

# НОВОСТИ КОСМОНАВТИКИ

№ 11 (406) 2016



ISSN 1561-1078  
9 771561 107002 >

Журнал для профессионалов  
и не только

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

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

### Редакционный совет:

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

### 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 02.11.2016

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

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

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

## В номере:

### ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

1	Красильников А., Фарафонов А. <b>Приземление последнего «Союза ТМА-М»</b> Красильников А.
3	<b>Итоги полета 48-й основной экспедиции на МКС</b>
4	Фарафонов А. <b>Экстрим-экспедиции «Найти упавшую звезду» – 10 лет!</b>
8	Хохлов А., Красильников А. <b>EVA-37: свернутый про запас радиатор</b>
10	Красильников А., Хохлов А. <b>Полет экипажа МКС-48/49 Сентябрь 2016 года</b>
16	Лисов И. <b>Вторая орбитальная лаборатория Китая</b>

### ПИЛОТИРУЕМАЯ ТЕХНИКА

26	Афанасьев И., Воронцов Д. <b>«Есть ли у Вас план, мистер Маск?»</b>
31	Афанасьев И. <b>«Энергия» тренируется на «Селене»</b>

### ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

32	Афанасьев И. <b>Falcon 9 взорвался до пуска</b> Кучейко А., Афанасьев И.
38	<b>Новый индийский геостационарный метеоролог</b>
42	Соболев И. <b>Охотник за астероидами</b>
49	Розенблюм Л. <b>Разведчик третьего поколения избежал провала</b>
52	Афанасьев И. <b>И последние станут первыми...</b>
55	Кучейко А., Афанасьев И. <b>Индийский пуск в интересах ДЗЗ и не только</b>

### СРЕДСТВА ВЫВЕДЕНИЯ

60	Афанасьев И. <b>Новые «Протоны» для изменяющегося рынка</b>
62	Афанасьев И. <b>Sea Launch меняет владельца</b>
64	Афанасьев И. <b>Безос снова всех удивил</b>
67	Лисов И. <b>КНДР объявила об испытании мощного ЖРД</b>

### МЕЖПЛАНЕТНЫЕ СТАНЦИИ

69	Соболев И., Лисов И. <b>Прошай, Rosetta!</b>
----	---

### ИСКУССТВЕННЫЕ СПУТНИКИ ЗЕМЛИ

74	Павельцев П. <b>«Ресурс-П» в штатной эксплуатации</b>
----	--

### ПРЕДПРИЯТИЯ. ОРГАНИЗАЦИИ

76	Афанасьев И. <b>И вновь – композиты для космоса</b>
77	Лисов И. <b>Конгресс США не выделял денег на марсианскую экспедицию</b>

### КОСМОНАВТЫ. АСТРОНАВТЫ. ЭКИПАЖИ

78	Шамсутдинов С. <b>О космонавтах</b>
----	--

### СТРАНИЦА ПАМЯТИ

79	Памяти Анатолия Ивановича Дедкова
80	Памяти Олега Алексеевича Соколова
81	Памяти Дуэйна Эдгара Грейвлина

На обложке: Спускаемый аппарат «Союз ТМА-М» на месте приземления.  
Фото А. Фарафопова

А. Красильников, А. Фарафонов.  
«Новости космонавтики»  
Фото NASA



# Приземление последнего «Союза ТМА-М»

7 сентября в 04:13:35.0 ДМВ в 155 км юго-восточнее казахстанского города Джезказган приземлился спускаемый аппарат пилотируемого корабля «Союз ТМА-20М» с «Бурлаками» – россиянами Алексеем Овчининим и Олегом Скрипочкой и американцем Джеффри Уилльямсом. Примечательно: шесть лет назад Олег отправился в свой первый космический полет на первом «Союзе ТМА-М», а сейчас завершил свой второй полет на последнем «Союзе ТМА-М».

В поисково-спасательном обеспечении посадки «Союза ТМА-20М», организованном Росавиацией совместно с Министерством обороны РФ, Госкорпорацией «Роскосмос», Федеральным медико-биологическим агентством, РКК «Энергия» и ЦПК, были задействованы около 150 военнослужащих, 12 вертолетов Ми-8 со спецоборудованием на борту, два самолета Ан-12 и один Ан-26, шесть поисково-эвакуационных машин «Синяя птица», 14 единиц вспомогательной техники и три пункта управления. Оперативное руководство поисково-спасательными мероприятиями было возложено на заместителя руководителя Росавиации Александра Ведерникова.

В операциях по поиску и спасению космонавтов также принимала участие 17-я экстрим-экспедиция «Найти упавшую звезду». Она состояла из девяти внедорожников («Мицубиси», «Ниссан», «Тойота»), в экипажи которых входили как опытные участники и инструкторы, так и новички. В течение четырех дней экипажи преодолели дистанцию в более чем 3000 км по маршруту Кустанай – Караганда – район № 6 – Караганда – Кустанай. В этом году экстрим-экспедиция «Найти упавшую звезду» исполнилось десять лет.

1 сентября специалисты Росавиации, Минобороны и РКК «Энергия» в целях определения пригодности выполнили облет расчетных точек приземления: района № 6 под Джезказганом, используемого при посадке на первом суточном витке, и районов № 3 и № 4 под Аркалыком – соответственно на втором и

третьем суточных витках. Основной район приземления (№ 6) характеризовался ровной поверхностью и отсутствием лесов, водоемов и населенных пунктов.

6 сентября в 21:42 были закрыты переходные люки между «Союзом ТМА-20М» и Малым исследовательским модулем «Поиск». На МКС продолжили полет «Иркуты» – россиянин Анатолий Иванишин, японец Такуя Ониси и американка Кэтрин Рубинс. Планировалось, что спустя три недели к ним на «Союзе МС-02» прилетят «Фаворы» – россияне Сергей Рыжиков и Андрей Борисенко и американец Шейн Кимброу, однако вследствие неисправности на корабле старт был отложен с 23 сентября на 19 октября...

После закрытия люков «Бурлаки» начали проверку их герметичности. Для этого они стравливали воздух из полости между люками корабля и станции через клапан сброса давления (КСД). Для обеспечения безопасности перед сбросом давления экипаж перешел из бытового отсека (БО) корабля в спускаемый аппарат (СА) и закрыл люк между ними. Давление в отсеках космонавты контролировали с помощью интегрированного пульта управления в СА. После сброса давления из полости экипаж закрыл КСД.

Убедившись, что давление в БО и станции осталось неизменным, экипаж открыл люк между отсеками «Союза» и вернулся в

бытовой отсек, где в течение получаса продолжал контролировать давление в полости по мановакуумметру. По полетным правилам за это время оно не должно измениться более чем на 1 мм рт.ст. Тем временем «Бурлаки» надели медицинские пояса с различными датчиками, противоперегрузочные костюмы «Кентавр» и аварийно-спасательные скафандры «Сокол-КВ-2» и перешли в СА. Алексей установил защитную решетку, чтобы при отстреле БО не разлетелись по космосу вещи, предназначенные на выброс, и во второй раз закрыл люк.

Космонавты разместились в индивидуальных креслах-ложементах «Казбек-УМ», подстыковали разъемы кабелей (с медицинского пояса и шлемофона) и шланги скафандров, включили вентиляцию «Соколов» и зафиксировались привязной системой.

С целью проверки герметичности люка между СА и БО из последнего сбросили давление на 150 мм рт.ст. Проверку на герметичность прошли также скафандры.

7 сентября в 00:50:00 ДМВ «Бурлаки» выдали команду на открытие восьми крюков корабля, механически удерживающих его в жесткой связке со станцией. В 00:51:31 «Союз ТМА-20М» массой 6830 кг покинул МКС под действием четырех пружинных толкателей. Они используются для разделения во избежание загрязнения станции продуктами сгорания от двигателей причаливания и ориентации (ДПО) корабля, обеспечивая начальный импульс на расхождение величиной 0.12–0.15 м/с. Станция массой 405322 кг продолжила полет по орбите наклонением 51.66°, высотой 402.7×419.8 км и периодом обращения 92.58 мин.

Овчинин подробно докладывал о ходе процесса расстыковки и ухода «Союза ТМА-20М» от МКС:

– Есть разделение объектов. Стыковочный узел чистый, посторонние предметы отсутствуют. Есть [индикация на дисплее пульта космонавтов] ГСО 1,2 (готовность системы ориентации. – Ред.), ожидается выбор всех двигателей. 00:52:34,





есть выбор всех двигателей. Через полторы минуты ожидаем включение двигателей для отработки первого импульса. Визуально дальность порядка 20 м. Через 30 сек ожидаем включение двигателей. Есть работа ДПО, 00:54:32. Есть погасание [индикации] «Работа ДПО», двигатель отработал 8 сек. Наблюдаем разворот по крену. Есть ГСО 1,2 и обобщенная ГСО. Через 40 сек ожидаем включение двигателей для отработки второго импульса. Есть загорание [индикации] «Работа ДПО», 00:55:52. Отработали 10 сек, 15 сек, 20 сек, 25 сек. Отработали 30 сек, [индикация] «Работа ДПО» погасла. Есть инструкция «Конец временного цикла». Есть погасание [индикаций] БДУСов (блок датчиков угловой скорости. – Ред.), акселерометра и «Наддув КДУ» (корректирующая двигательная установка. – Ред.).

После расстыковки на «Союз ТМА-20М» по командной радиолнии передали уточненную уставочную информацию для выполнения спуска.

Для перевода корабля на траекторию снижения и обеспечения посадки СА с предельной точностью необходимо выдать тормозный импульс в строго заданное время, необходимой величины и в нужном направлении. Поэтому за восемь минут до включения сближающе-корректирующего двигателя (СКД) на торможение была построена и поддерживалась ориентация «Союза ТМА-20М» в орбитальной системе координат.

В 03:21:25 на высоте 422.7 км и расстоянии 14544 км до расчетной точки посадки (47°19'54" с.ш., 69°36'12" в.д.) был включен СКД, который отработал 281.5 сек и выдал тормозной импульс 127.99 м/с. В результате скорость корабля, измеряемая во вращающейся системе координат, уменьшилась с 7351 до 7238 м/с.

При отработке тормозного импульса и до разделения отсеков «Союз ТМА-20М» поддерживал необходимую инерциальную ориентацию. Она отличается от орбитальной тем, что отсутствует программный доворот по тангажу с угловой скоростью 0.067 °/с в темпе движения по орбите.

После выдачи тормозного импульса открылся безмоментный клапан сброса давления для разгерметизации БО. За шесть минут до разделения отсеков «Бурлаки» закрыли гермошлемы скафандров.

В 03:48:32 на высоте 139.8 км и дальности 3909 км до расчетной точки посадки бытовой и приборно-агрегатный отсеки поочередно отделились от спускаемого аппарата. С этого момента начала свою работу система управления спуском.

Сам спуск делится на внеатмосферный и атмосферный участки. На

первом из них скорость растет по мере приближения к условному перигею, расположенному ниже уровня Земли. Ориентация СА на этапе спуска определяется трехстепенным гироскопом, который разарретируется (то есть его рамки снимаются с механических стопоров) за 74 сек до разделения, и БДУ-Сами, измеряющими скорость вращения СА.

В 03:51:23 на высоте 100 км и расстоянии 2489 км до расчетной точки посадки по показаниям акселерометра на пульте космонавтов загорелся транспарант «Перегрузка», означавший начало действия на спускаемый аппарат силы лобового сопротивления, уже уменьшившей скорость «Союза ТМА-20М» на 25.6 м/с. Акселерометр вычислял кажущуюся потерянную скорость путем интегрирования кажущегося ускорения, вызванного действием поверхностных аэродинамических сил. Скорость СА на момент входа в атмосферу составляла 7618 м/с.

Отклонение времени входа от расчетного в секундах называется баллистическим (или внеатмосферным) промахом. Система управления спуском на атмосферном участке в режиме автоматического управления способна скомпенсировать баллистический промах величиной до 30 сек.

