовлен на собственные средства фирмы с целью летной отработки дешевой микроспутниковой платформы для микро- и наноспутников и новой полезной нагрузки. В частности,

предстоит верификация в полете новых технических решений, а также эксперименты по регистрации заряженных частиц и другие исследования космической среды.

Аппарат полностью спроектирован, собран и испытан в Шэньчжэне с широким использованием продукции местных фирм.

В ходе проектирования и изготовления широко применялись комплектующие в промышленном исполнении, что позволило существенно сократить стоимость аппарата и продолжительность разработки (она составила 20 месяцев и завершилась 11 августа 2015 г.). По сообщению разработчика, значительно улучшены такие показатели, как точность системы управления, емкость бортового записывающего устройства, пропускная способность радиолинии, а также способность КА к автономной работе.



▲ Спутник «Кайто-1А»

К числу примененных коммерчески доступных компонентов относятся пленочные фотоэлементы компании Shenzhen Topray Solar, два модуля литий-ионных аккумуляторов фирмы Shenzhen BAK Battery суммарной емкостью 800 Вт·ч, радиокomплекс от Hwadar Microwave Science & Technology, аппаратура распределения питания Шэньчжэньской инновационно-исследовательской академии аэрокосмической техники, а также микрокомпьютер, волоконно-оптические гироскопы 33-го института 3-й академии и спутниковые навигационные приемники.

\* Совместное предприятие головной пекинской фирмы «Хантянь Дунфанхун», Шэньчжэньской инновационно-исследовательской академии аэрокосмической техники и Харбинского аэрокосмического университета. Ранее участвовало в разработке и изготовлении экспериментальных спутников «Шянь вэйсин-4» и «Синьян-1».

\*\* Поэтому считается, что KT-1A имеет описательное наименование «Второй экспериментальный спутник для испытания новых технологий» (新技术试验卫星二号; «Синь цзишу шянь вэйсин», сокращенно «Синьян-2» или Xinyan-2).

\*\*\* Расшифровка сокращения неизвестна.

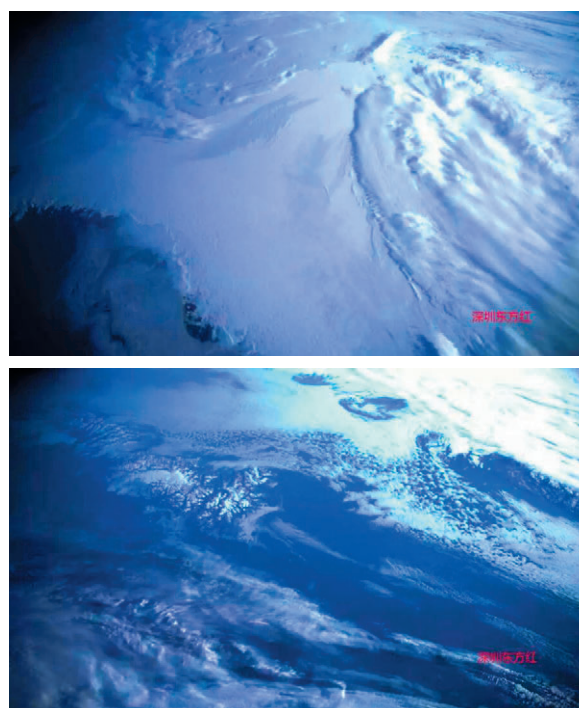
После отделения от носителя KT-1A успешно развернул двухсекционную солнечную батарею и построил необходимую ориентацию. 20 сентября в 17:37 пекинского времени (09:37 UTC), после семи витков полета, от основного аппарата был успешно отделен субспутник DCBB, получивший самостоятельное обозначение KT-1B (开拓一号B星).

С 21 сентября основной КА приступил к работе по собственной программе. 10 октября были опубликованы сделанные им два снимка облачного покрова в арктической зоне Земли размером кадра 960×540 элементов. Съемка производилась цветной телекамерой серии SQ компании Lingyun Technology Group, способной работать в формате HD с разрешением 1960×1080 элементов.

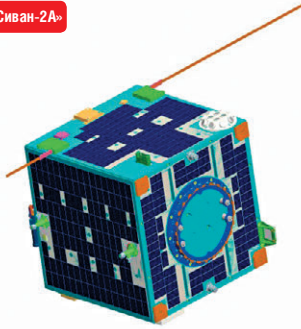
На базе полученного опыта шэньчжэньская компания рассчитывает до 2020 г. вывести на орбиту до 20 спутников, включая шесть малых метеорологических КА и группу спутников для передачи коротких сообщений.

Субспутник DCBB\*\*\* представляет собой кубсат формата 2U массой между 2 и 3 кг. Он разработан той же фирмой совместно с Гонконгским политехническим университетом, Городским университетом Гонконга и Университетом Макао. В рамках этого проекта созданы конструкция и система отделения

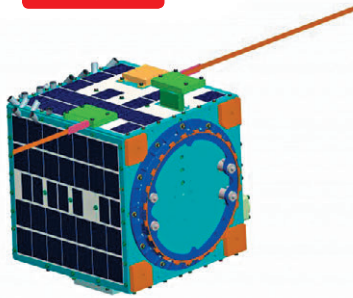
▼ Первые два снимка с КА «Кайто-1А»



«Сиван-2А»



«Сиван-2В, -2С, -2D»



«Сиван-2Е, -2F»



▲ Спутники «Сиван-2»

КА, микроконтроллер, магнитная система ориентации, миниатюрная аппаратура передачи данных и экспериментальная полезная нагрузка.

Аппарат имеет радиолюбительскую аппаратуру CAS-3G\*, передающую цифровую телеметрию по протоколу AX.25 со скоростью 9600 бит/с. Частоты передатчика 145.475 и 437.950 МГц.

После отделения от аппарата-носителя наземная станция приняла с КТ-1В телеметрию и зафиксировала нормальное напряжение на аккумуляторе и зарядный ток от установленных на корпусе фотоэлементов. Сигналы кубсата принимались радиолюбителями.

### «Сиван-2»: рутина и приключение

Шесть спутников группы «Сиван-2» (希望, Xiwang, XW, «Надежда») разработаны и изготовлены Аэрокосмической спутниковой компанией «Дунфанхун». Руководителем и главным конструктором этого проекта является Чжан Чжимин (赵志明).

Первоначально аппараты были известны по радиолюбительским обозначениям (от CAS-3A до CAS-3F), но в июле 2015 г. получили общее имя «Сиван-2». Индивидуальное имя каждого КА по-прежнему образуется добавлением к общему названию буквы от А до F.

Напомним, что спутник «Сиван-1» был выведен на орбиту 15 декабря 2009 г. и тоже заявлялся как радиолюбительский, но в дополнение к связной аппаратуре имел и камеру для съемки Земли. В одной из публикаций в декабре 2011 г. фигурировало название «Сиван-2», но по отношению к проекту школьников выпускных классов, выполненному под эгидой Молодежной космической академии имени Цянь Сюэсэна. Тогда предусматривался запуск двух спутников с техническими обозначениями CAS-2A1 и CAS-2A2, между которыми после их разделения натягивалась гибкая солнечная батарея. Статус этого проекта и сроки запуска неизвестны, но макет CAS-2A1 демонстрировался в 2012 г. на одной из выставок.

Общая цель проекта «Сиван-2» (CAS-3) состоит в летной отработке технических решений для нано- и пикоспутников и опробования первых вариантов их практического применения. Предполагается достичь самоуправления и многорежимного резервирования аппаратов на орбите, стандартизации систем и протоколов обмена и тем самым создать основы для последующей разработки и использования прикладных систем на базе нано- и пикоспутников.

Согласно официальному сообщению, аппараты группы «Сиван-2» будут использоваться для пространственно-распределенных измерений плотности верхней атмосферы с целью улучшения точности прогноза движения низкоорбитальных спутников и для других испытаний. Кроме того, они будут доступны радиолюбителям для работы через них.

Аппараты построены по единой технологии, включающей интегрированную конструкцию и стандартизованную бортовую аппаратуру с беспроводным соединением отдельных блоков. В проекте широко применены коммерчески доступные компоненты.

Все спутники имеют одинаковый по функциональности комплект радиолюбительской аппаратуры: радиомаяк двухметрового диапазона мощностью 50 мВт, линейный транспондер UHF/VHF выходной мощностью 100 мВт, телеметрический передатчик мощностью 100 мВт в стандарте AX.25 с пропускной способностью 9600 и 19200 бит/с и командную радиолинию в диапазоне 437 МГц. Для аппаратов выде-

мы электропитания и лазерный отражатель. Четвертьволновые антенны радиокомплекса установлены на сторонах +Z и -Z. Спутник оснащен двигательной установкой для орбитального маневрирования и соответствующим запасом топлива.

Три одинаковых спутника «Сиван-2В», -2С и -2D массой 9–10 кг выполнены в виде куба со стороной 246 мм. Режим орбитальной стабилизации, расположение фотоэлементов и антенн аналогичны основному аппарату.

Наноспутники «Сиван-2Е» и -2F массой по 1.5 кг выполнены в виде куба с ребром 116 мм. Аппараты стабилизируются вращением с использованием магнитной системы с постоянным магнитом. На плоскостях +Z и -Z находятся четвертьволновые антенны. Эти два КА предназначены только для радиолюбительских экспериментов; в отличие от четырех больших спутников, радиокомплекс XW-2Е и XW-2F обеспечивает скорость передачи не более 9600 бит/с.

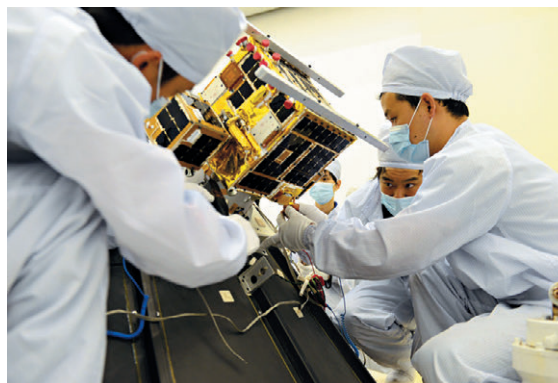
Перед запуском XW-2Е и XW-2F были размещены на спутнике XW-2С\*\* и отделены от него в ходе орбитального полета.

Сообщество радиолюбителей приняло сигналы от всех шести аппаратов группы «Сиван-2», что позволило идентифицировать их с конкретными номерами в каталоге СК США.

В июле 2015 г., представляя новые спутники, руководитель радиолюбительской программы Алан Кун (Alan Kung, позывной BA1DU) сообщил, что они будут работать на солнечно-синхронной орбите высотой 530 км, за исключением XW-2А, орбита которого имеет высоту 450 км.

Переход на новую орбиту был начат 22–24 сентября, когда XW-2А несколькими маневрами снизил свою орбиту с 527.6 до 516.3 км\*\*\*. Второй, основной этап спуска начался 19 октября; по состоянию на 25 октября старшая «Надежда» снизилась до 455.5×476.2 км.

Поведение спутника полностью соответствует заявленному, но интересна одна деталь. Плоскость орбиты XW-2А, заданная временем старта, почти точно совпадает с плоскостью орбиты китайского малого спутника «Фэннян-1» (FN-1), запущенного 18 ноября 2012 г. вместе с радиолокационным КА «Хуаньцзин-1С» и экспериментальным «Синьян-1». Более того, «Фэннян-1» об-



▲ Установка спутника «Сиван-2С» с субспутниками на адаптер

лены следующие частоты на передачу: для цифровой телеметрии – 145.640, 145.705, 145.770, 145.835, 145.890 и 145.955 МГц, для радиомаяка – на 20 кГц выше, а для линейного транспондера – полоса на 25–45 кГц выше основной частоты.

По массе и габаритам спутники делятся на три подгруппы.

Основной аппарат «Сиван-2А» (XW-2А) массой между 20 и 25 кг выполнен в виде куба со стороной 398 мм и имеет систему трехосной стабилизации. В полете КА ориентирован осью +Y к Земле. На внешних гранях корпуса смонтированы фотоэлементы систе-

\* Om Chinese Amateur Satellite – китайский радиолюбительский спутник.

\*\* Судя по имеющимся публикациям, первоначально субспутники планировалось разместить на основном аппарате XW-2А. Однако в реальности они были установлены на XW-2С, что подтверждается официальной публикацией, фотографией и параметрами орбит спутников.

\*\*\* Условная средняя высота, рассчитанная непосредственно из орбитальных элементов.

ращается по орбите высотой 451.2×464.0 км с наклоном всего на 0.1° меньше, чем у «Сиван-2А».

Возникает естественное предположение, что рабочая орбита XW-2А выбрана не просто так и не только для определения параметров атмосферы на более низкой, чем у остальных аппаратов, высоте. Похоже, в его задачи входит еще и инспекция старого спутника. Интересно отметить, что в программе полета «Фэнняо» фигурировала его совместная работа с другим аппаратом; правда, тогда считалось, что он будет отделен от самого FN-1.

### «Тяньто-3»: слушаем море и небо

В рамках проекта «Тяньто-3» (天拓三号, Tiantuo-3) на первой CZ-6 доставлена в космос группа из шести спутников Национального университета оборонных технологий NUDT – китайского военно-технического вуза в г. Чанша. Это третий реализованный спутниковый проект NUDT; первый экспериментальный аппарат «Тяньто-1» стартовал 10 мая 2012 г., а «Тяньто-2» с аппаратурой для телевизионной съемки Земли – 8 сентября 2014 г.



▲ Микроспутник «Люлян-1»

Основной микроспутник массой примерно 20 кг носит имя «Люлян-1» (吕梁一号, Lǚliǎng-1) – по одноименному городу в провинции Шаньси, власти которого обеспечили поддержку проекту. Большой субспутник массой 1 кг имеет официальное описательное наименование «спутник-смартфон» (智能号手机卫星; «чжинэн хао шуоцзи вэйсин»), и, чтобы отличать его от ранее запущенных американских аппаратов с аналогичными именами, в каталог СК США он внесен под именем NUDT PhoneSat. Еще четыре 100-граммовых пикоспутника установленного наименования не имеют: в разных публикациях им приписывается название *星尘号* («синчэнь хао», «звездная пыль»), *星辰号* (тоже «синчэнь хао», «звездный свет») и *飞卫星* («фэй вэйсин», «летающий спутник»). Они установлены попарно на двух первых аппаратах.



▲ Субспутник NUDT PhoneSat

«Люлян-1» построен на основе универсальной многоуровневой архитектуры микро- и наноспутников. Он оснащен аппаратурой приема и ретрансляции сигналов автоматических идентификационных систем, устанавливаемых на судах (AIS) и самолетах (ADS-B), а также мониторинга пожаров. Помимо этого, «Люлян-1» предназначен для других научных экспериментов и отработки технологий микроспутников.

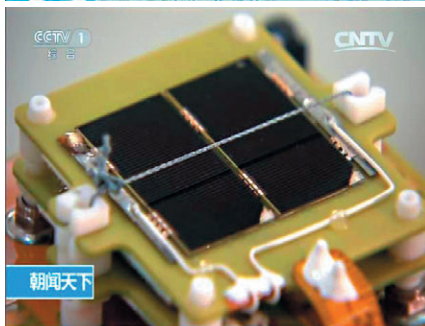
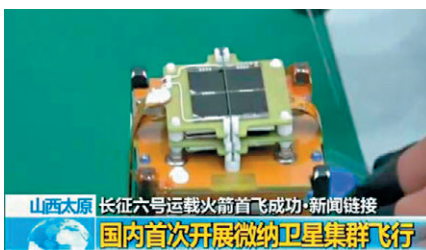
Аппаратура AIS для спутника разработана в учрежденном в г. Люлян в 2013 г. при участии NUDT Центре технических исследований в области спутниковой наноэлектроники. Она обеспечивает передачу информации о местонахождении, скорости и направлении движения судов в любых районах Мирового океана, дополняя сведения, доступные береговым приемникам AIS-сигналов.

Приемник сигналов ADS-B призван решать аналогичную задачу в отношении авиации, актуальность которой стала очевидна после исчезновения в марте 2014 г. малайзийского самолета, выполнявшего рейс MH370 из Куала-Лумпура в Пекин.

«Спутник-смартфон», судя по имеющимся публикациям, реализует популярную идею создания КА на базе смартфона с его встроенными системами – процессор с операционной системой Android, связной блок, камера в качестве звездного датчика и акселерометры как датчики ускорений.

NUDT PhoneSat имеет радиолюбительскую аппаратуру CAS-3I, передающую цифровую телеметрию со скоростью 9600 бит/с на частоте 437.300 МГц с FSK-модуляцией.

▼ Два из четырех 100-граммовых пикоспутника установлены сверху «спутника-смартфона»



«Спутник-смартфон» отделился от основного аппарата, его сигналы были приняты радиолюбителями.

Аппараты типа «звездная пыль» массой около 100 г выполнены в виде одноплатных устройств размером 98×98×7 мм с фотоэлементами на одной или на обеих сторонах и двумя развертываемыми ленточными антеннами длиной около 20 см каждая. Отделение от аппарата-носителя, судя по всему, производится с использованием пружины после пережигания фиксирующей нити. Более никакой информации о них не приводится.

Одним из объявленных экспериментов является групповой полет всех шести спутников в виде пространственной самоорганизующейся сети, в ходе которого по два пикоспутника будут находиться под управлением основного КА «Люлян-1» и большого субспутника. Разработчики описывают этот процесс формулой «курица с цыплятами».

Расчетное время отделения четырех пикоспутников неизвестно, о факте отделения не сообщалось, средствами СК США аппараты на орбите не найдены. Впрочем, не факт, что характеристики американских РЛС или каких-либо еще средств обнаружения способны их зафиксировать, опознать и рассчитать орбиты.

### «Насин-2»: торжество микроэлектромеханики

Наноспутник «Насин-2» (纳星二号, Naxing-2, NS-2) разработан на факультете точного приборостроения Университета Цинхуа и запущен спустя 11.5 лет после «Насин-1» (HK №6, 2004). Основной целью проекта является разработка микроминиатюрных приборов и компонентов – прежде всего, созданных на базе микроэлектромеханических систем (MEMS). Глобальная цель – создать дешевую, быстро изготавливаемую и эффективную платформу и расширить горизонт практического применения наноспутников.

Среди китайских вузов университет Цинхуа имеет наиболее долгую историю разработки малых и сверхмалых КА, которая, однако, сопровождалась большим количеством неудач. Под руководством профессора Ю Чжэна (尤政), главы Института механики и декана факультета точного приборостроения, были созданы КА «Хантянь Цинхуа-1» (HT-1A), наноспутник «Насин-1» (NS-1), микроспутники KT-1PS и KT-1\*, «Насин-2», MEMSat и другие. Некоторые из них были утрачены в результате аварийных пусков китайского твердотопливного носителя «Кайточжэ-1».

Разработка «Насин-2» была довольно долгой: еще в сентябре 2012 г. его макет был продемонстрирован премьеру Госсовета КНР Вэнь Цзябао.

Стартовая масса КА – 20 кг, форма – кубическая со стороной около 40 см. Бортовая аппаратура включает микроминиатюрный звездный датчик, миниатюрный малопотребляющий солнечный датчик, суперконденсаторы в системе электропитания,

\* Речь идет о давней разработке, не имеющей отношения к запущенному 20 сентября аппарату «Кайто-1», так как этот микроспутник числится в биографии Ю Чжэна по крайней мере с 2008 г.



▲ Спутник «Насин-2»

миниатюрный кварцевый гироскоп, кремниевый MEMS-гироскоп, MEMS-магнитометры и приемник навигационных сигналов систем «Бэйдоу» и GPS.

Упоминались также средства наблюдения некооперирующих космических объектов, однако не ясно, идет ли речь о задаче данного аппарата или о некоем перспективном варианте использования наноспутников.

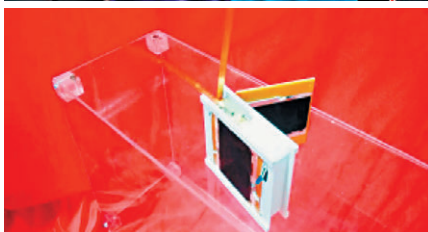
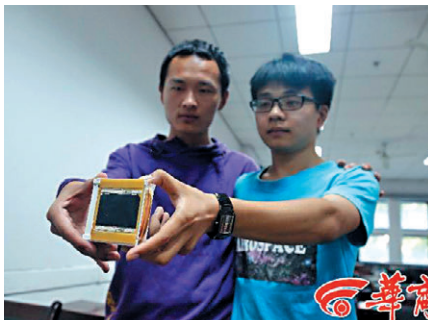
Разработчики подтвердили успешный выход КА на орбиту и прием от него телеметрической информации.

«Насин-2» должен отделить два пикоспутника с общим именем «Цзыцзин» (紫荆, ZJ, Zijing), данным в честь цветка баугинии. Разработчики одного из них утверждают, что к вечеру 21 сентября были выведены в самостоятельный полет 18 из 20 спутников, находившихся на CZ-6, за исключением как раз пикоспутников «Цзыцзин», которые пробудут в составе основного аппарата еще примерно месяц.

Пикоспутник «Цзыцзин-1» массой 234 г предназначен для испытаний MEMS-магнитометров и акселерометров, микроминиатюрной CMOS-камеры и других коммерчески доступных устройств, а также канала межспутниковой связи во время совместного полета на трассе с КА «Цзыцзин-2». Разведение двух КА должен обеспечить микродвигатель на основе MEMS-технологии. Аппарат разработан студентами Университета Цинхуа под руководством Ю Чжэна в период с апреля 2014 г.

Пикоспутник «Цзыцзин-2» массой 173 г считается совместной разработкой Университета Цинхуа и Сианьского университета электронной науки и техники «Сидянь» и

▼ Пикоспутник «Цзыцзин-2»



имеет второе наименование «Кунцзян шянь-1» (空间实验一号, KJSY-1, «Космический эксперимент»). Аппарат предназначен для тестирования системы ультрамаломощной системы связи с Землей и испытаний воздействия факторов космической среды на электронные устройства на основе нитрида галлия и на микросхемы электрически стираемых программируемых ПЗУ.

Пикоспутник разработан в период с декабря 2014 г. группой из пяти студентов выпускного курса «Сидянь». Чжан Цзыхэн, Е Сяньян, Цай Синьюэ, У Тяньци и Хэ Ицзин дневали и ночевали в лаборатории и даже отказались съездить домой на Новый год.

### LilacSat-2: запах сирени

Микроспутник «Цзыдинсян-2» (紫丁香二号, Zidingxiang-2) – разработка Харбинского политехнического университета. Имя спутника означает «Сирень», но разработчики предпочитают использовать не китайское, а английское название LilacSat-2.

Это уже пятый успешно запущенный спутник Харбинского политеха\* и первый китайский наноспутник, разработанный, изготовленный и управляемый студенческим коллективом во главе с Вэй Минчуанем (韦明川). Средний возраст команды разработчиков КА, в которую входили более 40 аспирантов и студентов, не превышает 24 лет.

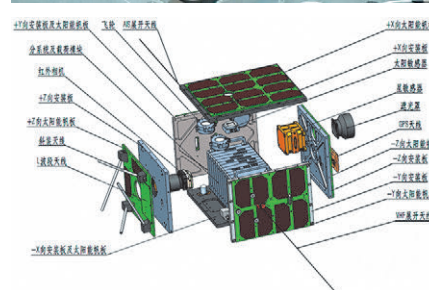
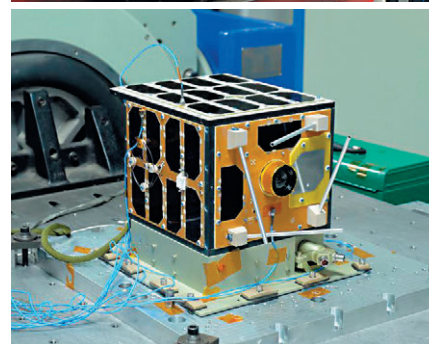
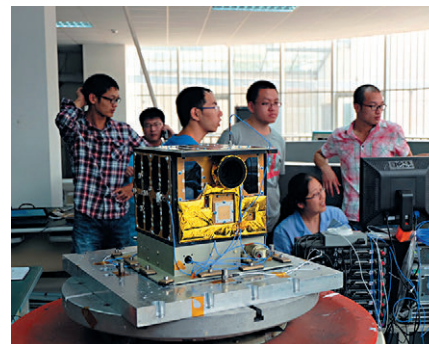
Аппарат массой 12,5 кг выполнен в виде параллелепипеда со сторонами около 20 см. Одной из целей проекта является создание «летающего стенда» для тестирования программного обеспечения, реализуемого на программируемых логических матрицах FPGA, и мониторинга работы самих матриц. На КА также установлены «два новых датчика ультравысокой точности», которые пройдут первые испытания на орбите в интересах будущих проектов.

Как и «Люлян-1», спутник несет приемник сигналов морских судов и самолетов, который реализован в варианте программируемого SDR-радио. Это же устройство, по-видимому, может использоваться и для слежения за передвижениями крупных животных. Наконец, аппарат оснащен промышленной длинноволновой инфракрасной камерой, с помощью которой можно контролировать температурный режим земной поверхности и обнаруживать лесные пожары.

Бортовой радиолокационный комплекс имеет обозначение CAS-3H. Он включает SDR-платформу, которая может быть сконфигурирована как приемопередатчик типа APRS на частоте 144.390 МГц или как FM-транспондер VHF/UHF диапазона (приемник на 144.350 МГц, передатчик на 437.225 МГц), а также радиомаяк на 437.200 МГц.

Наземные станции для работы с LilacSat-2 созданы в Харбине, Сиане, Нанкине, Гуанчжоу, Шихэцзы (Манас) и в Сингапуре. Первый прием данных с КА через сингапурскую станцию 9V1SV начался 20 сентября в 07:18 пекинского времени, сразу после отделения от носителя, а в 16:18 основная станция в Харбине впервые командовала

\* В список также входят «Шянь вэйсин-1» (2004), «Шянь вэйсин-3» (2008), «Куайчжоу-1» (2013) и «Куайчжоу-2» (2014).



▲ Микроспутник «Цзыдинсян-2»

спутником. В тот же день в 17:47 был сделан и 25 сентября опубликован первый инфракрасный снимок горного района Чанбайшань на китайско-корейской границе.

Расчетный срок службы аппарата – от трех до шести месяцев. Субспутников, слава богу, LilacSat-2 не несет.

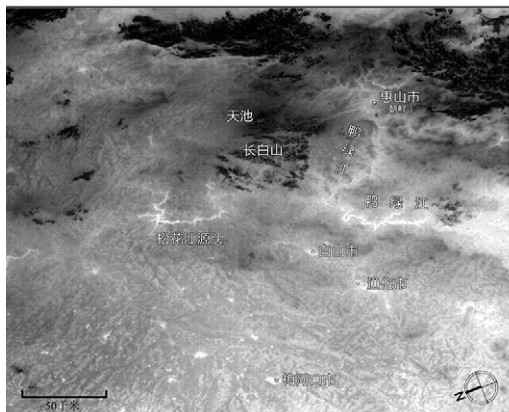
История этого проекта весьма занимательна, и спутник носит номер 2 неслучайно. В начале 2010 г. в радиолокационном клубе Харбинского политехнического университета появилась идея разработки малого спутника. В том же году под эгидой ЕКА возник международный проект QB50, предусматривающий одновременный запуск 50 (!) кубсатов, созданных в университетах всего мира. В ноябре 2010 г. молодой преподаватель НИТ Ван Фэн (王峰) предложил декану колледжа астронавтики Цао Сибию принять в нем участие и заручился поддержкой последнего.

Летом 2011 г. Вэй Минчуань, неудовлетворенный медленной «раскачкой» проекта LilacSat-1, встретился с Ван Фэном, следствием чего стало решение о создании студенческой группы для участия в проекте QB50 и для разработки будущих наноспутников. Формально она была учреждена в январе 2012 г., а в мае LilacSat-1 стал составной частью проекта QB50.

Предполагалось, что кубсат массой 2 кг будет выведен на орбиту высотой 350 км с целью зондирования земной атмосферы на высотах от 90 до 300 км при помощи масс-спектрометра ионов и нейтральных частиц, съемки земной поверхности в ИК-диапазоне и радиолокационной связи.



**Цзиньхэ-2**卫星长白山地区红外遥感影像



自报时间: 2015-09-20 09:46:58 UTC 哈尔滨工业大学 2015.9  
**▲ Первый инфракрасный снимок со спутника LilacSat-2**

Основной проблемой проекта QB50 была координация работы десятков коллективов и выбор подходящего носителя. Некоторое время в качестве такового рассматривалась новая китайская твердотопливная ракета, известная ныне как CZ-11, но впоследствии был подписан контракт на запуск украинско-бразильским носителем «Циклон-4». Однако сроки старта последнего постоянно сдвигались, а летом 2015 г. проект был окончательно закрыт. Сейчас запуск большей части кубсатов из проекта QB50, включая LilacSat-1, планируется в 3-м квартале 2016 г. с борта МКС.

Тем временем в Китае в 2013 г. был учрежден национальный специальный проект в поддержку разработки наноспутников, и в марте 2014 г. по настоянию Цао Сиби-ня команда НИТ подала заявку на участие в нем. Она была утверждена, и новый проект LilacSat-2 получил финансирование. Подготовив проект, начиная с мая 2014 г. группа Вэй Минчуаня работала со специалистами 513-го института в Яньтае, чтобы достичь необходимого уровня качества, надежности и безопасности.

В отличие от европейской инициативы, работы по китайскому проекту шли без больших задержек, и в результате LilacSat-2 был запущен раньше своего предшественника.

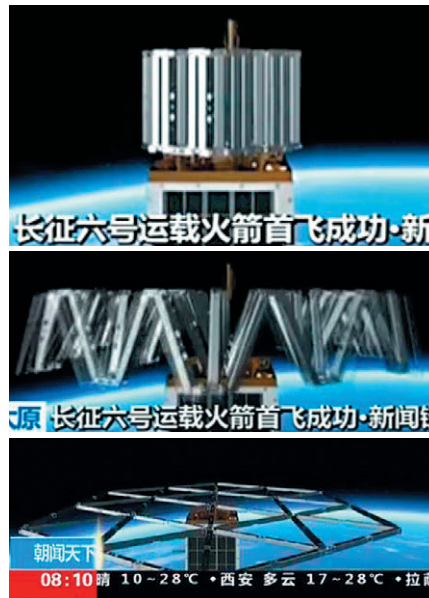
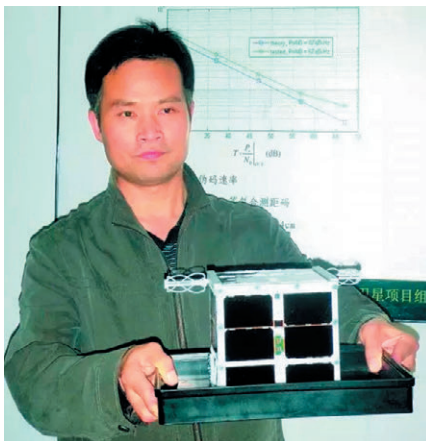
**«Чжэда пинсин-2»:  
большие «уши»**

Наноспутники «Чжэда пинсин-2А» и -2В (浙大皮星二号; Zheda Pixing, ZDPS) созданы в Исследовательском центре наноспутников Цжэцзянского университета («Чжэцзян дасюэ») под руководством Цзина Чжунхэ (金仲和).

Группа Цзина начиная с 2000 г. с помощью специалистов Шанхайского института микросистем, а с 2004 г. самостоятельно спроектировала и изготовила наноспутник ZDPS-1. После запуска 25 мая 2007 г. аппарат вышел из строя, но полученный опыт позволил разработать – уже в составе образованного в декабре 2008 г. Исследовательского центра наноспутников – два новых наноспутника ZDPS-1А, которые были выведены на орбиту 22 сентября 2010 г. (НК № 11, 2010) и работают до настоящего времени.

Чжэцзянский коллектив участвовал также в создании спутников «Тяньто-1» и -2 (NUDT) и спутника сопровождения «Баньсин-2» (伴星二号). Разработанный им бортовой командно-телеметрический комплекс

**▼ Цзин Чжунхэ из Исследовательского центра наноспутников Цжэцзянского университета с макетом спутника ZDPS-1А в руках**



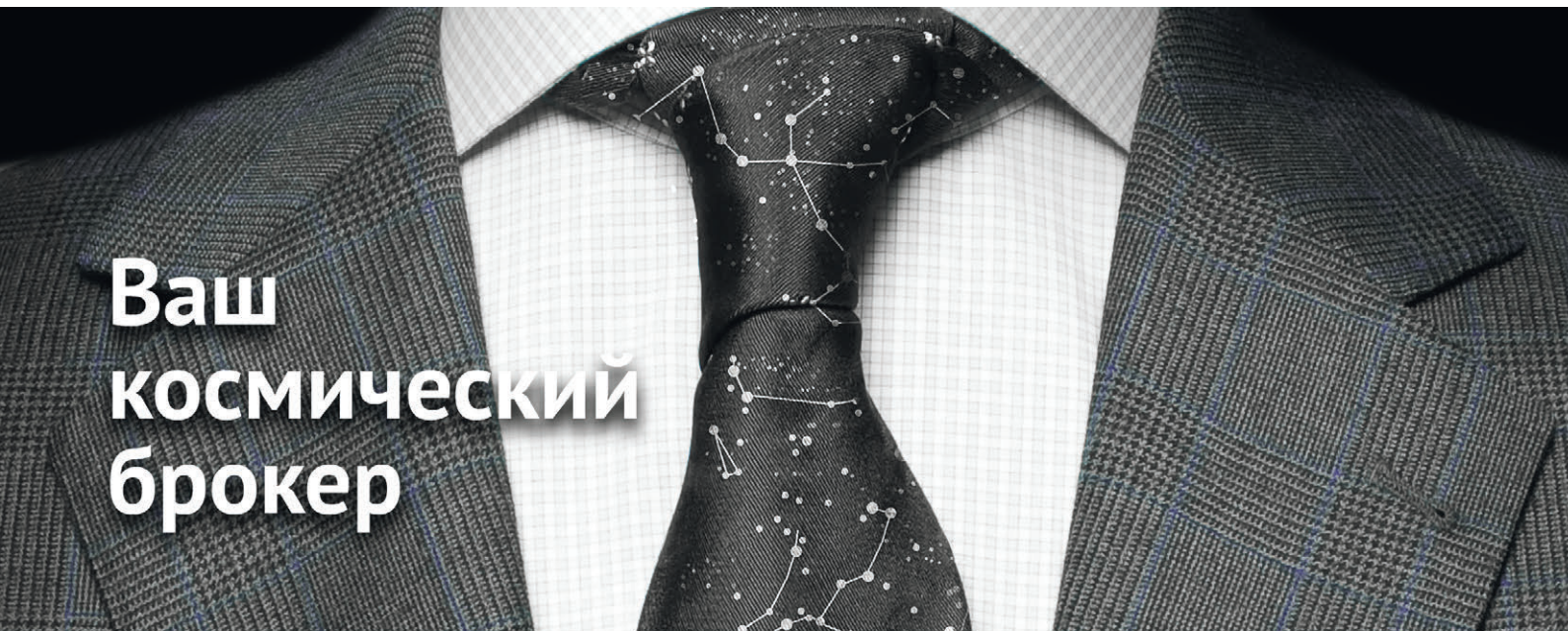
**▲ Анимация разворачивания фермы**

уже к маю 2014 г. был установлен на 12 КА шести типов.