При дальнейшем снижении возрастает плотность атмосферы, что, в свою очередь, увеличивает скоростной напор и вызывает нагрев поверхности СА до температуры 2000 °С. В качестве теплозащиты применяется абляционный тип покрытия из фенолформальдегидных смол. Спускаемый аппарат имеет сегментально-коническую форму и вследствие смещения центра масс относительно оси симметрии летит с отрицательным балансировочным углом 21.5° полушарическим днищем вперед. Это позволяет создать подъемную силу, которую можно переводить в боковую составляющую, разворачивая СА по крену. Такой прием позволяет управлять дальностью спуска как автоматически, так и вручную космонавтом.

Корректную ориентацию перед входом в атмосферу и управление СА на атмосферном участке полета обеспечила система исполнительных органов спуска (СИОС), состоящая из микродвигателей по каналам тангажа, рысканья и крена. В качестве топлива в них применяется высококонцентрированная (98%) перекись водорода, разлагающаяся в реакторе двигателя благодаря катализатору. Продукты разложения (газы высокого давления и температуры), истекая через сопло, создают реактивную тягу.

Примерно за минуту до ввода в действие парашютной системы СА перешел в режим закрутки с угловой скоростью 13 °/с. Затем по показаниям барометрического датчика, измеряющего внешнее атмосферное давление, в 03:59:39 на высоте 10.8 км начала работу основная парашютная система (ОСП), состоящая из двух вытяжных, тормозного и основного парашютов.

При отстреле крышки контейнера ОСП в работу вступают вытяжные парашюты, используемые для введения в действие тормозного парашюта площадью 24 м<sup>2</sup>. Тормозной парашют функционирует в течение 16.5 секунды и уменьшает скорость с 230 до 90 м/с, после чего транзитом вводит в действие основной парашют площадью 1000 м<sup>2</sup>.



Наполнение основного парашюта происходит на высоте 8.5 км, что обеспечивает вертикальное снижение со скоростью 6–7 м/с.

Система управления засекает интервал времени между уровнями барометрического давления, соответствующего высотам 6.5 и 5.5 км. Если он соответствует расчетному, это свидетельствует об исправности основной парашютной системы. В этом случае ввод запасной системы отменяется, и на высоте 5 км выполняются: отстрел лобового теплозащитного щита; открытие клапана выравнивания давления БАРД; отстрел крышек иллюминаторов; перецепка СА на симметричный подвес; взведение в рабочее положение кресел-ложементов «Казбек-УМ».

В этот момент происходит также включение гамма-лучевого высотомера «Кактус-2В». На высоте 0.75 м данный прибор выдает команду на включение шести твердотопливных двигателей мягкой посадки, которые работают на порохе. Благодаря им скорость при касании с Землей составляет 1–2 м/с.

Все описанные операции прошли штатно, и «Союз ТМА-20М» совершил посадку в точке с координатами 47°18'09.96" с.ш., 69°38'41.52" в.д., в 4.5 км юго-восточнее плановой точки.

Продолжительность полета «Бурлаков» составила 172 сут 03 час 46 мин 57 сек. За два полета Скрипочка набрал в сумме 331 сут 12 час 30 мин 07 сек, а Уильямс за четыре полета – 534 сут 02 час 48 мин 41 сек. Таким образом, Джеффри установил

рекорд по суммарному пребыванию на орбите среди американцев.

После приземления командир корабля должен произвести отстрел стренги основного парашюта, чтобы избежать волочения и качания СА при сильном ветре. На этот раз парашют не отстрелили – и наполненный купол опрокинул СА на бок. Примерно через десять минут после посадки поисково-спасательные службы открыли люк и затем по очереди эвакуировали Алексея, Джеффри и Олега.

Космонавтов усадили в кресла, измерили пульс и артериальное давление, сняли шлемофон и перчатки со скафандра. Овчинину и Скрипочке подарили мягкие игрушки – соответственно собачку с российским флагом и Чебурашку.

Кроме того, поисковики выполнили желание Алексея, высказанное им перед посадкой.

*Спасатель:* Сейчас, Лёша, будет по заказу арбуз.

*Овчинин:* О! Только не целиком на меня.

*Спасатель:* Пока целиком отдадим.

С Алексеем также пообщался заместитель начальника ЦПК по подготовке космонавтов, командир отряда космонавтов Валерий Корзун.

*Корзун:* Как посадка?

*Овчинин:* Нормально.

*Корзун:* Удар сильный был?

*Овчинин:* На самолете мягче.

*Корзун:* Ну, это само собой.

*Овчинин:* Ну так, чувствительно...

## Итоги полета 48-й основной экспедиции на МКС

### Основные события и участники

**48-я экспедиция** на МКС началась **18 июня 2016 г.** после отстыковки от станции и приземления пилотируемого корабля «Союз ТМА-19М» с экипажем в составе: командир корабля космонавт Роскосмоса Юрий Иванович Маленченко, бортинженер-1 астронавт NASA Тимоти Леннарт Копра и бортинженер-2 астронавт ЕКА, подданный Соединенного Королевства Великобритании и Северной Ирландии Тимоти Нейджел Пик.

На МКС остались: командир станции – астронавт NASA Джеффри Нелс Уильямс, бортинженер-1 – космонавт Роскосмоса Алексей Николаевич Овчинин и бортинженер-2 – космонавт Роскосмоса Олег Иванович Скрипочка.

22 июня после автономного полета был сведен с орбиты грузовой корабль Сугнус (миссия ОА-6). 1 июля было проведено тестирование телеоператорного режима управления, включавшее расстыковку и повторную стыковку грузового корабля «Прогресс МС». 3 июля «Прогресс МС» окончательно покинул станцию и в тот же день был сведен с орбиты.

9 июля к МКС причалил первый корабль новой модификации «Союз МС» с экипажем в составе: командир корабля космонавт Роскосмоса Анатолий Алексеевич Иванишин, бортинженер-1 астронавт JAXA Такуя Ониси и бортинженер-2 астронавт NASA Кэтлин Хэллиси Рубинс. На станции они стали соответственно бортинженером-4, -5 и -6.

19 июля на МКС прибыл «Прогресс МС-03», а на следующий день астронавты с использованием канадского дистанционного манипулятора SSRMS поймали грузовой корабль Dragon (миссия SpX-9) и присоединили его к нижнему узлу модуля Harmony. 18 августа стыковочный адаптер IDA-2 был вытаски из негерметичного отсе-

ка корабля Dragon и подведен к гермоадаптеру PMA-2 на переднем узле модуля Harmony.

19 августа Уильямс и Рубинс осуществили выход в открытый космос в американских скафандрах EMU из модуля Quest продолжительностью 5 час 58 мин. Астронавты обеспечили установку IDA-2 на PMA-2, проложили кабель передачи данных для адаптера IDA-3 по модулям Destiny и Harmony и кабель стандарта Ethernet для модернизированных компьютеров MDM на секции Z1.

26 августа станцию покинул корабль Dragon и в тот же день приводнился в Тихом океане. 1 сентября Уильямс и Рубинс выполнили выход длительностью 6 час 48 мин, во время которого обеспечили свертывание заднего радиатора на секции P6 американской поперечной фермы, заменили неисправный светильник на телекамере ETVCG и установили две камеры высокого разрешения на секции P1, подтянули болты на

подпорках на секции P4 и осмотрели левый узел вращения SARJ между секциями P3 и P4.

В ходе 48-й экспедиции была проведена одна коррекция орбиты МКС. Экипаж выполнил эксперименты по российской, американской, европейской, канадской и японской научным программам.

6 сентября «Союз ТМА-20М» отстыковался от станции и совершил посадку с экипажем в составе: командир корабля Алексей Овчинин, бортинженер-1 Олег Скрипочка и бортинженер-2 Джеффри Уильямс. Продолжительность полета космонавтов составила 172 сут 03 час 46 мин 57 сек. Уильямс установил американский рекорд по суммарной длительности космических полетов – 534 сут 02 час 48 мин 41 сек.

На МКС остался экипаж 49-й экспедиции в составе: командир станции Анатолий Иванишин, бортинженер-5 Такуя Ониси и бортинженер-6 Кэтлин Рубинс.

### Основные динамические операции

Дата и время, UTC	Корабль	Событие
18.06.2016, 05:52:33	TK «Союз ТМА-19М» (11Ф732А47 №719)	Отстыковка от МИМ-1 «Рассвет»
18.06.2016, 09:15:06.3	TK «Союз ТМА-19М»	Посадка в 155 км юго-восточнее Джезкагана (Казахстан): 47°24'59.64"с.ш., 69°42'10.44"в.д.
22.06.2016, 12:44	TKG Cygnus (полет ОА-6)	Сведение с орбиты
01.07.2016, 05:36:34	TKG «Прогресс МС» (11Ф615А61 №431)	Расстыковка от СО «Пирс»
01.07.2016, 06:04:47	TKG «Прогресс МС»	Стыковка к СО «Пирс» в режиме TOPU
03.07.2016, 03:48:35	TKG «Прогресс МС»	Отстыковка от СО «Пирс»
03.07.2016, 07:00:00	TKG «Прогресс МС»	Сведение с орбиты
07.07.2016, 01:36:40.208	TK «Союз МС» (11Ф732А48 №731)	Запуск с Байконура (Казахстан), площадка №1, ПУ №5
09.07.2016, 04:06:27	TK «Союз МС»	Стыковка к МИМ-1 «Рассвет» в автоматическом режиме
16.07.2016, 21:41:45.237	TKG «Прогресс МС-03» (11Ф615А61 №433)	Запуск с Байконура (Казахстан), площадка №31, ПУ №6
18.07.2016, 04:45:29.318	TKG Dragon (полет SpX-9)	Запуск из CCAFS (США), СК SLC-40
19.07.2016, 00:20:15	TKG «Прогресс МС-03»	Стыковка к СО «Пирс» в автоматическом режиме
20.07.2016, 10:56:28	TKG Dragon	Захват манипулятором SSRMS
24.08.2016, 07:30:00	TKG «Прогресс МС-02» (11Ф615А61 №432)	Коррекция орбиты МКС
26.08.2016, 10:11	TKG Dragon	Отделение от манипулятора SSRMS
26.08.2016, 15:47	TKG Dragon	Приводнение в Тихом океане в 735 км юго-западнее Лонг-Бича (США): 27°30'с.ш., 120°42'з.д.
06.09.2016, 21:51:31	TK «Союз ТМА-20М» (11Ф732А47 №720)	Отстыковка от МИМ-2 «Поиск»
07.09.2016, 01:13:35.0	TK «Союз ТМА-20М»	Посадка в 155 км юго-восточнее Джезкагана (Казахстан): 47°18'09.96"с.ш., 69°38'41.52"в.д.

Итоги подвел А. Красильников



А. Фарафонов специально для «Новостей космонавтики»

## Экстрим-экспедиции «Найти упавшую звезду» – 10 лет!

**В** сентябре этого года свидетелями возвращения экипажа корабля «Союз ТМА-20М» на Землю, помимо штатных сотрудников поисково-спасательных сил, в очередной раз стали участники экстрим-экспедиции «Найти упавшую звезду».

Идея проведения экспедиции под таким названием к местам посадки пилотируемых космических кораблей родилась еще в середине 2000-х годов у ветеранов Поисково-спасательной службы – Юрия Желтогоина, который к тому времени руководил Фондом содействия авиации «Русские Витязи», и Александра Лазаренко.

Тогда же и получилось впервые воплотить идею в жизнь, собрав команду энтузиастов из Москвы и Кустаная. Уже в сентябре 2006 г. первая экстрим-экспедиция на четырех машинах отправилась к месту посадки космического корабля «Союз ТМА-8» с экипажем «Каратов» (Павел Виноградов, Джеффри Уилльямс и Ануше Ансари) на борту.

Основной задачей проекта с самого начала являлась популяризация отечественной космонавтики, а также возможность не-

профессионалам-энтузиастам прикоснуться к своей мечте: своими глазами увидеть, как происходит возвращение космонавтов с орбиты.