Новые спутники ZDPS-2А и -2В – идентичные аппараты массой по 12 кг с корпусом в виде куба с ребром 25 см. К сожалению, почти никаких деталей неизвестно. Заявленная задача проекта – летная отработка микроэлектромеханических систем, сверхлегкого механизма разворачивания, технологии совместной «сетевой» работы пико- и наноспутников, проверка возможности создания прикладных систем на основе таких КА.

Судя по анимации, сразу после отделения от 3-й ступени аппараты произвели разворачивание ферменной конструкции шестиугольной формы, однако официального подтверждения этого события не было.

Сообщается, что аппараты оснащены двигательной установкой, созданной компанией «Хунъян» при 4-й академии Китайской корпорации космической науки и промышленности. По состоянию на 27 октября целенаправленные изменения их орбит не отмечены.



**Ваш  
космический  
брокер**

И. Чёрный.  
«Новости космонавтики»  
Фото А. Моргунова

## Три «источника»

**24** сентября в 00:59:37.999 ДМВ (23 сентября в 21:59:38 UTC) с пусковой установки №3 площадки №133 Государственного испытательного космодрома Плесецк боевой расчет Воздушно-космических сил (ВКС) при участии специалистов предприятий российской ракетно-космической промышленности выполнил успешный пуск РН легкого класса «Рокот» (14A05) с разгонным блоком (РБ) «Бриз-КМ» (14С45) и тремя аппаратами в интересах Министерства обороны РФ.

Пуск проведен под общим руководством заместителя главнокомандующего ВКС – командующего Космическими войсками генерал-лейтенанта А. В. Головки.

Через две минуты после старта РН была взята на сопровождение средствами наземного автоматизированного комплекса управления ВКС. В соответствии с программой полета в 01:05 ДМВ космическая головная часть отделилась от второй ступени РН. Формирование целевой орбиты потребовало двух включений двигателя РБ «Бриз-КМ» и заняло около двух часов. В расчетное время они отделились от РБ и были приняты на управление наземными средствами Главного испытательного космического центра имени Г. С. Титова.

Аппаратам были присвоены порядковые номера «Космос-2507», «Космос-2508» и «Космос-2509». С ними установлена и поддерживается устойчивая телеметрическая связь. Бортовые системы спутников функционируют нормально.

Номер	Обозначение	Название	Параметры орбиты			
			i	Нр, км	На, км	P, мин
40920	2015-050A	Космос-2507	82.497°	1500.7	1528.3	116.08
40921	2015-050B	Космос-2508	82.490°	1500.1	1525.5	116.06
40922	2015-050C	Космос-2509	82.495°	1500.8	1530.4	116.11
40923	2015-050D	Бриз-КМ	82.491°	1207.5	1514.2	112.52

Номера и международные обозначения объектов в каталоге Стратегического командования (СК) США и определенные по его данным параметры начальных орбит приведены в таблице. Соответствие между номерами объектов и названиями в серии «Космос» условное.

За два дня до пуска\* Управление пресс-службы и информации (УПСИ) Минобороны РФ сообщило, что в ходе предстоя-

щего запуска на орбиту будут выведены КА серии «Родник», относящиеся к низкоорбитальной многофункциональной системе персональной спутниковой связи.

Аппараты семейства «Родник» используются для обеспечения связи в отдаленных районах, где традиционные системы отсутствуют. Разработчиком и производителем КА является АО «Информационные спутниковые системы» (ИСС) имени академика М. Ф. Решетнёва в г. Железногорске Красноярского края. Масса каждого спутника – 280 кг, расчетный срок службы – пять лет. С 2005 г. в интересах Минобороны запущены 15 аппаратов этого типа, размещенные в четырех орбитальных плоскостях с шагом 45° по долготе. Эксплуатируется также гражданская версия данной системы, известная как «Гонец».

30 сентября пресс-служба ИСС сообщила, что предприятие завершило производство двух очередных КА персональной спутниковой связи «Гонец-М» в рамках Федеральной космической программы на 2006–2015 гг. В настоящее время готовые спутники помещены в компании ИСС на ответственное хранение. Их запуск в составе блока из трех КА запланирован на 2016 г.

Малые спутники «Гонец-М» предназначены для организации связи и передачи данных, в том числе в формате «электронной почты». На базе 12 КА этого типа, запущенных в 2010–2015 гг., в России создана многофункциональная система персональной спутниковой связи «Гонец-Д1М», позволяющая решать задачи доставки информации в труднодоступных регионах, в условиях чрезвычайных ситуаций, а также сбора и передачи гидрометеорологической информации, промышленного и научного мониторинга.

Носитель «Рокот», использованный в пуске, создан в рамках конверсионной программы на базе снимаемой с вооружения МБР РС-18. Ракета состоит из блока ускорителей (первая и вторая ступени) в транспортно-пусковом контейнере и космической головной части, состоящей из РБ «Бриз-КМ», головного обтекателя, переходной системы,

промежуточного отсека и отсека полезной нагрузки. Предприятие – изготовитель ракеты – ГКНПЦ имени М. В. Хруничева.

Летно-конструкторские испытания прототипа носителя с космодрома Байконур шли с 20 ноября 1990 г. Из Плесецка «Рокот» впервые стартовал 16 мая 2000 г. (НК №7, 2015, с.62-69). Всего за этот период с космодрома произведено 24 пуска этой ракеты. Предыдущий состоялся 20 марта 2015 г.

В 2015–2016 гг. планируются еще несколько пусков «Рокота». На 10 декабря намечался старт европейского спутника Sentinel-3A, однако, по данным источников из Министерства обороны РФ, из-за нестыковок планов пусковых кампаний компании Eurokot и военных два пуска «Рокотов» оказались назначены примерно на одну и ту же дату – при том, что пока на космодроме имеется в наличии только один РБ «Бриз-КМ». Поэтому возможен перенос запуска иностранного КА\*\*.

Sentinel-3A предназначен для наблюдения океана и изменений климата и играет ключевую роль в программе мониторинга окружающей среды «Коперник». На орбите спутник составит компанию радарному Sentinel-1A и мультиспектральному Sentinel-2A. Первый стартовал в апреле 2014 г., второй же отправится в космос весной 2016 г. Головным изготовителем аппарата является французское подразделение франко-итальянского концерна Thales Alenia Space (TAS).

В 2016 г. пока планируется два старта «Рокота» из Плесецка. В середине апреля – середине июля должен полететь спутник Sentinel-5p, а в июле – Sentinel-2B. Ранее Минобороны РФ заявляло, что намерено с 2016 г. отказаться от «Рокотов», использующих токсичные компоненты топлива. В дальнейшем военное ведомство намерено применять легкие ракеты «Союз-2.1В» с блоком выведения «Волга» и «Ангара-1.2» с блоком выведения АМ («Агрегатный модуль»). В частности, две очередные тройки спутников «Гонец-М» могут выводиться на РН одного из указанных типов.

\* [http://function.mil.ru/for\\_media/events/details.htm?id=3902@morfSimpleEvent](http://function.mil.ru/for_media/events/details.htm?id=3902@morfSimpleEvent)

\*\* «Нестыковки», очевидно, связаны с планами запуска очередного спутника «Гео-ИК-2», который также должен стартовать в декабре 2015 г.

# Второй китайский дебют

И. Лисов.

«Новости космонавтики»

**25** сентября в 09:41:40 по пекинскому времени (01:41:40 UTC) из Центра космических запусков Цзюцюань был выполнен первый пуск легкой твердотопливной РН «Чанчжэн-11» (CZ-11 №Y1). Через 10 минут после старта на орбиту, близкую к расчетной, были выведены четыре китайских спутника. Верхняя ступень выполнила затем маневр увода на орбиту с коротким сроком баллистического существования и уже 2 октября сгорела в плотных слоях атмосферы.

Номера и международные обозначения, присвоенные запущенным объектам в каталоге Стратегического командования США, а также начальные параметры их орбит приведены в таблице.

Наименование	Номер	Межд. обоз.	Параметры орбиты			
			i	Нр, км	На, км	P, мин
Пуцзян-1	40925	2015-051A	97.312°	479.3	499.6	94.210
SKD-2	40926	2015-051B	97.311°	478.2	500.6	94.198
NJUST-2	40927	2015-051C	97.321°	476.5	498.9	94.182
NJFA-1	40928	2015-051D	97.307°	476.0	497.9	94.178
Ступень	40929	2015-051E	97.337°	151.0	587.4	91.753

Примечание. Орбита солнечно-синхронная, местное время прохождения нисходящего узла 08:00.

Это был второй всего за неделю пуск совершенно нового китайского носителя (см. с. 34, 59). Он был произведен с той же площадки, с которой в ноябре 2014 г. стартовала твердотопливная РН «Куйчжоу» со спутником «Куайчжоу-2».

## «Пуцзян-1»: будущее – сегодня

Полезный груз первой CZ-11 включал миспутник «Пуцзян-1» и три пикоспутника под общим названием «Тяньван-1». Окончательное решение о его составе было принято в конце 2014 г. Интересно отметить, что перед стартом в Сианьском центре управления спутниками был отпечатан памятный конверт с надписью «одной ракетой – три спутника». Что имели в виду его авторы – осталось загадкой.

«Пуцзян-1» (浦江一号, Pujiang-1, PJ-1) разработан Шанхайской исследовательской академией космической техники SAST («8-я академия») и назван в честь реки Хуанпу в Шанхае.

Заявленная цель проекта переключается с назначением ракеты CZ-11 – создать базу для создания интегрированных прикладных спутников, характеризующихся сжатыми сроками проектирования, быстрой сборкой, испытаниями и использованием по целевому назначению, включая возможность развертывания целых группировок малых КА.

Идея состояла в том, чтобы сделать «интеллектуальный» модульный спутник по принципу plug-n-play\* – чтобы его можно было собирать как компьютер, из готовых компонентов с функцией самоконтроля, пользуясь стандартными интерфейсами и протоколами – механическими, питания, управления и обмена данными, – и осна-

щать целевой аппаратурой в соответствии с запросами заказчика, предлагая последнему готовое интегрированное информационное решение на орбите. Сроки при этом задавались следующие: сборка и оснащение спутника целевой аппаратурой под требования заказчика – один месяц, подготовка к старту – одна неделя, планирование даты пуска – с точностью до дня.

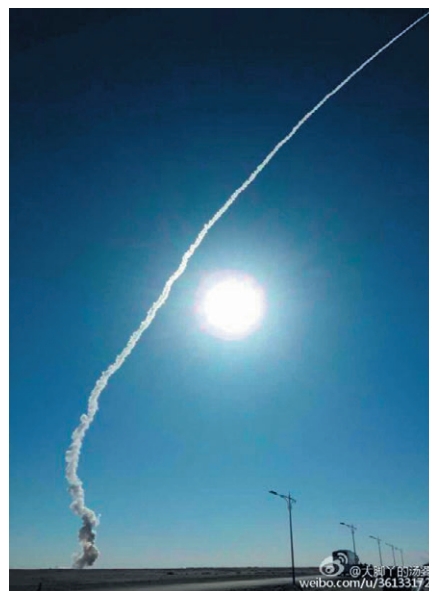
Исследования в области быстро собираемых «блочных» спутников и универсальной платформы для них были начаты в SAST в 2009 г., а с начала 2012 г. приобрели статус проекта с финансированием из собственных средств. Во главе работ стояли главный конструктор Чэнь Чжаньшэн (陈占胜) и административный руководитель Лай Цзин (赖京), параллельно руководившие разработкой спутника-инспектора «Шицзянь-12» и экспериментального аппарата «Шицзянь-16».

По существу «Пуцзян-1» стал молодежным проектом: для заместителей главного конструктора и других руководителей направлений это была первая серьезная работа. Всего в команду разработчиков входило 80–90 человек, из которых 39 были командированы в Цзюцюань и в центр управления в Сиане для обеспечения запуска.



Предположительно спутниковой платформе для быстрой сборки спутников из стандартных блоков было дано наименование SAST-300. Проектирование велось по безбумажной технологии, в цифровом виде, что позволило ускорить работы и исключить часть этапов, таких как, например, изготовление изделия для термовакuumных испытаний. Выпуск технической документации, подготовка материалов, стандартных частей и инструментов, контроль процесса сборки и контроль качества были автоматизированы. Применялись и новые технологии производства; так, титановый кронштейн антенны был изготовлен методом 3D-печати и испытан за трое суток вместо четырех месяцев при традиционном способе проектирования и производства.

Помимо пионерских принципов построения КА, разработчики ввели в его состав ряд новых компонентов, таких как жидкостный контур терморегулирования с микронасосом, переключатели на материале с памятью формы, высокоскоростные цифровые процессоры сигналов, программируемые логические матрицы типа Hi core II ER2C3000-G,



статические ОЗУ большой емкости и новый звездный датчик.

В проект заложена возможность обмена информацией между приборами на борту по беспроводной сети типа Wi-Fi. В первом спутнике по этой технологии построен обмен с термодатчиком, но, как считают разработчики, в будущем можно будет вообще отказаться от кабельной сети, оставив только цепи питания, и вести весь информационный обмен по беспроводным каналам.

Существенную поддержку проекту на начальном этапе оказали Институт автоматической Китайской АН, 36-й институт и ряд других организаций. Именно Институт автоматической во второй половине 2012 г. обеспечил для КА «Пуцзян-1» первую полезную нагрузку – он профинансировал разработку двух камер, одна из которых была размещена на борту.

Разработчики видят свое детище полезным для многих прикладных задач, таких как съемка и дистанционное зондирование Земли из космоса, связь и навигация. Тем не менее целых два года (!) ушло на командировки с презентациями проекта всем возможным и невозможным пользователям с целью заручиться их поддержкой и обрести заказчика. Он был найден лишь во второй половине 2014 г. и в имеющихся публикациях не называется. Говорится лишь, что «Пуцзян-1» планируется использовать «для мониторинга электромагнитной среды, обследования земельных ресурсов и при реагировании на чрезвычайные ситуации».

Достаточно долго не решался вопрос о том, на какой из двух разрабатываемых «ракет быстрого реагирования» – CZ-6 или CZ-11 – «Пуцзян-1» будет запущен, так что аппарат успел поучаствовать в отработке процессов наземной подготовки обоих носителей. 18 октября 2013 г. команда Чэнь Чжаньшэна получила указание подготовить макет КА к отправке в Тайюань, и уже 15 ноября из Шанхая вместе с примерочной ракетой CZ-6 уехал вполне жизнеспособный аппарат с посадочным интерфейсом, двигательной установкой, 15 блоками аппаратуры и кабельной сетью. Полгода спустя, 1 июля 2014 г., «Пуцзян-1» был отправлен в Цзюцюань уже для 40-суточных совместных испытаний с CZ-11.

В готовом виде «Пуцзянь-1» выглядит как шести- или восьмиугольная призма с

\* В России подобную идеологию пыталась реализовать компания «Спутникс» (НК № 9, 2012).

диаметром описанной окружности порядка 1 м и высотой примерно 1.5 м. К двум боковым панелям корпуса прилегают сложные трехсекционные солнечные батареи. Фотографии КА не опубликованы, его стартовая масса и характеристики целевой аппаратуры неизвестны.

### «Тяньван-1», или Три кубсата

Три кубсата на CZ-11 известны под общим названием «Тяньван-1» (天网一号, Tianwang 1, TW-1), что означает «небесная сеть». Аппараты образуют распределенную систему, в которой каждый имеет собственную задачу, и способны обмениваться информацией.

История системы TW-1 уходит корнями в многоспутниковый проект QB50 (см. также с.38). Китай был представлен в запланированном созвездии из 50 наноспутников следующими семью проектами:

- ◆ BUSAT-1 от Пекинского университета авиации и астронавтики;
- ◆ LilacSat-1 от Харбинского политехнического университета;
- ◆ NJUST-1 от Нанкинского университета науки и техники;
- ◆ Aoxiang-1 от Северо-Западного политехнического университета;
- ◆ ZJU CubeSat от Чжэцзянского университета;
- ◆ NUDTSat от Национального университета оборонных технологий;
- ◆ STU-1 от Шанхайского технического университета, известного как ShanghaiTech.

Названия в этом списке являются в основном сокращениями от англоязычных наименований соответствующих китайских вузов. В КНР, однако, они известны под параллельными обозначениями, образованными от китайских названий тех же учебных заведений. Поэтому, в частности, STU-1 имеет наименование «Шанкэда-1» (上科大一号, сокращение от полного названия 上海科技大学 – Шанхай кэцзи дасюэ), а NJUST-1 – «Наньлигун-1» (南理工一号, от полного 南京理工大学 – Наньцзин лигун дасюэ).

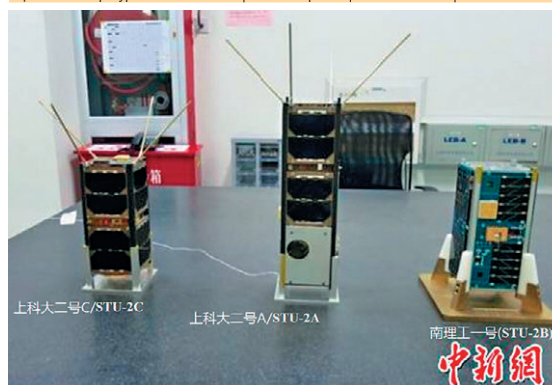
Неоднократные переносы срока запуска по проекту QB50 привели к тому, что многие разработчики решили продублировать свои усилия на национальном уровне. Но если на базе кубсата LilacSat-1 был разработан и запущен наноспутник LilacSat-2 (см. с.38), то STU-1 и NJUST-1 были повторены в прежнем формате кубсата, но с новыми функциями. Так появились «Шанкэда-2» и «Наньлигун-2», и лишь третий аппарат группы «Тяньван-1» под именем NJFA-1\* был разработан заново.

«Шанкэда-2» также фигурирует как название всей группы из трех кубсатов, поскольку команда Шанхайского технического центра микроспутников играла в проекте ведущую роль. В первоначальных планах был запущен четырех аппаратов, двух шанхайских и двух нанкинских, но впоследствии список был сокращен до трех.

Для удобства читателей приведем сопоставительную таблицу обозначений и характеристик трех кубсатов, тем более что в посвященных им публикациям оказалось много путаницы.

Основной целью проекта «Тяньван» являются испытания радиокомплекса в виде «софтверного радио», то есть выполненного на программируемых логических матрицах с возможностью оперативного изменения конфигурации. Этот радиокомплекс будет использоваться для обмена командно-телеметрической информацией с наземной станцией в радиолюбительском диапазоне с применением соответствующих алгоритмов и протокола CSP (CubeSat Space Protocol).

Обозначения и характеристики кубсатов			
Обозначение	NJFA-1	NJUST-2	SKD-2
Наименование	Неизвестно	Наньлигун-2	Шанкэда-2
Обозначение в группе «Шанкэда»	STU-2A	STU-2B	STU-2C
Обозначение в группе «Тяньван»	TW-1A	TW-1B	TW-1C
Номер в каталоге СК США	40928	40927	40926
Тип кубсата и масса, кг	3U, 2.9 кг	2U, 2.2 кг	2U, 1.7 кг
Частота бортового передатчика	435.645 МГц	437.645 МГц	435.645 МГц
Целевая аппаратура	Камера	AIS	ADS-B



Кроме того, аппараты будут осуществлять межспутниковую связь по протоколу Gamalink португальской компании Tekever в диапазоне S (2.4 МГц) с распределенным спектром со скоростью до 1 Мбит/с.

Среди новых компонентов кубсатов – MEMS-магнитометры, многоосевой датчик ускорений, компактный звездный датчик и др. «Шанкэда-2» (SKD-2) разработан в Шанхайском техническом центре микроспутников SECM, который возглавляет Кан Гоуа (康国华). Главным конструктором аппарата является профессор У Шуфань (吴树范), директор центра SECM по новым технологиям.

Аппарат выполнен в формате CubeSat форм-фактора 2U и имеет массу 1.7 кг при габаритных размерах 114×114×239 мм. Бортовой радиокомплекс функционирует на частоте 435.645 МГц со скоростью 4800 или 9600 бит/с, работая на передачу с 10-секундными интервалами.

Спутник оснащен приемником сигналов автоматической системы определения местонахождения самолетов ADS-B (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast). Уже к вечеру 26 сентября с его помощью были получены 51 665 блока данных о 405 различных авиарегионах, а к вечеру 28 сентября число отслеженных полетов достигло 12 463.

«Наньлигун-2» (NJUST-2) – также двойной кубсат массой 2.2 кг с габаритами 114×114×239 мм\*\*. Благодаря двум откидным панелям солнечных батарей он располагает большей мощностью системы электропитания – 3 Вт. Бортовой радиокомплекс работает на частоте 437.645 МГц со скоростью 4800 или 9600 бит/с, работая на передачу с 20-секундными интервалами.

Аппарат оснащен приемником сигнала автоматической системы определения

местонахождения судов AIS (Automatic Identification System).

NJFA-1 – единственный в группе тройной кубсат, его масса – 2.9 кг, а размеры – 114×114×343.3 мм. Бортовой радиокомплекс работает на частоте 435.645 МГц со скоростью 4800 или 9600 бит/с, функционируя на передачу с 10-секундными интервалами.

Этот спутник появился в результате визита профессора Пекинского нормального университета Чэна Сюэ (程晓) в Шанхайский центр микроспутников 7 марта 2014 г. Именно он подал идею кубсата для мониторинга ледовой обстановки в Арктике, а У Шуфань, только что вернувшийся из Европы с переговоров по проекту QB50, воспринял идею с энтузиазмом. Судя по имеющимся публикациям, это совместная разработка нанкинского и шанхайского центров при головной роли первого.

Аппарат оснащен видеокамерой для наблюдения полярных районов Земли с разрешением 100 м, которая может использоваться для мониторинга таяния морского льда и проходами Северного морского пути, а также для обеспечения китайских антарктических экспедиций на корабле «Сюэлу».

На КА также установлены двухсистемные (GPS/«Бэйдоу») приемники спутниковых навигационных сигналов.

NJFA-1 имеет в своем составе MEMS-микродвигатель на холодном газе шведского производства тягой порядка 10 мН (1 гс) для точных коррекций орбиты. С его помощью предполагается продемонстрировать совместный полет двух кубсатов. По состоянию на 27 октября никаких преднамеренных изменений параметров орбит кубсатов не отмечено.

Интересно, что объект с каталожным номером 40926, идентифицированный SECM с аппаратом STU-2C («Шанкэда-2»), снижается заметно быстрее двух своих собратьев и потерял за месяц полета 2.5 км высоты против 1.3–1.5 км у остальных.

За разработку двух нанкинских спутников отвечал доцент Чжан Сян (张翔). В 2006 г. он получил докторскую степень в области электромеханики в Нанкинском университете авиации и астронавтики NUAА и в 2007–2011 гг. был заместителем директора Технического центра малых спутников этого вуза. Под его руководством был создан спутник «Тяньсюнь-1» (TX-1), выведенный на орбиту 9 ноября 2011 г. вместе с основным аппаратом «Яогань вэйсин-12» и описываемый в биографии Чжана как «первый китайский стелс-спутник». В мае 2014 г. этот аппарат массой 64.7 кг с характерной формой обелиска продолжал успешно работать на орбите. С декабря 2012 г. Чжан Сян был главным конструктором спутника «Наньлигун-1» (NJUST-1) для проекта QB50, а в настоящее время является заместителем главного конструктора КА NJUST-2 и NJFA-1.

Наземная станция для управления и приема информации со спутников системы «Тяньван-1» расположена в технопарке Чжансян в районе Пудун в Шанхае.

\* Расшифровка обозначения неизвестна.

\*\* По другим данным, 100×100×227 мм.

# ВНИМАНИЕ!

## Открыта подписка на 2016 год для частных лиц на журнал «Новости космонавтики»

Для оформления подписки заполните прилагаемую ниже квитанцию, вырежьте или скопируйте ее и оплатите в банке. Попросите операциониста банка полностью ввести Ваш почтовый адрес (с индексом) и Ф.И.О.

### Стоимость подписки с почтовой доставкой по России

- ◆ на I полугодие 2016 года (6 номеров) 1590 руб. 00 коп.\*
- ◆ на весь 2016 год (12 номеров) 3180 руб. 00 коп.\*

\* Стоимость подписки для юридических лиц Вы можете узнать по телефону +7 (926) 997-31-39

### Также Вы можете получить информацию и скопировать бланк квитанции на нашем сайте [www.novosti-kosmonavtiki.ru](http://www.novosti-kosmonavtiki.ru)

Копию или оригинал квитанции об оплате необходимо выслать в редакцию НК (письмом, по факсу или электронной почтой) с обязательным указанием Ф.И.О. подписчика, точного почтового адреса и подписного периода.

Стоимость текущей подписки с любого номера и на любой срок, а также подписки для СНГ, дальнего зарубежья и организаций Вы можете узнать, позвонив по телефону редакции (926) 997-31-39 или отправив запрос: [lera@novosti-kosmonavtiki.ru](mailto:lera@novosti-kosmonavtiki.ru)

### Купить журнал в розницу Вы можете:

в редакции журнала «Новости космонавтики» (926) 997-31-39  
в киосках г. Королёва (495) 519-23-90  
в Доме технической книги Москва, Ленинский пр-т, д. 40  
в Доме книги на Соколе Москва, Ленинградский пр-т, д. 78, корп. 1  
в Московском доме книги Москва, Новый Арбат, д. 8

### Вы можете оформить подписку через агентства

В почтовых отделениях России

#### Каталог «Роспечать»:

индексы: 79189 – для России  
20655 – для СНГ

#### Каталог российской прессы «Почта России» (МАП):

индекс: 12496

#### Каталог «Пресса России»:

индекс: 18496 ([www.akc.ru](http://www.akc.ru))

В альтернативных почте агентствах:

ООО «Урал-Пресс» (495) 961-23-62  
ООО Агентство «ИнформНаука» (495) 787-38-73

## Вы можете оформить подписку на электронную версию журнала (2016 год – 1900 рублей) или приобрести отдельные номера в формате PDF

Для этого надо оставить заявку на нашем сайте: [www.novosti-kosmonavtiki.ru/mag/](http://www.novosti-kosmonavtiki.ru/mag/)

Извещение	Форма № ПД-4	
	<b>ООО Информационно-издательский дом «Новости космонавтики»</b>	
Кассир	(наименование получателя платежа)	
	<b>771 318 9873</b>	<b>407 028 105 380 000 152 63</b>
	(ИНН получателя платежа)	(Номер счета получателя платежа)
	ПАО «СБЕРБАНК РОССИИ»	БИК <b>044 525 225</b>
	(наименование банка получателя платежа)	
	Номер кор./сч. банка получателя платежа	<b>301 018 104 000 000 002 25</b>
	<b>«Новости космонавтики»</b>	
	(наименование платежа)	
	Ф.И.О. плательщика: _____	
	Адрес плательщика: _____	
Сумма платежа: _ _ руб. <b>00</b> коп. Сумма платы за услуги: _____ руб. _____ коп.		
Итого _____ руб. _____ коп. “ _____ ” _____ 201_ г.		
С условиями приема указанной в платежном документе суммы, в т.ч. с суммой взимаемой платы за услуги банка ознакомлен и согласен.		
Подпись плательщика		
Квитанция	<b>ООО Информационно-издательский дом «Новости космонавтики»</b>	
	(наименование получателя платежа)	
	<b>771 318 9873</b>	<b>407 028 105 380 000 152 63</b>
	(ИНН получателя платежа)	(номер счета получателя платежа)
	ПАО «СБЕРБАНК РОССИИ»	БИК <b>044 525 225</b>
	(наименование банка получателя платежа)	
	Номер кор./сч. банка получателя платежа	<b>301 018 104 000 000 002 25</b>
	<b>«Новости космонавтики»</b>	
	(наименование платежа)	
	Ф.И.О. плательщика: _____	
Адрес плательщика: _____		
Сумма платежа: _ _ руб. <b>00</b> коп. Сумма платы за услуги: _____ руб. _____ коп.		
Итого _____ руб. _____ коп. “ _____ ” _____ 201_ г.		
С условиями приема указанной в платежном документе суммы, в т.ч. с суммой взимаемой платы за услуги банка ознакомлен и согласен.		
Подпись плательщика		

Д. Бецис.  
«Новости космонавтики»

# Astrosat

## первая индийская обсерватория на орбите

**28** сентября в 10:00:00 по местному времени (04:30:00 UTC) с первой стартовой площадки Космического центра имени Сатиша Дхавана в Шрихарикоте стартовала ракета PSLV-C30 (Polar Satellite Launch Vehicle) с астрономической обсерваторией Astrosat и шестью попутными спутниками США, Индонезии и Канады на борту.

Принадлежащий Индийской организации космических исследований ISRO Astrosat стал для этой страны первой специализированной астрономической обсерваторией на орбите. Спустя 22 мин 31.4 сек после старта он с большой точностью был выведен на расчетную круговую орбиту высотой около 650 км. Затем отделились: спутник LAPAN-A2 Национального института аэронавтики и космонавтики Индонезии (Indonesian National Institute of Aeronautics and Space), exactView-9 (EV 9) – наноспутник канадской компании exactEarth и четыре аппарата Lemur-2 с личными именами Joel, Peter, Jeroen и Chris – кубсаты типа 3U низкоорбитальной группировки американского стартапа Spire Global.

Параметры орбит запущенных аппаратов

Наименование	Номер	Обозначение	Параметры орбиты			
			i	Нр, км	Ha, км	P, мин
Astrosat	40930	2015-052A	5.994°	629.8	647.4	97.296
LAPAN-A2	40931	2015-052B	6.000°	628.3	647.3	97.281
Lemur-2 Joel	40932	2015-052C	6.008°	627.1	647.0	97.265
Lemur-2 Peter	40933	2015-052D	6.003°	626.1	647.0	97.254
Lemur-2 Jeroen	40934	2015-052E	6.008°	630.7	647.3	97.305
Lemur-2 Chris	40935	2015-052F	6.002°	631.9	647.2	97.317
exactView-9	40936	2015-052G	6.003°	632.0	647.5	97.321
PSLV R/B	40937	2015-052H	5.955°	604.2	647.0	97.026

В таблице приведены номера и международные обозначения запущенных спутников и верхней ступени РН в каталоге Стратегического командования (СК) США, а также начальные параметры их орбит.

Немного статистики. Старт 28 сентября стал для Индии:

- ❖ 49-й попыткой орбитального пуска с 1979 г.;
- ❖ 31-м пуском PSLV с 1993 г.;
- ❖ десятым пуском XL-конфигурации с 2008 г.;
- ❖ третьим пуском PSLV в 2015 г.

### Индийская многодиапазонная обсерватория

Управлением полета КА Astrosat занимается комплекс ISRO в Бангалоре под названием Mission Operations Complex (MOX). Научные данные поступают в Индийский центр космических данных Indian Space Science Data Centre (ISSDC), расположенный рядом с Бангалором, в городе Бялалу, где также находится станция Системы дальней космической связи.

Основные задачи миссии Astrosat:

- ◆ исследование процессов в двойных звездных системах с нейтронными звездами и черными дырами;
- ◆ определение магнитных полей нейтронных звезд;
- ◆ исследование области звездообразования и внегалактических процессов, сопровождающихся выделением высокой энергии;
- ◆ обнаружение новых ярких рентгеновских источников;
- ◆ детальное наблюдение Вселенной в УФ-диапазоне.

### Подготовка и запуск

Идеи аппарата, посвященного астрономическим исследованиям, начали рассматриваться в Индии в конце 1990-х с учетом успеха индийского рентгеновского астрономического эксперимента IXAE (Indian X-Ray Astronomy Experiment), который был проведен на спутнике IRS-P3 в 1996 г.

В 2004 г. правительство одобрило проект AstroSat, выделив на него финансиро-

вание в 1780 млн рупий (39 млн \$). Предполагалось запустить КА в течение ближайших четырех лет, но разработка уникальных научных инструментов сдвинула сроки.

Летом 2012 г. на международной конференции COSPAR, которая в тот год проходила в Индии, Ситха Сомасундарам (Seetha Somasundaram) из Спутникового центра ISRO в Бангалоре отметила, что почти все приборы готовы, однако с двумя инструментами остаются проблемы. «Мы прилагаем все усилия, чтобы спутник мог быть запущен в следующем году», – заверила она.

Миссия Astrosat, как и многие космические проекты, прошла долгий путь от начальной концепции до изготовления и подготовки сложных приборных комплексов. Так, разработка телескопа мягкого рентгеновского излучения заняла 11 лет. Алюминиевые зеркала (320 штук), сделанные с большой точностью и покрытые золотым напылением, устанавливались в виде концентрических оболочек и закреплялись с точностью до 20 мкм – меньше толщины человеческого волоса! Изготовление этой конструкции заняло около трех лет, отметил в июле 2012 г. д-р К. П. Сингх (K. P. Singh) из Института фундаментальных исследований Тата.

И все же обещанного пришлось ждать три года. В феврале 2014 г. К. Радхакришнан (K. Radhakrishnan), на тот момент председатель ISRO, заявил, что Индия намерена запустить его в 2015 г. на борту носителя PSLV.

19 мая 2015 г. пресс-центр ISRO сообщил, что все подсистемы и полезные нагрузки интегрированы на платформу, но точной даты старта не назвал – говорилось лишь о второй половине 2015 г. По неофициальной информации, Astrosat на ракете с номером C34 стоял на октябрь вторым в очереди после навига-



### Циклограмма запуска PSLV-XL 28 сентября 2015 года

Событие	Расчетное время, сек	Реальное время, сек
Зажигание РДТТ 1-й ступени	0.00	0.0
Запуск ускорителей 1, 2	0.42	0.4
Запуск ускорителей 3, 4	0.62	0.6
Запуск ускорителей 5, 6	25.0	25.0
Отделение ускорителей 1, 2	69.9	69.9
Отделение ускорителей 3, 4	70.1	75.0
Отделение ускорителей 5, 6	92.0	92.0
Отделение 1-й ступени	112.0	111.9
Зажигание 2-й ступени	112.2	113.8
Сброс обтекателя	169.2	169.1
Отделение 2-й ступени	262.99	262.5
Зажигание 3-й ступени	264.18	263.6
Отделение 3-й ступени	587.64	587.1
Зажигание 4-й ступени	1017.0	1014.3
Выключение 4-й ступени	1315.92	1314.3
Отделение Astrosat	1352.92	1351.4
Отделение LAPAN-A2	1382.92	1381.3
Отделение NLS-14	1407.92	1407.6
Отделение Lemur-1	1442.92	1442.0
Отделение Lemur-2	1442.92	1477.2
Отделение Lemur-3	1512.92	1512.3
Отделение Lemur-4	1532.92	1532.1

ционного спутника IRNSS-1E в сентябре на ракете С30. Однако последний вскоре «кушел» на декабрь, и в августе стало известно, что Astrosat «пересадили» на ближайшую ракету и передвинули на 28 сентября.