В сентябре этого года экстрим-экспедиции «Найти упавшую звезду» исполнилось 10 лет! За это время было совершено 17 экспедиций, среди которых и участие в двух спусках по баллистическим траекториям (тогда участникам экспедиций не удавалось увидеть воочию действо по приземлению космонавтов), а также зимние экспедиции на снегах и помощь спасателям в сложных ситуациях.

Много за 10 лет пройдено, увидено, донесено информации до специалистов и любителей отечественной космонавтики, сделано фотографий с места посадки, и тем самым удалось приобщить к космосу новых почитателей.

Среди экспедиционеров есть энтузиасты, которые стояли у истоков проекта, есть и те, кто побывал в таких экспедициях более 10 раз! Это и ветераны поисково-спасательной службы А. Банников, А. Булавцев,

Б. Киреев, С. Кочерга, Н. Равлик, С. Сорокин, Г. Стадник, С. Стешенко, и экстрим-профессионалы В. Домов, В. Евлашевский, Виктор и Владислав Капустины, А. Литвинов, В. Лукутин, С. Миронов и С. Чеповский. Среди участников был и космонавт – Олег Артемьев, встречавший экипаж почти за 6 лет до своего собственного полета.

Началась экспедиция в этом году традиционно – из города Кустаная. На девяти внедорожниках участники за четыре дня преодолели путь длиной более 3000 км, проехав по маршруту Кустанай – Караганда – Полигон № 6 – Караганда – Кустанай. Все участники были разбиты на девять экипажей, в состав которых входили и опытные участники и инструкторы, и новички. Среди них были представители компании «Ингострах», которая уже не в первый раз поддерживает экспедицию.

По пути к месту посадки «Бурлаков» пришлось, как всегда, преодолеть различного рода сложности, благодаря которым проект и называется «экстрим-экспедицией». Несмотря ни на что, экспедиция прибыла на место ожидаемой посадки за 9 часов до расчетного времени приземления и начала разбивку лагеря – установку палаток. В это время на орбите космонавты готовились к предстоящему возвращению на Землю, а у участников экспедиции оставались считанные часы, чтобы набраться сил и выспаться.

Посадка была утренней (расчетное время – 7:15 по местному времени), и примерно за час до приземления лагерь был уже на ногах. С погодой повезло: небо ясное, температура около 10 градусов тепла. Все участники собрались на инструктаж. Примерно за 20 минут до расчетного времени раскрытия парашюта в небе послышался гул. Это самолет Ан-12 выполнял свою штатную работу – определение скорости ветра по высотам. Эти данные будут переданы наземным поиско-

▼ Первая экстрим-экспедиция на месте посадки «Каратов» 29 сентября 2006 года





▲ Космонавт-испытатель Олег Артемьев (второй слева) среди участников экспедиции (2008 г.)

во-спасательным службам для лучшей координации на этапе приземления спускаемого аппарата на парашюте.

Рассвет в точке посадки начался в 6:50, солнце стало подниматься из-за горизонта и освещать нас оранжевым цветом. По циклограмме спускаемый аппарат в это время входил в плотные слои атмосферы, на расстоянии почти 2500 км от нас и скорости более 27 000 км/ч. Из-за образования плазмы вокруг спускаемого аппарата на несколько минут с экипажем пропала радиосвязь. Одна из радиостанций нашей экспедиции была настроена на аварийно-спасательную частоту 121.5 МГц, по которой космонавты связываются с поисково-спасательными силами. По ней-то все и услышали доклад космонавтов об автоматическом управляемом спуске и о нормальной работе систем корабля. Это означало, что плазменный участок траектории полета закончился и аппарат надо ждать в запланированном районе.

Взгляды в это время были устремлены в небо: все старались увидеть спускаемый аппарат еще до раскрытия парашюта. Поглядывая на часы, мы понимали, что уже наступило расчетное время работы парашютной системы. Наконец долгожданное «Вот он!» прокричал один из участников экспедиции, указывая пальцем в точку на небе. Все сразу заметили белый куполок, который, как оказалось, был практически над нами. Небольшие размеры купола на самом деле обманчивы, так как раскрытие основного парашюта происходит на приличной высоте – 8.5 км. На душе сразу наступило чувство облегчения и гордости – техника сработала на отлично.

Секунд через 30 после обнаружения раскрытого парашюта спускаемого аппарата на всю степь раздался грохот: «Бу-бу-ум». Казалось даже, дрожь прошла по Земле и по коже. Это дошел звук от раскрытия парашюта, что, несомненно, добавило эмоций происходящему.

Мы продолжали наблюдать за этапом парашютирования, который длился около 15 минут. Убедившись, что спускаемый аппарат сносит ветром немного в сторону, участники экспедиции по команде «По машинам!» оперативно и слаженно заняли свои места и понеслись к нему по бездорожью.

Уже на горизонте мы увидели снижающийся под парашютом спускаемый аппарат. К нему со всех сторон стали слетаться вертушки. Все это напоминало войсковую операцию.

В момент касания Земли под спускаемым аппаратом произошел подрыв двигателей мягкой посадки. Мы это заметили по вспышке малинового цвета. Затем поднялись клубы пыли – и парашют со спускаемым аппаратом скрылся из виду, так как в этот момент мы находились на расстоянии около километра.

От руководителя экспедиции поступила команда остановиться. Нужно было дать безопасно приземлиться вертолетам поисково-указательной службы. Соблюдение правил перемещения в целях безопасности в районе места посадки для экспедиции превыше всего. Убедившись, что все железные «стрекозы» сели, мы продолжили движение. Подъехав к месту приземления, мы традиционно выстроили свои машины в парадную шеренгу за поисково-эвакуационными ма-

шинами «Синяя птица», которые к этому времени тоже были уже на месте.

Главное правило участников экстрим-экспедиции «Найти упавшую звезду» – не мешать штатным сотрудникам поисково-спасательных сил делать свою работу и беспрекословно выполнять указания инструкторов, под руководством которых мы отправились непосредственно к спускаемому аппарату. К этому времени он был уже обнесен красно-белой лентой, за которой находились только определенные специалисты. Особые меры осторожности связаны с работающим гамма-лучевым высотомером (ГЛВ), установленным на днище спускаемого аппарата и излучающим в определенном направлении достаточно большую дозу радиации. Поэтому до установки на ГЛВ свинцовой крышки в районе днища спускаемого аппарата находится категорически запрещается.



Фото NASA

▼ В ожидании появления в небе спускаемого аппарата



Даже не верилось, что мы оказались в первых рядах и сможем увидеть все живую. Спускаемый аппарат лежал на боку буквально в 10 метрах от нас, а перед нами в пяти метрах установили кресла для космонавтов. Все могли обратить внимание на необычный «космический» запах, который исходит от спускаемого аппарата (напоминает тот, который мы чувствуем при резке железа болгаркой). Это запах обгоревшего теплозащитного покрытия, которое менее часа назад на этапе торможения в плотных слоях атмосферы подвергалось воздействию температур свыше 1000°C.

И вот наступил долгожданный момент: представитель Ракетно-космической корпо-



Фото NASA

рации «Энергия» специальным ключом открыл выходной люк спускаемого аппарата. Посыпались дружественные поздравления экипажу с успешным возвращением на Землю. По словам космонавтов, в этот момент резко чувствуется свежий степной воздух, от которого за полгода космического полета они успевают отвыкнуть. Здесь можно процитировать слова космонавта Михаила Корниенко, которые он произнес после возвращения из годовой экспедиции на МКС: «Воздух можно резать и намазывать на хлеб».

Первым из спускаемого аппарата извлекли командира корабля Алексея Овчинина и усадили в специальное кресло. В осенней степи очень пыльно, специалисты стараются меньше перемещаться и выше поднимать ноги, но все равно клубов пыли не избежать. По тому, как морщится от пыли космонавт, было видно, что это ему явно не приносит удовольствия. Через несколько минут рядом с командиром усадили Джеффри Уилльямса. Последним из спускаемого аппарата извлекли Олега Скрипочку.

Первое время космонавты полулежали в креслах-качалках, так как после полугодового нахождения в состоянии невесомости

происходит перераспределение крови в организме к нижним частям тела. Врачи ЦПК и ИМБП измерили им давление и сделали экспресс-анализ состояния организма. Из уст врачей прозвучали цифры: «Давление 140 на 78, пульс 95 – все в норме». По лицам космонавтов видно, что возвращение на Землю дается непросто, но в то же время чувствуется радость и счастье, которое они испытывают в этот момент. По спутниковой связи им дали возможность поговорить с родными. Алексею Овчинину вручили мягкую игрушку – собаку-парашютиста – и на время дали подержать настоящий арбуз.

В это время технические специалисты занимались спускаемым аппаратом. Для удобства при помощи грубой мужской силы изделие привели в вертикальное положение, днищем вниз, и установили специальную лестницу. Затем из него извлекли срочные грузы и результаты научных исследований особой важности, которые находились в контейнерах красного цвета. При извлечении велась строгая инвентаризация и контроль. Затем произвели другие работы, необходимые для транспортировки СА в город Королёв.







▲ Надевание защитной крышки на гамма-лучевой высотомер

От спускаемого аппарата тянулись 30-метровые стропы основного парашюта. Сам купол общей площадью 1000 м<sup>2</sup>, диаметром 25 метров весит 84 кг. Специалисты уложили его в специальную сумку для доставки в Москву в НИИ парашютостроения для дальнейшего обследования.

В 50 метрах от спускаемого аппарата развернул мобильную надувную палатку Институт медико-биологических проблем, куда космонавтов перенесли в креслах для дальнейшей послеполетной адаптации. Здесь для космонавтов создана карантинная зона: поскольку их иммунитет и организм ослаблен, допуск к экипажу имеет только ограниченный круг лиц. Космонавты переодеваются из полетных скафандров в комбинезоны синего цвета. Здесь же с 2013 г. российские космонавты проходят так называемый полевой тест: выполнение различных физических упражнений и проб. Таким образом определяется и набирается статистика по дееспособности космонавтов сразу после возвращения из длительного космического полета.

Примерно через два часа после посадки космонавтов поочередно перевезли из палатки на ПЭМках к вертолетам Ми-8. Первые

два вертолета с руководством выполнили традиционный пролет над местом посадки, что выглядело очень зрелищно. Затем в небо поднялись и три «вертушки» с космонавтами, которые сразу легли на курс в Караганду. Оттуда российским космонавтам предстояло вылететь на подмосковный аэродром Чкаловский, который всего в 5 км от Звездного городка, а Джеффри Уилльямс должен был отправиться в Хьюстон в Космический центр имени Л. Джонсона.

По окончании всех работ внутри спускаемого аппарата специалисты закрыли выходной люк и опломбировали его, предварительно загрузив туда скафандры и грузы, которые должны были оказаться в РКК «Энергия». С помощью грузовой ПЭМки спускаемый аппарат опрокинули на бок. Специалисты закрыли ГЛВ защитной свинцовой крышкой, затем извлекли твердотопливные пороховые заряды двигателей мягкой посадки (ДМП). Из шести ДМП четыре двигателя (однорежимные) имеют одну камеру сгорания и два двигателя (трехрежимные) имеют две камеры сгорания (центральная и периферийная). При приземлении на основном парашюте в трехрежимных двигателях

срабатывает только центральная камера сгорания, поэтому неиспользованные заряды из периферийной секции извлекли и уничтожили методом подрыва.

При помощи грузовой ПЭМки аппарат вновь поставили на днище, после чего надели технологичные крышки красного цвета на контейнер основной парашютной системы и демонтированную антенну АБМ-279. После установки кронштейна на титановый шпангоут спускаемый аппарат с помощью крана погрузили на грузовую ПЭМку. Через несколько дней аппарат окажется на родном заводе, где с ним продолжат послеполетные работы.

Участники экспедиции «Найти упавшую звезду» покинули место посадки, переполненные эмоциями и впечатлениями от увиденного. Вернувшись в лагерь, они были награждены памятными дипломами и подарками, а также нагрудными отличительными значками экспедиции. Для опытного участника Влада Капустина это была уже пятнадцатая экспедиция. По его словам, ни одна посадка не похожа на другую и сюда хочется возвращаться вновь и вновь.

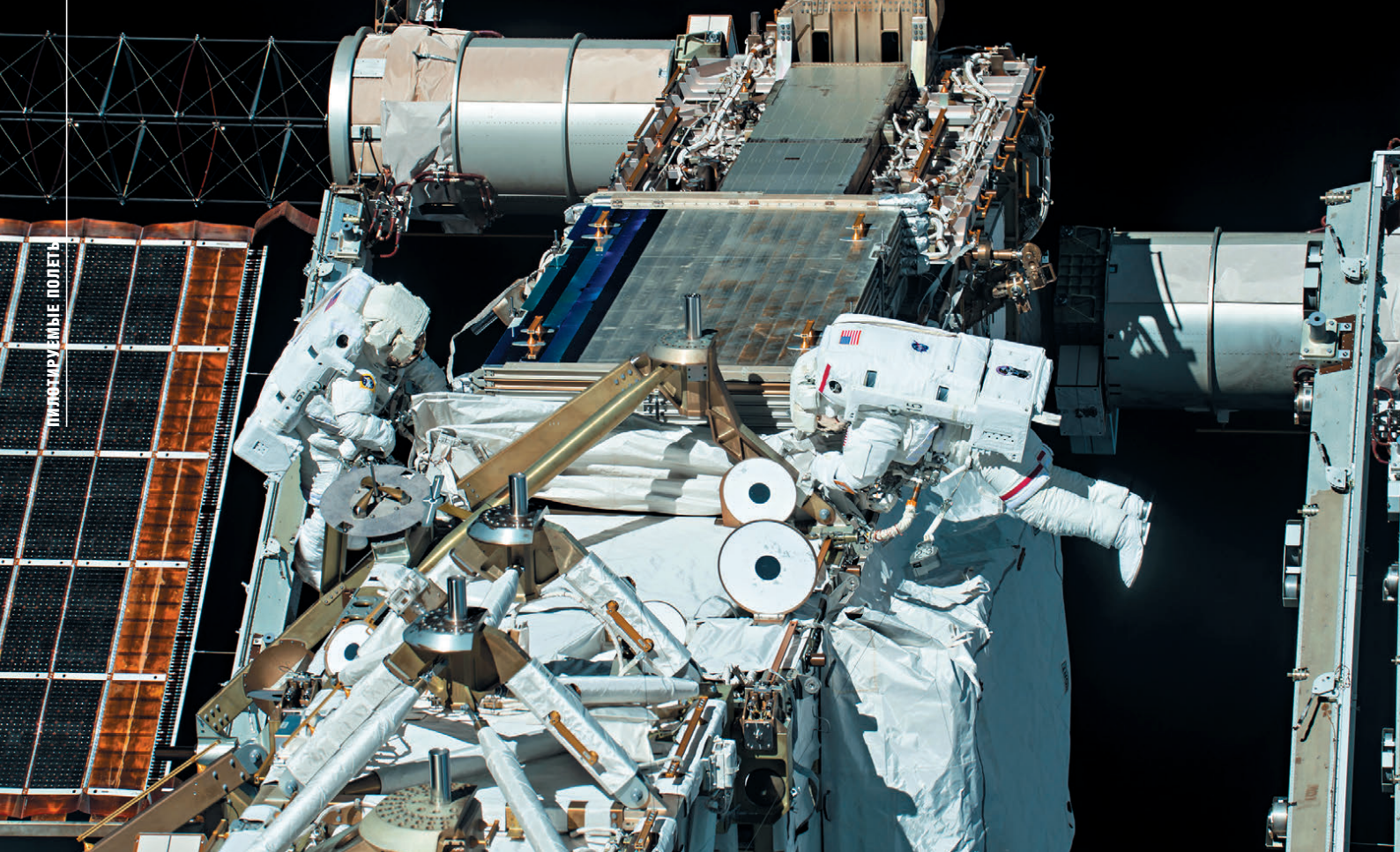
*От себя лично хочу от души поблагодарить Юрия Желтоногина за осуществление давней мечты – увидеть возвращение космонавтов из космоса своими глазами. Впечатления от увиденного и воспоминания останутся на всю жизнь. Остается пожелать, чтобы как можно больше людей, неравнодушных к космосу, побывало в экстрим-экспедиции «Найти упавшую звезду».*



▼ Извлеченные трехрежимные двигатели мягкой посадки

▼ Из спускаемого аппарата извлекли индивидуальный ложемент Джеффри Уилльямса





ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

## EVA-37: свернутый про запас радиатор

**А. Хохлов, А. Красильников.**  
«Новости космонавтики»

**1** сентября астронавты Джеффри Уилльямс и Кэтрин Рубинс совершили выход в открытый космос с борта МКС по американской программе, получивший обозначение EVA-37.

Проведение внекорабельной деятельности всего через две недели после предыдущего выхода (*НК* № 10, 2016, с.9–10), посвященного установке на станции стыковочного адаптера IDA-2, позволило сэкономить время на подготовке Шлюзового отсека Quest и скафандров EMU и успеть задействовать в EVA-37 опытного Уилльямса перед его возвращением на Землю. Кстати, данный выход стал возможен благодаря переносу запуска грузового корабля Cygnus (миссия OA-5) с августа на сентябрь.

Облачившись с помощью Такуи Ониси и Анатолия Иванишина в скафандры № 3003 и № 3008, астронавты начали выход с опережением графика, переключив в 11:53 UTC свои EMU на автономное питание. Первым наружу вышел Джеффри и закрепил лееры безопасности. Для идентификации его скафандр был помечен красными полосками. Следом к нему присоединилась Кэтрин.

– Добро пожаловать за пределы станции! – поприветствовал Уилльямс напарницу. – Да, хорошо быть здесь, снаружи, – отозвалась Рубинс.

В задачи EVA-37 вошли:

- ◆ Обеспечение свертывания заднего радиатора TTCR на секции P6;

- ◆ Замена отключившегося светильника на телекамере ETVCG и установка телекамеры

высокой четкости EHDCA в точке CP9 на секции P1;

- ◆ Подтяжка болтов на подпорках на секции P4;

- ◆ Осмотр левого узла вращения SARJ между секциями P3 и P4;

- ◆ Снятие теплозащитного покрытия с блока управления насосами PFCS на секции P6.

Захватив с собой инструменты и оборудование, астронавты преодолели неблизкий путь от модуля Quest до секции P6 – дальнего конца левой половины американской поперечной фермы ITS. Здесь Уилльямсу и Рубинс предстояло свернуть задний радиатор TTCR (произносится «тикер») ранней внешней системы терморегулирования EETCS американского сегмента.

Это уже проделали Челл Линдгрэн и Скотт Келли в ноябре 2015 г. (*НК* № 1, 2016, с.10–11), однако тогда из-за роста кинетического момента на гиродинках CMG и соответственно необходимости включения двигателей российского сегмента для их разгрузки радиатор пришлось раскрыть снова.

Складывание TTCR нужно для того, чтобы защитить его от «космического мусора» и сохранить в качестве запасного. «Причина, по которой мы складываем данный радиатор, – это то, что он больше не используется, – сказал руководитель выхода Зеб Сквилл (Zeb Scoville). – Он полностью раскрыт, оголен перед внешней средой и восприимчив к любым орбитальным обломкам и повреждениям, которые могут встретиться на его пути. Он является одной из наших приоритетных запчастей. Мы действительно хотим свернуть и укрыть радиатор, чтобы рассчитывать

на него в будущем, если возникнет необходимость».

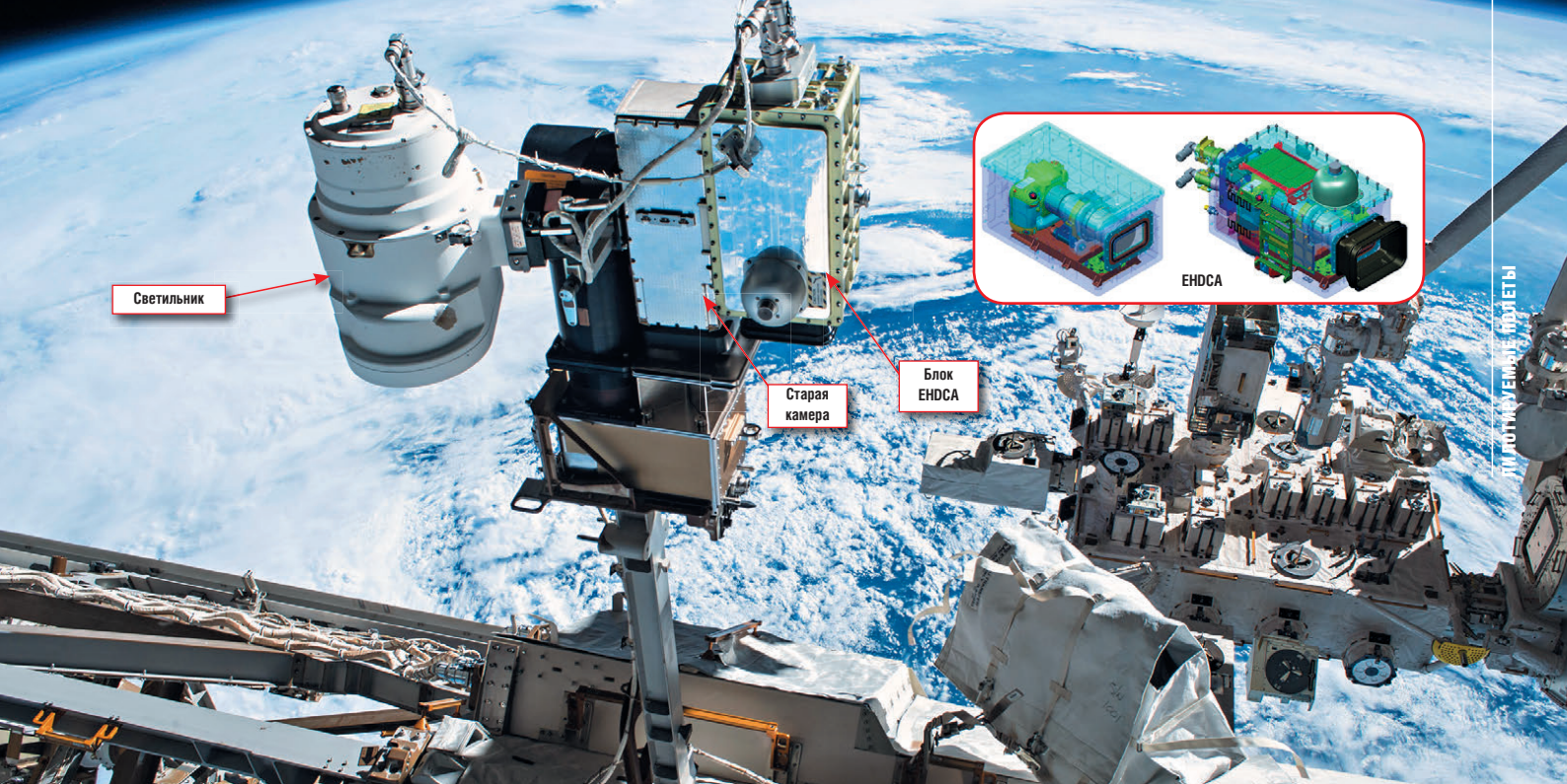
Используя шурупверт PGT, Джеффри сделал полсотни оборотов болта механизма, который сложил панели радиатора TTCR в ровную гармошку. Рубинс, наблюдавшая за процессом, обнаружила повреждения на радиаторе от микрометеоритов и сфотографировала их. Вместе с Уилльямсом она зафиксировала панели радиатора четырьмя стяжками и надела поверх гармошки мат экранно-вакуумной теплоизоляции.