Испытания собранного аппарата – термовакуумные, вибрационные, акустические и на электромагнитную совместимость – заняли еще три месяца, но 16 августа Astrosat был отправлен в Космический центр имени Сатиша Дхавана.

Ракету-носитель стартовой массой 320 т и высотой 44.4 метра собрали на первой площадке стартового комплекса, которая была введена в строй в 1993 г. Старт назначили на понедельник 28 сентября, в 10 утра по местному времени (04:30 UTC).

В субботу в 08:00 по местному времени начался 50-часовой обратный отсчет. В этот день заправляли баки четвертой ступени PSLV: до 12:00 – топливом (монометилгидразин), после этого и до 16:15 – окислителем (смесь азотных оксидов MON-3). В воскресенье была отведена на 50 метров мобильная башня обслуживания. Заправили жидкостную вторую ступень, после чего заправочная станция оставила ракету на площадке в ожидании старта. Одновременно подготавливался мобильный пункт управления запуском.

За 25 мин до «нуля» метеослужба подтвердила благоприятные погодные условия. В Т–15 мин состоялось окончательное разрешение на пуск по результатам опроса всех систем, и в Т–12 мин подготовка перешла в автоматический режим. В Т–3 мин PSLV перешла на питание от батарей, завершился наддув баков второй и четвертой ступени.

Зажигание двигателя первой ступени произошло точно в назначенное время. Через 0.42 и 0.62 сек после «нуля» включились четыре твердотопливных ускорителя, доведя суммарную тягу до 7676 кН, – и PSLV уверенно ушла со старта в юго-восточном направлении. Через 25 секунд полета включились еще два, увеличив тягу до 9114 кН.

После выгорания и отделения шести стартовых ускорителей полет продолжался на основном двигателе до Т+1:51.9, когда после выключения и спада тяги сработали пиротехнические разряды, отделившие первую ступень.

Запустился двигатель Vikas 4 второй ступени PSLV тягой 799.2 кН, началось управление полетом в замкнутом контуре. Головной обтекатель сбросили, когда PSLV поднялась на 114 км, выйдя из плотных слоев атмосферы.

После отделения второй ступени скорость достигла 5290 м/с. Третья – тягой 245.2 кН – работала 112 секунд, увеличив скорость почти до орбитальной – 7500 м/с.

Четвертая ступень с полезным грузом более семи минут летела по инерции, поднимаясь с 336 до 584 км. Включение двух ее двигателей в Т+16:54 было выполнено не в плоскости движения – для изменения наклона орбиты с 17° до 6°. Этот импульс длился ровно пять минут и доставил КА на заданную почти круговую орбиту.

Astrosat отделился в Т+22:31. Следующим был LAPAN-A2, далее – exactView-9 и четыре кубсата Lemur-2.

После успешного отделения и стабилизации Astrosat развернул солнечные батареи, а сканирующий телескоп SSM переведен в рабочее положение. Звездный датчик подтвердил правильную ориентацию спутника.

На следующий день, 29 сентября, запустили генератор системного времени в составе прибора LAXPC и монитор заряженных частиц CPM в тестовом режиме. 30 сентября включили электронику широкоугольного телескопа LAXPC, мягкого рентгеновского SXT и сканера SSM. 1 и 2 октября проверили функциональность телескопа CZTI и других приборов. По состоянию на 4 октября все системы, служебные и научные, работали отлично.

### Спутниковая платформа

Стартовая масса Astrosat – 1513 кг, сухая – 1470 кг, габариты при старте 1.96×1.75×1.30 м. Аппарат состоит из двух частей – модуля служебных систем и модуля полезной нагрузки. Первый аналогичен модулю, который использовался на CartoSat-2, стартовавшем в 2007 г. (НК №3, 2007).

Система электропитания включает две разворачиваемые солнечные батареи, каждая из двух панелей с фотоэлементами на арсениде галлия с тремя переходами, общей мощностью 2100 Вт. Панели могут вращаться вокруг одной оси, отслеживая направление на Солнце. Энергия запасается в двух литий-ионных аккумуляторах емкостью по 36 А·ч.

Роль чувствительных элементов системы ориентации и стабилизации (СОС) выполняют два звездных датчика и три гироскопа высокой стабильности. Сопоставляя кадры звездного неба, полученные датчиками, с картой наиболее ярких звезд, система определяет пространственную ориентацию аппарата, гироскопы обеспечивают особую точность с учетом демпфирования угловой скорости. Исполнительные элементы СОС – маховики и магнитные катушки. Точность наведения аппарата лучше 0.05° по всем трем осям с высокой стабильностью, а дрейф составляет максимум 0.2″ в секунду, что достаточно для наблюдений.

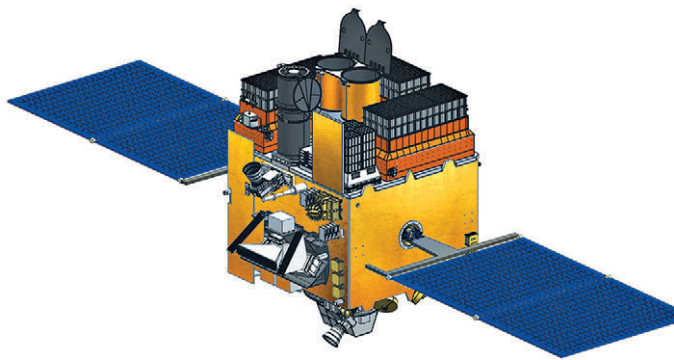
Двигательная система включает восемь жидкостных двигателей тягой по 2.5 фунта (11 Н) и центральный бак с гидразином массой 43 кг. Двигатели будут использоваться для разгрузки маховиков и коррекции орбиты в течение всего срока миссии (5 лет).

Успешное функционирование пяти научных инструментов обеспечивает высокоскоростная бортовая подсистема команд и обработки данных, которая передает и предварительно обрабатывает информацию для сохранения на твердотельном носителе объемом 160 Гбит до отправки на Землю. Передача научных данных осуществляется со средней скоростью 150 Мбит/с, однако высокоскоростной передатчик X-диапазона позволяет достигать и 210 Мбит/с по нисходящему каналу. Командно-телеметрическая система работает в S-диапазоне.

### Инструменты и начало научной миссии

На борту Astrosat имеется пять инструментов для одновременного наблюдения в разных областях спектра – от видимого до жесткого рентгеновского. В дальнейшем планируется расширить возможности первой индийской обсерватории, объединив ее показания с результатами работы других аппаратов и наземными телескопами.

В разработке и обслуживании приборов принимают участие Межуниверситетский центр астрономии и астрофизики в Пуна (Inter University Centre for Astronomy and Astrophysics – IUCAA), Институт фундаментальных исследований Тата (Tata Institute of Fundamental Research – TIFR) в Мумбаи, Индийский астрофизический институт (Indian Institute of Astrophysics – IIAP) и Раманов-



Основные характеристики приборов

Характеристика	Ультрафиолетовый изображающий телескоп Ultraviolet Imaging Telescopes (UVIT)	Мягкий рентгеновский телескоп Soft X-ray Proportional Counter (LAXPC)	Широкоугольный рентгеновский пропорциональный счетчик Large Area X-ray Telescope (SXT)	Кадмий-цинк- теллуридовый телескоп Cadmium Zinc Telluride Imager (CZTI)	Сканирующий телескоп Scanning Sky Monitor (SSM)
Детектор	CMOS-детектор на микроканальных платах (512x512, 25 мкм)	Рентгеновая ПЗС-матрица (600x600, 40 мкм)	Пропорциональный счетчик	CdZnTe, 128x128	Координатно-чувствительный пропорциональный счетчик
Изображающий/не изображающий	Изображающий	Изображающий	Не изображающий	Изображающий	Изображающий
Оптическая схема	Двойной рефлектор Ричи-Кретьена f=4750 мм, 1:12	Коническая зеркальная система с фокусным расстоянием 2.0 м	Коллиматор	Двумерная кодирующая маска	Одномерная кодирующая маска
Диапазон энергий	FUV (130–180 нм), NUV (200–300 нм), VIS (320–550 нм)	0.3–8 кэВ	3–80 кэВ	10–100 кэВ	2.5–10 кэВ
Собирающая площадь, см <sup>2</sup>	1250	200	6000	1024	180
Поле зрения (сферический угол)	28'	41.3x41.3'	1x1°	6x6°	10°x90°
Энергетическое разрешение	Лучше 100 см <sup>-1</sup> (зависит от фильтра)	~5–6% на 1.5 кэВ ~2.5% на 6 кэВ	12% на 22 кэВ	6% на 100 кэВ	25% на 6 кэВ
Угловое разрешение	1.8" (ближний и дальний УФ), 2.2" (видимый)	~2 аркмин	~1–5" (в режиме сканирования)	8'	~12'
Временное разрешение	1.7 мс	2.4 сек, 278 мс	10 мсек	20 мсек	1 мс
Типичное время наблюдения одной цели	30 мин	0.5–1 сут	1–2 сут	2 сут	10 мин
Чувствительность	20 <sup>m</sup> (5σ) за 200 сек (для 130–180 нм)	~15 мкРАБ (5σ) (10000 сек)	0.1 милликРАБ (3σ) (1000 сек)	0.1 милликРАБ (3σ) (1000 сек)	30 милликРАБ (3σ) (600 сек)
Количество блоков	2	1	3	1	3
Общая масса, кг	230	90	414	50	48
Мощность, Вт	85	80	65	50	30
Минимальное отклонение от Солнца	45°	>45°	30°	30°	30° от края поля зрения
Ведущая организация	IIA	TIFR	TIFR	TIFR	ISAC

Примечание. Единица измерения 1 кРАБ = поток от пульсара в Крабовидной туманности.

ский исследовательский институт (Raman Research Institute – RRI) в Бангалоре, а также некоторые индийские университеты.

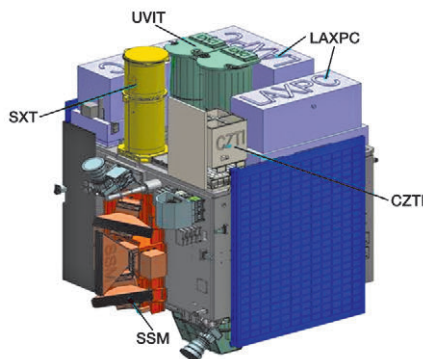
Канадское космическое агентство участвовало в проекте, поставив детекторы для телескопа UVIT, а Университет Лестера в Великобритании – ПЗС-камеру для мягкого рентгеновского телескопа SXT.

Подробнее о работе инструментов расскажем на примере первой недели – почти сразу после выхода на орбиту начались наблюдения глубин Вселенной.

CZTI после включения 7 октября направил взор на остаток сверхновой в Крабовидной туманности, а также на рентгеновский источник – кандидат в черные дыры Cygnus X-1. Крабовидная туманность считается в астрономии «стандартной свечой» и используется для калибровки, в частности, при наблюдениях на больших углах между осью прибора и направлением на объект.

Одной из задач CZTI как раз является изучение разных редких явлений, таких как гамма-всплески (GRB), в жестком рентгеновском диапазоне с широким углом обзора. Стало большой удачей то, что уже в первый день работы CZTI увидел гамма-всплеск, названный GRB 151006A. Во-первых, это свидетельствовало о функциональности прибора, а во-вторых, показывало, какие объекты и как можно наблюдать. По предварительной оценке, угол между осью прибора и направлением на GRB составлял 60.7°, и по документации CZTI должен «видеть» энергии фотонов больше 60 кэВ. Таким образом, GRB 151006A помог и в калибровке инструмента.

То, что там действительно есть источник, подтверждает увеличение сигнала, пропорционального количеству фотонов. Материал, которым покрыт детектор, рассчитан на то, что при энергиях выше 100 кэВ он становится



▲ Научная аппаратура Astrosat'a

ся прозрачным для излучения, и тогда можно увидеть значительный и резкий скачок.

Одна из весьма ценных способностей CZTI: он различает лучи в зависимости от их метода взаимодействия с детектором. Если происходит неупругое (комптоновское) рассеяние, то они подчиняются определенным принципам распространения и виден значительный скачок в скорости счета. Именно такой сигнал ожидается от GRB.

Почему же гамма-всплески до сих пор остаются загадкой? Несмотря на огромное количество данных, их происхождение и природа не до конца ясны. Один класс («длинные» GRB) связывают с вновь образованными черными дырами, другой («короткие» GRB) объясняют процессами слияния двух компактных объектов. Существует также гипотеза, что гамма-всплески выходят из нейтронных звезд с чрезвычайно сильным магнитным полем. Даже качественно многие процессы и механизмы излучения неизвестны.

За этими таинственными объектами CZTI будет наблюдать в паре с орбитальной обсерваторией Swift, совместным проектом США, Италии и Великобритании. Она с 20 но-

ября 2004 г. следит именно за гамма-всплесками и в соответствии со своим названием быстро находит новые, только появившиеся GRB. Правда, она «видит» только энергии до 150 кэВ, а многие «пикеты» всплесков лежат выше. CZTI может значительно улучшить результаты: и по спектральным характеристикам, и по диапазону (80–250 кэВ).

В то время как американский гамма-телескоп GLAST (Fermi), работающий с 11 июня 2008 г. (НК №8, 2011), очень чувствителен к высоким энергиям и обнаруживает много коротких и «жестких» всплесков, но весьма ограничен в локализации объектов, CZTI может видеть те же короткие гамма-всплески, локализуя их гораздо лучше Fermi.

Возможности CZTI сейчас проверяются по детальному анализу наблюдений GRB 151006A. Кроме того, новый инструмент чувствителен к поляризации, что также очень важно для физики и теоретического описания гамма-всплесков.

SSM – «Сканирующий монитор неба» – будет следить за глубоким космосом в большом поле зрения для обнаружения и локализации источников рентгеновского излучения. По конструкции он сходен с монитором ASM на обсерватории Rossi XTE и включает в себя три почти одинаковых детектора с одномерным кодированием и соответствующей электроникой, установленных на вращающейся платформе.

Развертывание SSM было выполнено в день запуска. 29 и 30 сентября успешно прошли плановые операции, связанные с поворотом платформы, проверены параметры вращения. С 12 октября прибор функционирует в рабочем режиме.

Когда КА был ориентирован на рентгеновский источник в Крабовидной туманности, SSM также наблюдал за этой областью. 12 октября он «увидел» нейтронную звезду, а 14-го – источник GRS 1915+105, который, по предположению, является черной дырой. После этого SSM нашел несколько других ярких источников (Cygnus X-1, Cygnus X-2, Serpents X-1).

Между тем SSM смотрел не только в глубины Вселенной. Во время солнечной вспышки 16 октября в 06:12 UTC все три детектора зафиксировали внезапный резкий скачок сигнала со временем нарастания около 2 минут и затем спад в течение 18 минут. Как оказалось, в это время в поле зрения телескопа попала Земля. Увеличение сигнала связывают с рентгеновскими лучами в земной магнитосфере.

### Попутчики

Четыре спутника Lemur-2, «кубсаты» формата 3U, разработаны и управляются компанией Spire Global (раньше называлась NanoSatsifi), которая планирует развернуть сеть небольших, недорогих спутников для наблюдения Земли, мониторинга морских трасс, связи между судами, метеорологии и научных исследований атмосферы. Первый спутник был запущен в 2014 г. (НК №8, 2014) как демонстрационный прототип для отработки технологии и тестовых наблюдений Земли в видимом и инфракрасном диапазонах.

Полезная нагрузка каждого «Лемура» включает в себя два блока: SENSE и STRATOS.



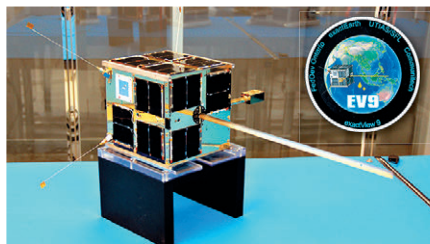
SENSE состоит из приемника УКВ-сигналов AIS (Automatic Identification System, Система автоматической идентификации). Они содержат идентификацию, информацию о положении, курсе и скорости судна, что позволяет отслеживать их движение и предотвращать столкновения, а также оповещать в случае внезапного изменения скорости.

Эти сигналы могут передаваться от судна к судну и с судна на берег в каждом отдельном районе без использования спутников, но космические ретрансляторы обеспечивают намного больший охват, что важно для мониторинга крупных морских районов. Вместе с тем есть проблема: из-за большого «поля зрения» спутника многочисленные «метки» разных судов перекрываются, и необходимо улучшать технологию приема, чтобы стабильно выделять их.

STRATOS использует сигналы спутников системы GPS для радиопросвечивания атмосферы, по результатам которого определяются профили температуры, давления и влажности. По принятым сигналам определяется временная задержка и угол рефракции – эффекты, возникающие при распространении через атмосферу. Так как линия от спутника GPS к аппарату Lemur-2 по мере их взаимного движения проходит на разной высоте, можно получить точную информацию о метеоусловиях в каждой точке с хорошей вертикальным разрешением.

Четыре спутника Lemur-2 названы Joel, Peter, Jeroen и Chris по именам руководителей компании Spire. Они являются лишь первым «десантом» огромной сети спутников – около 100 аппаратов, которую создатели намерены развернуть в ближайшие годы. По их словам, команда большая и «скоро у каждого будет свой "Лемуру"».

exactView-9 – наноспутник массой 5,5 кг, разработанный в Институте аэрокосмических исследований Университета Торонто, Канада. В общем перечне контрактов по программе Nanosatellite Launch Services этого университета он имеет обозначение NLS-14.



exactView-9 также является частью сети, обслуживающей систему AIS. Он оборудован приемником следующего поколения, который сочетает высокую скорость передачи данных с возможностью транслировать большой объем по нисходящему каналу при сеансах связи с наземными станциями.

Аппарат выполнен в форме куба с ребром 20 см, наружные панели сделаны из алюминия, на двух внутренних размещаются подсистемы и инструменты полезной нагрузки.

Питание мощностью до 10 Вт обеспечивается фотоэлементами на арсениде галлия с тремя переходами, установленными на каждой стороне куба. Энергия запасается в двух литий-ионных аккумуляторных батареях емкостью 5,3 А·ч. Блок питания обеспечивает рабочее напряжение платформы в 4 В.

Система ориентации и стабилизации представлена трехосным магнитометром, шестью солнечными и одним звездным датчиками. Исполнительными элементами являются три маховика общей массой 185 г и размером 5×5×4 см. Максимальный крутящий момент равен 2 мН·м, разгрузка обеспечивается магнитными катушками.

Обработка данных и управление спутником осуществляется с помощью бортового компьютера ARM7, который отвечает за телеметрию и прием команд, в то время как второй компьютер посвящен системе ориентации и стабилизации. Третий бортовой компьютер отвечает за функционирование научных инструментов и предварительную обработку данных.

На каждом одноплатном компьютере установлен процессор ARM7/TDMI с «кодовой памятью» 256 кбайт и оперативной памятью типа SRAM емкостью 2 Мбайт. Последняя служит для хранения программных переменных и управляющих данных; флэш-память 256 Мбайт используется для долговременного хранения данных.

Система связи включает в себя командный УКВ-приемник (4 кбит/с), основной приемопередатчик S-диапазона и УКВ-радиомаяк, транслирующий идентификационное обозначение КА и ограниченный набор телеметрии. Канал S-диапазона предназначен для передачи данных по нисходящей линии связи со скоростью от 32 до 256 кбит/с и использует две пэтч-антенны, установленные на противоположных боковых стенках спутника.

LAPAN-A2 – микроспутник индонезийского Национального института аэронавтики и космоса, первый КА, самостоятельно разработанный Индонезией. Он является продолжением запущенного в 2007 г. спутника LAPAN-Tubsat (HK № 3, 2007), который был технологическим прототипом и результатом партнерства между Индонезией и Техническим университетом Берлина. LAPAN-Tubsat работал до 2013 г.

Цели миссии LAPAN-A2: видеосъемка земной поверхности в формате высокой четкости, участие в системе ликвидации последствий стихийных бедствий в качестве ретранслятора пакетных сообщений, а также сбор данных системы AIS. Кроме того, спутник является демонстрационным и тестовым образцом для проверки ряда новых космических систем, которые разрабатываются для будущих индонезийских аппаратов. Проект LAPAN-A2 включает в себя также создание многих компонентов наземной инфраструктуры, которыми страна ранее не располагала.

Спутник имеет массу 68 кг и габариты 47×50×36 см. Он разделен на два отсека. Верхний отсек больше: в нем находятся основные инструменты, камеры и аккумуляторные батареи большого объема; малогабаритная электроника собрана в нижнем отсеке.

Солнечные панели на арсениде галлия с тремя переходами закреплены на четырех боковых сторонах спутника. Каждая панель размером 47×26 см содержит 3×10 элементов, максимальная мощность – 32 Вт. Имеются три параллельно соединенных литий-ионных аккумулятора, каждый – из четырех последовательных элементов. Общая емкость состав-



ляет 17 А·ч. Источник питания обеспечивает рабочее напряжение платформы 17 В.

Система ориентации и стабилизации LAPAN-A2 аналогична той, что использовалась в прототипе, но с некоторыми расширениями. Например, добавили GPS-приемники и более сложную систему управления ориентацией, чтобы увеличить ее точность.

Три пары маховиков и три магнитные катушки используются для поддержки трехосной стабилизации, сброса момента и коррекции дрейфа. Чувствительными элементами являются шесть солнечных датчиков и гироскопы. Когда требуется особая точность, возможно задействование двух дополнительных звездных датчиков.

Связь осуществляется в УКВ- и S-диапазоне. УКВ используется для обмена командно-телеметрической информацией, а передача полезных данных идет в S-канале.

Находясь на орбите наклонением 6°, LAPAN-A2 будет проходить над станцией управления Румпин на каждом витке, а система приемных станций расположена так, чтобы покрыть довольно большую территорию Индонезии с запада на восток, доведя до максимума объем получаемых данных.

Основная цифровая видеокамера sраceCam s4000 для съемки Земли изготовлена германской компанией Theta System Elektronik и обеспечивает съемку кадров размером 12×12 км с разрешением 6 м в RGB-формате с 12-битным кодированием яркости. Оптика камеры имеет фокусное расстояние 600 мм, в качестве приемника используется CMOS-детектор размером 2048×2048 с элементами по 5,5 мкм.

Вспомогательная камера аналогична установленной на LAPAN-Tubsat и представляет собой коммерческое устройство компании Sony с цветной разделительной призмой и тремя ПЗС-матрицами 752×582 мм. С телеобъективом с фокусным расстоянием 1000 мм камера обеспечивает съемку в полосе 4 км с разрешением порядка 5 м.

Система из двух камер может использоваться как в автоматическом режиме, так и в интерактивном, с оперативным выбором места для детальной съемки.

Другая часть полезной нагрузки – Automatic Packet Reporting System – является ретранслятором любительской радиосвязи и голосового радио. Стихийные бедствия, случающиеся в Индонезии, такие как землетрясения, цунами, наводнения и извержения вулканов, часто повреждают коммуникационную инфраструктуру, что затрудняет координацию поисково-спасательных работ. LAPAN-A2 будет помогать этому процессу, передавая сообщения и поддерживая голосовую связь.

# Тяжелый водородный «Бэйдоу»

И. Лисов.  
«Новости космонавтики»

Контроль за подготовкой и проведением пуска на космодроме и в Пекинском центре управления осуществляли высшие руководители соответствующих ведомств, председатель Совета директоров Китайской корпорации космической науки и техники CASC Лэй Фаньпэй, ее президент У Яньшэн и вице-президент Ян Баохуа, а также старший советник по спутниковой навигационной системе «Бэйдоу» Сунь Цзядун.

## Достойное завершение ударной вахты

Впервые в истории Китай выполнил за календарный месяц сразу пять космических пусков, перекрыв предыдущий рекорд, установленный в июле 2011 г. и повторенный в ноябре 2011 г., в мае 2012 г. и в декабре 2014 г. Особенную ценность этому результату придает тот факт, что в двух из пяти пусков использовались принципиально новые носители – кислородно-керосиновый CZ-6 и твердотопливный CZ-11 – и оба они прошли успешно. Суммарное количество сентябрьских спутников – сразу 27 аппаратов собственной китайской разработки – также заслуживает упоминания. В общем хороший подарок преподнесла китайская ракетно-космическая отрасль к очередной годовщине образования КНР, которая отмечается 1 октября.

Первые слухи о предстоящем запуске нового спутника системы «Бэйдоу» пришли 26 августа, причем в качестве ожидаемой даты старта называлось 12 сентября. Однако они основывались на фотографии стартового комплекса №2, а потому дата пуска оказалась правильной, а идентификация полезного груза – ошибочной (см. с.27-28). Следует заметить, однако, что внутреннее обозначение пуска 12 сентября было «операция 07-66», а 29/30 сентября – «операция 07-65», и разумно предположить, что первоначально эти два старта планировались в «правильном» порядке: сначала «Бэйдоу»,

▼ Кусок обечайки бака РН упал на автомобиль



## «Бэйдоу»

а уже затем экспериментальный аппарат Ка-диапазона.

Объявления о закрытии зон падения по трассе наклонение 55° в провинции Гуанси и в море юго-восточнее о-ва Хайнань были опубликованы 24 сентября и почти в точности совпали с заявленными под пуск CZ-3В 25 июля. Носитель действительно оказался именно такого типа, причем он впервые использовался для выведения одиночного спутника на орбиту, переходную к наклонной геосинхронной.

Судя по опубликованным после старта фотографиям, в уезде Дэбао провинции Гуанси большой лист боковой стенки бакового отсека упал ребром на припаркованный у частного дома автомобиль и раздавил его всмятку. К счастью, людей в машине не было.

## Спутник с водородным мазером

В официальном сообщении Синьхуа запущенный КА назван «4-м спутником следующего поколения», а также 20-м спутником навигационной системы «Бэйдоу». Известно также, что техническое обозначение за-

## Третья жизнь стартового комплекса №3

Состоявшийся пуск стал первым после модернизации стартового комплекса (СК) №3 космодрома Сичан, которая продолжалась более двух лет. Теперь этот старт способен обеспечивать пуски тяжелых носителей CZ-3С и CZ-3В.

Космическая история данной пусковой установки началась 29 января 1984 г., когда отсюда стартовала первая ракета CZ-3 с кислородно-водородным двигателем на третьей ступени и с первым китайским геостационарным спутником связи «Дунфанхун-2». В течение 20 лет с ПУ №1 было запущено в общей сложности 13 ракет CZ-3 и три носителя CZ-2С.

В начале 2005 г. старт был закрыт на реконструкцию, в результате которой была обеспечена возможность запуска с него ракет CZ-3А с новой третьей ступенью. Реконструированному комплексу был присвоен номер 3. Первый пуск CZ-3А состоялся 13 апреля 2007 г. с первым аппаратом «Бэйдоу» второго поколения; всего до января 2012 г. было проведено 11 пусков, в том числе – с первым китайским лунным аппаратом «Чанъэ».

Более востребованными, однако, оказались пуски тяжелых ракет CZ-3В и CZ-3С с соседнего стартового комплекса №2 с уникальной для Китая мобильной башней обслуживания: за это же время их состоялось 18. С учетом значительной задержки планов создания нового тяжелого кислородно-керосинового носителя CZ-5 с базированием на космодроме Вэнчан было принято решение о модернизации комплекса №3 на Сичане под пуски всего парка традиционных носителей семейства CZ-3 на высококипящем топливе. Фактически речь шла о полной разборке старта, постройке нового газоотводного канала и новой стационарной башни обслуживания. Эти работы выполнялись в течение 2012–2015 гг.



**30** сентября в 07:13:04.225 по пекинскому времени (29 сентября в 21:13:04 UTC) с модернизированного стартового комплекса №3 Центра космических запусков Сичан был выполнен пуск РН «Чанчжэн-3В» (CZ-3В №У33) с очередным экспериментальным спутником глобальной навигационной системы «Бэйдоу».

В 07:28:04, ровно через 15 минут после старта, штатная третья ступень CZ-3В доставила полезный груз на переходную орбиту с параметрами:

- наклонение – 55.05°;
- минимальная высота – 197 км;
- максимальная высота – 35823 км;
- период обращения – 631.2 мин.

В каталоге Стратегического командования США спутник получил номер 40938 и международное обозначение 2015-053А. Следующие по порядку обозначения присвоены третьей ступени носителя, которая после отделения КА была уведена на орбиту захоронения высотой 249×37053 км.

В период между 30 сентября и 8 октября аппарат с помощью собственной двигательной установки был доведен на целевую орбиту, близкую к наклонной геосинхронной, с параметрами:

- наклонение – 55.02°;
- минимальная высота – 35606 км;
- максимальная высота – 36954 км;
- период обращения – 1435.7 мин.

Пуск обеспечивал корабль командно-измерительного комплекса «Юаньван-3», который дежурил в Целебесском море у берегов острова Сулавеси и уже 6 октября вернулся в Шанхай.

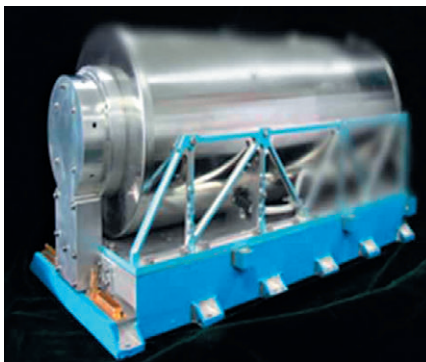
пущенного спутника – I2-S, то есть второй экспериментальный (S) наклонный (I) геосинхронный аппарат. В то же время в официальных публикациях, связанных с пуском 30 сентября, это обозначение пока не встречалось.

Технически аппарат I2-S относится ко второй фазе второго этапа программы «Бэйдоу», как и три предшествующих экспериментальных КА, запущенных в марте и июле 2015 г. Он также является 24-м в общем списке китайских навигационных спутников (см. таблицу в НК №9, 2015) и седьмым на наклонной геосинхронной орбите с суточным периодом. Как и запущенный 30 марта 2015 г. спутник I1-S, он включен во вторую (неполную) подгруппу наклонных спутников с пересечением экватора над 95–97° в.д. – и точно так же не занял в ней оставшееся свободным третье место. По состоянию на 12 октября рабочий спутник I5 следует по трассе с восьмичасовым отставанием от I4, а два экспериментальных аппарата I1-S и I2-S летят в компании с I5: первый позади, а второй впереди штатного изделия.

В сообщении Синьхуа говорится, что I2-S разработан и изготовлен Китайской исследовательской академией космической техники CAST, в то время как I1-S создан специалистами Шанхайской технической центра микроспутников. В репортаже, опубликованном на официальном сайте системы «Бэйдоу», уточняется, что спутник создан на новой специализированной платформе.

Различия между двумя экспериментальными КА не ограничиваются разработчиком: они относятся к разным «весовым категориям». I1-S со стартовой массой 848 кг был построен в варианте без апогейного двигателя и доставлен носителем CZ-3С с разгонным блоком YZ-1 непосредственно на рабочую орбиту. I2-S, очевидно, спроектирован по традиционной для западных стран и Китая схеме с двигательной установкой доведения и большим запасом топлива. Считается, что стартовая масса I2-S близка к 4600 кг, так что для выведения аппарата на переходную орбиту пришлось использовать наиболее тяжелый из имеющихся у Китая носителей.

В имеющихся публикациях информация о примененной платформе отсутствует. Наблюдатели полагают, что речь идет о первом использовании платформы DFH-3В, однако это как минимум неочевидно. Ранее сообщалось, что CAST на условиях финансирования из внутренних ресурсов с 2010 г. разрабатывает платформу DFH-3В с электрореактивной двигательной установкой на базе ксеноновых двигателей диаметром 200 мм и что на ее базе изготавливаются телекоммуникационный спутник Laosat-1 для Лаоса и экспериментальный аппарат «Шицзянь-13». Не ясно, предназначена ли эта установка для перевода КА на рабочую орбиту (чего в нашем случае, безусловно, не было) или только для удержания на ней. В любом случае стартовая масса DFH-3В по проекту ограничивалась величиной 3800 кг, чтобы спутники на этой платформе могли быть запущены носителем CZ-3С.

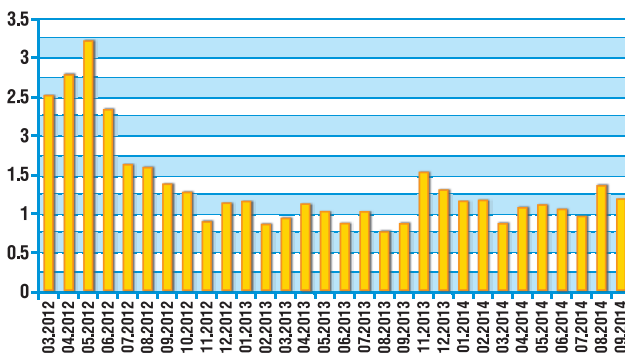


▲ Бортовой водородный стандарт частоты

Другим очевидным кандидатом является платформа DFH-4S, разрабатываемая CAST с 2006 г., с максимальной стартовой массой как раз в 4600 кг (при сухой массе 1590 кг и массе полезной нагрузки до 450 кг) и располагаемой мощностью 7800 Вт. Для нее также заявлялась плазменная двигательная установка, но, по-видимому, только для маневров на рабочей орбите: «полностью электрическим» должен стать лишь вариант DFH-4SP.

Согласно официальной публикации, уровень локализации спутника I2-S, как и у предшествующей пары M1-S и M2-S, составляет 98%.

Известно, что административным руководителем проекта данного спутника является Чи Цзюнь (迟军), ранее возглавлявший проект военного связного аппарата «Чжунсин-22А». Главный конструктор спутника – Чэнь Чжунгуй (陈忠贵), который ранее был заместителем главного конструктора лунного аппарата «Чаньэ-2».