Оставив напарницу заканчивать работу, Джеффри взял фиксатор ног APFR и спустился на секцию P1, где закрепил якорь на конце канадского дистанционного манипулятора SSRMS, которым из Обзорного модуля Cupola управлял Ониси. Уилльямс зафиксировался в APFR, и японец подвез его к стойке с телекамерой ETVCG в точке CP9 на нижней внешней части секции P1. Тем временем Кэтрин «смоталась» в шлюз за телекамерой высокой четкости EHDCA и принесла ее Джеффри.

Всего снаружи американского сегмента планируется установить четыре телекамеры EHDCA. Они дополнят телекамеры ETVCG, которые снимают видео стандартной четкости. По словам Сквилла, EHDCA позволят снимать в высоком разрешении пилотируемые корабли «Союз», а также земную и станционную поверхности.

Герметичный блок EHDCA, наддуемый сухим азотом при атмосферном давлении, содержит камеру Nikon D4 с объективом 28–300 мм и преобразователь телевизион-

▲ Фото в заголовке:  
Кэтрин Рубинс и Джеффри Уилльямс свернули задний радиатор TTCR на секции P6



ного сигнала. Камера будет снимать видео высокой четкости в формате 720p (разрешение 1280×720 пикселей) и делать фотографии разрешением 16.2 мегапикселей. Блок ЕНДСА разработан таким образом, чтобы он подходил под старые интерфейсы питания и использовал беспроводной канал передачи данных внутрь станции.

Итак, Уильямс сменил светильник на стойке в точке СР9 и смонтировал сбоку от ETVCG телекамеру ЕНДСА. Поскольку запас по времени был хорошим, то хьюстонский ЦУП дал Джеффри указание остаться на манипуляторе, а Кэтлин – снова сходить в модуль Quest за второй телекамерой ЕНДСА. Эту камеру Уильямс смонтировал на стойке в точке СР8 на верхней внешней части секции Р1, после чего вылез из якоря, снял его с SSRMS и убрал на хранение.

А Рубинс уже занималась следующей задачей – подтягиванием болтов на трех (№ 1, 2 и 3) из четырех подпорок АJIS на секции Р4. Дело в том, что датчики зафиксировали

небольшие вибрации в этом месте и специалисты посчитали, что они могут быть связаны с расшатавшимися со временем подпорками. Болты на подпорке № 4 были подтянуты во время выхода в ноябре 2015 г.

Кэтлин также осмотрела левый узел вращения SARJ между секциями Р3 и Р4, который был обслужен в мае 2011 г. Она убедилась в том, что механизмы узла все еще содержат смазку и что теплозащитные маты, закрывающие их, не сдвинулись с места.

Затем Рубинс снова поднялась на секцию Р6 к блоку управления насосами PFCS, который отказал и был заменен в мае 2013 г. (НК № 7, 2013, с. 16-17). В будущем грузовым кораблем Dragon на МКС намечается привезти новый блок PFCS. Так вот, чтобы обеспечить смену блоков с помощью манипулятора, Кэтлин сняла теплозащитное покрытие с неисправного PFCS.

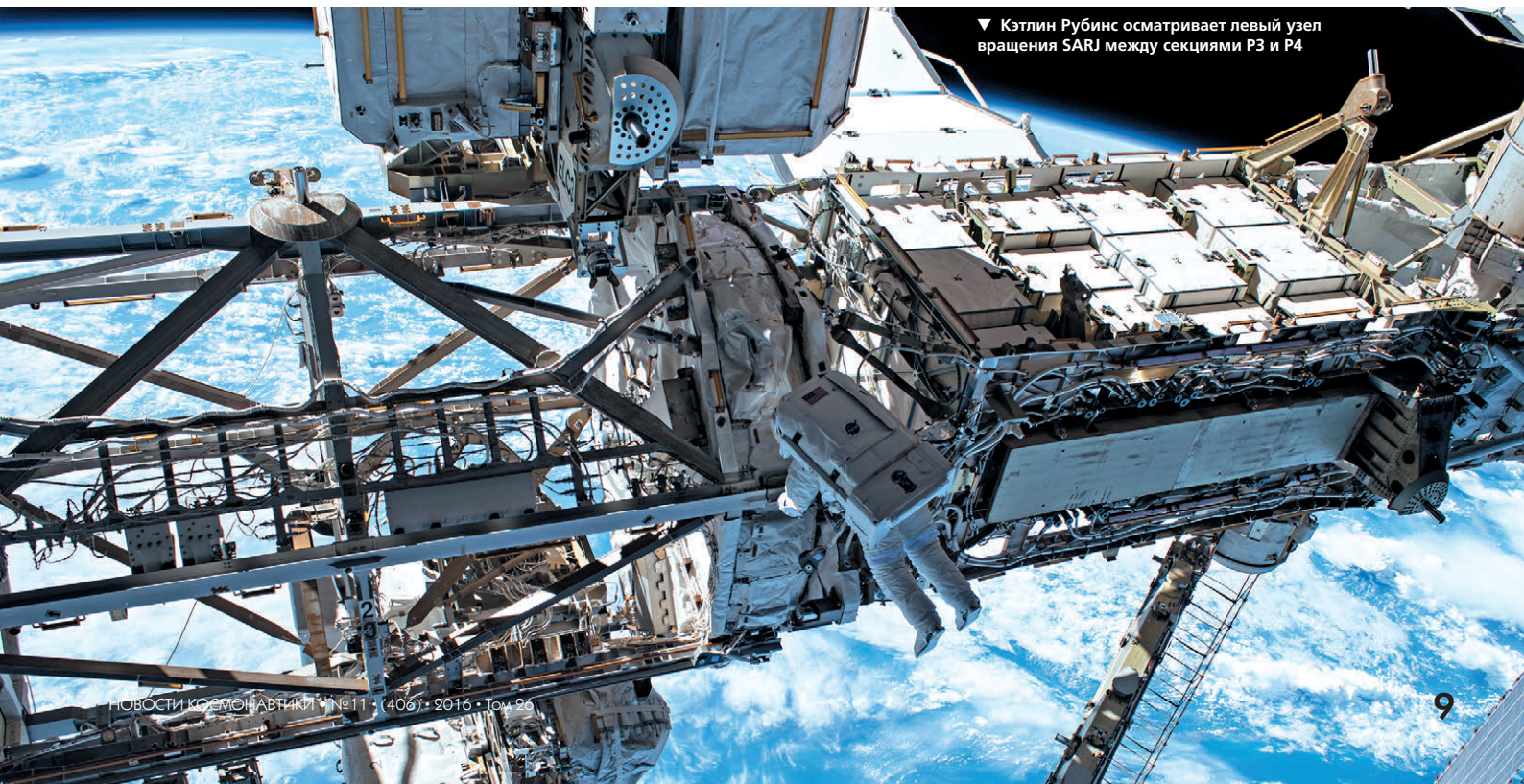
На этом основные задачи выхода были выполнены. В оставшееся время Джеффри успел зафиксировать фалами тормозные

ручки на левой тележке СЕТА, дабы та не застряла, как ее правая «подружка» в декабре 2015 г. Была отложена на будущее еще одна дополнительная задача – фотографирование экранно-вакуумной теплоизоляции магнитного спектрометра AMS-02 на секции S3, который испытывает проблемы с охлаждением.

Астронавты вернулись в шлюз и в 18:41 UTC начали его наддув.

Таким образом, EVA-37 длился 6 час 48 мин. Это был 384-й выход в мире (суммарная длительность – 2110 час 35 мин) и 238-й в американских скафандрах. За пять выходов Уильямс набрал в сумме 31 час 55 мин, а Рубинс за два выхода – 12 час 46 мин.

Следующие два выхода с борта МКС планируются в январе 2017 г. для замены буферных батарей в каналах электропитания 1А и 3А на секции S4. Их выполнят Пегги Уитсон и Шейн Кимброу, а привезет новые батареи в декабре 2016 г. японский грузовой корабль HTV-6.



▼ Кэтлин Рубинс осматривает левый узел вращения SARJ между секциями Р3 и Р4

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

ПРЕДОТВРАЩАЮЩИЕ ПОЛЕТЫ

# Полет экипажа МКС-48/49

Сентябрь 2016 года

## Экипаж МКС-48:

**Командир** – Джеффри Уильямс  
**Бортинженер-1** – Алексей Овчинин  
**Бортинженер-2** – Олег Скрипочка  
**Бортинженер-4** – Анатолий Иванишин  
**Бортинженер-5** – Такуя Ониси  
**Бортинженер-6** – Кэтлин Рубинс

## Экипаж МКС-49: (с 6 сентября)

**Командир** – Анатолий Иванишин  
**Бортинженер-5** – Такуя Ониси  
**Бортинженер-6** – Кэтлин Рубинс

## В составе станции на 01.09.2016:

**ФГБ «Заря»**  
**Node 1 Unity**  
**СМ «Звезда»**  
**LAB Destiny**  
**ШО Quest**  
**СО «Пирс»**  
**Node 2 Harmony**  
**АРМ Columbus**  
**JPM Kibo**  
**МИМ-2 «Поиск»**

**Node 3 Tranquility**  
**Cupola**  
**МИМ-1 «Рассвет»**  
**PMM Leonardo**  
**BEAM**  
**«Союз ТМА-20М»**  
**«Союз МС»**  
**«Прогресс МС-02»**  
**«Прогресс МС-03»**

## Телекамеры работают, но с помехами

2 сентября, на следующий день после выхода в открытый космос EVA-37 (1 сентября; с.8), Джеффри Уильямс и Кэтлин Рубинс заправили водой баки скафандров EMU №3003 и №3008 и уложили скафандры и связанное с ними оборудование на хранение. 5 сентября они возвратили системы Шлюзового отсека Quest в исходное состояние.

Тем временем хьюстонский ЦУП разбирался с проблемами, возникшими у двух телевизионных камер высокой четкости EHDCА, которые были установлены во время EVA-37. Сначала с них не поступало видео, затем оно появилось, но с помехами. Решив эти проблемы, 19 и 27 сентября «Земля» подводила концевой захват-эффектор LEE плеча В канадского дистанционного манипулятора SSRMS к телекамере EHDCА для его осмотра, а 30 сентября – захват-эффектор плеча А.

12 сентября астронавты очистили контуры водяного охлаждения скафандров EMU №3006 и №3010 и взяли образцы воды для последующей оценки качества очистки на Земле. Процедура очистки проводится каждые полтора месяца.

## Кэтлин освежила навыки врача

9 сентября Анатолий Иванишин в рамках эксперимента «Матрешка-Р» (исследование радиационной обстановки на трассе полета и на борту МКС) инициализировал и поместил на экспонирование в малых исследовательских модулях «Рассвет» и «Поиск» пузырьковые детекторы «бэбл-дозиметр».

Спустя неделю он собрал детекторы и снял с них измерения.

В интересах эксперимента «Пилот-Т» Анатолий в Служебном модуле «Звезда» при помощи ноутбука RSE-Med и комплекса «Нейролаб-2010» исследовал надежность профессиональной деятельности космонавта в длительном космическом полете.

По эксперименту «Контент» (дистанционный мониторинг психофизиологического состояния экипажа, а также внутригруппового и межгруппового взаимодействия на основе количественного анализа деятельности космонавтов по коммуникации с подмосковным ЦУП) Иванишин заполнял опросник «Социальная карта» и записывал результаты на карту памяти ноутбука RSE-Med. Аналогичное действие производилось для эксперимента «Взаимодействие-2» (изучение закономерностей поведения экипажа в длительном космическом полете).

В рамках «Кардиовектора» (получение новой научной информации о роли правых и левых отделов сердца и системы кровообращения в условиях длительного полета) Анатолий делал измерения с использованием одноименной аппаратуры и сфигмоманометра «Тензоплюс». При этом сигналы с приборов автоматически регистрировались и записывались на ноутбук RSE-Med.