▲ График значений ошибки псевдодальности потребителя (URE, user range error) системы «Бэйдоу» на шкале времени

Официально объявлено, что данный навигационный аппарат впервые в практике Китая оснащен бортовым стандартом частоты на основе пассивного водородного лазера. Бортовая аппаратура обеспечивает передачу навигационных сигналов, в том числе вновь разработанных с целью устранения помех другим навигационным системам, и межспутниковую связь. Последняя, в частности, позволяет синхронизировать бортовые стандарты частоты.

Как заявил в интервью ведомственной газете «Чжунго хантянь бао» Чи Цзюнь, новый водородный стандарт частоты (спутниковые высокоточные «часы») обеспечивает большую стабильность, чем используемый в настоящее время рубидиевый, а следовательно – снижение временной погрешности при передаче навигационных сигналов и связанной с ней компоненты пользовательской ошибки местоопределения.

Точная официальная информация о характеристиках бортовой аппаратуры КА отсутствует. Считается, что разработчиком полезной нагрузки в целом является Сианьское отделение CAST. Водородный стандарт частоты создан 203-м институтом 2-й академии Китайской корпорации космической науки и промышленности, где были также разработаны рубидиевые стандарты, примененные на предыдущих спутниках системы «Бэйдоу». Утверждается, что водородный стандарт выполнен в виде блока массой 23 кг, что близко к массе аналогичного блока для европейской системы Galileo (18 кг).

К сожалению, в сообщении пресс-службы 2-й академии от 9 октября содержатся лишь общие требования к точности этих приборов. Утверждается, в частности, что для достижения погрешности определения места на уровне 0.1 м и времени 0.3 нс требуются стандарты частоты с суточной нестабильностью лучше  $1 \cdot 10^{-14}$ , а суточный дрейф с учетом требования по продолжительности автономной работы системы не должен превышать  $5 \cdot 10^{-15}$ . В тексте также проводится сравнение цезиевых, рубидиевых и водородных стандартов частоты и делается вывод о целесообразности использования в системе «Бэйдоу» двух последних и продолжения разработки цезиевых приборов с увеличенным сроком службы.

Что же касается стабильности и дрейфа реально разработанных 203-м институтом приборов, то в сообщении утверждается лишь, что по этим показателям они достигли мирового уровня. По одному из сообщений, перед разработчиками поставлена задача – создать к 2020 г. рубидиевый и водородный приборы с суточной нестабильностью  $5 \cdot 10^{-14}$  и  $7 \cdot 10^{-15}$  соответственно.

Сообщается, что состоявшийся запуск важен для своевременного создания китайской навигационной системы с глобальным охватом. В настоящее время система «Бэйдоу» введена в эксплуатацию в региональном варианте и с декабря 2012 г. надежно работает на территории Китая и ряда соседних стран, обеспечивая определение местонахождения пользователя с точностью 10 м или лучше.

Ожидается, что уже с 2018 г. услуги системы будут доступны в странах, расположенных вдоль экономического пояса Великого шелкового пути и вдоль морского Шелкового пути, а с 2020 г. – уже на всей планете, причем ее точность для массового пользователя приблизится к 1 м.

Прогнозируемый объем рынка навигационных услуг в Китае на конец 2015 г. – 150 млрд юаней (23.7 млрд \$). К настоящему времени разработаны основные компоненты пользовательской аппаратуры «Бэйдоу», сравнимые с зарубежными по характеристикам и стоимости: платы и модули обработки навигационных сигналов, антенны и т. п. Общий объем продаж достиг 9 млн единиц, при этом платы и антенны заняли 30% и 90% китайского рынка соответственно. Доступны также комбинированные приемные модули с поддержкой «Бэйдоу» для смартфонов.



# Австралия – Аргентина: счет 1:1 В полете – Sky Muster и ARSAT 2

**30** сентября в 17:30:08 по времени Французской Гвианы (20:30:08 UTC) со стартового комплекса ELA3 Гвианского космического центра был выполнен пуск PH Ariane 5ECA (миссия VA226). Носитель вывел на геопереходную орбиту два телекоммуникационных КА: Sky Muster (известен также как NBN-Co 1A), принадлежащий австралийскому государственному оператору NBN, и ARSAT 2 для аргентинского оператора AR-SAT S.A.

Согласно сообщению компании Ariane-space, КА отделились от второй ступени PH на орбите с параметрами (в скобках указаны целевые значения):

- наклонение – 5.99° (6.00°);
- высота в перигее – 249.2 км (249.5 км);
- высота в апогее – 35911 км (35927 км).

Параметры орбит спутников и других объектов от этого пуска по данным Стратегического командования США, а также международные регистрационные обозначения КА и их номера в каталоге СК США приведены в таблице.

Номер	Обозначение	Название	Параметры орбиты			
			i	Ир, км	Иа, км	Р, мин
40940	2015-054A	Sky Muster	5.97°	244	35779	629.1
40941	2015-054B	ARSAT 2	5.97°	241	35759	628.7
40942	2015-054C	Ariane 5 R/B	6.28°	236	35703	627.5
40943	2015-054D	Syllda 5C	5.96°	241	35737	628.3

Ракету Ariane 5ECA (бортовой номер L580) изготовила компания Airbus Defence and Space (ADS). Верхним при запуске был Sky Muster, который через адаптер PAS 1194C (производства ADS) крепился на переходнике Syllda 5 тип С высотой 5.8 м (ADS). Внутри переходника размещался КА ARSAT 2. В свою очередь, он через адаптер PAS 1194VS (производства RUAG Aerospace AB) был прикреплен к ступени ESC-A через переходной конус 3936. Снаружи головная часть PH была закрыта головным обтекателем (RUAG Aerospace AB). Общая масса полезной нагрузки в миссии VA226 (включая адаптеры и переходники) составила 10 203 кг при суммарной массе двух КА 9417 кг.

После предыдущего пуска PH Ariane 5ECA 20 августа компания Arianespace объявила, что следующий старт этого носителя – миссия VA226 – планируется на 30 сентября. Дата была точно соблюдена. Пуск состоялся в момент открытия стартового окна, которое длилось с 20:30 до 22:15 UTC.

Выведение шло по стандартной баллистической схеме с одним включением верхней ступени ESC-A. Отделение КА Sky Muster состоялось через 27 мин 52 сек после контакта подъема PH, переходника Syllda 5C – через 29 мин 44 сек, Arsat 2 отделился через 32 мин 21 сек. Операторы, отвечавшие за полезную нагрузку PH, подтвердили, что получены сигналы от обоих спутников, подтверждающие нормальное функционирование систем КА.

Следующий пуск PH Ariane 5ECA запланирован на 5 ноября: в ходе миссии VA227 на орбиту должны быть выведены телекоммуникационные КА Arabsat-6B/Badr 7 для оператора Arabsat (Саудовская Аравия) и GSAT-15 для Индийской организации космических исследований ISRO.

## Русская проблема первого австралийского широкополосника

Sky Muster стал первым из двух спутников, заказанных в рамках австралийской государственной программы создания Национальной широкополосной сети (National Broadband Network, NBN). Сеть должна обеспечить доступ к услугам высокоскоростной передачи данных для всех жителей Австралии.

В Австралии для доступа в Интернет в домах чаще всего до сих пор используется такая древняя уже технология, как ADSL. Чтобы как-то изменить ситуацию, с 2003 г. правительство страны рассматривало различные частные и государственные проекты. Свой вариант предлагал и крупнейший спутниковый оператор Австралии Optus. Наконец, в 2009 г. был утвержден государственный проект NBN. Для его реализации 9 апреля 2009 г. была создана госкомпания,

получившая сначала название по номеру своей регистрации ACN 136 533 741 Limited (от Australian Company Number), а 6 октября того же года незатейливо переименованная в NBN Co Limited (с 26 апреля 2015 г. она стала называться просто NBN). Акционерами компании являются две австралийские правительственные структуры – Министерство финансов и Министерство связи.

Поскольку стояла цель обеспечить широкополосными услугами на скорости 100 Мбит/с примерно 8 млн австралийских домов, архитектура NBN предусматривала все способы высокоскоростной передачи данных, используя кабель, беспроводные и спутниковые технологии. Примерно в 93% всех домов должны были быть проложены кабели, остальные подключались через беспроводную связь (360 тыс домов) или спутник (200 тыс домов). Развертывание первого сегмента NBN началось в 2009 г. на Тасмании. Планируется, что сеть будет полностью готова в 2020 г. и обойдется в 35 млрд австралийских долларов, из которых 28 млрд напрямую выделит государство. Открытый доступ к NBN будет продаваться только оптовым розничным провайдерам, которые уже будут предлагать доступ частным потребителям.

Космический сегмент NBN должен предоставить широкополосные услуги пользователям, живущим в районах, куда невозможно проложить кабель или провести беспроводные линии, – центральные пустынные и северные тропические районы Австралии, а также на небольших островах. Пользователи с помощью персональных терминалов будут связываться через КА с одной из десяти строящихся по всей территории Австралии базовых станций (каждая станция оснащена двумя спутниковыми антеннами диаметром 13.5 м), которые и обеспечат высокоскоростной выход в Сеть.

В феврале 2012 г. NBN Co Limited подписала контракт с Space Systems/Loral (SS/L) на изготовление двух КА NBN-Co 1A и NBN-Co 1B с полезной нагрузкой, работающей в Ka-диапазоне. Еще до этого, с июля

2011 г. началось использование временной спутниковой схемы поддержки с применением КА Optus для обеспечения связи на скорости 4–6 Мбит/с для первых 48 000 домохозяйств.

Для развертывания собственной спутниковой группировки NBN Co в 2009 г. подала заявку в Международный союз электросвязи (МСЭ) на регистрацию сети AUS-NBN в пяти орбитальных позициях – 129, 135, 140, 145 и 150° в.д., работающей в С-, Ku- и Ka-диапазонах. В 2010 г. NBN направил запрос о координации сети лишь в четырех точках, убрав 129° в.д., и только в Ka-диапазоне – на частотах 17.7–20.2 ГГц и 27.0–30.0 ГГц. Аппарат NBN-Co 1A планировалось разместить в 140° в.д., а NBN-Co 1B – в 145° в.д. Главные проблемы у NBN возникли с точкой 140° в.д. В ней в Ka-диапазоне на сегодня нотифицированы две сети (причем обе уже действуют):

- ♦ российская EXPRESS-10KA, в которой находится КА «Экспресс-AM5» (стартовал 26 декабря 2013 г., 12 транспондеров Ka-диапазона, десять лучей покрывают территорию российского Дальнего Востока);

- ♦ японская MTSAT-140E с КА MTSat-1R / Himawari-6 (запущен 28 февраля 2005 г., три транспондера Ka-диапазона для обеспечения задач контроля авиационного трафика над территорией Японии, Океании и Австралии).

Кроме того, в МСЭ уже направлен запрос о координации в позиции 140° в.д. в Ka-диапазоне французской сети F-SAT-N2-140E, сделаны предварительные публикации израильской сети AMS-B7-140E, эмиратской YAHSAT-G5-140E, вьетнамской VNSAT-140E. «Наша компания заключила более 165 соглашений по орбитальному слоту [в точке 140° в.д. – Ю.Ж.] с другими международными операторами, – заявил в мае 2015 г. директор программы NBN по спутниковому сегменту Мэтт Доусон (Matt Dawson). – Это далеко за рамками отраслевых норм, признается экспертами. Остаются еще несколько заявок на сети в близлежащих позициях, однако они не составляют проблем или представляют собой незначительные технические риски».

Основная проблема у NBN возникла в ходе переговоров с российским государственным оператором ФГУП «Космическая связь» (ГПКС). NBN настаивала: поскольку «Экспресс-AM5» предоставляет в настоящее время услуги только в Северном полушарии, на территории России, то вещающий на Южное полушарие из той же точки австралийский спутник ему мешать не будет. Российская же сторона заявила, что у нее есть интересы и по вещанию на Южное полушарие, в том числе на Австралию. По правилам МСЭ, тот, кто первым нотифицировал свою сеть в конкретной точке, разместил в ней свой КА до истечения срока действия заявки и начал вещание, имеет полное право на ее дальнейшее использование. Остальные операторы, желающие вещать в том же диапазоне из той же позиции, должны договариваться с первым.

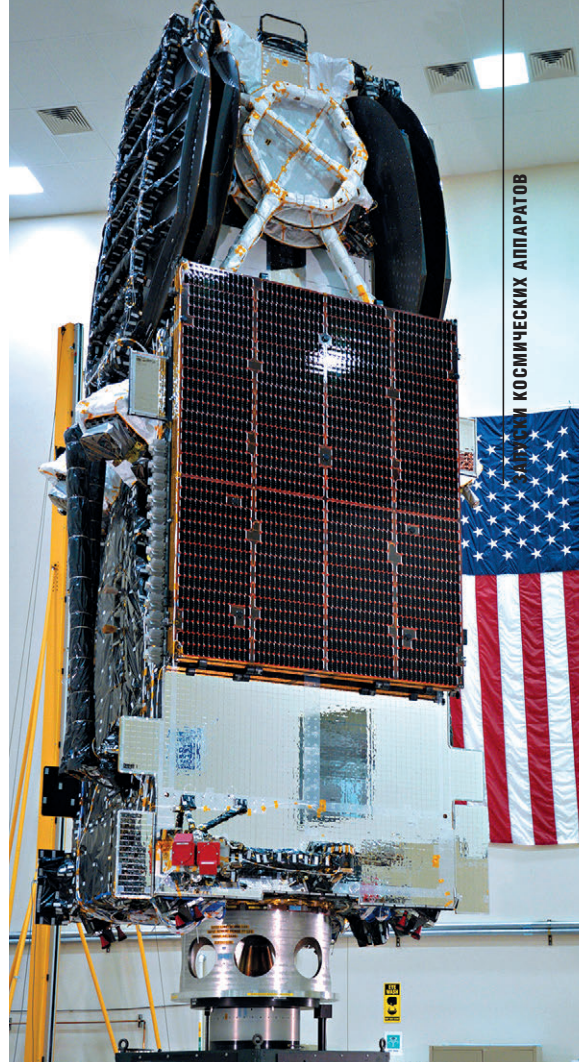
Это положение вещей поддерживал и австралийский го-

сударственный орган, отвечающий за распределение частотного спектра внутри страны, – Австралийское управление связи и средств массовой информации (Australian Communications and Media Authority, ACMA). В мае 2014 г. оно выступило с официальным заявлением: «АСМА настоятельно рекомендует NBN Co завершить согласование ключевых соглашений по координации с этим конкретным оператором (ГПКС. – Ю.Ж.) до запуска NBN 1A. Компания NBN Co и русский оператор спутниковой связи должны быть в состоянии иметь оба спутника, работающих в орбитальной позиции на 140° в.д.». Генеральный менеджер АСМА по коммуникационной инфраструктуре Джайлс Таннер (Giles Tanner) не исключил вариант, когда «NBN в конечном итоге будет платить российской компании для доступа к орбитальной позиции», добавив, что «это довольно частая процедура в спутниковом сообществе».

Однако именно этого NBN до запуска спутника так и не сделал. В австралийской прессе неназванные представители компании заявили, что «ГПКС технически не способно обеспечить обслуживание Ka-диапазона в Австралии» и что «нежелание русских договориться – ответ на санкции, введенные Австралией», а потому «в сложившейся ситуации нужно просто игнорировать их позицию». NBN не пожелала найти и альтернативу точке 140° в.д. Компания KaComm предлагала NBN свои точки координируемой в МСЭ сети Ka-диапазона, в частности ресурс KACOMM-4 в 137.9° в.д. Однако, по словам президента KaComm Грегори Кларка (Gregory Clark), NBN отказалась от этого предложения: компания не хотела платить за точку, к тому же заявка KaComm имела силу только до октября 2015 г.

В результате в июне 2015 г. министр связи Австралии Малколм Тёрнбулл (Malcolm Turnbull) заявил, что «запуск первого КА NBN состоится в сентябре 2015 г., а его эксплуатация начнется в первой половине 2016 г., так что у компании еще остается время, чтобы завершить переговоры по координации частот с другими ближайшими КА».

Во всех официальных сообщениях и пресс-китах NBN, ее подрядчиков и партнеров (в том числе Arjanospace и Airbus Defence and Space), распространенных перед запуском спутника, говорилось, что КА



РУССКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

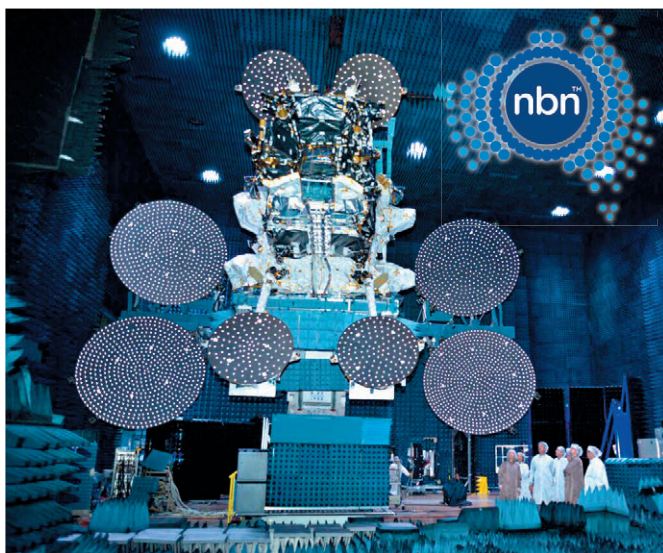
будет размещен на геостационарной орбите между 135 и 150° в.д. Однако переписка NBN с Intelsat, доступная в Интернете, показывала, что спутник будет размещен в позиции 140.2° в.д.

Так оно и произошло в реальности: спутник начал подъем с орбиты выведения на геостационарную орбиту 8 октября и к 20 октября был стабилизирован в 140.2° в.д.

Для связи с КА в течение первых десяти дней его полета, до перевода на геостационар, NBN взяло в аренду у Intelsat антенну Ka-диапазона диаметром 9.2 м, расположенную на телпорте в г. Риверсайд (шт. Калифорния). Работу с КА планировалось вести на частотах 29501.5 и 29503.5 МГц в восходящей линии связи и на 19341.0 и 19343.0 МГц в нисходящем канале.

Свое имя спутник сменил за полтора месяца до старта. NBN прониклась значимостью нового этапа своей деятельности, а потому объявила обещательный конкурс среди школьников на название для КА плюс рисунок на тему, как «широкополосная сеть сделает Австралию лучшей страной».

17 августа компания объявила победителя: им стала шестилетняя Бейли Брукс (Bailey Brooks), живущая на ранчо практически в самом центре австралийского материка, в 400 км от городка Элис-Спрингс. Бейли предложила





▲ Своим названием австралийский Sky Muster обязан шестилетней Бейли Брукс

назвать аппарат Sky Muster – «небесная проверка», или «небесный сбор». Слово muster в австралийском английском означает в том числе и сбор скота в одно стадо. Девочка сказала, что спутник поможет «собрать всех австралийцев вместе». Ее рисунок при запуске КА украсил головной обтекатель PH Ariane 5ECA. Бейли учится в начальной школе по системе School of the Air – это общий термин для австралийских заочных школ, дающих начальное и неполное среднее образование детям в отдаленных районах страны. Раньше для проведения уроков использовалось радио, теперь – интернет-технологии. Собственно, и для системы School of the Air в будущем тоже будет использоваться сеть NBN.

Основой для КА NBN-Co 1A и 1B является платформа LS-1300S, имеющая увеличенную мощность системы электропитания по сравнению со стандартной 1300-й платформой. Стартовая масса NBN-Co 1A составила 6440 кг, габариты при запуске 8,5×3,5×3,0 м. Система электропитания включает две фирменные «крестовые» панели солнечных батарей. Их размах после раскрытия на орбите составил 26 м. Они обеспечат мощность 16,4 кВт в конце расчетного 15-летнего срока эксплуатации.

Для перевода на геостационарную орбиту на КА установлен апогейный двигатель R-4D-11 тягой 455 Н. Двигательная установка также включает 12 двухкомпонентных двигателей с тягой 22 Н для управления ориентацией. Два модуля по два стационарных плазменных двигателя SPT-100 тягой 0,1 Н размещены на северной и южной плоскостях корпуса.

Полезная нагрузка спутника состоит из восьми развертываемых антенн и 202 транспондеров Ka-диапазона. Они формируют 101 луч, обеспечивающий покрытие всей континентальной части Австралии и островных территорий – Тасмании, Кокосовых островов (Килинг), островов Рождества, Норфолк и Лорд-Хау (с населением около 350 человек) и даже находящегося на

расстоянии около 1500 км к юго-востоку от Тасмании необитаемого острова Маккуори, где работают от 25 до 40 сотрудников австралийской полярной станции. Суммарная пропускная способность КА составляет 80 Гбит/с. Пользователям будут предлагаться два вида подключения: одно со скоростью скачивания 25 Мбит/с и скоростью передачи 5 Мбит/с; второе – соответственно 12 и 1 Мбит/с.

По планам компании, первый КА будет подключен к услугам сети NBN в первой половине 2016 г. Запуск второго КА намечен на вторую половину следующего года.

### Второй аргентинский геостационарный

Об аргентинской геостационарной системе спутниковой связи подробно рассказано в НК № 12, 2014. 16 октября 2014 г. на орбиту был выведен КА ARSAT 1, который сейчас работает в орбитальной позиции 71,8° з.д. Аппараты семейства ARSAT собираются государственной аргентинской компанией INVAP на заводе в г. Сан-Карлос-де-Барилоче (провинция Рио-Негро) с применением зарубежных комплектующих. В частности, Thales Alenia Space поставляет полезную нагрузку, систему передачи телеметрической информации, слежения и управления; Airbus Defence and Space – бортовой компьютер, панели солнечных батарей, систему управления, двигательную установку, элементы силовой конструкции КА; Honeywell International отвечает за элементы системы ориентации и орбитальных измерений.

ARSAT 2 собран на основе платформы ARSAT-3K. Стартовая масса – 2977 кг, сухая масса около 1300 кг, габариты при запуске 4,9×2,2×1,8 м. Система электропитания включает две двухсекционные панели сол-

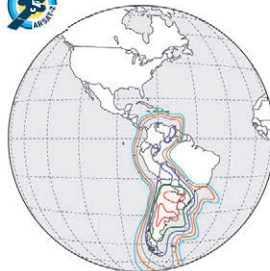
нечных батарей размахом 16,32 м и обеспечивает КА мощностью 4,6 кВт после запуска и 3,5 кВт в конце расчетного 15-летнего срока эксплуатации. В состав двигательной установки входит жидкостный двухкомпонентный апогейный двигатель S400 тягой 400 Н и двигатели ориентации S10 тягой 10 Н.

Модуль полезной нагрузки ARSAT 2 включает шесть транспондеров С-диапазона (6/4 ГГц), из которых четыре активных и два резервных, и 20 – Ku-диапазона (14/11 ГГц; 16 активных и четыре резервных), в то время как на Arsat 1 стояли только 24 транспондера Ku-диапазона.

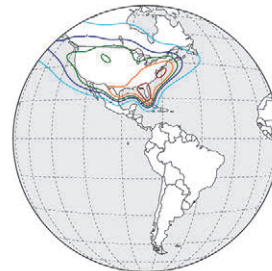
16 октября ARSAT 2 прибыл в расчетную точку 81° з.д. Оттуда спутник будет предоставлять услуги по трансляции телесигнала (включая цифровые программы в стандарте ISDB-S), IP-телефонии, передаче данных, организации локальных сетей VSAT. В зоне охвата передатчиков КА будет вся территория Аргентины (включая спорные Фолклендские острова, а также сектор Антарктиды, на который претендует эта страна), страны Южной и Центральной Америки и Карибского бассейна, Мексика, континентальная часть США и часть Канады.

В настоящее время INVAP ведет изготовление третьего геостационарного КА ARSAT 3. Он будет работать в диапазоне Ku и Ka (20–40 ГГц) для пользователей на всем американском континенте. Перед стартом ARSAT 2 было подписано соглашение с Arianespace о запуске ARSAT 3 на PH Ariane 5 в 2019 г., а также дополнительные возможности для более чем двух запусков спутников после 2023 г.

По информации Arianespace, Airbus Defence and Space, NBN Co, Space Systems/Loral, AR-SAT, INVAP



Южноамериканский луч Ku-диапазона



Североамериканский луч Ku-диапазона



Зона покрытия ретрансляторов С-диапазона



# Омский кадровый ресурс

И. Афанасьев.

«Новости космонавтики»

**В** конце сентября Омский государственный технический университет (ОмГТУ) получил приз в конкурсе на подготовку кадров для оборонных предприятий. Вуз представил проект Центра подготовки инженеров высокой квалификации для нужд производственного объединения (ПО) «Полет» (филиал ФГУП «ГКНЦП имени М. В. Хруничева»). По итогам конкурса на предоставление поддержки программ развития системы подготовки кадров для оборонно-промышленного комплекса (ОПК) в вузах, подведомственных Минобрнауки РФ, ОмГТУ занял 4-е место и получит из федерального бюджета 57 млн руб на создание дополнительных целевых мест, оснащение базовых кафедр и учебного центра.

Актуальность задач, поставленных перед университетом, обусловлена разветвлением серийного производства ракетных модулей для РН «Ангара»: в июне вице-премьер Правительства РФ Д. О. Рогозин, курирующий предприятия ОПК, посетил Омск и подписал соответствующее соглашение с главой региона В. И. Назаровым.

Во время визита Дмитрий Олегович встретился со студентами и затронул актуальные проблемы отрасли. По его словам, сегодня ситуация в ОПК гораздо лучше, чем три года назад. И дело даже не в выделенных из бюджета деньгах, а в том, что государство скорректировало свои приоритеты, сделав правильные выводы из предыдущих военных кампаний. Предприятия ОПК проделали огромную работу, перевооружились за короткое время и научились работать на новом оборудовании, частично решив кадровую проблему.

«Мы смогли переломить тенденцию старения кадров в оборонке, – сообщил вице-премьер омским студентам. – В оборонные отрасли пришла наконец-то молодежь, и средний возраст специалистов сегодня снизился уже до 44 лет (еще несколько лет назад он приближался к 50 годам). Все реформы в оборонной промышленности в целом и конкретно в ракетно-космической отрасли бессмысленны без людей, которые хотят самореализоваться на интересной работе».

Отметил Д. О. Рогозин и «болевы точки». Первая проблема: Россия сегодня существенно отстает от развитых стран в станкостроении. А покупка готовых высокоточных обрабатывающих центров для предприятий ОПК ставят государство в зависимость от стран, которые могут однажды оказаться вероятными противниками.

Вторая проблема – отсутствие собственной радиационно-стойкой элементной базы электроники, способной без сбоев работать в условиях космоса и агрессивных сред.

Вице-премьер напомнил и то, что предприятия ОПК не должны повторять старых ошибок, когда советские оборонщики не решились проблему трансфера военных технологий в производство перспективной продукции гражданского назначения.

«Мы сейчас внимательно присматриваемся к Омску, чтобы разместить здесь производство ракеты «Ангара», с которой связываем будущее нашей гражданской космонавтики, – заявил Д. О. Рогозин. – Для того чтобы это сделать, необходима небольшая техническая революция в ракетно-космической промышленности. Необходимо переходить на цифровое проектирование, создавать «подсушенные» производства, куда должна прийти хорошо обученная и мотивированная молодежь. Никакой расслабленности, никакого иждивенчества быть больше не может».

В свою очередь, ректор ОмГТУ В. В. Шалай предложил создать в городе образовательный центр для нужд всего Роскосмоса, чтобы закрыть кадровую потребность не только омских, но и других предприятий отрасли. По словам ректора, уже сейчас вуз готовит ежегодно 500 студентов-целевиков, и в том числе 80 специалистов для предприятий Роскосмоса. В частности, сейчас пользуются спросом «стартовики» для строящегося космодрома Восточный.

В интервью телеканалу «Россия-24» Д. О. Рогозин рассказал, что студентов вуза готовят с расчетом на высокие технологии: «Станочное оборудование, на котором они учатся, современное – и российское, и иностранное, и с востока, и с запада. Очень много новых изобретений. Ребята рвутся в бой!» Вице-премьер также отметил, что отрасли нужна кардинальная реформа по омоложению кадров. «Сейчас мы стоим на пороге большой реформы ракетно-космической промышленности. Шагнуть в нее надо с системным пониманием как наших целей и задач, так и инструментов их достижения. Поэтому в Омске... было принято важнейшее решение... Именно там мы разворачиваем цифровое проектирование и производство всего того, что будет связано с нашей перспективной ракетой, на которой мы хотим не дать нашим конкурентам не то что дышать нам в затылок, но не отнять у нас занимаемое нами лидирующее место на рынке пусковых услуг», – подчеркнул Дмитрий Олегович.

В подготовку серийного производства «Ангары» вкладываются большие средства. По данным генерального директора ПО «Полет» М. В. Остроушенко, до 2020 г. предприятие ожидает около 20 млрд руб инвестиций, чтобы сосредоточить в Омске «все производство»... «Производство устроим по поточному типу, как конвейер, – сообщил руководитель предприятия. – С одной стороны будут входить комплектующие и материалы, а с другой, на выходе, – готовое изделие. На этом же объекте будут производиться и испытания всех ступеней. Чтобы было понятно, ПО «Полет» будет производить самостоятельно все комплектующие для «Ангары», кроме двигателей, которые выпускает НПО «Энергомаш» в Химках, и разгонного блока «Бриз-М», который производит Ракетно-космический завод [ГКНЦП имени М. В. Хруничева] в Москве. Но окончательная сборка будет в Омске. Всех носителей – и легкого, и тяжелого типа».

Первый этап реконструкции и технического перевооружения ПО «Полет» прошел



в 2009–2014 гг., на него потратили свыше 7 млрд руб. По данным региональных властей, для предприятия приобретено более 300 единиц технологического оборудования, реконструировано 38 тыс м<sup>2</sup> производственных и вспомогательных площадей. В 2014 г. объем производства на объединении на 4% превысил уровень предыдущего года, а производственная программа на 2015 год предполагает увеличение производства еще на 30%. Запланирован также рост производительности труда основных работников на 31%, а средней заработной платы – на 25%.

Второй этап модернизации ПО «Полет» обойдется в 6 млрд руб. По данным самого предприятия, новый план разработан на базе новейших технологий, в его основе лежит так называемая потоковая сборка. В объединение должно поступить еще около 100 единиц оборудования, реконструкцию пройдут почти 48 000 м<sup>2</sup> производственных помещений. Это позволит заводу четко выполнять возложенную на него производственную программу, в три раза уменьшить трудоемкость изготовления ракетных блоков, значительно улучшить энергомаховые характеристики носителей тяжелого класса.

## Сообщения

- ✓ 10 сентября стало известно о назначении Александра Васильевича Шпака генеральным директором Центрального научно-исследовательского радиотехнического института имени академика А.И. Берга. С марта 2015 г. он исполнял обязанности гендиректора предприятия после кончины прежнего руководителя Бориса Семёновича Лобанова (НК №5, 2015, с.61). А.В. Шпак родился 19 января 1963 г. в селе Яблоновица Винницкой области (Украинская ССР). В 1986 г. окончил Васильковское военное авиационно-техническое училище имени 50-летия Ленинского комсомола Украины по специальности «Самолеты и авиадвигатели; разработка, испытание установок; инженер электронной техники». В 1994 г. окончил Военную академию имени Ф.Э. Дзержинского. Служил в Вооруженных силах РФ. В ЦНИРТИ работает с января 2011 г. Доктор технических наук, профессор. – А.К.

# «Протон» возвращается на коммерческий рынок

14 сентября с запуском спутника связи «Экспресс-АМ8» (с.30) ракета-носитель «Протон-М» окончательно вернулась на рынок коммерческих запусков после аварии 16 мая (НК №7, 2015, с.18-22). Началом процесса «возвращения в строй» была миссия выведения британского телекоммуникационного КА Inmarsat 5F3, выполненная 25 августа (НК №10, 2015, с.46-47).

## It'll be back!

Зарубежные аналитики полагают, что для провайдера пусковых услуг, осуществляемых с помощью российского носителя, путь на рынок будет нелегким. ILS\* (International Launch Services) 11 сентября заявила, что президент Фил Слэк (Phil Slack) покидает компанию после трех лет работы. Его заменит Кирк Пишер (Kirk Pysher), бывший до этого вице-президентом ILS по обеспечению качества миссий. Ему и предстоит решать на капившиеся проблемы.

Фил Слэк стал исполнительным директором в 2012 г. Он возглавлял компанию в период, когда основной продукт маркетинга – носитель «Протон-М» – терпел аварии с частотой примерно раз в год. В то же самое время фирма SpaceX из Хоторна, штат Калифорния, вышла на рынок коммерческих запусков со своей ракетой Falcon 9 v1.1 и к 2014 г. благодаря агрессивной рекламе и низким ценам смогла захватить долю в 50% запусков телекоммуникационных геостационарных КА. К моменту аварийного июньского пуска (НК №8, 2015, с.12-17) SpaceX удалось сформировать большой портфель заказов. Европейский провайдер Arianespace жаловался тогда, что не имеет ни одного нового заказа в пусковом манифесте до 2017 г. Тем не менее именно Arianespace была и остается основным конкурентом SpaceX, продолжая контролировать вторую половину рынка с носителем Ariane 5.

Главная задача Пишера на новом посту – отыграть лояльность клиентов и вернуть долю рынка, которой ILS должна воспользоваться, пока носитель компании SpaceX не вернется на сцену. В этой связи рассма-

триваются различные способы повышения конкурентоспособности. В частности, представители промышленности заявили ILS, что можно использовать ситуацию с падением курса рубля к доллару, чтобы снизить цены на запуски. И, похоже, ILS последовала этому совету: снижение цен сейчас крайне необходимо не только для привлечения клиентов, но и для компенсации роста страховых взносов.

Первым успехом новой политики является недавняя победа в контракте на запуск КА для испанского оператора Hispasat\*\*, который мудро выдал два заказа на запуск: один – ILS, второй – SpaceX. Аналитики рынка пусковых услуг разубедили, что ILS назвала цену примерно в 65 млн \$, что близко к цифрам, обычно предлагаемым SpaceX. Контракт с Hispasat, объявленный 14 сентября, стал первой сделкой для ILS за последние два года.

На брифинге во время ежегодной конференции World Satellite Business Week, которую компания Euroconsult устраивала 14–18 сентября в Париже, генеральный директор ГКНПЦ имени М.В.Хруничева А.В.Калиновский отметил, что победа в конкурсе на запуск Hispasat стала примером нового лица «Протона». По его словам, снижение курса российского рубля дает благоприятную свободу в области ценообразования, но это, скорее всего, продлится только год или два: в долгосрочной перспективе ГКНПЦ и ILS будут предлагать различные типы контрактов для постоянных клиентов, независимо от движения курса рубля.

Кирк Пишер также заявил, что ILS сделает все, чтобы извлечь выгоду из «валютного преимущества». «Очевидно, мы будем поль-

Запуск спутника для испанского оператора должен состояться в первой половине 2017 г. Вывести на геостационарную орбиту предполагается один из двух мощных КА, изготовленных фирмой Space Systems Loral (Пало-Альто, штат Калифорния) на проверенной платформе SSL-1300, – Hispasat 1F либо Amazonas 5. Тем самым оператор Hispasat сможет удовлетворить растущий спрос на услуги подключения к Интернету.

Кирк Пишер отметил, что партнерство ILS с испанским спутниковым провайдером имеет более чем десятилетнюю историю: первый Amazonas улетел на «Протоне» в августе 2004 г. «Мы гордимся тем, что Hispasat продолжает доверять нам... ILS и Центр Хруничева с нетерпением ожидают совместной работы по этой важной миссии», – подчеркнул президент ILS.

«Протон» – правильный выбор: он дает гибкость, необходимую для соблюдения нашего графика... Мы уверены, что возможности «Протона» будут и впредь поддерживать наш план стратегического участия на этом быстрорастущем рынке», – убежден генеральный директор Hispasat Карлос Эспинос Гомес (Carlos Espinos Gomez).

заваться падением курса рубля, – сказал он 15 сентября на конференции поставщиков пусковых услуг. – Такие цены будут предлагаться до тех пор, пока сохраняется текущий обменный курс... Но мы идем навстречу стратегическим клиентам и предлагаем выгодные цены. Команда Гвинн (Шотзуэлл, президент SpaceX; она также участвовала в дискуссии. – Ред.) бросает нам вызов, и мы реагируем. Рубль определенно помогает нам в этом отношении».

Кроме использования эффекта снижения курса рубля, партнеры хотят предпринять и ряд других мер. Совместно с Центром Хруничева ILS намерена вывести на рынок семейство ракет «Ангара» (НК №9, 2015, с.48-49).

\* Компания со штаб-квартирой в Рестоне, штат Вирджиния, зарегистрирована в 1995 г. в США. Контрольный пакет акций принадлежит российскому ГКНПЦ имени М.В.Хруничева.

\*\* Распространяет более чем 1250 телевизионных и радиоканалов и является ключевым заказчиком для испанской аэрокосмической промышленности.



## О качестве

«Определенным преимуществом «Протона» является отсутствие новых рисков, – отметил на парижской конференции один из крупных страховщиков. – Ракета разработана уже давно и не страдает «болезнями роста». Ее основная проблема – в контроле качества. В Роскосмосе также отметили, что в авариях «Протона» сыграли свою роль «несоответствия в системе контроля качества». Последний будет усилен.

Перед майской аварией, в которой погиб спутник мобильной связи Centenario (НК №7, 2015, с.18-22), заказчик – правительство Мексики – сделал то, что в настоящее время выглядит как предвидение: он пошел на необычный шаг покупки полного страхового покрытия миссии – 300 млн \$ за спутник, построенный компанией Boeing, и 90 млн \$ за запуск «Протона». Большинство государственных структур не страхуют некоммерческие запуски. Позже мексиканские чиновники сказали, что потеря не сильно отразится на стоимости программы, поскольку идентичный спутник Morelos-3 предполагается запустить осенью 2015 г. на ракете Atlas V.

Разумеется, один из главных способов сохранения конкурентоспособности «Протона-М» – повышение качества и надежности, что позволило вернуть доверие заказчикам. До последнего времени невысокая (по современным меркам) надежность российской ракеты была не самой большой проблемой. В удивившем всех комментарии на конференции World Satellite Business Week А. В. Калиновский заявил, что состояние рынка коммерческих запусков до недавнего времени позволяло тандему ILS – Центр Хруничева оставаться коммерчески жизнеспособным несмотря на неудачи – альтернативы «Протону-М» и Ariane 5 не было. С выходом же на рынок компании SpaceX в 2012–2013 гг. положение изменилось.

Перед назначением на должность в августе 2014 г. А. В. Калиновский возглавлял ОАО «Новосибирское авиационное производственное объединение» имени В. П. Чкалова, производящее самолеты Сухого. Он вспоминает, что около пяти лет назад контроль качества на фирме снизился: «Потребовалась пара лет, чтобы полностью исправить ситуацию». По мнению главы ГКНПЦ имени М. В. Хруничева, один из способов изменить скепсис клиентов по отношению к продукции Центра – предоставить операторам коммерческих спутников больший доступ к процедурам контроля качества и производства на филиальном предприятии.

По словам Андрея Владимировича, есть вопросы качества, которые необходимо снимать как можно быстрее, а есть и такие, которые нужно решать с дальним прицелом. «Сегодня на предприятии существуют неплохие стандарты, которые позволяют выпускать качественную продукцию. Качество – это в первую очередь дисциплина, то есть следование технологическим процессам, регламентам и т. д. Когда у вас есть дисциплина на всех этапах производства, тогда будет обеспечено качество», – уверен он.

По информации А. В. Калиновского, контроль качества на каком-то этапе был потерян: «Наверно, для этого было много факто-

ров. Произошел отток квалифицированного персонала, в том числе из-за того, что зарплаты в компании были не самые высокие. А притока и закрепления новых кадров не было. Не исключено также, что злую шутку сыграло доминирование «Протона» на рынке. Так что первоочередная наша задача – установить технологическую дисциплину».

Сейчас в Центре планируется внедрять современные технологии в области качества, которые не стоят на месте. «Сокращаются вариативность процесса и влияние человеческого фактора, – объяснил А. В. Калиновский. – Эти технологии широко применяются в авиации, и мы пытаемся распространить их на космическую отрасль... Одним из элементов повышения качества является перевод носителя «в цифру», и мы этим активно занимаемся. На это уйдет два-три года, но когда мы это сделаем, для нас откроются огромные перспективы по использованию современных средств измерения. Мы сможем, например, применять лазерные трекары. Это позволит делать измерения не по шаблону, как сейчас, а с помощью электронных средств – с точностью до микрон».

## Постоянные клиенты и конкуренты

Возвращению «Протона-М» к коммерческим миссиям способствует и позиция нескольких крупных спутниковых операторов. Они заявили, что рынок пусковых услуг, целиком оккупированный двумя провайдерами (например, SpaceX и Arianespace), неустойчив: в случае если один из эксплуатируемых носителей из-за аварии перестанет летать, заказчики окажутся в очень сложном положении. Считается, что на рынке должны работать минимум три провайдера. Поэтому крупные операторы спутниковой связи решили поддержать ILS.

Inmarsat использовал «Протон-М» для запуска трех спутников глобальной сети связи пятого поколения Global Xpress, работающих в диапазоне Ka. В таком решении приоритетом оказалась цена: международная компания выбрала российскую ракету, получая выгоду от оптовой скидки. Тем не менее оператор на всякий случай заказал у производителя (Boeing Satellite Systems) и четвертый KA, чтобы иметь возможность быстро опривиться в случае неудачного запуска.

Для обеспечения непрерывного глобального охвата (за исключением полярных регионов) требуются три спутника Global Xpress. Inmarsat застраховал каждый из трех запусков более чем на 300 млн \$. Главный исполнительный директор компании Руперт Пирс (Rupert Pearce) 18 мая выступил с заявлением: «Инцидент с неудачным пуском «Протона» (16 мая. – Ред.)... крайне неприятен. Он неизбежно задержит планы по запуску нашего третьего спутника. Уже третий раз наша программа Global Xpress страдает задержками запусков из-за аварий «Протона»». Тем не менее все три Inmarsat 5 были успешно доставлены на орбиту.

ЕКА рассчитывает в марте 2016 г. запустить «Протоном» перелетный модуль (он же – спутник-ретранслятор) и лэндер первой миссии ExoMars. Второй полет по данной программе намечен на 2018 год. В нем тоже используют «Протон-М». Оба запуска нельзя

переносить из-за стартового окна, которое открывается один раз в два года.

Возвращение «Протона» происходит на фоне обострившейся конкуренции на рынке запусков. В лидеры по числу заказов вырвалась американская компания SpaceX. 15 сентября, еще не осуществив ни одного пуска после июньской аварии, она объявила о двух новых миссиях на носителях Falcon 9 и Falcon Heavy с мыса Канаверал. В свою очередь, Arianespace объявила, что получает контракт на запуск японского телекоммуникационного спутника. Сообщения о новых контрактах прозвучали на упомянутой выше конференции World Satellite Business Week.

Новые старты SpaceX планируются уже на 2017–2018 гг. Falcon 9 выведет Hispasat 1F либо Amazonas 5 для оператора Hispasat, а Falcon Heavy\* – тяжелый спутник Arabsat 6A саудовского оператора Arabsat для покрытия Ближнего Востока, Северной Африки и Европы.

К полетам после аварии вернется обновленный Falcon 9, условно обозначаемый v1.2 и отличающийся повышенной тягой двигателей, измененным соотношением компонентов топлива и удлиненной второй ступенью.

«Мы рады добавить эти дополнительные запуски в манифест, – заявила Гвинн Шоттлэнд. – Разнообразие миссий и клиентов усиливает наши возможности и отражает стремление фирмы обеспечить широту пусковых услуг для растущей клиентской базы».

Президент SpaceX заявила, что сейчас в манифесте более 60 миссий на сумму свыше 7 млрд \$, учитывая запуски для Arabsat и Hispasat, а также контракты с NASA по доставке астронавтов и грузов на МКС.

\* Ракета должна дебютировать в апреле 2016 г. после нескольких лет задержек.



Фото О. Урсова

Тем временем японская компания Broadcasting Satellite System Corp (B-SAT) выдала Arianespace контракт на запуск спутника связи BSat-4a. Аппарат, предназначенный для телевидения в формате Ultra HD, построит компания Space Systems/Loral. Оператор B-SAT выбрал для своего запуска РН Ariane 5 как часть контракта по изготовлению аппарата «под ключ».

### Ближайшие и перспективные миссии

На ближайшие годы запланировано несколько коммерческих миссий «Протона». Так, на 16 октября запланирован запуск спутника Turksat 4B, изготовленного японской фирмой Mitsubishi Electric (MELCO) по заказу оператора Turksat Satellite Communication, Cable TV and Operation A.S. «Протон-М» во второй раз выводит на орбиту КА на платформе MELCO: в феврале 2014 г. состоялась успешная миссия Turksat 4A на той же базе.

В конце ноября «Протон-М» должен вывести КА в интересах Минобороны России, а в декабре – «Экспресс-АМУ1».

В конце января 2016 г. будет запущен Eutelsat 9B. На 14 марта намечен старт миссии EхоMars-2016, на апрель – запуск Intelsat 31, на май – EchoStar 21, на конец года – AsiaSat-9. Пока не определена дата старта метеоспутника «Электро-Л» № 3 – его планируется запустить в 2016 г. с помощью РН «Протон-М» с разгонным блоком ДМ-03.

Эксперты и наблюдатели уже много лет жарко обсуждают будущий уход «Протона» со сцены, связывая его в основном с ожиданием ввода в эксплуатацию носителей нового семейства «Ангара»\*. Тем временем создание последних затянулось. Соответственно отодвинулась и грядущая отставка ветерана: если раньше разговор шел о 2020 г., то теперь руководство ГКНПЦ имени М. В. Хруничева уверенно заявляет, что «Протон» прослужит не менее десяти лет. В настоящее время на сборке ракеты в Москве работают 2000 человек, и примерно столько же трудится в Омске на изготовлении «Ангары».

Руководство Центра регулярно участвует в международных спутниковых конференциях и прекрасно осведомлено о современных

тенденциях рынка. Основные тренды – рост конкуренции, появление новых игроков, объединение аэрокосмических корпораций. «Объединились, например, Airbus и SNECMA в целях создания новой, более дешевой и экономичной РН. Все это показывает, что конкуренция усиливается. Появилась японская ракета. На рынке пусковых услуг присутствуют Китай и Индия. Если десять лет назад мы с американцами были монополистами, то сейчас ситуация обостряется», – подчеркнул А. В. Калиновский.

С другой стороны, наблюдается общая тенденция к уменьшению массо-габаритных характеристик спутников. Появились новые электроракетные двигатели, которые значительно снижают стартовую массу КА. Для вывода последних на орбиту требуются ракеты меньшего класса. Затраты заказчиков сокращают и парные запуски. «Компетенции, знаний, квалификации наших сотрудников хватает для того, чтобы сформировать новые предложения и остаться на рынке коммерческих услуг. И не просто сформировать предложения, но и обеспечить их теми преобразованиями, которые наметились внутри нашего предприятия. Они как раз направлены на повышение эффективности и качества для того, чтобы мы могли предложить нашим потенциальным заказчикам новые условия», – прокомментировал руководитель ГКНПЦ имени М. В. Хруничева.

По его мнению, «Протон» по-прежнему остается конкурентоспособным: «За плечами у нас более 400 пусков в течение 50 лет эксплуатации этой РН. Ее конструкция абсолютно надежна, а вопросом более эффективной организации производства мы сейчас занимаемся в рамках реорганизации и реформирования Центра, повышения эффективности производства и производительности труда. Это позволит нам сделать машину еще более конкурентоспособной».

В настоящее время разработана программа повышения эффективности и качества производства на предприятиях ГКНПЦ, рассчитанная до 2025 г. Она была согласована и утверждена Правительством РФ в конце 2014 г. Инвестиции в развитие Центра будут осуществляться по Федеральной космической программе (ФКП) на 2016–2025 годы, которая должна быть принята в этом году. «Если говорить о конкретных суммах, то могу подтвердить, что это десятки миллиардов рублей. Окончательно цифры будут определе-

ны после защиты ФКП на заседании правительства», – уточнил Андрей Владимирович.

Ранее называлась сумма инвестиций в размере 56 млрд руб, но многое будет зависеть от конкретных программ. Так, подписано соглашение с Внешэкономбанком (ВЭБ) о предоставлении кредита на 37 млрд руб со сроком погашения до 2025 г. Прорабатывается вопрос субсидирования правительством процентной ставки по этому кредиту.

В связи с распределением работ по «Ангаре» и «Протону» между Ракетно-космическим заводом ГКНПЦ имени М. В. Хруничева в Москве и производственным объединением «Полюс» в Омске планируется реструктуризация производственных площадок. «Во-первых, в Москве у нас вместо одного большого завода будет три предприятия, которые будут работать как на проект «Ангара», так и по «Протону». Мы делаем заводы разгонных блоков, головных обтекателей и пневмогидросистем для обеих программ. Судьба этих заводов ясна. Остается еще вопрос о сборочном цехе «Протонов», но я полагаю, что он станет базовой площадкой для создания ракеты, которая в будущем придет на смену «Ангаре». Об этом думаем уже сейчас, и у нас есть планы и идеи по поводу того, каким образом нам следует дальше развиваться», – сообщил А. В. Калиновский.

По утверждению руководителя Центра, в Омске будет создано совершенно новое производство РН «Ангара»: «Бытует мнение, что мы переносим производство из Москвы. Мы не переносим производство из Москвы, а практически создаем принципиально новый завод, с принципиально новой организацией производства и принципиально новыми технологиями, которые на сегодня еще не применялись в ракетно-космической отрасли России». По его словам, ГКНПЦ не имеет возможности разворачивать производство «Ангары» в Москве и параллельно сохранить производство «Протона». Поэтому выпуск новой ракеты и будет налажен в Омске.

В любом случае до 2025 г. «Протон» останется основным изделием, которое обеспечивает жизнеспособность и финансово-экономическую деятельность ГКНПЦ имени М. В. Хруничева. Для этого, однако, потребуется предпринять серьезные меры по сохранению конкурентоспособности ракеты в условиях жесткой борьбы за место под солнцем на рынке коммерческих запусков.

\* ILS имеет эксклюзивное право на маркетинг и коммерческую эксплуатацию и «Протона», и «Ангары» (НК № 9, 2015, с. 48-49).





## Великий поход... к нижнему пределу

Одноразовая ракета легкого класса «Чанчжэн-6» (长征六号, CZ-6, Changzheng-6, см. с. 34) сохранила общее имя китайских носителей «Чанчжэн», что означает «Великий поход», но относится к следующему поколению китайских средств выведения – наряду с носителями CZ-5 и CZ-7 тяжелого и среднего класса соответственно. Новые изделия отличаются серьезными конструктивными и технологическими особенностями, что обеспечивает переход от проработавших свыше 40 лет ракет на токсичном долгохраняемом топливе «азотный тетраоксид – несимметричный диметилгидразин» к ракетам на экологически безвредных компонентах «жидкий кислород – керосин».

В основу концепции легкого носителя легли, как представляется, следующие соображения. С развитием спутниковых технологий появилась возможность делать высокоэффективные аппараты дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) массой порядка 500 кг. Запуск таких спутников существующими ракетами (CZ-2C, CZ-2D, а тем более CZ-4B и CZ-4C) является неоправданной тратой ресурсов. Например, 18 декабря 2012 г. при коммерческом запуске турецкого спутника Göktürk-2 китайский носитель CZ-2D был существенно недогружен: под его головным обтекателем располагался полезный груз в 450 кг, составляющий всего около 40% от грузоподъемности ракеты.

Согласно прогнозам внутреннего и международного рынка, доля целевых запусков малых космических аппаратов (МКА) будет расти. По мнению китайских разработчиков, в таких условиях эксплуатация имеющихся средств выведения экономически невыгодна.

Создание CZ-6 началось для улучшения конкурентоспособности и снижения «избытка мощности» носителей при одновременном удовлетворении будущего спроса на «быстрые» запуски по заказу. Ракета проектировалась с расчетом на сектор МКА, с упором на применение инновационных технологий, учитывая технические риски, массу выводимого груза, удельные затраты на запуск и другие факторы.

### Шесть проектных вариантов

Решение о создании CZ-6 было принято в августе 2009 г., намного позже, чем у двух «старших» моделей, которые Госсовет КНР одобрил еще в октябре 2006 г. Тем не менее проработка легкого носителя была частью общей программы китайских одноразовых ракет-носителей нового поколения начиная с ее официального представления в феврале 2001 г.

Первоначальная концепция программы включала семейство средств выведения разных классов – тяжелого носителя CZ-5, среднего CZ-7 и легкого CZ-6, основанных на трех базовых модулях диаметром 5.00, 3.35 и 2.25 м. Эти ракетные блоки оснащались новыми двигателями – кислородно-керосиновым YF-100 тягой 120 тс и кислородно-водородным YF-77 тягой 50 тс. Из трех модулей и двух двигателей предполагалось собрать «жизнеспособную универсальную серийную вариативную» конструкцию.

Для легкого носителя CZ-6 исходно предлагался вариант с двумя ступенями диаметром по 2.25 м – калибр, идущий с самого первого оригинального носителя

CZ-1 и предложенный также для «малого» стартового жидкостного ускорителя (СЖУ) перспективной базовой ракеты CZ-5. На первой ступени устанавливался один кислородно-керосиновый двигатель YF-100, на вторую первоначально «смотрелся» некий вариант третьей ступени носителя CZ-3 с четырехкамерным кислородно-водородным ЖРД YF-73. В таком варианте ракета имела расчетную грузоподъемность 1500 кг на низкую орбиту наклонением 42° и высотой 300 км. Однако эксплуатация CZ-3 с двигателем YF-73 была завершена в 2000 г., и уже на начальном этапе проектирования «шестерки» от устаревшего «водородника» отказались в пользу нового кислородно-керосинового ЖРД YF-115 с проектной тягой 15 тс.

На начальной стадии проекта рассматривались различные двух- и трехступенчатые варианты CZ-6 (табл. 1).

Показанные в таблице варианты А и В отличались способом достижения круговой орбиты – с двукратным включением YF-115 в варианте А и с доводочной третьей ступенью в варианте В. В любом случае, однако, для достижения желаемой грузоподъемности носитель должен был иметь высоту около 35 м. При таком большом удлинении требовались дополнительные меры по увеличению прочности и управляемости изделия. В результате от «карандаша» диаметром 2.25 м также пришлось отказаться.

В качестве альтернативы проектанты рассмотрели еще четыре варианта: два с «толстой» первой ступенью диаметром 3.35 или 3.00 м при сохранении «тонкой» второй ступени и два выполненных в одном диаметре (3.00 и 2.50 м). Победил вариант С с первой ступенью на основе укороченного\* «большого» СЖУ от носителя CZ-5 (но с одним, а не с двумя двигателями YF-100), внешне напоминающий первые американские РН семейства Thor Agena и британскую Black Arrow.

\* Следует заметить, что разработчикам не удалось «создать ракету из кубиков»: в итоге ни один из использованных в CZ-6 блоков в точности не соответствует модулям, примененным в качестве ускорителей или ступеней CZ-5, как предполагалось изначально.

Табл. 1. Рассмотренные варианты легкого носителя (2005 год)

Параметры	Варианты ракеты-носителя					
	А	В	С	Д	Е	Ф
<b>Первая ступень</b>						
– диаметр, м	2.25	2.25	3.35	3.00	3.00	2.50
– масса компонентов топлива, т	61	61	76	76	76	71
– двигатель	Один маршевый YF-100 и четыре рулевых сопла тягой 1000 Н по крену					
<b>Вторая ступень</b>						
– диаметр, м	2.25	2.25	2.25	2.25	3.00	2.50
– масса компонентов топлива, т	13.15	13.15	15.15	15.15	15.15	15.15
– двигатель	Один маршевый YF-115					
<b>Третья ступень</b>						
– диаметр, м	–	2.25	2.25	2.25	3.00	2.50
– двигатель	–	Четыре маршевых YF-85				
<b>Носитель в целом</b>						
– длина, м	35.07	35.87	29.24	31.53	31.19	34.46
– относительное удлинение	15.6	15.9	8.7	10.5	10.4	13.8
– максимальный скоростной напор, кПа	33.8	36.9	22.3	22.0	21.8	25.8
– масса полезной нагрузки на ССО высотой 700 км кг	650	870	1080	1100	780	910

Источник: Чан Минтан, Ван Сюэцзюнь. Выбор генеральной схемы легкого носителя нового поколения. Доклад на симпозиуме профессионального комитета по средствам выведения Китайского общества астронавтики, 2005.

Расчетная масса полезного груза в варианте С была 1080 кг. Реальную грузоподъемность ограничивала длина располагаемой трассы: при условии, что весь активный участок должен быть виден с существующих станций слежения на континентальной части КНР, траектория выведения переставала быть оптимальной, и масса полезного груза снижалась до 500 кг. Впрочем, это была «беда» всех оставшихся вариантов.

После оптимизации стартовая масса ракеты увеличилась до 103 т, а тяговооруженность уменьшилась до 1.2; в то же время удалось более чем на треть снизить максимальное динамическое давление.

### Младший член семейства

Основное назначение CZ-6 – запуск полезных грузов массой до 1000 кг на типовую солнечно-синхронную орбиту (ССО) высотой 700 км с низкой стоимостью, малым временем подготовки и при расчетной надежности на уровне 98%.

Новая ракета легкого класса служит для удовлетворения растущего спроса на запуски военных и гражданских МКА. Как и остальные носители нового поколения, она имеет хорошие перспективы благодаря использованию возможностей новых технологий, упрощающих производство и эксплу-

атацию при одновременном росте характеристик и надежности системы.

Кроме требований к выводимой массе, перед разработчиками CZ-6 была поставлена задача сократить время подготовки к пуску до семи суток. Для сравнения: пусковая кампания американского твердотопливного (!) носителя Minotaur составляет 16 дней. Другие твердотопливные ракеты готовятся быстрее – японская Epsilon и новая китайская CZ-11 (см. с. 62-63) могут стартовать через неделю после начала подготовки. Таким образом, жидкостная CZ-6 должна была соответствовать по «скорострельности» твердотопливным ракетам быстрого реагирования.

Исходно основную роль в создании izdelий семейства «Великий поход» играет Китайская исследовательская академия ракет-носителей CALT (China Academy of Launch Vehicle Technology, иначе «Первая академия») в Пекине. Однако в июле 2008 г. головная фирма ракетно-космического комплекса КНР – Китайская корпорация космической науки и техники CASC (China Aerospace Science & Technology Corporation) – поручила разработку CZ-6 другому своему подразделению – Шанхайской академии космической техники SAST (Shanghai Academy of Space Technology, иначе «Восьмая академия»). С этого момента и до первого старта работы возглавлял Чжан Вэйдун (张卫东), совмещающий должности главного конструктора и административного руководителя проекта.

Рабочее проектирование ракеты проводила дочерняя структура SAST – Шанхайский проектный институт аэрокосмических систем SISSE (Shanghai Institute of Space System Engineering, или «805-й институт»), а изготовление – принадлежащий SAST Шанхайский завод аэрокосмического оборудования SAEF (Shanghai Aerospace Equipment Factory, известен также как «149-й завод»).

С того момента, как китайское правительство санкционировало разработку CZ-6, SAST внесла некоторые дополнительные улучшения в конструкцию ракеты, в том числе в систему управления вектором тяги нижних ступеней и в баки окислителя с «самонаддувом». Специалисты SAST определили 12 ключевых технологий проекта легкого носителя, в число которых вошли три вновь разработанных ракетных двигателя (YF-100, YF-115 и двигатель третьей ступени), сама доводочная ступень с возможностью многократного включения в полете и вновь созданная система наведения, навигации и управления GNC (Guidance, Navigation and Control).

В основу конструкции положена трехступенчатая схема с поперечным делением последовательно работающих ступеней

Табл. 2. Характеристики ступеней ракеты CZ-6 по проекту 2005 года

Характеристика	Ступени		
	Первая	Вторая	Третья
Длина, м	15.0	7.3	1.8
Диаметр, м	3.35	2.25	2.25
Сухая масса, т	н/д	н/д	н/д
Масса компонентов топлива, т	76	15.15	н/д
Число и тип маршевых двигателей	1×YF-100	1×YF-115	4×YF-85 (?)
Тяга у Земли/в пустоте, тс	120.3/136.65	~17.85	~0.41
Время работы, сек	186*	293*	н/д
Компоненты топлива маршевого двигателя	Жидкий кислород – керосин		Перекись водорода – керосин
Удельный импульс у Земли/в пустоте, сек	300/335	~342**	н/д
Управление вектором тяги	Качение маршевого двигателя (по тангажу и рысканью)+4 импульсных ЖРД тягой по 102 кгс на перекиси водорода и керосине (по крену)	Качение маршевого двигателя (по тангажу и рысканью)+система ориентации третьей ступени	Восемь импульсных ЖРД тягой по 10.2 кгс и четыре ЖРД по 2.5 кгс на перекиси водорода и керосине

\* Оценка по секунднему расходу на номинальной тяге, подтвержденная циклограммой пуска.  
\*\* По другим данным, 336 сек.



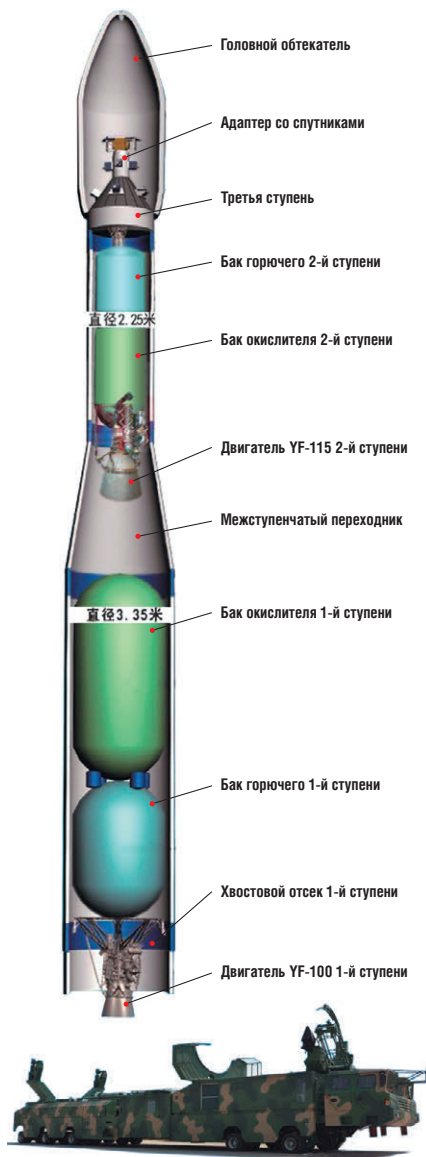
(«тандем»), две из которых – маршевые, а третья – доводочная. Она обеспечивает формирование целевой орбиты с высокой точностью.

Основные характеристики ступеней ракеты, приведенные в таблице 2, следует воспринимать как сугубо ориентировочные. Дело в том, что «официального» описания ракеты пока нет, и после первого пуска наряду с множеством интересных деталей\*\* было названо лишь ограниченное число числовых параметров. Было объявлено, что стартовая масса носителя составляет 103 т при стартовой тяге 1200 кН; общая длина носителя – 29.3 м, диаметр первой ступени – 3.35 м, верхних ступеней – 2.25 м; тяга маршевого двигателя второй ступени – 18 тс; головной обтекатель имеет диаметр 2.6 и длину 6.145 м. Кроме того, была названа грузоподъемность ракеты – 1000 кг на типовую ССО высотой 700 км – и всё.

Другие существенные детали компоновочной схемы, такие как тип и тяга ДУ третьей ступени и характер исполнительных органов системы управления полетом изделия, не были опубликованы. Вследствие этого продолжают считаться актуальными и кочуют из текста в текст данные из публикации 2005 г., посвященной выбору из шести вариантов компоновочной схемы (табл. 1). Есть основания считать, что реальная CZ-6 значительно отличается от проекта 2005 г.: в частности, она имеет совершенно иную третью ступень.

Первая ступень унифицирована по элементам конструкции (секции цилиндриче-

\*\* Среди последних отметим использование стандартной шины типа 1553B в цифровой системе управления носителя, бесплатформенную инерциальную навигационную систему с восемью лазерными и восемью волоконно-оптическими гироскопами и универсальный бортовой навигационный приемник, использующий сигналы систем GPS, ГЛОНАСС и «Бэйдоу».



ских обечаек и днища баков, межбаковый переходник) с «толстым» СЖУ CZ-5, также производимым на 149-м заводе в Шанхае. На второй ступени применен топливный бак с совмещенным днищем и теплоизоляцией сэндвич-типа. Конструкция баковых и «сухих» отсеков выполнена в основном из алюминиевых сплавов. Для надува баков окислителя используется газифицированный кислород, баков горючего – сжатый гелий. Газификация жидкого кислорода и подогрев газообразного гелия осуществляются в теплообменнике маршевого двигателя, установленном в газовом тракте турбонасосного агрегата.

Ступени разделяются по «холодной» схеме. После выключения двигателя первой ступени срабатывает пиротехническая система в области конического межступенчатого отсека. Затем пороховые микродвигатели тормозят первую ступень и разгоняют вторую, осаждавая компоненты топлива; как только маршевый жидкостный двигатель второй ступени выходит из межступенчатого переходника, начинается процесс его включения. Вторая и третья ступени разделяются аналогично, для разведения этих ступеней применяются толкатели.



▲ Кислородно-керосиновый двигатель YF-100

Главным новшеством проекта CZ-6 стала установка на первой и второй ступенях совершенных кислородно-керосиновых двигателей замкнутой схемы с дожиганием генераторного газа, отработанного на турбонасосном агрегате, в основной камере сгорания при высоком давлении. Китайская пресса с гордостью сообщает, что КНР стала второй страной в мире после России, освоившей технологию создания таких ЖРД. Главным конструктором кислородно-керосиновых двигателей и заместителем главного конструктора ракеты CZ-6 является Лю Хунцзюнь (刘红军).

Характеристики двигателей YF-100 и YF-115 представлены в таблице 3. Поскольку эти же ЖРД используются на CZ-7, а двигатель первой ступени – еще и на CZ-5, новая легкая ракета фактически служит «летающим стендом» для отработки особенностей



эксплуатации новых для Китая ракетных блоков и двигателей.

Разработка самого мощного на сегодня китайского кислородно-керосинового двигателя YF-100 стартовала в сентябре 2000 г. Она была поручена Исследовательской академии космических двигательных технологий (Academy of Aerospace Liquid Propulsion Technology, AALPT), иначе известной как «Шестая академия» и расположенной в Сиане, провинция Шэньси. Главным стал 11-й институт, официально именуемый Сианьским институтом космических двигательных установок (Xian Aerospace Propulsion Institute).

Западные эксперты указывают, что прототипом YF-100 является РД-120 разработки НПО «Энергомаш» со второй ступени РН «Зенит». Китайцы приобрели российский двигатель в 1990-е годы и «творчески переработали» (в частности, «укоротили» высотное сопло до земного варианта, как предлагалось в проекте РД-120К).

О трудностях внедрения новых для страны технологий говорит тот факт, что огневые стендовые испытания (ОСИ) по программе создания YF-100 началась в 2002 г., а первое успешное включение на полную длительность удалось провести лишь в 2005 г. Официальные приемочные испытания завершились в мае 2012 г.; тогда же YF-100 был сертифицирован Государственным управлением оборонной науки, техники и

Табл. 3. Характеристики двигателей первой и второй ступеней CZ-6

Характеристика	Двигатель	
	YF-100	YF-115
Тяга:		
– на Земле, тс	122.3	–
– в пустоте, тс	136.6	18
Давление в камере, атм	180	120
Удельный импульс:		
– на Земле, сек	300	285
– в пустоте, сек	335	342
Расход топлива, кг/сек	409	52.5
Соотношение компонентов (ок/гор)	2.7:1	2.5:1
Диапазон дросселирования, % от номинальной тяги	65–100	н.д.
Высота двигателя, м	н.д.	2.325
Диаметр среза сопла, м	1.38	0.946

промышленности (ГУОНТП) и выпускается теперь в двух вариантах – с установкой на одностепенном (для боковых ускорителей CZ-5 и CZ-7) и на двухступенном (для CZ-6) карданном подвесе.

Первые наземные испытания первой ступени CZ-6 с включением YF-100 на 170 секунд были успешно проведены 27 ноября 2012 г., вторые состоялись 3 апреля 2013 г. Ресурсные 500-секундные испытания двигателя YF-100 в составе первой ступени прошли в августе 2013 г.

Двигатель YF-115 – первый китайский двигатель верхних ступеней, работающий по замкнутому циклу. Он разрабатывался тем же предприятием с 2002 г. для установки на второй ступени носителей CZ-6 и CZ-7. По данным китайских и западных источников,





проект подобного двигателя был заложен еще в рамках «Программы 863», целью которой было создание высокоэффективного двигателя, работающего на жидком кислороде и керосине. Однако китайская промышленность смогла справиться с данной задачей только после получения российского прототипа (и, вероятно, документации) в начале 1990-х годов.

Разработка YF-115 шла параллельно с YF-100. В январе 2012 г. YF-115 успешно прошел ОСИ в высотных (вакуумных) условиях, а в апреле 2013 г. состоялись его испытания в составе ступени.