Задачи эксперимента «Альгометрия» включали регистрацию порога болевой чувствительности методом механического раздражения. 19–20 сентября в интересах «Космокарда» (изучение влияния факторов космического полета на электрофизиологические характеристики миокарда и на их связь с процессами вегетативной регуляции

кровообращения при длительном действии невесомости) Иванишин в течение суток записывал электрокардиограмму.

22 сентября он в ходе эксперимента «Спланх» (получение данных, отражающих специфику изменений различных отделов желудочно-кишечного тракта, которые возникают в условиях космического полета) с помощью прибора «Спланхограф» снял электрогастроэнтерограмму.

Между тем на американском сегменте станции 2 сентября Рубинс исследовала свою кожу по плану европейского эксперимента Skin-B, изучающего ее ускоренное старение в невесомости. С помощью приборов Corneometer, Tewameter и Visioscan были измерены уровень гидратации наружного слоя кожи, ее барьерная функция и топография. В тот же день астронавты заполнили опросник для исследования Space Headaches, изучающего причины головных болей в космическом полете.

6 сентября Кэтлин вместе с Такуей Ониси взяла образцы крови и мочи для целого ряда экспериментов, где требуется создание базы данных биообразцов человека: Biochemical Profile, Repository и Cardio Ox. Кроме того, японец помог американке провести ультразвуковое исследование, снять ЭКГ и измерить артериальное давление в рамках Cardio Ox (изучение зависимости окислительных и воспалительных процессов в организме человека во время и после космического полета от наличия биологических маркеров и их связи с долгосрочным риском атеросклероза у астронавтов).

В тот же день Такуя собрал образцы своей выдыхаемой микрофлоры и крови для

канадского эксперимента Marrow, наблюдающего за воздействием микрогравитации на костный мозг человека.

В этом месяце Ониси и Рубинс регулярно выполняли интерактивные задачи на планшетном компьютере iPad в интересах исследования Fine Motor Skills, в фокусе которого – воздействие микрогравитации на мелкую моторику человека.

15–16 сентября Кэтлин освежила навыки врача экипажа, просмотрев обучающие материалы и видео. 19 сентября японец помог ей измерить массу и зафиксировать антропометрические данные в рамках эксперимента Body Measures.

21 сентября Рубинс повесила себе на одежду четыре персональных монитора уровня углекислого газа. Через несколько часов она сняла их и переписала данные на лэптоп. В тот же день Ониси и Рубинс провели обследование глаз друг друга с помощью оптической когерентной томографии и офтальмоскопии, а 22 сентября астронавты сделали ультразвуковое обследование глаз.

23 сентября Такуя собрал и уложил в морозильник MELFI образцы своей слюны для японского эксперимента Multi-Omics, оценивающего воздействие условий космического полета и пробиотиков в кишечнике на иммунную функцию астронавтов.

29 сентября Ониси начал 11-дневную сессию Energy, в ходе которой он питался по специальной диете, брал пробы питьевой воды, измерял потребляемый кислород и собирал мочу для анализа. Этот эксперимент посвящен исследованию энергетических потребностей астронавтов, необходимых для определения оптимальных рационов питания в будущих дальних космических полетах.

30 сентября Кэтлин осуществила тест на лэптопе по эксперименту NeuroMapping, оценивающему изменения в функциониро-

вании головного мозга в космическом полете. Задания делались в двух положениях – в пристегнутом состоянии и в свободном плавании.

### Уход «Бурлаков»

1 сентября космонавты зарядили аккумуляторы и проверили настройки видеокамер GoPro Hero 3, на которые во время спуска пилотируемого корабля «Союз ТМА-20М» на Землю предстояло снимать действия экипажа. Они осмотрели механизмы герметизации крышек люков между модулем «Поиск» и кораблем «Союз ТМА-20М», а также занимались укладкой в «Союз» удаляемого и возвращаемого оборудования.

2 сентября подмосковный ЦУП протестировал систему управления движением «Союза ТМА-20М». Алексей Овчинин, Олег Скрипочка и Джеффри Уилльямс (или «Бурлаки») провели тренировку в своем «Союзе», ознакомившись и проработав циклограмму расстыковки и спуска и проконсультировавшись со специалистами. Кроме того экипаж подзарядил планшетные компьютеры Samsung, хранящиеся в «Союзе ТМА-20М», и расконсервировал ассенизационно-санитарное устройство (туалет) и газоанализатор в корабле. К концу дня Овчинин доложил об окончании укладки удаляемого оборудования в бытовой отсек «Союза ТМА-20М».

В этот же день Анатолий Иванович, Такуя Ониси и Кэтлин Рубинс (они же «Иркуты») перераспределили свои роли и обязанности в аварийных ситуациях, поскольку после ухода «Бурлаков» они останутся втроем на МКС.

4 сентября «Земля» подзарядила буферные и резервные батареи «Союза ТМА-20М». Тем временем Алексей и Олег продолжили начатые в конце августа предпосадочные тренировки в пневмовакуумных костюмах «Чибис-М», создающих отрицательное давление на нижнюю часть тела.

5 сентября Олег и Анатолий подписали акт о передаче смены по российскому сегменту станции. Позже в этот день состоялась церемония передачи командования МКС от Уилльямса к Иваншину.

– Мы наслаждались великолепным пребыванием здесь в течение пяти с половиной месяцев, – сказал Джеффри. – По-моему, это очень значительное время в жизни космиче-

ской станции, вошедшей в режим полноценного использования, будучи орбитальной лабораторией, – мы всегда говорили, что это будет так. Мы ждем встречи с нашими семьями очень-очень скоро. Возможно, мы не смогли бы сделать это без их жертв и поддержки.

– Мы будем скучать по вам здесь, – признался Анатолий, обращаясь к «Бурлакам». – Весело проведете время, спускаясь в атмосферу, наслаждайтесь видом плазмы в иллюминаторах и совершите очень безопасную и исключительно мягкую посадку. Всего самого наилучшего! Джефф, я ценю твои усилия как командира станции. Я позабочусь об экипаже и станции. И обещаю, что, когда ты вернешься сюда, чтобы отметить свои первые 1000 суток в космосе, станция будет в лучшей форме!

5 сентября проверили канал связи УКВ-2 между «Союзом ТМА-20М» и российскими наземными станциями. Были выполнены работы по захлаживанию спускаемого аппарата «Союза» перед спуском. Из бытового отсека демонтировали и поместили на хранение в модуль «Звезда» для повторного использования локальный коммутатор температур и постоянное запоминающее устройство. Космонавты завершили укладку возвращаемого оборудования в контейнер полезного груза.

6 сентября экипаж подготовил бортовые системы российского сегмента к расстыковке, установил видеокамеры GoPro Hero 3 в спускаемом аппарате, расконсервировал «Союз ТМА-20М», сфотографировал состояние поверхности крышки люка-лаза между спускаемым аппаратом и бытовым отсеком после окончания укладки оборудования для оценки состояния целевой антенны и закрыл крышки иллюминаторов модуля «Звезда» с целью защиты поверхности их стекол от загрязняющих выхлопов двигателей.

«Союз ТМА-20М» отчалил от модуля «Поиск» в 21:51:31 UTC – и спустя 3,5 часа «Бурлаки» приземлились в центральном Казахстане (с.1).

9 сентября «Иркуты» на бортовом тренажере в корабле «Союз МС» провели тренировку по ручному управляемому спуску в случае аварии на станции с целью восстановления и поддержания необходимых навыков.

▼ Такуя Ониси чистит систему вентиляции в модуле Unity



5 сентября генеральный директор РКК «Энергия» заявил, что разработка транспортного грузового корабля повышенной грузоподъемности (ТГК ПГ; НК №5, 2016, с.12) для материально-технического обеспечения МКС находится на этапе эскизного проектирования, которое планируется завершить в декабре 2016 г.

В пресс-релизе корпорации отмечается, что новый ТГК ПГ планируется запускать с помощью ракеты-носителя «Союз-2.1Б» с головным обтекателем увеличенной размерности. (Вполне возможно, что речь идет об обтекателе 204КС производства РКЦ «Прогресс», который предполагается использовать при запуске специализированного грузового корабля-модуля «Прогресс М-УМ» с Узловым модулем «Причал» на МКС.)

Сроки создания ТГК ПГ существенно сокращены за счет применения бортовых систем и конструктивных решений, используемых на кораблях «Прогресс МС» и «Прогресс М-УМ». Его грузовой отсек будет иметь увеличенную размерность с центральным проходом и стандартными ячейками, что должно значительно упростить разгрузочно-погрузочные работы на орбите. Кроме того, новый грузовик будет иметь увеличенные запасы доставляемого топлива, а также маршевый двигатель повышенной тяги, что позволит не только эффективнее использовать корабль для коррекций орбиты станции, но и обеспечить возможность сведения ее с орбиты после завершения срока эксплуатации.



▲ Кейт Рубинс в «скафандре», расписанном вручную онкологическими больными Ракового центра имени Андерсона. Три таких костюма с именами Hope (Надежда), Courage (Смелость) и Unity (Единство) были расписаны пациентами в Германии, России и Японии при поддержке космонавтов и астронавтов NASA, ЕКА, Роскосмоса и JAXA и доставлены на МКС в знак солидарности с больными раком

18 сентября Анатолий Иванишин с борта МКС проголосовал на выборах депутатов в Государственную Думу и Московскую областную Думу. Голосование состоялось через его доверенное лицо – заместителя командира отряда космонавтов Роскосмоса Олега Кононенко. В этот день Олег приехал в ЦУП-М и по закрытому каналу связи зачитал Анатолию информацию из избирательных бюллетеней, отметил по его просьбе необходимые пункты и опустил бюллетень в переносную урну, специально привезенную в ЦУП-М.

### Восемь «малышей» в полете

12 сентября в японском Экспериментальном модуле Kibo Такуя выдвинул стол из шлюзовой камеры внутрь модуля и установил на него адаптер SAM для захвата ловкой насадкой SFA японского манипулятора JEM RMS. Затем на адаптере была смонтирована многоцелевая экспериментальная платформа MPEP.

13 сентября Ониси установил на платформу пусковые контейнеры NRCS с восемью малыми спутниками Flock 2E' внутри, после чего задвинул стол в шлюзовую камеру, закрыл внутренний люк и разгерметизировал шлюз. 14 сентября был открыт внешний люк шлюзовой камеры, а стол выдвинут наружу. Наземные специалисты из ЦУПа в японской Цукубе с помощью манипулятора взяли платформу MPEP и перевели ее в положение для запусков «малышей».

14–15 сентября было произведено «выстреливание» спутников – в четыре захода по два аппарата в каждом. Правда, при первом запуске на одном спутнике преждевременно раскрылась одна из двух панелей солнечных батарей, а на другом – обе. Но к этому «Земля» была готова.

Таким образом, на текущий момент с использованием манипулятора JEM RMS запущены 148 спутников, из них 13 – из контейнеров JSSOD, 132 – из контейнеров NRCS и три – с пусковой системы SSIKLOPS.

Тем временем компания NanoRacks (разработчик пусковых контейнеров NRCS) 27 сентября объявила о возможности запуска с борта МКС спутников CubeSat размера 6U и 12U начиная с 2017 г.

«Наши клиенты высказали пожелание о большем объеме в их «кубсатах», и мы услышали это требование. «Кубсаты» – это движение к миниатюризации, но все еще есть много оборудования, которое необходимо поместить в «кубсат», – объяснил первый вице-президент компании NanoRacks по развитию бизнеса Ричард Пурнелл (Richard Pournelle). – Теперь заказчики могут прийти с большими, маленькими или любыми промежуточными «кубсатами» для наилучшего удовлетворения их потребности в запуске спутников на низкую околоземную орбиту».