На второй ступени CZ-6 установлен один YF-115 в двухступенном карданном подвесе, в то время как на верхней ступени CZ-7 будут использованы четыре YF-115: два – неподвижных и два – в карданных подвесах. Утверждается, что двигатель имеет возможность повторного запуска в полете, что существенно расширяет энергетические возможности носителя при выведении КА на различные орбиты.

Еще одним новшеством, заложенным изначально в проект CZ-6, была система управления вектором тяги. Маршевые двигатели первой и второй ступеней устанавливались в двухступенных карданных подвесах; качаясь с помощью силовых приводов, они управляли ракетой по тангажу и рысканью. Для управления по крену на этапе работы первой ступени служила автономная двигательная установка, расположенная в верхней части обтекателя маршевого двигателя: четыре радиальных неподвижно установленных и попарно расположенных ЖРД тягой по 102 кгс, работающих на перекиси водорода и керосине, включались только тогда, когда требовалось подавить возмущающий момент или повернуть ракету по каналу крена.

Управление на последующих этапах полета обеспечивала двигательная установка третьей ступени, включавшая по проекту четыре маршевых ЖРД тягой по 102 кгс и 12 управляющих – восемь тягой по 10.2 кгс и четыре по 2.5 кгс.

Введение в конструкцию РН микродвигателей с использованием нового компонента – перекиси водорода – было интересным, хотя и небесспорным решением: по-видимому, разработчики ставили во главу угла экологическую чистоту ракеты.

К сожалению, достоверно не известно, в какой степени эти проектные решения

были воплощены в жизнь и используется ли на «реальной» CZ-6 хотя бы один перекисно-керосиновый двигатель. Единственное официальное упоминание о средствах управления по крену относится к апрелю 2012 г., когда 7103-й завод 6-й академии завершил поставку двух маршевых двигателей YF-100 для испытания в составе первой ступени. В сообщении говорилось, что, помимо YF-100, на ступени имеются *два устройства управления по крену на газе*, а не четыре перекисно-керосиновых двигателя, как было в утвержденном в 2005 г. проекте.

Табл. 4. Расчетная циклограмма первого пуска CZ-6

Время от старта, сек	Событие
0.000	Старт
181.660	Выключение ДУ 1-й ступени
183.160	Отделение 1-й ступени
204.160	Сброс головного обтекателя
484.930	Выключение ДУ 2-й ступени
487.930	Отделение 2-й ступени
607.930	Включение ДУ 3-й ступени
858.186	Выключение ДУ 3-й ступени
893.186	Отделение КА (1-я группа)
909.186	Отделение КА (2-я группа)
958.186	Отделение КА (3-я группа)
980.186	Отделение КА (4-я группа)

### Загадка третьей ступени

Главная интрига CZ-6 – это ее третья ступень, которая, судя по циклограмме первого пуска, включает после баллистической паузы и выполняет функцию блока доведения. Ступень обеспечивает управляемый полет продолжительностью несколько часов с возможностью двукратного включения маршевой ДУ для разведения полезных нагрузок по разным орбитам.

На основании проекта 2005 г. наблюдатели полагали, что ДУ третьей ступени построена на базе тех же камер, которые на первой ступени предназначались для управления по каналу крена, но с высотными сопловыми насадками. Ходила также версия, что вместо четырех ЖРД малой тяги был создан новый перекисно-керосиновый ЖРД тягой 350 кгс. В одной из публикаций 2011 г. указывалось, что третья ступень использует двигатель YF-85 или YF-85A, но без указания его характеристик.

В официальном послестартовом сообщении 11-го института было объявлено, что на третьей ступени успешно отработал разработанный сяньскими конструкторами *двигатель с турбонасосной подачей на традиционных компонентах топлива*. Такая формулировка указывает не на пере-

кись водорода и керосин (которые для Китая отнюдь не являются традиционными), а, скорее всего, на применяемую уже почти полвека высококипящую пару АТ/НДМГ.

Первые огневые испытания комплектной третьей ступени были проведены 11 июля 2013 г. на стенде 101-го института 6-й академии в Пекине. В одной из публикаций после запуска была приведена фотография этого или аналогичного испытания, на которой ясно видно одно сопло большой степени расширения.

4 сентября 2013 г. в сообщении о завершении очередного этапа проектно-конструкторских работ по двигателю третьей ступени говорилось, что он имеет возможность двукратного включения и используется для управления полетом по тангажу и рысканью за счет качания в двух плоскостях (как и на двух нижних ступенях). 17 марта 2014 г. сообщалось, что с использованием электрического сервопривода разработки 803-го института SAST успешно проведено первое огневое испытание с качанием двигателя.

Заключительное испытание ЖРД третьей ступени, открывшее путь к старту, было проведено в марте 2015 г.

Таким образом, представление об установке на третьей ступени CZ-6 четырех перекисно-керосиновых двигателей тягой по 1000 Н неадекватно и должно быть отброшено. Представляется вероятным, что нет там и одиночного перекисно-керосинового двигателя и что в действительности маршевый двигатель третьей ступени работает на АТ/НДМГ и имеет тягу порядка 500 кгс. На эту роль хорошо подходит двигатель тягой 650 кгс, рассчитанный на два включения и уже дважды использованный в составе верхней ступени «Юаньчжэн-1» на ракетах класса CZ-3С/CZ-3В.

Подобное решение было бы вполне оправдано подходящими характеристиками высококипящего долгохраняемого топлива; оно применяется во всем мире, в том числе и на кислородно-керосиновых и кислородно-водородных в своей основе носителях. Таковы ступени EPS для европейских РН Ariane 5 типа G, GS и ES, ступень IABS, использовавшаяся на ракетах Atlas II/IIA и Delta IV, разгонный блок «Фрегат» на «Союзе-2» и т. п. Однако открытое опубликование этого факта вошло бы в противоречие с «официальным» обликом CZ-6 как «экологически чистой» ракеты, и максимум, о чем разрешается написать китайской прессе, – это о «традиционных» компонентах для ЖРД третьей ступени и о «пяти различных видах топлива» на ракете в целом.

Головной обтекатель CZ-6 – композитный, имеющий два типоразмера (на диаметр 2.25 м и 2.6 м). Обтекатель устанавливается на верхнем срезе цилиндрической части третьей ступени.

### Семь суток до старта

Подготовка носителя и полезного груза осуществляются в переоборудованном монтажно-испытательном корпусе в старой технической зоне космодрома, в районе с координатами 38.8091° с. ш., 111.6111° в. д. Ракета доставляется с завода-изготовителя в Шанхай, интегрируется в горизонтальный



▲ Фото слева показывает вертикализацию и установку ракеты CZ-6 на стартовый стол с помощью стационарного установщика. Фото справа демонстрирует работу наземного оборудования после отмены старта 19 сентября: стрела установщика подводится к ракете, стоящей на стартовом столе

положении и стыкуется с головной частью. Проверки электрических систем, заправочного оборудования и вспомогательных силовых установок, а также телеметрической системы носителя производятся с помощью пяти мобильных испытательных станций, смонтированных на автомобильных шасси. На все эти операции отводится четверо суток.

Благодаря относительной компактности (масса полностью снаряженной, но незаправленной\* ракеты не более 11 т, длина – менее 30 м) CZ-6 доставляется на стартовый комплекс в собранном виде на колесном автомобильном транспортере, оснащенный оборудованием для термостатирования «креновых» двигательных установок первой и второй ступеней, а также третьей ступени и полезного груза под головным обтекателем. Самоходное транспортно-подъемное устройство создано компанией Suzhou Dafang Special Vehicles в составе промышленной группы Baosteel Engineering & Technology Group, имеет автономную систему управления и обеспечивает доставку изделия в заданное положение на стартовой позиции с ошибкой менее 5 мм.

Новая стартовая площадка для CZ-6 в Центре спутниковых запусков Тайюань имеет номер 16. Она расположена в точке 38.8685° с. ш., 111.5816° в. д., примерно в 1 км к западу от площадки №9, откуда пускаются сейчас носители старого семейства CZ-2С/CZ-4В/CZ-4С. Стартовое сооружение отличается современным минималистичным дизайном: отсутствуют башня обслуживания и кабель-заправочная мачта, которые обычно видны на других китайских комплексах.

На старте осуществляется сопряжение силовой части подъемно-транспортного устройства пусковой установки с рамой, на которой лежит ракета на транспортере. В течение примерно 10 минут рама с изделием переводится в вертикальное положение, и ракета опирается на четыре опоры стартового устройства. Транспортер уходит, а рама остается и поддерживает изделие в вертикальном положении. Обслуживание

на старте предусмотрено только с нулевого уровня и в районе межступенчатого переходника с упрощенной площадки подъемной рамы на высоте 10 м. Стартовый комплекс автоматизирован не полностью: стыковка и расстыковка заправочных магистралей производится боевым расчетом.

Цикл работ на стартовом комплексе рассчитан на трое суток, так что вся пусковая кампания занимает семь суток, причем этот срок может быть сокращен. Для существующих носителей семейства «Великий поход» лишь сборка на старте с последующими испытаниями занимает 20–30 дней!

В августе 2013 г. после завершения программы огневых испытаний двигательных установок CZ-6 было дано разрешение на изготовление комплектных ступеней для наземных и летных испытаний. Фактически оно началось еще раньше: известен снимок со 149-го завода в Шанхае, сделанный 18 июля 2013 г., на котором лежат бок о бок длинный двухдвигательный блок CZ-5 и намного более короткая первая ступень CZ-6 с одним маршевым ЖРД.

Первый стендовый образец был доставлен в Тайюань для тренировки стартовой команды с заправкой ступеней ракеты штатными компонентами топлива. 10 декабря 2013 г. пресс-служба 6-й академии объявила об успешном завершении совместных испытаний на полигоне.

Первый старт планировался на 2014 г., однако из-за сложностей с созданием множества разношерстных спутников его пришлось отложить. Благодаря возникшей паузе в январе 2015 г. на Тайюане состоялись еще одни испытания с имитацией предстартового отсчета.

В декабре 2014 г. глава Научно-технического комитета 6-й академии Чжан Гуйтянь назвал датой первого старта CZ-6 июнь-июль 2015 г. Позднее пуск был официально назначен на август 2015 г. Ракету с заводским номером Y1 отправили на полигон в июле, и в августе пуск планировался на 5–7 сентября. Об этом известно благодаря наличию на борту группы спутников «Сиван-2» с радиолобительской аппаратурой, сроки пусков которых назывались разработчиками. Причина последующей двухнедельной отсрочки

не объявлялась, но может быть связана с задержкой в поставке двух аппаратов «Чжэда писин», которые были отправлены на полигон лишь 30 августа.

2 сентября по радиолобительским каналам прошла информация, что старт состоится 19 сентября; впоследствии координатор радиолобительского проекта Алан Кун (Alan Kung) назвал и расчетное время – 18 сентября в 23:00 UTC, что соответствовало 07:00 следующих суток по пекинскому времени. Предупреждения о закрытии районов падения не публиковались.

Ракету вывезли на старт 13 сентября. По неофициальным данным, попытка пуска утром 19 сентября имела место, но была прервана за 10 минут до расчетного времени по техническим причинам, связанным с носителем. Пуск отложили на 24 часа.

Повторная заправка ракеты началась 19 сентября в 21:01 по местному времени под руководством заместителя главного конструктора носителя Дин Сюэфэн. Керосин в баки первой и второй ступеней был заправлен к полуночи. Заправка кислорода в баки двух ступеней (верхний на первой, нижний на второй) началась в 03:01, за четыре часа до пуска. Бак второй ступени заполнился к T–160 мин, первой – к T–140 мин.

Вскоре после этого, ранним утром 20 сентября китайское телевидение внезапно «проснулось» и, прервав «заговор молчания» относительно предстоящего старта, выдало первый репортаж о новом носителе CZ-6.

Тем временем в 06:46, по 15-минутной готовности, последние члены боевого расчета покинули старт. За три минуты

▼ Заместитель главного конструктора РН CZ-6 Дин Сюэфэн (стоит) наблюдает за работой коллег



\* Неизвестно, где производится заправка баков третьей ступени – в технической зоне (что более вероятно) или в стартовой.

до расчетного момента была отведена в горизонтальное положение рама подъемно-транспортного устройства.

Пуск состоялся 20 сентября в 07:01:14 пекинского времени. Первая ступень отработала около 185 секунд, вторая отключилась примерно через 485 сек после старта. Третья была включена после 120-секундной баллистической паузы и работала примерно до 860-й секунды. Отделение аппаратов было выполнено в четыре этапа между 914-й и 989-й секундой от старта.

Первое сообщение об успешном пуске было опубликовано в 07:40, но к этому времени уже стало известно: старт прошел успешно, данные со спутника LilacSat-2 сняты наземной радиолобительской станцией в Сингапуре сразу после отделения от ракеты-носителя. Подробный репортаж о новой ракете прошел в утреннем восьмичасовом выпуске новостей.

### Перспективы

Первый за почти два десятилетия носитель, построенный на совершенно новых для Китая технологиях, заполняет пробел в пусковом потенциале КНР между легкими

твердотопливными ракетами типа «Кайточжэ-1» («Исследователь-1»), «Куайчжоу» («Быстрый челн») и CZ-11 и существующими ракетами семейства «Чанчжэн», формально становясь в тот же класс, что и европейская Vega и российская «Ангара-1».

Разработчики, тем не менее, рассматривают CZ-6 еще и как основу для нового среднего носителя, в известной степени альтернативного CZ-7. Одной из причин зарубежные эксперты считают внутреннюю конкуренцию. Отмечается, что шанхайская академия SAST вряд ли будет довольствоваться лишь созданием легкой ракеты, в то время как пекинская CALT осуществляет разработку гораздо более амбициозных проектов CZ-5 и CZ-7.

Еще до первого полета CZ-6 появилась информация, что SAST начала концептуальное изучение варианта CZ-6A (также фигурирует под названием CZ-8). Согласно выпущенной презентации, ракету предполагается оснастить двумя навесными стартовыми твердотопливными ускорителями диаметром до 2.0 м, переделанной первой ступенью с двумя двигателями YF-100 и второй ступенью увеличенного до 3.35 м диаметра.

Новый носитель сможет выводить на ССО до 4000 кг, что не только переводит его в тот же класс, что и CZ-7, но и дает значительные преимущества перед еще не летавшим конкурентом. Разработчики прямо указывают, что носитель CZ-7 для запуска на орбиту, отличающиеся от низких околоземных, должен оснащаться криогенной верхней ступенью, оборудованной для заправки которой существует только на космодроме Сичан (теоретически) и Хайнань. В то же время описанная выше CZ-6A сможет стартовать с любого из четырех китайских космодромов Китая при условии добавления сравнительно дешевой кислородно-керосиновой инфраструктуры.

Некоторые источники также предполагают, что CZ-6A может оснащаться верхней ступенью TY-1 разработки SAST, что позволит применять эту ракету для выведения геостационарных спутников и зондов в дальний космос.

В день триумфального первого старта «шестерки» шанхайское правительство официально подтвердило намерение разработать и запустить в течение 13-й пятилетки (2016–2020) ракету среднего класса – усовершенствованную версию CZ-6.

## Новый китайский твердотопливный

Лян Сяохун сказал, в частности, что Китай ускорил разработку своего первого твердотопливного носителя\* с целью восполнения имеющегося пробела в парке средств выведения. Он отметил, что по проекту выполнены все подготовительные этапы и начато рабочее проектирование РН, так что первый пуск должен состояться в течение 12-й пятилетки, то есть не позднее конца 2015 г.

Разработка CZ-11 началась в октябре 2010 г. как внутренний проект CALT в ответ на всплеск интереса в мире к созданию малых и дешевых спутников с высокими потребительскими характеристиками и в связи с началом соответствующих работ в Китае. CZ-11 была задумана как система длительного хранения, простая в эксплуатации, с низкой стоимостью запуска и коротким временем подготовки к нему. Она призвана обеспечить быстрый доступ к космическим средствам в случаях природных бедствий и чрезвычайных ситуаций – речь идет, например, о запуске спутников наблюдения и связи в течение 24 часов после поступления запроса.

В день первого старта «Жэньминь жибао» объявила, что четырехступенчатая твердотопливная ракета CZ-11 имеет общую длину 20.8 м при максимальном диаметре корпуса 2.0 м. Масса носителя равна 58 т, а стартовая тяга двигателя 1-й ступени – 120 тс. Грузоподъемность CZ-11 составляет 350 кг на типовую солнечно-синхронную орбиту высотой 700 км, или 430 кг на высоту 500 км, или 700 кг на низкую орбиту.

Газета сообщила также, что твердотопливные двигатели для ракеты, включая 120-тонный маршевый двигатель первой ступени, разработаны в 2005–2015 гг. коллективом 4-й исследовательской академии AASPT в г. Сиань, входящей в состав CASC. Эти работы возглавляли административный руководитель Чжан Шилинь (张士林) и главный конструктор Ван Цзяньжу (王建儒; он же – заместитель главного конструктора носителя).

Лян Сяохун еще в 2013 г. утверждал, что на первой ступени носителя установлен РДТТ максимального в Китае размера и тяги. «Жэньминь жибао» после старта описала создание двигателей CZ-11 как новую разработку с соответствующим набором героически преодоленных трудностей. Ранее газета сообщала, что в марте 2009 г. в 4-й академии CASC был испытан монолитный 120-тонный РДТТ, в апреле 2010 г. – экспериментальный двухсекционный двигатель метрового диаметра.

▼ Единственное изображение РН CZ-11 в транспортно-пусковом контейнере на старте пришлось растянуть по горизонтали, чтобы получить правдоподобные пропорции



И. Лисов.  
«Новости космонавтики»

CZ-11 (长征十一号, см. с. 41) – первая твердотопливная ракета-носитель разработки Китайской исследовательской академии ракет-носителей CALT в составе Китайской корпорации космической науки и техники CASC. Летавшая в 2002–2005 гг. «Кайточжэ-1» и используемая с 2013 г. «Куайчжоу», а также продемонстрированный в октябре 2014 г. на аэрокосмическом салоне в Чжухае носитель «Фэйтянь-1» являются продукцией конкурирующей Китайской корпорации космической науки и промышленности CASIC.

Главным конструктором CZ-11 является Пэн Кунья (彭昆雅), административным руководителем проекта – Ян Ицзян (杨毅强). Система CZ-11 была впервые упомянута в отчете корпорации CASC за 2011 г., но официально факт ее разработки раскрыли 2 марта 2013 г., когда вице-президент и секретарь парткома CALT Лян Сяохун сделал соответствующее заявление корреспонденту Синьхуа.

\* Имея в виду, разумеется, лишь работы «родной» корпорации CASC.





▲ Огневые испытания РДТТ первой ступени

тра, а 27 июля 2011 г. – демонстрационный трехсекционный РДТТ двухметрового диаметра. Логично считать, что в этой публикации за август 2011 г. описывалось как раз создание двигателя для первой ступени CZ-11.

Эти обстоятельства заставляют с сомнением отнестись к популярному среди независимых наблюдателей представлению о том, что в основу проекта CZ-11 положена китайская стратегическая ракета DF-31A, хотя она также разработана в CALT, а ее твердотопливные двигатели созданы 4-й академией AASPT. Первый пуск этой боевой ракеты состоялся еще в ноябре 2002 г., так что к заявленному моменту начала работ над двигателями для CZ-11 ракета DF-31A уже давно летала. А вот увязать разработку CZ-11 с созданием МБР DF-31B, которая испытывалась в первый раз ровно год назад, 25 сентября 2014 г., китайские ракетчики вполне могли.

Ни технические данные DF-31A, ни фотографии реальной CZ-11 не были официально опубликованы; имеется лишь один частный снимок последней на старте с искаженными пропорциями (см. с. 62). Тем не менее следует заметить, что этот неофициальный снимок показывает носитель в контейнере, внешне не отличимом от стандартного ТПК ракеты DF-31A.

Существует также версия, что некий вариант проекта CZ-11 был представлен в феврале 2013 г. в Научно-техническом комитете Комитета по мирному использованию космического пространства ООН как предложенное Китаем средство запуска созвездия наноспутников QB50 для Евросоюза. Носитель, названный в этом источнике LM-MLV, состоял из трех твердотопливных ступеней диаметром 2.0, 2.0 и 1.4 м и жидкостного блока доведения с ЖРД YF-50 тягой 50 кгс на высококипящем топливе. Блок доведения и полезный груз размещались под обтекателем диаметром 1.60 м и длиной 5.68 м.

Внешний вид ракеты CZ-11 в телерепортаже, часть которого снималась в МИКЕ, в целом соответствует схеме проекта LM-MLV. Две первые ступени действительно выполнены в одном диаметре 2.0 м, а вот третья, состыкованная через конический переходник, имеет один диаметр с обтекателем – 1.6 м.

В китайских публикациях утверждается, что твердотопливными являются все четыре ступени CZ-11, что не соответствует проекту LM-MLV. В свою очередь, эти утверждения входят в противоречие с фактом увода верх-

ней ступени на более низкую орбиту – для РДТТ доведения это, мягко говоря, нехарактерно. В показанных по телевидению фрагментах анимации полета CZ-11 была продемонстрирована работа трех твердотопливных ступеней, но четвертую не показали вообще. Вполне вероятно, что она все-таки жидкостная. Известно, что 4-я ступень включается после баллистической паузы в апогее траектории на короткое время для перехода на расчетную круговую орбиту.

Еще одним доводом против отождествления LM-MLV и CZ-11 является существенная разница в дальности полета ступеней. Для первой были заявлены районы падения первой и второй ступени в 175 и 1270 км от старта соответственно. В то же время для CZ-11 центр единственного объявленного района падения лежал в 320 км от старта.

Судя по включенной в телерепортаж видеозаписи огневых испытаний первой ступени CZ-11, управление полетом по каналам тангажа и рысканья осуществляется путем качания сопла маршевого двигателя, а по

3 марта 2015 г. Лян Сяохун объявил, что разработка носителя CZ-11 завершена и первый пуск состоится в течение 2015 г.

2 сентября по радиолокационным каналам прошла информация, что первый старт CZ-11 назначен на 25 сентября и состоится после пуска CZ-6, который планируется на 19 сентября. Прогноз оказался точным и получил подтверждение 24 сентября с публикацией объявления о зоне ограничения для полетов с центром в 320 км южнее космодрома Цзюцюань на 25 сентября с 09:33 до 09:53 пекинского времени.

Первое достоверное сообщение об успешном пуске было опубликовано примерно через полчаса после старта.

«Важно отметить, что в случае успеха будет вестись обтекатель, и после необходимых тестов мы готовы стартовать очень быстро», – поясняет Ван Цзяньжу. На все работы в МИКе требуется не более 12 часов и всего несколько человек операторов, добавляет Пэн Кунья.

Это стало возможным благодаря более простой конструкции твердотопливного носителя в целом, а также специальными мерам, принятым при разработке бортовых радиоэлектронных систем и приборов. Создатели ракеты пошли на комплексирование отдельных устройств в единые функциональные блоки, а также на введение операционной самоконтроля, сводящих к минимуму необходимость вмешательства человека. В июле 2015 г. на космодроме была проведена совместная репетиция предстартовой подготовки и пуска CZ-11, которая заняла всего 10 часов.

На старт ракеты доставляется колесным транспортом в горизонтальном положении в транспортно-пусковом контейнере. Для ее головной части предусмотрена специальная дополнительная секция с откидной верхней крышкой, которая открывается перед подъемом ракеты в стартовое положение. Таким образом, перед пуском головная часть находится над верхним срезом контейнера, диаметр которого в полтора раза больше диаметра обтекателя, то есть близок к 2.4 м.

В китайском сегменте Сети имеется интересная сравнительная таблица параметров твердотопливных носителей. Следует учитывать, что приведенная в ней информация о китайской РН «Куайчжоу» не подтверждена официальными источниками и может быть неточной.

Характеристики твердотопливных ракет-носителей грузоподъемностью до 500 кг

Наименование	Первый пуск	Диаметр, м	Длина, м	Масса, т	Грузоподъемность, кг	Стоимость пуска, млн \$
Кайточжэ-1	15.09.2002	1.4	13.6	19.3	100 (низкая)	–
Шавит-1	05.04.1995	1.35	17.7	27.25	300 (низкая)	15.0
Шавит-2	11.06.2007	1.35	20	31.10	550 (низкая)	–
Фэйтянь-1	–	1.4	19.4	30	250 (ССО 500 км)	–
Куайчжоу	25.09.2013	1.4	18	32	430 (ССО 500 км)*	6.0
Minotaur 1	27.01.2000	1.67	19.17	36.15	335 (ССО 740 км)	12.5
Старт-1	25.03.1993	1.8	22.7	47	300 (ССО 500 км)	9.0
CZ-11	25.09.2015	2.0	20.8	58	350 (ССО 700 км)	–
Кайточжэ-2	–	1.7	26.65	65	300 (низкая)	–
Athena 1	15.08.1995	2.36	18.9	66.3	360 (ССО 800 км)	17.0
Epsilon	14.09.2013	2.5	24.4	91	450 (ССО 500 км)	38.0

\* Включая интегрированную с полезным грузом ДУ доведения.



крену – с использованием дополнительных двигателей малой тяги. Для качения сопел РДТТ двухметрового диаметра совместными усилиями 4-й академии и 18-го института CALT были созданы электромеханические сервоприводы мощностью 20 и 10 кВт.

Концепция использования CZ-11 включает длительное хранение ракет в готовности к запуску. «Когда поступает приказ на запуск, спутник и ракета стыкуются, накаты-



# Космический мусор – информационный армрестлинг

С. Середин, И. Олейников специально для «Новостей космонавтики»\*

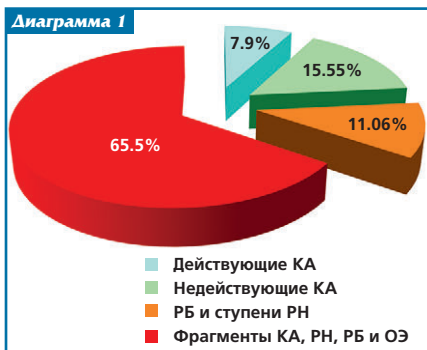
С начала интенсивного освоения космоса человеком прошло уже более полувека. За это время на орбиты выведено большое количество различных спутников. Интенсивность освоения космического пространства привела к тому, что космическая обстановка оказалась динамичной с точки зрения опасных ситуаций, связанных со сближениями и падениями космических объектов (КО). Сопровождение опасных ситуаций в околоземном космическом пространстве (ОКП) стало повседневной задачей.

По состоянию на 31 августа 2015 г. общее количество находящихся в космическом пространстве и каталогизированных в базах данных Автоматизированной системы предупреждения об опасных ситуациях в ОКП космических объектов техногенного происхождения составило 17250 КО. Из них 1362 КО – это действующие космические аппараты, а остальные 15888 КО – космический мусор (КМ), в том числе:

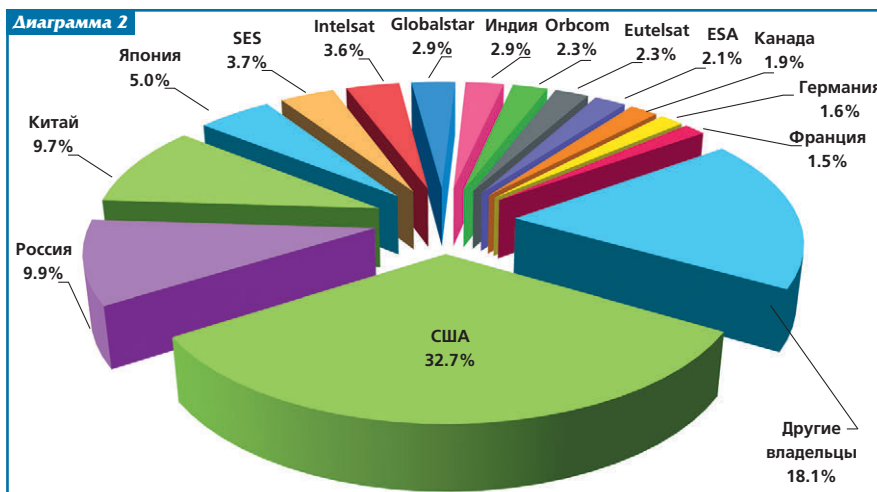
- ◆ недействующие космические аппараты – 2682;
- ◆ разгонные блоки (РБ) и последние ступени ракет-носителей – 1907;
- ◆ фрагменты КА, РБ, последних ступеней РН и операционные элементы (ОЭ) – 11299.

Процентное соотношение КО в ОКП по их типу приведено на диаграмме 1.

Из действующих аппаратов (активных, находящихся в резерве, проходящих летные



\* Середин С. В., заместитель генерального директора (по системному проектированию ракетной техники, специальных комплексов и средств двойного назначения) ФГУП ЦНИИмаш;  
Олейников И. И., начальник Баллистического центра ФГУП ЦНИИмаш, доктор технических наук.



испытания и частично действующих) наибольшие группировки имеют США (446 КА), Россия (135 КА) и Китай (132 КА).

Процентное соотношение действующих КА по их принадлежности показано на диаграмме 2.

Пространственное распределение объектов космического мусора (недействующие КА, РБ, последние ступени РН, фрагменты КА, РБ и ступеней РН, операционные элементы запусков) в ОКП по состоянию на 31 августа 2015 г. составило:

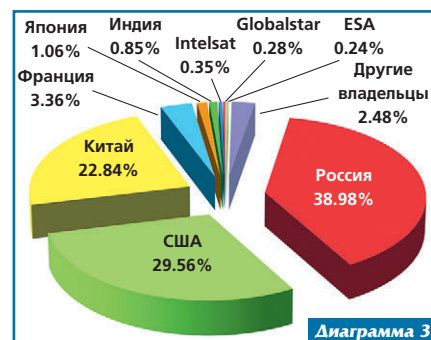
- ◆ 12376 объектов КМ (77.9%) – в низкоорбитальной области ОКП;
- ◆ 2087 объектов КМ (13.1%) – в области высокоэллиптических орбит;
- ◆ 987 объектов КМ (6.3%) – в области геостационарных орбит;
- ◆ 223 объекта КМ (1.4%) – в области средневысоких орбит;
- ◆ 215 объектов КМ (1.3%) – в других областях космического пространства.

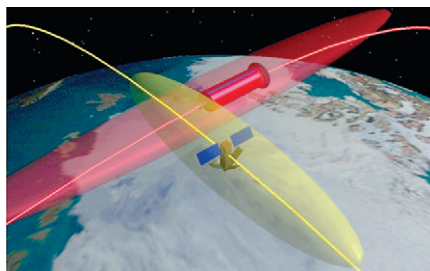
Наибольшее количество объектов космического мусора принадлежит таким странам, как Россия (6192), США (4696), Китай (3629) и Франция (534). Процентное соот-

ношение объектов КМ по их принадлежности приведено на диаграмме 3.

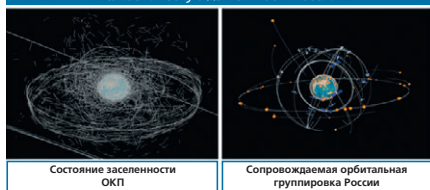
Как видно из диаграммы, количество действующих КА не превышает 8% от общего числа каталогизированных КО. Космического мусора уже так много, что он представляет существенную угрозу для осуществления космической деятельности и влияет на ситуацию в космосе, диктуя полетные правила. С течением времени эта тенденция будет усиливаться. Соответственно будет расти влияние КМ на присутствие России в космосе.

В последние годы операторы все чаще и чаще получают сообщения об угрозе столкновения функционирующих КА с каталогизированными объектами КМ (размером, как правило, более 10 см). Столкновение КА с





Влияние техногенного засорения околоземного пространства на космическую деятельность России



Угроза столкновений в осязаемом диапазоне высот и наклонений ОКП и необходимость контроля безопасности полета КА

таким объектом в лучшем случае повлечет за собой полную или частичную потерю функциональности, а в худшем – сильный взрыв с образованием большого количества новых фрагментов КМ.

На сегодняшний день единственным возможным способом избежать столкновения с каталогизированным КМ является маневр уклонения, который влечет за собой непредусмотренные топливные затраты с соответствующим уменьшением срока функционирования КА, возможный срыв программы полета и вытекающие из этого проблемы. Для защиты КА от столкновения с фрагментами КМ (размером менее 1 см) и микрометеороидами используются специальные защитные конструкции.

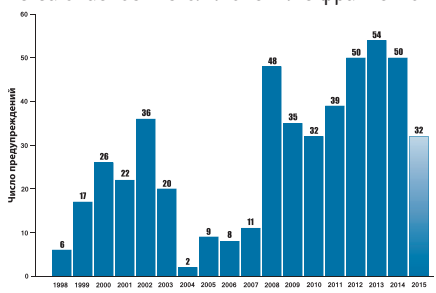
Начиная с выведения на орбиту первого элемента Международной космической станции (20 ноября 1998 г. – модуль ФГБ) американский и российский центры управления полетами приступили к обеспечению полета станции в условиях техногенного засорения космического пространства. Российскими и американскими специалистами по управлению движением была разработана процедура по реализации маневра уклонения станции от прогнозируемого опасного сближения. Указанная процедура, используемая вплоть до настоящего времени, требует перепланирования программы полета станции в рассматриваемые сутки, и процесс ее реализации, на который отводится 28,5 часов, достаточно трудоемкий. В случае если оповещение или принятие решения о необходимости уклонения станции по тем или иным причинам запаздывало, а нарушение критического вероятностного «порога» оставалось в силе, единственной возможностью обеспечения безопасности экипажа являлась его эвакуация в корабль-спасатели.

В целях повышения надежности безопасности полета МКС с 2013 г. в эксплуатацию введен режим срочного уклонения

станции, использующий заранее сформированную циклограмму маневра. Новая процедура уклонения позволила сократить интервал от момента обнаружения до момента опасного сближения, при котором еще возможен маневр, до 7,5 часов.

Что касается эвакуации экипажа в транспортный корабль, то до 2013 г. потребность подобной защиты возникала в пяти случаях и была реализована трижды (в двух случаях дальнейшее сопровождение КО риска позволило признать безопасным его движение относительно МКС). В одном из таких случаев – при эвакуации экипажа 28 июня 2011 г. – было зафиксировано самое близкое прохождение объекта риска от МКС – на расстоянии 700 м при относительной скорости 13,05 км/с. После 2013 г. эвакуация экипажа потребовалась однажды, 16 июля 2015 г., когда оповещение поступило в Центр управления полетами за 4,5 часа до опасной точки. Фрагмент КА «Метеор-2» прошел на расстоянии 2,4 км с относительной скоростью 14,1 км/с. В течение 2015 г. было реализовано три маневра уклонения.

За время функционирования МКС поступило около 500 предупреждений нарушения объектами КМ зоны безопасности МКС (см. рисунок ниже). Было проведено 24 маневра уклонения (последний – 27 сентября 2015 г. из-за опасности столкновения с фрагментом



разрушившейся в 1996 г. ступени HAPS американской РН Pegasus).

Знание ситуации в космосе, контроль полета своих КА и наблюдение за полетом чужих КА позволяют создать унифицированные правила поведения в космосе для всех участников космической деятельности.

Вместе с тем деятельность по выполнению задач на МКС уже позволила создать определенный свод правил, в основе которого лежит обязательность для участников программы знания космической обстановки, включая ситуацию с космическим мусором и необходимость постоянного уклонения от возможных столкновений. Вот почему полеты к МКС транспортных и пилотируемых кораблей по «быстрой» схеме и посадка космонавтов в заданный район не всегда реализуемы.

США и европейские страны для борьбы с космическим мусором рассматривают возможность проведения операций по уводу с околоземных орбит крупноразмерных объектов. В России специалисты ЦНИИмаш также

ведут работы по созданию аналогичных систем и даже космических «уборщиков». Однако этого недостаточно. Для парирования возникающих угроз – как со стороны космического мусора, так и астероидно-кометной опасности – Россия должна активизировать совместную работу различных ведомств. Первоочередными проектами могли бы стать:

- ◆ развитие и совершенствование Автоматизированной системы предупреждения об опасных ситуациях в ОКП для парирования космических угроз, связанных с астероидно-кометной опасностью, в дальнем космосе;
- ◆ разработка базовых элементов и экспериментальная отработка технологий обслуживания КА в космосе, включая до-заправку, довыведение и межорбитальную транспортировку.

В результате мониторинг техногенного засорения ОКП и предупреждение об опасных ситуациях в космосе должны стать еще одним приоритетом космической деятельности нашей страны наряду с созданием и развитием орбитальных группировок дистанционного зондирования Земли, связи и навигации, развитием пилотируемой космонавтики и предоставлением услуг по запуску КА.

### «Кобальт» сошел с орбиты

18 сентября завершился полет российского военного спутника «Космос-2505», официально названного заместителем министра обороны России Юрием Борисовым аппаратом «Кобальт». Спутник был запущен 5 июня с космодрома Плесецк (НК №8, 2015, с.22-27).

По данным Стратегического командования США, в ходе полета аппарат 12 раз корректировал свою орбиту: 8, 13 и 22 июня, 2, 10, 19 и 27 июля, 9, 16, 26 и 29 августа и 13 сентября. Последние орбитальные элементы на него были выданы 17 сентября.

По расчетам американского эксперта Джонатана МакДауэлла, «Космос-2505» сошел с орбиты в ночь на 18 сентября, и его возвращаемый аппарат приземлился примерно в 01:20 ДМВ. Таким образом, длительность полета спутника составила 104 дня.

Из сообщения РИА «Оренбуржье» от 18 сентября следует, что некий космический объект приземлился около 4 часов утра (2 часа по московскому времени) в километре от села Шарлык Оренбургской области.

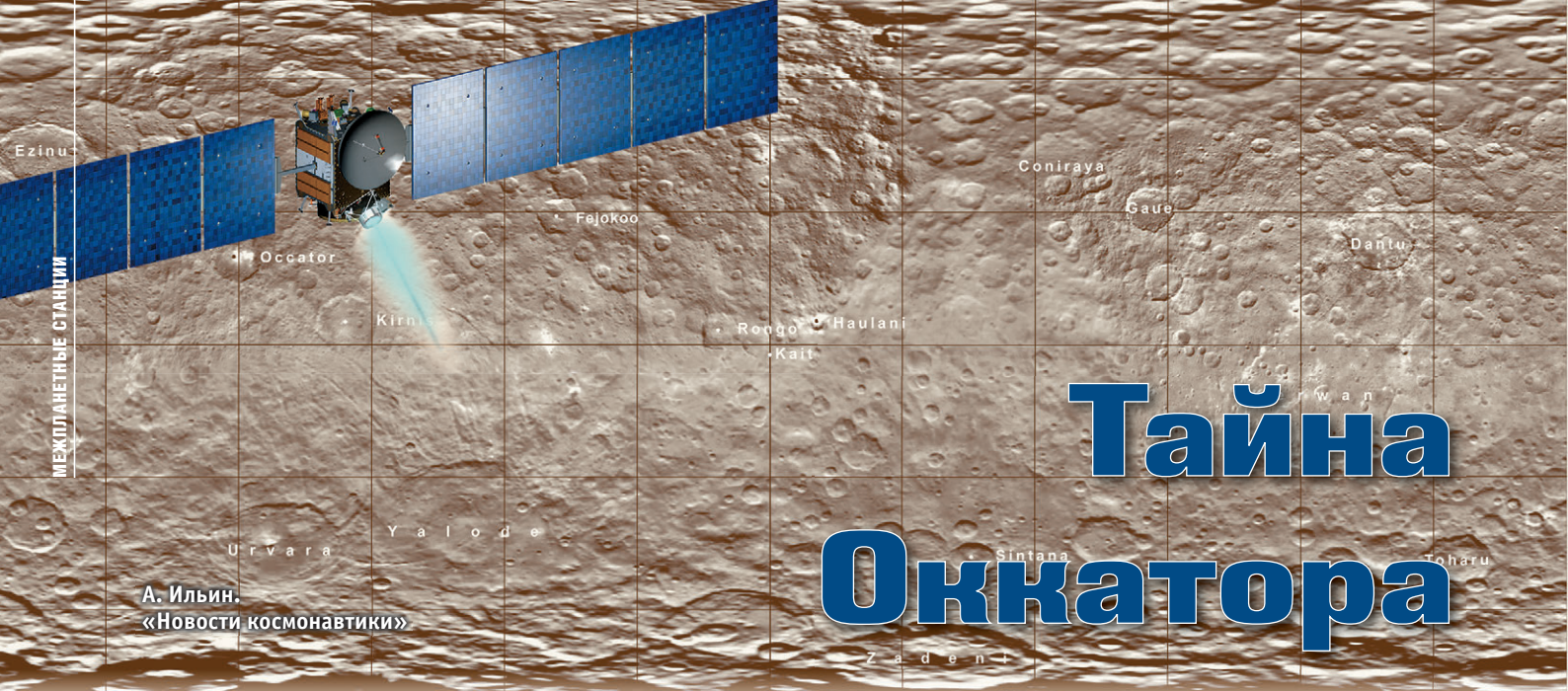
«В окно наблюдала ночью, как летали вертолеты, освещали как раз то место, где упало, – рассказала местная жительница. – И взрывы слышали. Хотя у нас никакие учения не проводятся. Упало «что-то» за лесопосадкой, которая находится за территорией подстанции».

Опубликованные фотографии с места посадки позволяют сделать вывод, что «Космос-2505» приземлился в точке с примерными координатами 52°55'48" с.ш., 54°46'44" в.д. При этом на снимках виден дым, идущий от аппарата, а также, возможно, некоторая деформация его корпуса. – Я.З.



### Ограничение действий России в ОКП





МЕЖПЛАНЕТНЫЕ СТАНЦИИ

А. Ильин.  
«Новости космонавтики»

# Тайна Оккатора

**27** сентября исполнилось 8 лет с момента запуска американского зонда Dawn, отправленного в полет для детального исследования астероидов Весты и Цереры. С 13 августа 2015 г. он выполняет картографирование Цереры с круговой полярной орбиты, проходящей на высоте 1470 км над поверхностью карликовой планеты.

Напомним, что в течение июня Dawn работал на обзорной орбите на высоте 4400 км над поверхностью Цереры. Восемь лет в космосе дают о себе знать: участились сбои. 15 и 27 июня, на 4-м и 8-м проходах над дневной стороной астероида, компьютер спектрометра VIRS обнаруживал нештатные ситуации и останавливал работу прибора, на что главный бортовой компьютер реагировал командами закрыть защитную крышку и снять питание. Кроме того, 27 июня за три часа до сбоя VIRS аналогичная проблема случилась с компьютером основной камеры.

30 июня в 22:32:19 PDT (1 июля в 05:32:19 UTC) аппарат включил ионный двигатель №3, чтобы начать 35-суточный переход на высокую орбиту картографирования HAMO (High Altitude Mapping Orbit). Однако вскоре после этого компьютер обнаружил отклонение ориентации Dawn от ожидаемой и через 17 минут, когда оно достигло 10°, перевел аппарат в защитный режим, остановил работу двигателя и запросил инструкции у

Земли. 1 и 2 июля операторы миссии работали над устранением сбоя, переводя аппарат в штатный режим функционирования со связью с Землей через главную антенну.

К 13 июля инженеры разобрались с причиной неполадок: как оказалось, неправильно работал привод карданного подвеса ионного двигателя №3. Операторы переключились на ионный двигатель №2, который установлен на другом карданном подвесе, и 14–16 июля протестировали его работу, после чего Dawn возобновил спуск. Раз в неделю он выключал двигатель, ориентировался главной антенной на Землю, «отчитывался» и получал новый недельный план работы. Снижение шло с некоторым опережением графика, так что 9–10 августа в течение 23 часов аппарат летел без тяги.

Вечером 13 августа Dawn благополучно достиг орбиты HAMO, третьей по счету в его программе исследования Цереры, на высоте 1470 км. На ней аппарат выполняет один виток за 19 часов, а Церера вращается под ним вокруг своей оси, делая один оборот за 9,5 часов. Орбита HAMO спроектирована с таким расчетом, чтобы за 12 проходов над освещенной стороной Dawn смог отснять всю поверхность карликовой планеты. В то же время требовалось целых 14 витков, чтобы еще и передать все полученные данные на Землю – в реальном масштабе времени делать это не удастся из-за ограничений на переориентацию КА. Этот интервал, занимающий 11 земных суток, или 29 суток Цереры, команда Dawn называет «циклом».

После навигационных измерений и точного определения параметров орбиты 17 августа в 19:54 PDT начался первый цикл съемки, во время которого камеры Dawn смотрели вертикально вниз. Один кадр охватывал квадрат со стороной около 140 км. Разрешение по сравнению с обзорной орбитой улучшилось втрое и составило примерно 140 м на пиксель. Как написал в своем блоге главный инженер миссии Dawn Марк Рейман (Marc D. Rayman) – кстати, родоначальник этого жанра, публиковавший регулярные «путевые заметки» еще во время полета экспериментального аппарата Deep Space 1 в 1998–2000 гг., – чтобы

получить такие же снимки с околоземной орбиты, «нам понадобился бы космический телескоп с зеркалом диаметром, в 217 раз большим диаметра зеркала “Хаббла”».

28 августа начался второй цикл, во время которого камера зонда смотрела немного назад и налево относительно направления в наadir. Третий цикл стартовал 9 сентября, последующие – 19 сентября, 30 сентября и 12 октября. В этих циклах съемка также велась с различной ориентацией камеры Dawn по отношению к местной вертикали. В ходе наземной обработки это позволит получить стереоскопические снимки и построить точную 3D-модель Цереры.

Единственным сбоем за время съемки с орбиты HAMO произошел 13 сентября: компьютер решил, что камера работает нештатно, и выключил ее. Это случилось во время седьмого прохода третьего цикла картографирования. Спустя несколько часов инженеры миссии, проанализировав телеметрию, определили, что камера в рабочем состоянии, и снова ее включили.

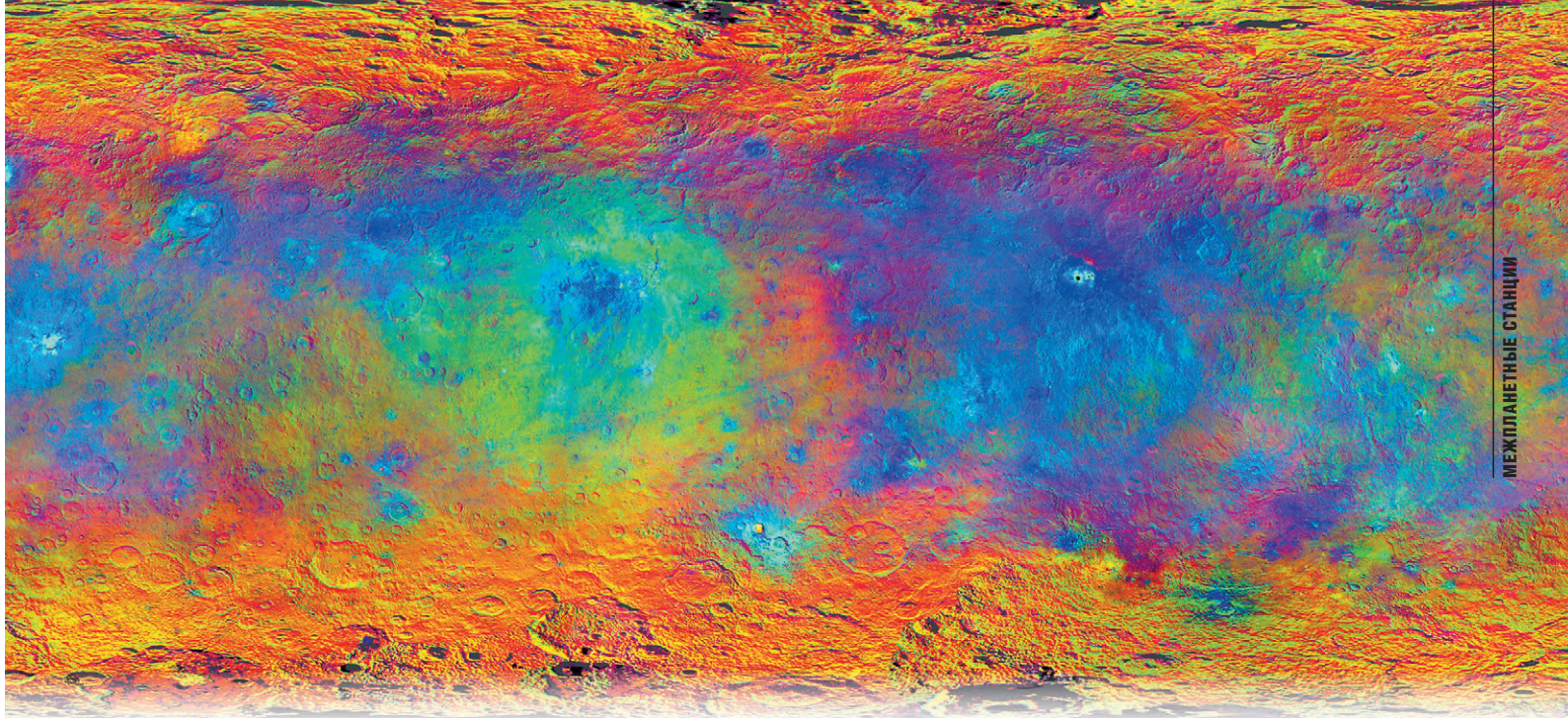
Поскольку ось вращения Цереры отклонена от нормали к плоскости орбиты всего на 4°, смены времен года там почти не происходит. Формально, однако, 24 июля наступило летнее солнцестояние в северном полушарии (и зимнее солнцестояние – в южном), а равноденствие наступит 13 ноября 2016 г. Добавим, что 22 июля Земля и Церера находились на минимальном расстоянии друг от друга – 1.94 а.е., или 290 млн км.

В конце октября, после завершения шести циклов глобальной съемки Цереры, зонд снова включит ионный двигатель и начнет спуск на низкую орбиту картографирования LAMO (Low Altitude Mapping Orbit) на высоте всего 375 км над поверхностью Цереры. Ожидается, что аппарат достигнет LAMO 15 декабря.

На низкой орбите зонд проработает по крайней мере до марта 2016 г. – на этот срок рассчитана научная программа аппарата. В то же время команда миссии надеется, что работу станции удастся продлить до июня и даже дальше.

Техническое состояние аппарата удовлетворительное. Из четырех маховиков





▲ Карта Цереры, сделанная в лучах с длиной волны 440 нм (синие), 750 нм (красные) и 920 нм (ближний ИК-диапазон)

системы ориентации в рабочем состоянии осталось только два, иногда сбоит бортовой компьютер и отказывают механические устройства, но сомнений в возможности полного выполнения программы нет.

Проблема с маховиками заставляет бегать их остаточный ресурс для работы на LAMO в условиях максимальных гравитационных возмущений. Поэтому сейчас Dawn поддерживает ориентацию с помощью микро-ЖРД. В момент запуска в баках станции находилось 45 кг гидразина. К настоящему моменту его запас уменьшился до 21 кг, и еще 15 кг операторы миссии планируют потратить до конца номинальной программы. Остаток в 5–6 кг позволит продлить миссию еще на несколько месяцев, если, конечно, руководство NASA примет такое решение.

### Новые карты...

Новые карты Цереры были представлены в конце сентября на Европейской планетной научной конференции в Нанте. В видимых лучах поверхность Цереры выглядит равномерно темно-серой с небольшими вкраплениями загадочных ярких пятен. Чтобы выявить тонкие различия в оттенках различных участков Цереры, вызванные различным химическим составом вещества или степенью его измельченности, исследователи построили цветную карту карликовой планеты в искусственных цветах.

Карта составлена по снимкам, полученным с орбиты НАМО. Использовались кадры, сделанные в лучах с длиной волны 440 нм (синие), 750 нм (красные) и 920 нм (ближний ИК-диапазон). Эти кадры сформировали соответственно синий, зеленый и красный цветные каналы построенного изображения.

Области поверхности Цереры, получившиеся на карте красными, лучше всего отражают солнечный свет в ИК-диапазоне; синие зоны – в коротковолновой части спектра; в зеленых областях альbedo поверхности быстрее всего меняется в зависимости от длины волны.

Команда ученых представила также топографическую карту Цереры. Диапазон высот поверхности меняется от 7.5 км ниже

среднего уровня (на топографической карте такие области показаны темно-синим цветом) до 7.5 км выше среднего уровня (красно-коричневый и белый цвет). Загадочные яркие пятна, обнаруженные в кратере Оккатор, были оставлены белыми, хотя их высота соответствует «условно-зеленому» цвету дна кратера.

Основными деталями рельефа на Церере являются ударные кратеры, однако форма их явно отличается от правильной чашеобразной формы кратеров Весты. Ударные образования на Церере имеют неправильную угловатую форму, напоминающую кратеры Реи, спутника Сатурна. В чем причина этих различий – еще предстоит выяснить.

Еще один сюрприз преподнес спектрометр нейтронов и гамма-лучей GRaND. Инструмент обнаружил три всплеска энергичных электронов, которые могут быть результатом взаимодействия поверхности Цереры с солнечной радиацией. Природа этих всплесков пока не ясна – их появление оказалось полной неожиданностью.

«Церера занимает уникальное положение в Солнечной системе, – говорит Кристофер Расселл (Christopher Russell), научный руководитель миссии Dawn. – Она находится посередине между холодными ледяными телами внешней части Солнечной системы, на поверхности которых лед устойчив и достаточно тверд, чтобы вести себя как горная порода, и более теплыми планетами Земли и Марсом, где на поверхности возможно существование жидкой воды».

### ...и загадочные белые области

На темной поверхности Цереры встречаются яркие пятна, самые известные из которых расположены в 90-километровом кратере Оккатор.

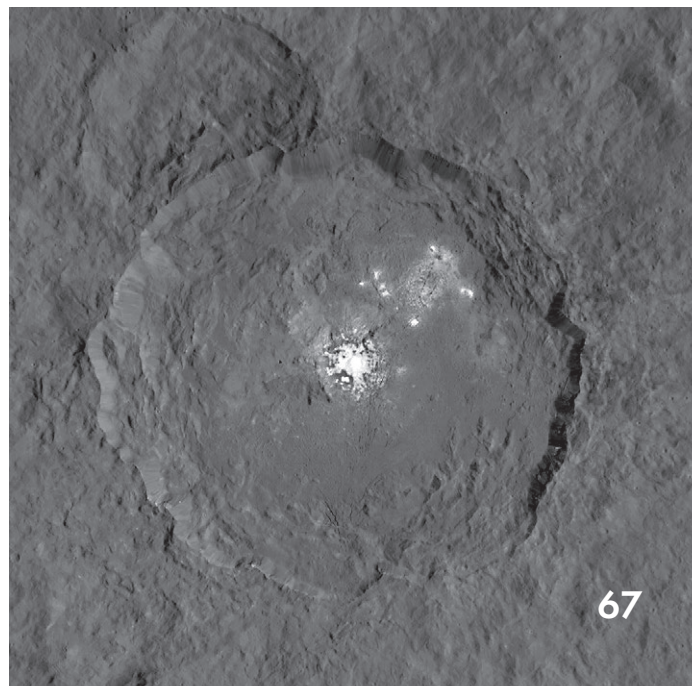
На основе многочисленных снимков, сделанных еще с обзорной орбиты высотой 4400 км при разных ракурсах и разных

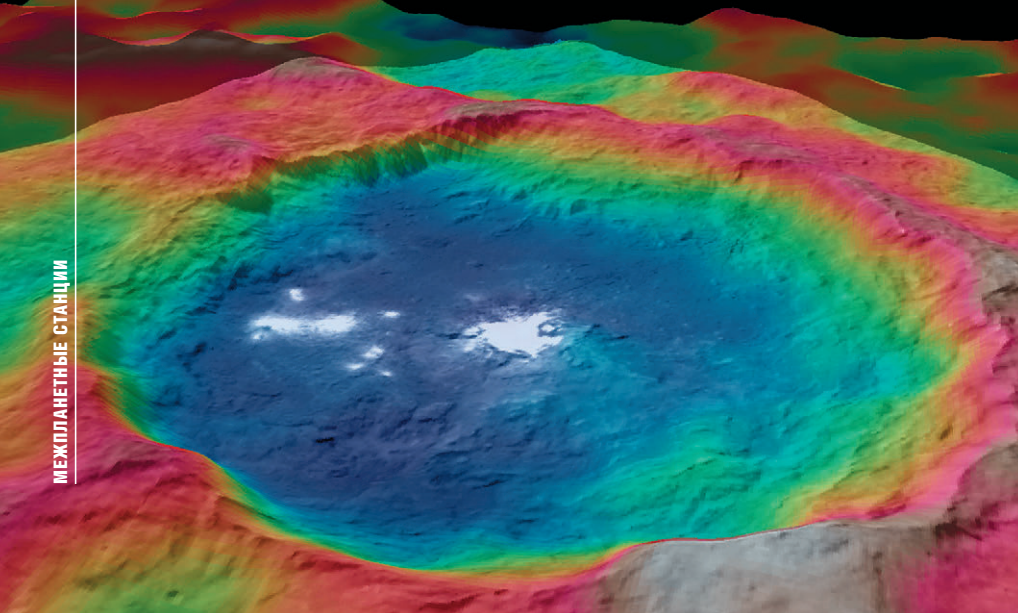
углах Солнца над горизонтом, была построена его топографическая карта. Выяснилось, что разница высот между самыми высокими точками на валу кратера и самыми низкими на его дне достигает 6 км; при этом на валу есть несколько почти вертикальных обрывов высотой около 2 км. Самое яркое из пятен находится в центре кратера, вторая группа смещена к краю.

Для объяснения природы этих пятен ученые рассматривают две основные гипотезы – водяной лед и отложения солей. В целом «ледяная» гипотеза нравится исследователям меньше «солевой»: в услови-



▲ Кратер Оккатор и его белые пятна





▲ Топографическая модель кратера Оккатор

ях Цереры на широте Оккатора водяной лед должен быстро сублимировать.

С высокой орбиты картографирование Dawn смог измерить альбедо ярких пятен Оккатора. Оно оказалось близко к 50%, и это свидетельствует в пользу «соляной» природы светлых отложений. Предполагается, что из недр Цереры на поверхность просачивалась соленая вода, которая потом сублимировала, а соли остались. Аналогичный процесс происходит при испарении соленых озер на Земле.

Не ясно, как глубоко под поверхностью Цереры находятся резервуары с соленой водой, являются ли яркие пятна результатом геотермальной активности в далеком прошлом, или эти процессы идут и в настоящее время. Каков химический состав солей светлых пятен? Это тоже пока не выяснено. Научная группа Dawn только приступила к получению и анализу инфракрасных спектров этих областей.

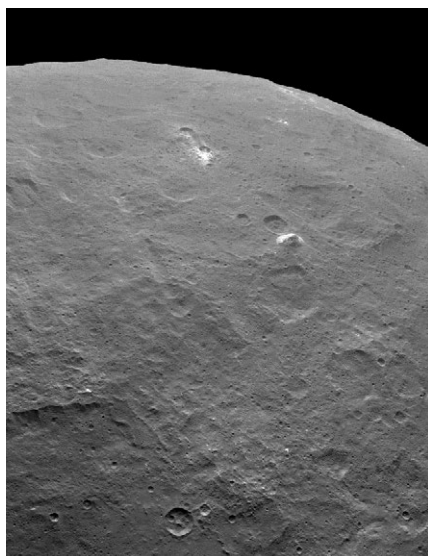
Наблюдения, проведенные приборами Dawn, свидетельствуют в пользу продолжающейся дегазации Цереры. В частности, над кратером Оккатор периодически возникает дымка, указывающая на современную активность. По словам К. Расселла, дымка лучше всего заметна в местный полдень, если смотреть на кратер под острым углом. Она может заполнять половину кратера, но никогда не перетекает за его кромку.

На состоявшейся 21 июля научной конференции в Исследовательском центре имени Эймса, Калифорния, Кристофер Расселл заявил, что выход водяных паров (а возможно, и других газов) происходит в областях ярких пятен, являющихся, скорее всего, обнажениями водяного льда.

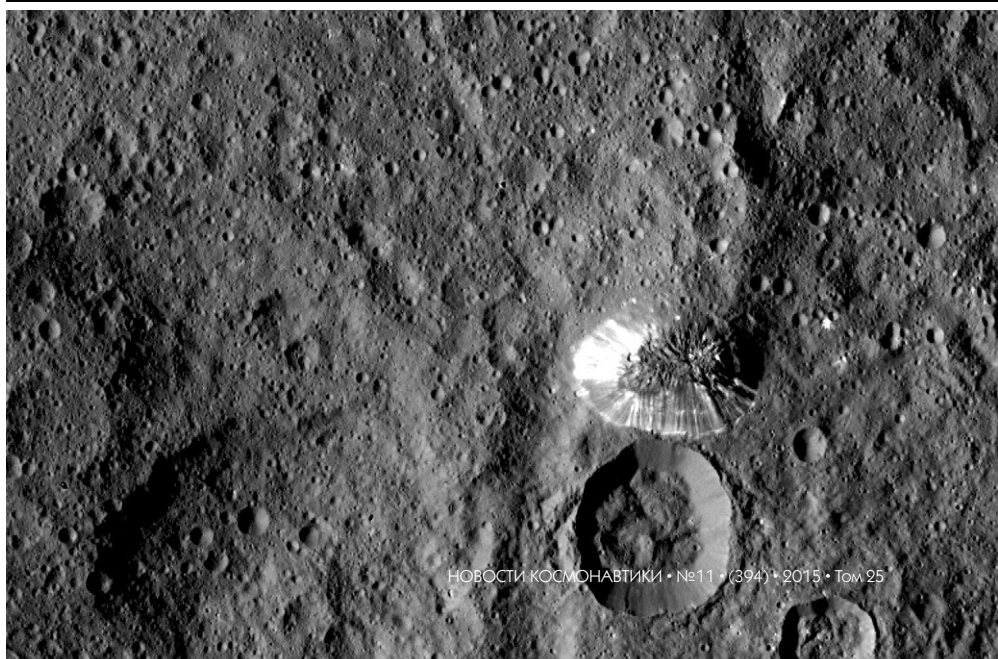
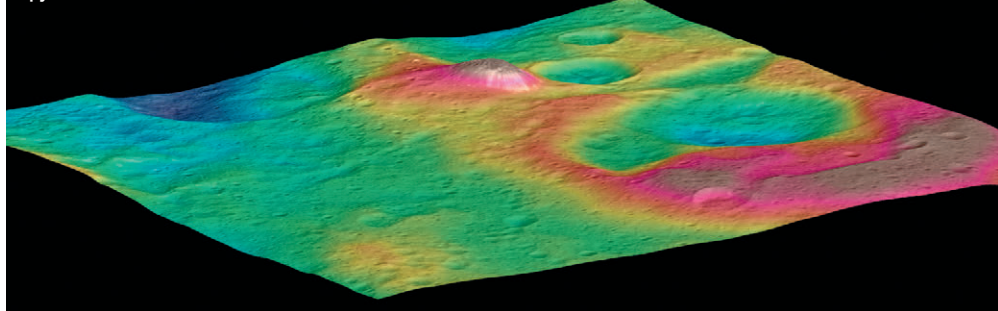
В 2014 г. европейский инфракрасный космический телескоп Herschel также обнаружил, что Церера является источником водяного пара. Кроме того, моделирование внутреннего строения Цереры с учетом ее средней плотности показывает, что примерно четверть ее массы приходится на водяной лед.

### «Пирамидальная» гора

6 июня Dawn получил несколько снимков сравнительно молодых участков поверхности Цереры, практически лишенных ударных кратеров и демонстрирующих явные следы тектонических процессов. Среди интересных геологических структур можно видеть огромный ударный бассейн с затопленным



▼ «Пирамидальная» гора на Церере, ее модель и фотография крупным планом



плоским дном, одинокую конусообразную гору со светлыми склонами и морфологическую структуру, возможно, являющуюся частью вулканической кальдеры.

«Пирамидальная» гора крайне заинтересовала ученых. Ее высота примерно равна 6 км – как у вулкана Килиманджаро на Земле. Специалисты полагают, что это уникальное образование – «потухший» криовулкан.

Подобная форма рельефа не наблюдалась пока нигде, кроме Земли и Цереры. При высоте в 6 км диаметр горы составляет всего 10–11 км. Склоны ее очень круты, но у подножия горы практически не встречаются валуны. Ученые полагают, что гора моложе соседнего кратера. Но чтобы установить это точно, потребуются детальные снимки с меньшей высоты и анализ результатов работы спектрометров, которые позволят уточнить химический состав поверхности.

«Эта гора является одним из самых высоких объектов, которые нам удалось разглядеть на Церере на сегодняшний день, – говорит Пол Шенк (Paul M. Schenk), геолог из Лунного и планетного института в Хьюстоне и член научной группы миссии Dawn. – Необычно то, что она никак не связана с кратером. Почему она находится не в центре кратера? Мы пока не знаем, но надеемся получить ответ на данный вопрос после более близких наблюдений».

Специалисты считают, что вершина «пирамидальной» горы представляет собой плоское плато. Поверхность плато очень похожа на поверхность у основания горы. Отмечается также, что яркие склоны, возможно, образованы потоками какого-либо вещества.

Наиболее интересный из уже опубликованных снимков горы был сделан 19 августа: на нем можно рассмотреть блестящие полосы на склонах «пирамиды».

**28** сентября стало известно о прекращении сотрудничества NASA с Фондом B612 (B612 Foundation), который намерен создать КА для поиска объектов (астероидов), сближающихся с Землей (ОСЗ). Агентство и фонд заключили соглашение, предусматривающее оказание ему консультационной помощи в разработке такого аппарата на безвозмездной основе, в июне 2012 г.

Сейчас данные о летящих к Земле астероидах могут быть обманчивы: ОСЗ не излучают собственного света – они лишь отражают его, а потому при определенных условиях могут быть незаметны на фоне космического пространства. Между тем специалисты хотят точно знать, что окружает Землю в пределах  $\pm 45$  млн км от ее орбиты.

В конце июня 2012 г. Фонд B612 и Ball Aerospace & Technologies Corp. (создатель КА Kepler для поиска экзопланет) объявили о разработке телескопа Sentinel. Тогда же к проекту неформально присоединилось и NASA, чьи представители пообещали помочь разработчикам с приемом данных с аппарата и их анализом и расшифровкой. В общей сложности помощь NASA могла бы сэкономить фонду примерно 30 млн \$.

Поддержка NASA не была безусловной: агентство поставило перед Фондом B612 условие, что помощь будет оказана лишь в том случае, если разработка зонда не отстанет от изложенного в 2012 г. графика. Договор со сроком действия десять лет предусматривал удовлетворение ряда этапных требований, в том числе критическую защиту проекта CDR (Critical Design Review) миссии Sentinel в октябре 2014 г. Запуск планировался на декабрь 2016 г.

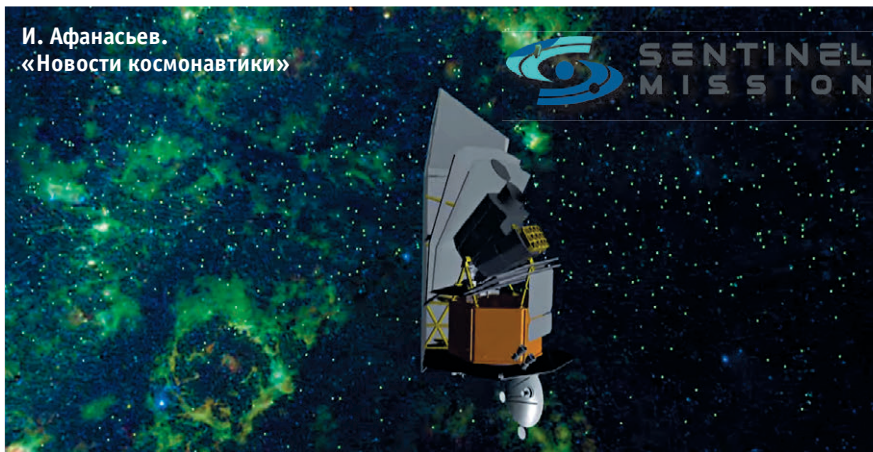
**B612**  
FOUNDATION

Фонд B612\* – американская некоммерческая организация под руководством бывших астронавтов Эдварда Лу (Edward T. Lu) и Расселла Швейкарта (Russell L. Schweickart), которая с 2002 г. занимается проблемами астероидной опасности. По субподрядам Фонда B612 работают ученые и инженеры из Института перспективных исследований, Юго-западного научно-исследовательского института, Стэнфордского университета, NASA и аэрокосмической промышленности.

Фонд B612 проводит две линии исследований: одна направлена на обнаружение астероидов, которые могут столкнуться с Землей, вторая – на поиск технических средств отклонения ОСЗ. Текущая цель организации состоит в проектировании и постройке частного КА Sentinel («Страж»), оснащенного инфракрасным (ИК) телескопом с глубоким охлаждением. По замыслу разработчиков и по заданию NASA, при запуске на гелиоцентрическую орбиту в районе Венеры аппарат мог бы обнаруживать и идентифицировать астероиды поперечником более 140 м. Представители организации утверждают, что после 6.5 лет работы в космосе телескоп будет способен обнаружить почти 98% всех имеющихся ОСЗ, что позволит строить стратегию «отражения удара из космоса» на основе полной фактической информации.

\* Получил название по имени астероида, на котором жил герой философской сказки Антуана де Сент-Экзюпери «Маленький принц» (Le Petit Prince).