Запуски малых спутников с борта МКС	
Дата и время, UTC	Названия спутников
14.09.2016, 15:25:01	Flock 2E'-13, Flock 2E'-14
14.09.2016, 23:15:00	Flock 2E'-15, Flock 2E'-16
15.09.2016, 02:35:00	Flock 2E'-17, Flock 2E'-18
15.09.2016, 05:40	Flock 2E'-19, Flock 2E'-20

16 сентября платформа MPEP с опустевшими пусковыми контейнерами NRCS была установлена обратно на стол. Затем Ониси задвинул стол в шлюзовую камеру и закрыл внешний люк. 20 сентября японец наддул шлюз, а 23 сентября снял пусковые контейнеры с платформы MPEP.

26 сентября Такуя демонтировал со стола платформу MPEP и адаптер SAM. В тот же день он вместе с Кэтлин тренировался захватывать манипулятором SSRMS грузовой корабль Cygnus (миссия OA-5), который на станции ждут в середине октября.

27 сентября Рубинс взяла адаптер JOTI в гермоадаптере PMA-2 и установила его на столе. Затем на адаптер был поставлен теочислитель аммиака RELL, доставленный на МКС на «Лебеде» (миссия OA-4) в декабре 2015 г. (НК №2, 2016, с.16). Наконец, стол задвинули в шлюзовую камеру модуля Kibo и закрыли ее внутренний люк.

### Изучаем рост клеток сердечной мышцы

2 сентября Иванишин в рамках эксперимента «Биодеградация» (исследование начальных этапов колонизации микроорганизмами поверхностей конструкционных материалов в условиях замкнутой среды обитания экипажа МКС) взял пробы микрофлоры пробозаборниками с поверхностей конструкций и подготовил их к спуску на Землю на «Союзе ТМА-20М».

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

1 сентября Скрипочка в ходе эксперимента «Фаген» (определение влияния совокупного солнечного и галактического излучения на генетический аппарат бактериофагов в условиях космического полета) ввел фиксирующий раствор в контейнер с мезенхимальными стволовыми клетками перед его возвращением на Землю.

6 сентября Иванишин по эксперименту «Каскад» (исследование процессов культивирования клеток различных видов в условиях микрогравитации) переместил биореактор из высокотемпературного универсального биотехнологического термоста-та ТБУ-В №4 в термостат «Анабиоз» с целью спуска на «Союзе ТМА-20М».

5 сентября Анатолий, занимаясь исследованием «Структура» (получение высококачественных кристаллов рекомбинантных белков), прекратил процесс кристаллизации в аппаратуре «Луч-2М» и положил ее в «Союз ТМА-20М».

28 сентября Иванишин в интересах научной работы «Электронный нос» (исследование развития бактериальной и грибной микрофлоры на поверхностях материалов в условиях космического полета) при помощи портативной газовой сенсорной системы E-Nose выполнил измерения в модулях «Звезда» (в районе рабочего стола, на зеркале в каюте, на потолке туалета и на панелях интерьера) и «Рассвет».

На американском сегменте 7 и 13 сентября Рубинс активировала третий и четвертый образцы в портативном ДНК-секвенсоре MinION в рамках эксперимента Biomolecule Sequencer, отрабатывающего технологию оперативного определения нуклеотидной последовательности ДНК в условиях микрогравитации. Каждый образец анализировался по двое суток.

12 сентября Кэтлин демонтировала из перчаточного бокса MSG оборудование исследования Heart Cells, наблюдающего за изменением роста клеток тканей сердечной мышцы человека в условиях микрогравитации. Образцы были подготовлены для возвращения на грузовом корабле Dragon (SpX-10).

16 сентября американка вынула контейнеры с образцами эксперимента Plant Ribonucleic Acid из европейской установки культивирования EMCS и уложила их в морозильник MELFI. В фокусе этого исследования – адаптация растений к невесомости. Следующая его сессия была завершена 23 сентября.

20 сентября Такуя привел в исходное состояние стойку по клеточной биологии CBEF, использовавшуюся в июле–августе для работы с мышами в эксперименте Mouse Epigenetics. Он также убрал на хранение мышиный домик МНУ.

20–22 сентября Рубинс подготовила оборудование для эксперимента WMS–MMS по контролю микробов, диоксида кремния и органических веществ в системе водоснабжения на МКС.

### Проблемы с «Сейсмопрогнозом»

14 сентября Анатолий в рамках «Сейсмопрогноза» (экспериментальная отработка методов мониторинга электромагнитных и плазменных предвестников землетрясений, чрезвычайных ситуаций и техногенных катастроф) сбросил информацию на внешний носитель с жесткого диска модуля контроля и сбора данных (МКСД) одноименной аппаратуры, расположенной на внешней поверхности модуля «Звезда».

27 сентября в течение дня аппаратура «Сейсмопрогноз» была дважды перезапущена, но все безрезультатно. Иванишин проверил связь между блоком размножения интерфейсов, адаптером сетевых подключений и МКСД, по итогам чего «Земля» пришла к выводу, что МКСД неработоспособен.

В тот же день Анатолий в интересах исследования «Визир» (методы регистрации текущего положения и ориентации переносной научной аппаратуры пилотируемых космических комплексов) провел измерения с использованием системы координатной привязки с инфракрасными датчиками СКП-И.

В этом месяце Иванишин также уделил время «Релаксации», направленной на регистрацию спектральной яркости поверхности Земли и атмосферы с помощью спектральной ультрафиолетовой системы «Фиалка-МВ-Космос».

▼ Это уже вторая фотография за экспедицию, где Такуя занимается ремонтом туалета...



▲ Космическая глобализация: японский астронавт в американском модуле обедает русской едой

### Станцию приподняли

10 сентября в 00:45:00 UTC с использованием восьми двигателей причаливания и ориентации корабля «Прогресс МС-02» была осуществлена коррекция орбиты МКС. Двигатели проработали 610.3 сек и выдали импульс величиной 1.22 м/с. В результате маневра станция перешла на орбиту наклонением 51.66°, высотой 404.12×419.98 км и периодом обращения 92.61 мин.

Целью коррекции было обеспечение баллистических условий для запуска «Союза МС-02» 23 сентября (спустя неделю старт был отложен на 19 октября по техническим причинам) и посадки «Союза МС» 30 октября.

Маневр выполнялся без задействования данных акселерометров американского сегмента в бортовом программно-математическом обеспечении российского сегмента. Это была 257-я коррекция орбиты МКС и 125-я выполненная кораблями типа «Прогресс».

Как сообщил 20 сентября руководитель направления радиотехнических систем взаимных измерений для поиска, сближения и стыковки космических аппаратов московского НИИ точных приборов Сергей Медведев, новая система сближения «Курс-МКП» с 2018 г. начнет менять на модулях российского сегмента систему «Курс-П», аппаратура которой производилась на Украине.

«У нас задача в 2017 г. изготовить первый комплект, и в 2018 г. он может появиться на МКС», – сказал он.

Пассивный «Курс-МКП» будет работать с активным «Курсом-НА», устанавливаемым на «Союзах МС» и «Прогрессах МС», на расстоянии до 200 км, что в два раза больше, чем у «Курса-П», а погрешность измерения дальности и скорости в новой системе уменьшат на четверть.

### Чтение книг детям

9 сентября Такуя Ониси по радиолобительской связи отвечал на вопросы американских школьников, собравшихся в библиотеке города Лоренс (штат Канзас). 10 сентября Кэтлин Рубинс поговорила со школьниками и скаутами из Национального исторического парка имени Льюиса и Кларка в городе Астория (штат Орегон), а 15 сентября – с учениками испанской школы в Хазне.

14 сентября астронавты выполнили образовательные эксперименты в невесомости Asia Try Zero-G, предложенные школьниками и студентами из шести азиатских стран.

21–22 сентября Рубинс записала наглядную демонстрацию сравнения массы в невесомости с использованием рычажных весов (!). 26 сентября она прочитала две детские книги The Rhino Who Swallowed a Storm и Rosie Revere, Engineer. Данные видеозаписи в дальнейшем используются в образовательных целях на Земле.

### Напечатанный образец застрял

В сентябре Иванишин в интересах эксперимента «Отклик» (регистрация ударов метеороидных и техногенных частиц по внешним элементам конструкции станции с помощью пьезоэлектрических датчиков) контролировал работу одноименной аппаратуры в модуле «Звезда».



Из годового отчета НИИХиммаш за 2015 г. стало известно о том, что вследствие постоянных задержек запуска Многоцелевого лабораторного модуля «Наука», на котором стоит разработанная и изготовленная институтом система регенерации воды из урины СРВ-УМ, предприятие предлагает создать на ее основе модернизированную систему СРВ-УМ-РС для экспериментальной эксплуатации в модуле «Рассвет».

Кроме того, в настоящее время НИИХиммаш разрабатывает экспериментальную установку по очистке воздуха на основе фотокатализа. По мнению специалистов, существующий сейчас на МКС способ очистки воздуха с помощью фильтр-патронов недостаточно эффективен. Новая установка существенно снизит содержание микропримесей (до 30–50% уровня предельно-допустимой концентрации), а также удалит запахи, аллергены, бактерии и вирусы.

В планах института также стоит проектирование системы переработки диоксида углерода СПДУ, которая будет собирать CO<sub>2</sub> из атмосферы станции и с использованием реакции гидрирования (Сабатье) превращать его в воду и метан. Это повысит замкнутость комплекса регенерационных систем жизнеобеспечения по кислороду, а экономия доставляемой массы воды от применения СПДУ составит для экипажа из трех человек до 2121 кг/год.

Среди будущих разработок предприятия имеется экспериментальный умывальник ЭУ-СГ с регенерацией использованной воды. Установка состоит из умывальника/рукомыльника с подачей и отсосом воды, вентилятора, сепаратора, емкости для хранения и системы очистки загрязненной воды для повторного использования. При очистке могут использоваться общепринятые моющие средства. Такая установка сможет заменить применяемые на МКС в настоящее время для умывания влажные гигиенические салфетки.

26 сентября Анатолий в рамках исследования «Бар» (отработка методов и средств обнаружения разгерметизации модулей МКС) с помощью анализатора ультразвука АУ-1 собирал информацию по акустическому фону в режиме облета панелей интерьера по первой и третьем плоскостям модуля «Звезда» в рабочем отсеке большого диаметра, а также в переходном отсеке.

В период с 26 по 30 сентября Иваншин занимался «Кулоновским кристаллом» (изучение динамики системы заряженных частиц в магнитном поле в условиях микрогравитации): смонтировал и подключил аппаратуру в модуле «Поиск», устанавливал сменные контейнеры в блоке электромагнита, управ-

лял работой электромагнита и снимал на видео поведение дисперсной среды в ампуле.

Тем временем на американском сегменте 2 сентября Ониси и Рубинс с помощью видео регистрировали ежедневную рутинную рабочую деятельность. Исследование Habitability поможет определить достаточный объем обитаемых модулей для перспективных длительных космических полетов.

8 сентябряastronautы заменили отказавший в июле твердотельный блок управления питанием SSPCM в стойке Express-7. На следующий день они переместили в нее два биологических модуля SABL из стойки Express-8, чтобы освободить место для эксперимента РСН, изучающего фазовые изменения в теплообменниках. 14 сентября экипаж начал устанавливать новое оборудование в Express-8. Не с первого раза, но удалось подключить быстроразъемные соединения магистралей к низкотемпературному водяному контуру терморегулирования LTL. С учетом этого ЦУП-Х решил перед началом тестирования оборудования убедиться в отсутствии утечек из подстыкованных магистралей.

9 и 13 сентября Кэтлин обслуживала 3D-принтер AMF, вынимая детали, напечатанные по командам из ЦУП-Х, и устанавливала новые картриджи с пластиком. 15 сентября она не смогла удалить один из трех напечатанных образцов. Специалисты взяли время на раздумье.

13 сентября Рубинс установила оборудование европейского эксперимента SODI-DCMix-3 в перчаточный бокс MSG. В процессе него будут измеряться коэффициенты термодиффузии различных тройных смесей (углеводородных и на водной основе) в условиях невесомости.