И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»



## Частники не будут искать астероиды для NASA

Однако сроки CDR уже прошли, а дату пуска перенесли сначала на 2017 г., а затем на 2018 год. По некоторым данным, полномасштабная разработка КА даже не начиналась. Задержки, вероятно, стали результатом медленного сбора средств. Фонд B612 планировал при помощи «краудфандинга» (crowd funding) собрать добровольные пожертвования на сумму около 450 млн \$, которые требовались на разработку и запуск аппарата. Однако за 2012 и 2013 гг. удалось собрать всего 1.2 и 1.6 млн \$ соответственно.

В конце августа, как рассказывают источники журнала Nature, у руководства NASA «закончилось терпение», и оно уведомило Фонд B612 о прекращении сотрудничества и переводе средств, зарезервированных на нужды Sentinel, на другие проекты. Вместе с тем агентство не отрицает возможность подписания нового соглашения с B612 в будущем.

«Из-за ограниченных ресурсов NASA не может больше помогать Фонду B612», – сообщило SpacePolicyOnline. В официальном заявлении от 2 октября генеральный директор организации Эд Лу уверяет, что Фонд B612 продолжает разработку Sentinel несмотря на расторжение контракта: «Статус соглашения SAA ни в коей мере не меняет решимость Фонда B612 двигаться вперед. Ритмичность финансирования крупных частных космических проектов исторически было трудно предсказать, и Sentinel не является исключением. За последние три года мы достигли значительных технических успехов и мы продолжим работать – вместе с NASA, Конгрессом США и другими организациями».

Помимо формального повода, другой возможной причиной отказа NASA от сотрудничества с «частниками» может являться свой собственный астероидный проект – ИК-телескоп NEOcam (Near-Earth Object Camera), идеологический наследник обсерватории WISE, проектирование которого ведет Лаборатория реактивного движения JPL (Jet Propulsion Laboratory). Его запуск, если команде NEOcam удастся победить в конкурсе «средних» научных программ Discovery, может быть осуществлен в 2021 г.

ИК-датчик для телескопа NEOcam разрабатывался почти 10 лет. Прибор изготовила компания Teledyne, а испытания проводила

команда университета Рочестера (University of Rochester). Приемник изображений был продемонстрирован в 2013 г. Он имеет большее количество пикселей, чем его предшественники, и более высокую чувствительность. Производительность устройства оценивалась при условиях, имитирующих температуру и давление глубокого космоса.

«По чувствительности детекторы нового поколения значительно превосходят существующие аналоги», – заявил астрофизик Крейг МакМёртри (Craig McMurtry), сотрудник Университета Рочестера.

Руководитель программы NASA по изучению ОСЗ Линдли Джонсон (Lindley Johnson) подчеркивает: «Датчик – одна из многих инвестиций в инновационные технологии, направленные на защиту Земли от потенциально опасных астероидов».

Первое тестирование датчика началось в декабре 2009 г. За два сканирования космического пространства он обнаружил более 2.7 млн объектов (начиная от далеких галактик до астероидов и комет, расположенных близко к Земле). В Солнечной системе во время испытаний камеры была выявлена 21 ранее неизвестная комета и обнаружены еще 34 000 объектов в поясе астероидов.

Датчик уже называют жизненно важным компонентом в конструкции устройств, призванных защитить планету от астероидной угрозы.

«ИК-датчики – мощное орудие, которое поможет обнаружить, сосчитать и классифицировать астероиды, а также определить объем теплотдачи этих объектов», – уверена Эми Мейнзер (Amy Mainzer), специалист NASA по изучению космоса в ИК-диапазоне. Последнее пригодится для исследования размеров и формы астероидов.

Легкую камеру NEOcam планируют установить на борту будущего космического телескопа в точке Лагранжа в 1.5 млн км от Земли. Она позволит следить за астероидами в любых условиях, вне зависимости от освещенности.

Своим следующим шагом NASA называет создание устройства для «поимки» летящего в космосе астероида и перемещения его к Земле, чтобы астронавты могли лучше изучить небесного гостя.

# Величайший межпланетный проект

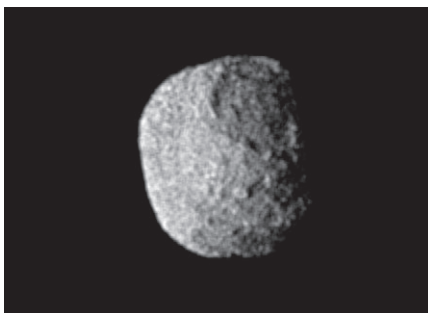
## Встреча

Почти одновременно, 24 августа 1989 г. в 15:42 UTC, за 12 час 14 мин до точки наибольшего сближения с Нептуном, началась ближняя фаза встречи. Первые 53 часа исполнялась программа В951, включающая основные исследования Нептуна и Тритона. Следующие 72 часа работала программа В952 с основной задачей передать на Землю всю записанную на DTR информацию.

В начале пролетного этапа проводилось высокоточное измерение лучевой скорости КА по доплеровскому сдвигу частоты. Исходный сигнал излучала 70-метровая антенна в Австралии, результат принимала мадриска станция.

На поисковых подлетных снимках удалось найти два новых, самых внутренних спутника 1989 N5 и N6, обращающихся в экваториальной плоскости в 51000 и 48200 км от центра Нептуна. Брэдфорд Смит оценил их размеры в 95 и 50 км соответственно. Впоследствии новичкам дали имена Таласса и Наяда.

24 августа с 16:40 до 16:55 были сделаны четыре снимка Нереиды с максимальным доступным разрешением, в 21:03 – спутника 1989 N2, а в 03:10 – спутника 1989 N1. Единственный снимок последнего с расстояния 140000 км удалось включить в программу благодаря тому, что аппарат как раз разворачивался с подходящей скоростью в процессе калибровки антенны для радиоэксперимента. Правда, возможности передать его



в реальном времени не было, и Земля увидела 1989 N1 лишь 27 августа.

Оказалось, что «новичок» довольно велик – его диаметр близок к 420 км – и имеет огромный кратер, внешне напоминая битую и потемневшую от времени картофелину. А вот Нереида подвела ученых – как и Тритон, она оказалась меньше, чем ожидалось. Измеренный по снимкам диаметр старого спутника составил 340 км, так что Нереида уступила второе место в системе Нептуна «молодому» сопернику.

Дважды, с 20:41 до 20:51 и с 21:23 до 21:32, аппарат снимал участки внешнего кольца в режиме компенсации смаза «кивком», чтобы отследить движение двух уплотнений в нем. Затем начиная с 23:01 фотополяриметр и УФ-спектрометр отслеживали прохождение звезды  $\sigma$  Стрельца за кольцами планеты. Обе камеры вынужденно занимались съемкой этой же области.

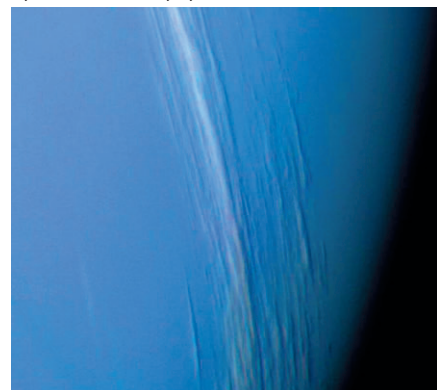
За это время аппарат получил с Земли последние оперативные поправки к графикам съемки Нептуна и Тритона и с 00:36 до 05:42 отработывал «нептуновский» блок. В ходе него были также повторены съемки колец и сделаны лучшие до пролета фотографии Тритона.

Неровная дальняя дуга N63 предстала перед зрителями в виде почти полного кольца – лишь  $10^\circ$  не хватало до его замыкания. «Я думаю, что почти наверняка и это кольцо полное, и недостающая часть материала все же присутствует», – отметил Б. Смит.

На время прохождения в 02:53 плоскости колец аппарат развернул свои приборы назад, и не зря: пылевые частицы микронного размера обрушились на него потоком до 300 ударов в секунду. Voyager 2 не имел детектора пыли, но, попадая в элементы конструкции и испаряясь, пылинки выдавали порцию заряженных частиц, которую фиксировал датчик плазменных волн PWS. Узнав, что Voyager благополучно миновал препятствие, в группе управления снова открыли шампанское – дальше никаких неприятностей уже не ожидалось.

«У нас определенно эйфория, – подтвердил Брэд Смит. – Все мы очень счастливы».

А там, у Нептуна, между 02:57 и 03:05, аппарат переориентировался на Канопус в интересах регистрации заряженных частиц и волн при пролете над планетой. До и после этого события, между 01:39 и 03:28, было проведено два этапа фотометрии Нептуна с поиском вертикальных структур, и она-то и преподнесла сюрприз!



При взгляде под острым углом белые перистые облака «отделились» от фона и воспарили над голубой поверхностью Нептуна, отбрасывая на нее тени – более заметные под оранжевым фильтром и менее явные под фиолетовым. «Экстраординарно, – сказал пораженный Смит. – Это первый случай, когда «Вояджер» увидел тень от облаков на другой планете». Простые геометрические расчеты показали, что перистые облака палят в 50–75 км над плотным темным слоем. Между ними и плотным слоем внизу атмосфера была прозрачна.

За час до момента наибольшего сближения Voyager 2 прекратил передачу телеметрии, и с использованием бортовых радиопередатчиков X- и S-диапазона начался 65-минутный сеанс радиопросвечивания колец Нептуна. На Земле сигнал принимали австралийский комплекс в Тидбинилле и Парксе и японская станция Усуда.



25 августа в 03:55:40 UTC по бортовому времени КА Voyager 2 пронесся с максимальной скоростью 27.3 км/с на высоте 4905 км над верхушками облаков Нептуна над 76° с. ш. Баллистики остались довольны: отклонение от последней заданной точки составило +60 км и +0.6 сек, а погрешности оперативного прогноза этих величин составили 34 км и 1.4 сек.

Через шесть минут после этого события Voyager 2 почти одновременно вошел в тень Нептуна и в радиотень, то есть стал невидимым с точки зрения Земли. Аппарат пронаблюдил и записал заход Солнца УФ-спектрометром, а затем в течение 48 минут отработал серию из 24 маневров, ориентируя остронаправленную антенну на край планеты – от точки захода над 62° с. ш. влево по лимбу и до точки восхода на 40.4° ю. ш.\* Операция была рассчитана так, чтобы радиосигнал аппарата преломился и все же достиг Земли. В результате атмосферу Нептуна удалось прозондировать до глубины, соответствующей давлению 5 атм, где сигнал полностью поглощался аммиаком.

Параллельно Voyager 2 измерял параметры среды вблизи планеты и выполнял спектрометрию полярной области в инфракрасном и ультрафиолетовом диапазоне, а с 04:38 до 04:45 выполнил три снимка области колец с экспозициями свыше 100 секунд с компенсацией за счет привода платформы.

При выходе из-за диска Нептуна и из его тени через 55–56 минут после пролета аппарат отнаблюдал восход Солнца спектрометром UVS и прозондировал своим радиосигналом систему колец. Очередные три снимка он сделал «с ребра» при повторном пересечении плоскости колец между 05:14 и 05:17, а затем фотографировал тоненький серп Нептуна.

### Ветры Нептуна и гейзеры Тритона

С 05:50 до 05:59 Voyager 2 переориентировался на звезду Алькаид и начал цветную съемку Тритона. Обе камеры КА фотографи-

\* Контрольные измерения в этой же области были сделаны за 8–10 часов до пролета.

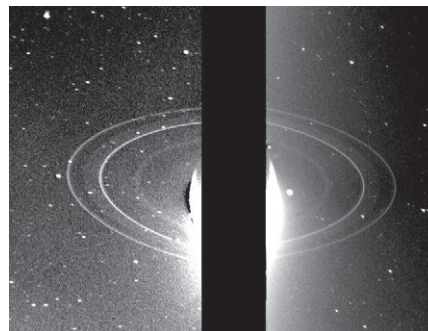
ровали спутник с 06:02 до 13:36 с коротким перерывом на просвечивание атмосферы при покрытии Тритоном звезды β Большого Пса и на переориентацию на Канопус. Разрешение узкоугольной камеры вблизи момента пролета составляло около 1 км. По Тритону работали также фотополариметр и оба спектрометра.

Главный спутник Нептуна не обманул ожиданий – поверхность его северного полушария походила на узорчатую дынную корку! Очень своеобразный и разнообразный рельеф включал ледовые поля замерзших озёр, купола, хребты, разломы и невысокие уступы. «Такое впечатление, что в одно место собрали системы разломов всех видов», – сказал Лоренс Содерблом (Laurence A. Soderblom) из Геологической службы США и добавил, что многие из них обязаны своим происхождением «тритонотрясениям».

Планетолог отметил, что возраст поверхности находится в пределах от нескольких миллионов до сотен миллионов лет. Темные пятна, окруженные яркими гало, он объяснил механизмом протаивания: если где-то из-под верхнего светлого слоя выглядывает темный нижележащий, последний начинает сублимировать, но затем пар оседает вокруг отверстия и образует светлую кайму.

А еще был спящий вулкан с гигантской кальдерой, до краев заполненной ледяной «лавой». «Мы впервые видим ледяной вулкан, – отметил Эдвард Стоун, хотя и напомнил тут же, что ледовые потоки вулканического типа уже встретились «Вояджеру» на Ариэле, одной из лун Урана. – Это самый настоящий вулкан!» Э. Стоун предположил, что ученые наткнулись на «замороженный отпечаток» более теплого прошлого Тритона, когда кривовулканизм мог действовать. Впрочем, отсутствие следов метеоритов на поверхности льда говорило о его молодости – миллион лет, не больше.

В 09:10 UTC бортового времени Voyager 2 прошел на минимальном расстоянии от Тритона – 39780 км. Отклонение от расчетной точки составило 220 км. В тень и радиотень Тритона аппарат попал всего на три минуты, тем не менее УФ-спектрометром были записаны заход и восход Солнца, а Земля приняла



▲ Кольца Нептуна в проходящем свете

искаженный атмосферой зондирующий радиосигнал «Вояджера». На отлете в течение двух часов аппарат наблюдал неосвещенную сторону Тритона и его атмосферу для определения структуры атмосферной дымки.

В Пасадене в это время была середина ночи, и усталые, но счастливые ученые расхотели спать. «Эту ночь мы будем помнить, – сказал Эдвард Стоун. – Это была самая удивительная ночь из всех встреч «Вояджером» с планетами, которые я могу вспомнить. Не знаю, можно ли быть счастливейее».

25 августа в 14:07 к наблюдениям Тритона и Нептуна добавилась съемка колец в проходящем свете с длительной (255.36 сек) выдержкой. Как и ожидалось, при этом проявились не только два известных кольца N53 и N63, но и третье, самое близкое к планете, на расстоянии 41000 км от центра Нептуна. С расстояния 720000 км кольцо N41 выглядело самым слабым, но это компенсировалось значительной шириной – около 2500 км. Кольцо N53 было наиболее ярким.

26 августа с помощью IRIS картировались температуры в атмосфере планеты, а фотополариметр выполнил несколько сканов планеты для изучения рассеивающих свойств атмосферы. Широкоугольная камера сделала еще 50 снимков системы колец.

26 августа главная пролетная программа V951 завершилась без каких-либо неполадок и отказов, и ученые проекта Voyager подвели первые итоги.

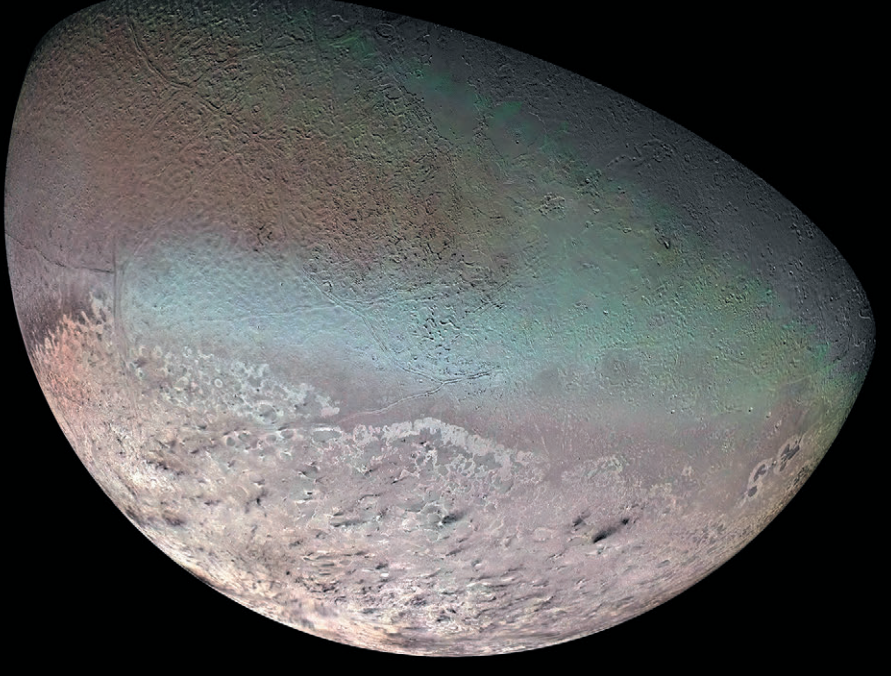
Общее количество колец Нептуна достигло пяти. К трем уже описанным добавилась широкая и неяркая полоса, прости-

NASA очень тщательно подошло к пропаганде нового достижения американской науки и техники. Уже 13 июня на телеканале агентства, который назывался тогда Select TV и передавался со спутника Satcom F2R, стартовала специальная еженедельная 76-минутная программа, в которой регулярно «крутили» подборку кадров «Вояджера» за прошедшую неделю. Ну а с 21 по 29 августа в JPL, в аудитории имени фон Кармана, действовал постоянный пресс-центр, где впервые в истории проекта была организована немедленная демонстрация принятых с борта черно-белых снимков. На это же время NASA приобрело время на спутнике Aurora-1 (Satcom-5) для трансляции снимков «Вояджера» для зрителей на Западном побережье. В ночь встречи с Нептуном телекомпания PBS и CNN и некоторые кабельные станции передавали их в прямом эфире.

В ночь с 24 на 25 августа только в здании Pasadena Center, куда была организована трансляция из JPL, собралось более 2000 гостей – учителей, астрономов-любителей, студентов и механиков – чтобы первыми посмотреть на снимки из системы Нептуна. До четырех часов утра, до фотографий Тритона, досидело лишь около 200 человек.

Национальное космическое общество – общественная организация с 20000 членами и 113 отделениями в США – запустило в дополнение к этому платную телефонную линию из Калифорнийского технологического института, на которую выдавались свежие научные результаты, пресс-конференции и интервью с ключевыми участниками проекта. Цена за подключение была установлена в два доллара за первую минуту и 45 центов за каждую последующую. Самым же продвинутым любителям космонавтики были предложены приуроченные к моменту пролета неформальная встреча со звездами сериала Star Trek по цене 100 долларов и коктейль-пати с актерами Star Trek: The Next Generation по цене 1000 долларов.





▲ Псевдоцветное изображение тритона из снимков за оранжевым, фиолетовым и УФ-фильтрами

рающаяся на 4000 км от N53 наружу, на половину промежутка до N63, с некоторым уплотнением по наружному краю, заслуживающим отдельной строки классификации. Впоследствии всем пяти кольцам дали имена в память о первооткрывателях Нептуна.

На смазанном (к счастью!) снимке во внешнем кольце N63 удалось выделить от 6 до 8 точек, похожих на самостоятельные ледяные спутники размером 10–20 км, и, как сказал Б. Смит, их тяготение могло заставить материал кольца собраться в отдельные более плотные образования.

По мере прихода записанных снимков поверхности Тритона изумление ученых росло. Самый крупный из ледяных вулканов имел в диаметре несколько сотен километров, но были еще по крайней мере два, окруженные обрывами высотой 300–600 м. Кратер оказалось мало, как и предсказывала гипотеза о захвате Тритона Нептуном.

«Фотографии, пришедшие этим утром, открыли мир, не похожий ни на что виденное раньше», – сказал 26 августа Эд Стоун. Пытаясь объяснить разнообразие форм рельефа, Карл Саган напомнил, что физические свойства твердого метана и азота сильно отличаются от свойств обычного льда.

Атмосфера Тритона оказалась преимущественно азотной, как и на Земле, с примесью метана, и простиралась до высоты 1300 км, но давление ее не превышало 16 микробар (1.6·10<sup>-5</sup> атм). Температура на высоте 650 км составляла -173°C. Над поверхностью спутника до высоты 5–10 км была видна дымка – вероятно, фотохимический смог, вызванный испарением летучих веществ с «летнего» полушария. Тритон постоянно терял часть вещества атмосферы, а поэтому вдоль его орбиты существовал тор заряженных частиц. Магнитное поле присутствовало, но имело множественные полюса.

27 августа интрига вокруг Тритона закрутилась еще круче! Во-первых, Тритон оказался самым холодным объектом Солнечной системы: УФ-спектрометр UVS определил температуру его поверхности в -235°C. Во-вторых, невзирая на это, его поверхность подвергалась постоянному обновлению – об этом свидетельствовали данные фотополариметра и в особенности и – снимки ISS.

Получив последнюю порцию записанных фотографий, астрономы убедились, что ледяных вулканов на них очень много и не все из них спят вечным сном. «Десять, или двадцать, или тридцать – множество, – взволнованно сообщил Ларри Содерблом. – Я полагаю, что они активны... Это безумная идея, но лучшая из всех, что мы имеем на сегодняшний день».

Планетолог сказал, что вулканы могут подпитываться жидким азотом и выбрасывать частицы азотного льда и газы на высоту 20–30 км, создавая специфический рельеф – темные отложения в виде факелов, вытянутых в подветренном направлении на расстояние до 75 км и в поперечном – до 50 км. Множество таких «факелов» было найдено на огромной южной полярной шапке Тритона, занимающей всю область за 15° ю.ш. Любые старые следы были бы уничтожены при ее отступлении в летний период, а раз темные отложения наличествовали, значит, вулканы «работали» совсем недавно – в течение последних 100 лет.

Эта разновидность тритонианских вулканов добавилась к двум первым – кальдерного типа, заполненным льдом, и трещинного, с ледовыми потоками на дне глубоких долин. Новые снимки восточного (переднего в орбитальном движении) полушария показали, что кальдеры могут переполняться, формируя в многократных извержениях обширные пространства застывшей ледяной лавы. Подобных объектов было найдено по крайней мере четыре.

Похожее объяснение было дано и примерно 50 темным полосам, вытянутым в направлении господствующих ветров, в южной полярной области Тритона. Здесь могли сдуваться дегтеобразные соединения, полученные в результате химических реакций из метана. Кстати говоря, д-р Дэвид Стивенсон (David Stevenson) из Калифорнийского технологического института в 1984 г. предсказал подземные резервуары жидкого метана и метановые выбросы на лунах планет-гигантов.

(Пройдет еще больше месяца, прежде чем 2 октября JPL объявит, что один из таких азотных фонтанов, или гейзеров, действительно был заснят «Вояджером». Объект был выявлен на краю диска Тритона при детальном изу-

чении серии снимков, сделанных 25 августа с расстояния 100 000 км. Он выбрасывал на высоту до 8 км струю темного вещества, похожую на столб дыма, откуда облако уносилось на 150 км на запад. В декабре ученые уже будут говорить о двух–пяти гейзерах, найденных на небольшом участке в области 55° ю.ш., и как следствие – о нескольких десятках одновременно «работающих» фонтанов со средним «сроком службы» в несколько лет.)

Температура верхней атмосферы Нептуна составляла +480°C, а на уровне 0.1 атм, то есть на высоте 50 км над верхушками облаков, – -218°C, причем в средних широтах Нептуна она оказалась намного ниже, чем на экваторе и в южной полярной области.

Основными компонентами атмосферы были водород (85%), гелий (13%), метан (1–2%) и некоторые другие углеводороды, такие как ацетилен. На уровне давления 1.2 атм были отмечены прозрачные метановые облака, а в нижней части стратосферы планеты был найден слой смога толщиной 150 км, состоящий из продуктов фотохимической диссоциации метана.

Ветры в атмосфере Нептуна достигали скорости 1100 км/ч, а на северной границе БТП они были еще сильнее – вплоть до 2000 км/ч (!). Таких сильных ветров не было даже на Сатурне, где максимальная скорость струйного потока составляла 1800 км/ч.

Магнитное поле, по уточненным данным, оказалось наклонено под 47° к оси вращения (почти как у Урана, где этот угол составляет 58°), причем «Вояджеру» посчастливилось пройти над районом магнитного каспа! Максимальная напряженность оказалась

Американская администрация командировала в Пасадену засвидетельствовать триумфальное завершение планетной эпопеи «Вояджер» вице-президента США и председателя Национального космического совета Дона Куэйла. Повторив июльское (1989) заявление президента Джорджа Буша о намерении вернуться на Луну, построить там постоянную базу и совершить пилотируемую экспедицию на Марс – кто мог тогда предполагать, что сын Джорджа Буша тоже станет президентом и через 15 лет поставит такие же задачи! – Куэйл продекларировал: «Мы, американцы, в течение всей нашей истории открывали новые границы, и мы продолжим это делать. Сегодня космос – это граница Америки».

Казенный патриотизм вице-президента контрастировал с настроением в JPL, в котором сочетались гордость за успех замечательного проекта и ощущение конца эпохи. Америка закончила первую разведку Солнечной системы. «Вояджеры» перекрыли провал, порожденный крохоборской политикой Никсона и Рейгана, и успели передать эстафету новым проектам: 4 мая 1989 г. с шаттла на траекторию полета к Венере был выведен Magellan, а в Центре Кеннеди готовили к запуску другой шаттл с аппаратом Galileo к Юпитеру. Но ни к тому, ни к другому слово «впервые» уже не подходило.

Леннард Фиск, заместитель администратора NASA, отвечающий за научные проекты, назвал событие историческим потому, что «в последний раз мы видим планету впервые». Плутон на тот момент тоже считался планетой, но перспектив полета к нему – как и шансов вернуться к Нептуну – никто не видел. «Когда-то должен состояться пролет Плутона, – сказал Фиск, – но не существует активных планов сделать это». До визита New Horizons оставалось 26 лет...



▲ Детальный снимок южной полярной зоны Тритона с темными «факелами»

на уровне 1.2 Гс, а ось магнитного диполя была смещена на 55% от центра планеты к поверхности.

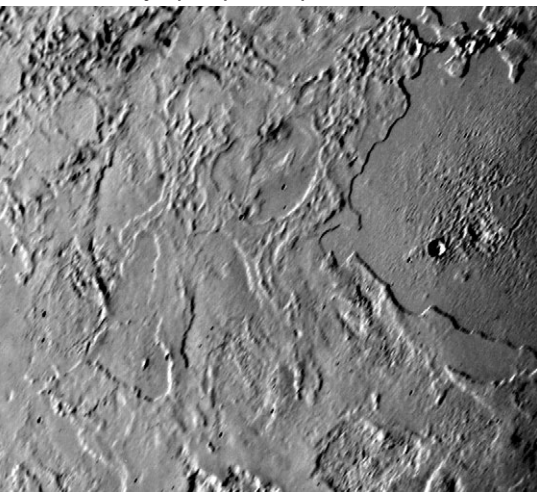
Похоже было, что область жидкого «динамо» находится не в центре Нептуна, но это означало, что материал в теле планеты распределен весьма неравномерно. Поэтому и магнитосфера оказалась хиленькая, с максимальной концентрацией частиц 1.4 на 1 см<sup>3</sup>. И все же заметная плотность захваченных частиц сохранялась вплоть до орбиты Тритона, и постоянная бомбардировка ими давала естественное объяснение цвету его поверхности.

На заключительной пресс-конференции 29 августа Брюс Мюррей, бывший директор JPL, на коварный вопрос о практической ценности миссии «Вояджер» ответил: «Сиюминутная выгода от фотографий Нептуна и Тритона и от богатства полученной научной информации состоит в том, чтобы стимулировать наш интеллект и дать пищу для души».

«Это было лучшее путешествие в жизни», – сказал Эдвард Стоун. Конечно, добавил он, будут и другие аппараты и экспедиции, но «и через тысячелетия лучше всего будут помнить о «Вояджерах»».

В основном же на этой пресс-конференции речь шла уже не о самих открытиях в дальних мирах, а об их связи с Землей. О пар-

▼ Крупный ударный кратер (справа) в северном полушарии Тритона с расстояния 80 000 км



никовом эффекте на Венере – и на Земле. О глобальной пылевой буре на Марсе – и об опасности «ядерной зимы» здесь, у нас.

## Отлет

Тем временем через 38 часов после первой встречи с ударной волной Voyager 2 покинул магнитосферу Нептуна на расстоянии 1.79 млн км, но еще около суток шел вдоль ее границы. Через 65 часов после пролета планеты на расстоянии 4 млн км аппарат прошел ударную волну в обратном направлении. Для более эффективной работы прибора LESP по регистрации потоков заряженных частиц 28 августа Voyager 2 был временно переориентирован на Спикю.

27 августа аппарат занимался поиском молний и полярных сияний на Тритоне и Нептуне с помощью UVS и действительно их обнаружил над значительной областью поверхности планеты и над большей частью дневной стороны спутника. Правда, природа полярных сияний была различной: первые вызывали ионы, спустившиеся к планете вдоль силовых линий магнитного поля, а вторые – электроны радиационных поясов Нептуна.

28 августа в 10:39–10:56 аппарат сделал «прощальный снимок», на котором серп Тритона выходил из-за серпа Нептуна. На самом деле, конечно, съемки продолжались и после этого. Так, с помощью УФ-спектрометра изучался состав газов, покидающих атмосферу Нептуна. На протяжении 12 часов 28–29 августа снимался «мультифильм» из жизни колец планеты.

В рамках «отлетной» программы B952 дважды было считано и передано на Землю содержимое записывающего устройства DTR – на случай сбоев и пробелов.

29 августа завершилась ближняя фаза пролета и началась фаза отлета (Post Encounter). 1 сентября состоялись отлетные измерения теплового баланса Нептуна с помощью IRIS. 13 сентября был проведен полноценный (без приставки «мини») научный маневр с четырьмя разворотами по рысканью и восемь по крену, а также калибровка магнитометров и бортового радиоконтекста. В последующие дни калибровались и другие приборы.

По мере ухода от Нептуна параметры гиперболической гелиоцентрической орбиты КА стабилизировались и составили:

- наклонение – 78.8°;
- перигелий – 21.24 а.е. (3177.5 млн км);
- эксцентриситет – 6.2842.

Интересно, что с точки зрения баллистики встреча с Нептуном не увеличила скорость «Вояджера», а уменьшила – такова была плата за траекторию встречи с Тритоном. Перед встречей гелиоцентрическая скорость КА составляла 18.87 км/с, а после ухода от Нептуна – 16.72 км/с.

Небесно-механические итоги пролета также включали уточненные данные о системе Нептуна. Масса планеты оказалась равна 1.0243·10<sup>26</sup> кг, а ее средняя плотность – 1.64 г/см<sup>3</sup>. Экваториальный радиус на уровне давления 1 атм был окончательно оценен в 24 764 км, а полярный – в 24 340 км. Тритон «потянул» на 2.141·10<sup>22</sup> кг и имел плотность 2.054 г/см<sup>3</sup> при диаметре 2710 км.

Прогноз основных баллистических событий во время пролета Нептуна представлен

Табл. 1. Основные баллистические события встречи с Нептуном 25 августа 1989 г.

Время, SCET	Время от пролета, час:мин	Событие	Расстояние от центра объекта, км
<b>Прогноз основных баллистических событий</b>			
00:06:31	-3:49:08	Нереида, минимальное расстояние	4638180
02:53:07	-1:02:32	Восходящий узел орбиты, плоскость колец	78717
03:55:39	0	Нептун, минимальное расстояние	29183
04:01:35	+0:05:56	Вход в тень Нептуна	30283
04:02:03	+0:06:24	Заход за Нептун	30453
04:50:49	+0:55:10	Выход из-за Нептуна	76844
04:51:37	+0:55:58	Выход из тени	77732
05:14:56	+1:19:17	Нисходящий узел орбиты, плоскость колец	115159
09:10:09	+5:14:30	Тритон, минимальное расстояние	39981
09:39:20	+5:43:41	Заход за Тритон	51023
09:39:39	+5:44:00	Вход в тень Тритона	51185
09:42:18	+5:45:39	Выход из-за Тритона	53313
09:42:17	+5:45:38	Выход из тени Тритона	53357
<b>Результаты обработки навигационной и фотографической информации</b>			
03:55:40.1	0	Нептун, минимальное расстояние	29242
03:56:36.3			
09:10:06.8	+5:14:26.7	Тритон, минимальное расстояние	39780
09:11:03.0			

Примечание. В прогнозе используется Всемирное координированное время UTC, в результатах – UTC и эфемеридное время ET.

в табл. 1. Приведенные в последней графе расстояния из предварительного плана даны в качестве иллюстрации и не соответствуют уточненным временам, и в некоторых случаях различия весьма значительны. В частности, точка пересечения плоскости колец на полете сместилась на шесть минут по времени и сдвинулась на отметку 80600 км в плане и 85300 км фактически. Аналогичный сдвиг, но уже на 10 минут, произошел с аналогичной точкой на отлете. События даны по бортовому времени SCET; время прихода сигнала на Землю ERT было на 4 час 06 мин 05 сек больше.

Фактическое время максимального сближения с Нептуном, определенное в результате баллистических расчетов, было 03:56:36.3 эфемеридного времени ET, что соответствовало 03:55:40.1 по Всемирному координированному времени UTC.

2 октября на расстоянии 56 млн км от планеты исследование системы Нептуна завершилось, и лишь следующие наблюдения еще планировались до декабря включительно. В этот день в 11:42 UTC компьютер CCS начал выполнять новую полетную программу B001 – первую в межзвездном полете «Вояджера». К этому времени программа O9AD с алгоритмами навигации у Нептуна была уже выгружена из памяти FDS, и все стало значительно проще.

Продолжение следует

Табл. 2. Данные по системе Нептуна после пролета «Вояджера»

Объект	Среднее расстояние от центра Нептуна, км	Диаметр или ширина, км
Кольцо Галле (N42)	42000	2500
1989 N6 (III Наяда)	48000	54
1989 N5 (IV Таласса)	50000	80
1989 N3 (V Деспина)	52500	150
Кольцо Леверрье (N53)	53200	100
Кольцо Ласселла	53200–57200	4000
Кольцо Араго	57200	100
1989 N4 (VI Галатей)	62000	180
Кольцо Адамса (N63)	62900	15–50
1989 N2 (VII Ларисса)	73600	190
1989 N1 (VIII Протей)	117600	420
I Тритон	354800	2720
II Нереида	5514000	340