14–15 сентября японец под руководством наземных инженеров устранял неисправность печи с электромагнитной левитацией ELF. Он подключил лэптоп, чтобы «Земля» смогла обновить программное обеспечение. Затем Ониси запустил систему: специалистам надо было протестировать печь. 20 сентября Такуя заменил образец в ELF, чтобы ЦУП-Х продолжил тесты печи и программного обеспечения.

15 сентября американка сменила воспламенители в стойке изучения горения CIR в рамках подготовки к эксперименту FLEX-2, в котором изучаются процессы сгорания капелек жидкого топлива в невесомости. После подключения магистралей стойки к системе терморегулирования Лабораторно-

го модуля Destiny была выявлена утечка 1 л воды, которую удалось остановить путем отсоединения магистралей.

19 сентябряastronautы заменили калибровочный картридж на первый тестовый образец в печи SQF, где идут два эксперимента – METCOMP (исследование метастабильного затвердевания композиций) и SETA (изучение затвердевания вдоль эвтектического пути в тройных сплавах).

19 сентября Кэтлин сменила аккумулятор в аппаратуре эксперимента Eli Lilly Hard to Wet Surfaces, изучающего смачивание твердых объектов и соответственно процессы растворения твердых веществ в воде. На следующий день Рубинс смешала содержимое шести ампул с образцами и включила камеры для наблюдения за процессом с Земли. До конца месяца она вместе с японцем периодически обслуживала данную аппаратуру.

21 сентября Ониси подготовил оборудование для исследования Group Combustion – по горению облака капель топлива в невесомости. 27–29 сентября Такуя и Кэтлин смонтировали его в многоцелевой стойке малых полезных нагрузок MSPR в модуле Kibo.

В конце сентября Ониси затянул крепеж крышки аппаратуры эксперимента Dynamic Surf 3, изучающего эффект Мараньони на границе раздела жидкости и газа.

## Два посещения надувного модуля

В этом месяце единственная женщина на борту станции дважды заглядывала в надувной модуль BEAM, который проходит двухлетние испытания в составе МКС.

5 сентября Кэтлин собрала дозиметры радиации RAM и взяла пробы воздуха пробоотборниками АК-1М и MAS и пробы с поверхностью – пробоотборником SSK. Результаты были сразу же уложены в «Союз ТМА-20М» для возвращения на Землю с целью анализа. Рубинс осмотрела «стены» модуля и не обнаружила конденсата. Она также сменила аккумуляторы в четырех датчиках ударов DIDS. Некоторые из датчиков со временем отклеились от поверхности, поэтому американка снова «присобачила» их изолянтной.

Для регистрации нагрузок и вибраций в надувном модуле 29 сентября Кэтлин снова взяла пробы воздуха пробоотборником АК-1М. Кроме того, она временно смонтировала в модуле Tranquility внутреннюю беспроводную измерительную систему IWIS, а в BEAM – трехосный акселерометр TAA. После этого Рубинс прикладывала усилия к поверхностям надувного модуля с целью измерения микроскоростей датчиками TAA и DDS.

Правда, при анализе полученной информации выяснилось, что данные с акселерометра TAA не поступали вследствие неправильного подключения кабелей между модулями Tranquility и BEAM. Таким образом, испытания по определению частот и форм собственных колебаний конструкции надувного модуля придется повторять.

## Вентилятор установили... задом наперед

1 сентября россияне продолжили измерения панелей интерьера в модуле «Звезда»: это поможет специалистам на Земле изготовить и прислать на борт накладные листы для них.





3 сентября экипаж доложил о наличии 50 г воды на трубопроводах системы кондиционирования воздуха СКВ-2 за панелью 404 в модуле «Звезда». Установку пришлось выключить. 10 сентября Анатолий обмотал теплоизоляцией трубопровод блока теплообменных агрегатов системы СКВ-2 (то же самое делалось в августе). Однако затем, несмотря на выданную Иванишиным команду, СКВ-2 не включилась, при этом не фиксировались аварийные сообщения. Позже СКВ-2 удалось запустить, но 14 и 21 сентября она снова вырубалась по причине срабатывания токовой защиты в блоке питания компрессорной установки. Подобное поведение системы уже давно знакомо «Земле»; обычно оно решается перезапуском СКВ-2.

Трижды в сентябре аналогичная система СКВ-1 отключалась также по известному специалистам признаку – температура хладона ниже нормы.

5 сентября ЦУП-М дозавправил баки низкого давления горючего и окислителя в Функционально-грузовом блоке «Заря» – 238 кг горючего и 390 кг окислителя из баков системы дозавправки корабля «Прогресс МС-03». Оставшийся окислитель объемом 43 кг был перекачан 20 сентября в бак высокого давления окислителя модуля «Заря».

В этом месяце проводились тестовые сеансы связи единой командно-телеметрической системы кораблей «Прогресс МС-02» и «Прогресс МС-03» с Землей через спутники-ретрансляторы «Луч-5Б» и «Луч-5В». Между тем Анатолий укладывал удаляемое оборудование в «Прогресс МС-02», который уйдет со станции 14 октября.

19 сентября Иванишин перекачал солевой раствор и урину из станционных емкостей ЕДВ-У в пустой водяной бак БВ-2 системы «Родник» корабля «Прогресс МС-03».

5 сентября отключилась система переработки мочи УРА в модуле Tranquility. Причина – отказ блока дистилляции DA. Систему перезапустили.

На выходных 3–4 сентября астронавты убрались в двух каютах экипажа, расположенных на потолке и по левому борту модуля Harmony. После уборки обнаружилось, что в левой каюте... вентилятор установлен задом наперед. Было решено на ночь оставить дверь каюты открытой для вентиляции, а поутру переставить вентилятор. Бывает и такое.

8 сентября астронавты сменили канат на силовом нагружателе aRED. Но после этого перестал работать стопор каната. Экипаж ослабил натяг каната, однако безрезультатно. И только 10 сентября удалось привести стопор в чувство.

12 сентября в 02:59 UTC вырубилась система удаления углекислого газа «Воздух» из-за отказа блоков вакуумных клапанов БВК-1 и БВК-3. После подъема Иванишин перезапустил ее.

В тот же день он сменил по истечению ресурса в ассенизационно-санитарном устройстве (туалет) модуля «Звезда» приемник, сигнализатор, шланги, угловой штуцер, тройник, сборник с отжимом и блок датчиков урины. 23 сентября космонавт заменил стыковочный переходник ПСТ-24, а 29 сентября – пульт управления ПУ-1.

Тем временем 10 сентября в аналогичном туалете WHC в модуле Tranquility

участились срабатывания транспаранта «Консервант некачественный». 13 сентября астронавты устранили причину сигналов заменой насоса-дозатора, у которого как раз истек полугодовой срок службы. 22 сентября они сменили водяной клапан, водяные магистрали и датчики давления воды.

26 сентября экипаж заменил шланг урины, после чего доложил на Землю, что при закрытии клапана урины насос-сепаратор не выключается и продолжает работать. Остановить его удавалось только несколькими циклами закрытий клапана урины, однако затем насос снова включался. Американская сторона вынуждена была обратиться к российской с просьбой временно разрешить астронавтам использовать туалет в модуле «Звезда». 27 сентября в WHC заменили приемник и установленный накануне шланг урины – и работа туалета восстановилась.

13 сентября Анатолий занимался заменой сменной панели агрегатов в системе обеспечения теплового режима (СОТР) в стыковочном отсеке «Пирс». В ходе работ в 09:02 был зафиксирован автоматический переход с панели 4СПН2 контура обогрева КОБ-2 на панель 3СПН1 контура обогрева КОБ-1 в СОТР модуля «Звезда».

Казалось бы, какая связь? Дело в том, что один из запорных клапанов (ВН3 или ВН4) в СОТР модуля «Пирс» был негерметичным, поэтому не удалось гидравлически отсоединить контур СОТР модуля «Пирс» от контура КОБ-2 системы СОТР модуля «Звезда» и в компенсаторе КОБ-2 создалось низкое давление – примерно 370 мм рт. ст. В связи с этим дальнейшие работы проводились в объединенном контуре СОТР модуля «Пирс» и контура КОБ-2 системы СОТР модуля «Звезда».

При установке новой сменной панели агрегатов в модуле «Пирс» Иванишину не удалось окончательно состыковать полумуфты. Вследствие этого была взята последняя имеющаяся на борту панель, которую удалось подсоединить без замечаний. После замены панели Анатолий обеспечил штатное давление (примерно 1250 мм рт. ст.) в системах обеспечения теплового режима модулей «Пирс» и «Звезда» и включил их.

Стоит отметить, что при замене панели вышел из строя мановакуумметр ВК-316М №10, а сама работа была затруднена из-за множества ошибок в бортовой документации.

13 сентября экипаж не смог подключить перемычку для вакуумирования не работающего уже много лет газоанализатора МСА в модуле Destiny из-за проблем с доступом к быстроразъемному соединению. Спустя десять дней перемычка была подключена к другому порту в стойке изучения жидкостей FIR. 27 сентября «Земля» занималась калибровкой газоанализатора.

13 сентября Ониси сменил кодер видеосигнала в модуле Kibo, который был настроен неправильно из-за ошибочного IP-адреса и соответственно не мог быть доступен по локальной сети. Но позже выяснилось, что



и у нового кодера некорректный IP-адрес... 16 сентября «Земля» присвоила ему новый IP-адрес.

14 сентября в ходе подготовки к приему корабля «Союз МС-02» был осуществлен автономный тест аппаратуры радиотехнической системы сближения «Курс-П» модуля «Звезда» со стороны модуля «Поиск». На следующий день Анатолий, Такия и Кэтлин пообщались с находящимися на космодроме Байконур Сергеем Рыжиковым, Андреем Борисенко и Шейном Кимброу по вопросу передачи смены на станции. Однако 17 сентября Роскосмос принял решение перенести запуск «Союза МС-02» с 23 сентября на 19 октября из-за проблем с кораблем.

14 сентября астронавты сменили опустевший бак кислорода системы NORIS (НК №1, 2016, с.9) на новый. Перекачка газа в баки высокого и низкого давления на модуле Quest была завершена 15 сентября.

21 сентября атмосфера станции была пополнена кислородом на 3 мм рт. ст. из модуля Quest, а 24 и 28 сентября ее надули воздухом на 15 мм рт. ст. из баллонов средств подачи кислорода корабля «Прогресс МС-02».

5 сентября в рамках восстановления работы системы регенерации воды из конденсата атмосферной влаги СРВ-К2М на третьей линии поступления конденсата космонавты осмотрели шланг мембранного фильтра-разделителя В1-А3 и шланг А-Н, не обнаружив в них воды и воздуха.

16 сентября Анатолий сменил блок разделения и перекачки конденсата БРПК-2 на третьей линии СРВ-К2М. По его словам, насос Н-1 в блоке БРПК-2 не качает воду. По рекомендации специалистов на следующий день Иванишин сменил мембранный фильтр-разделитель в первой линии – и система СРВ-К2М перешла на прием конденсата по этой линии. Кстати, именно с этим фильтром была связана утечка 3–4 л воды в августе (НК №10, 2016, с.9).

16 сентября в 18:45 по телеметрии было зафиксировано некорректное время на блоке сверки временных меток БСВ-М2. Время стало правильным после перезапуска блока.

20 сентября Анатолий осмотрел и почистил управляющие ноутбуки RS-1, RS-2 и RS-3 в модуле «Звезда», а 23 сентября отремонтровал замок на панели 426 в модуле «Заря».

И. Лисов.  
«Новости космонавтики»

# Вторая орбитальная лаборатория Китая

**15** сентября 2016 г. в 22:04:12.428 по пекинскому времени (14:04:12 UTC) со стартового комплекса № 91 Центра космических запусков Цзюцюань был осуществлен пуск РН «Чанчжэн-2F» (CZ-2F № T2), в результате которого на орбиту была успешно выведена посещаемая космическая лаборатория «Тяньгун-2».

Целью данного этапа пилотируемой программы КНР является освоение новых для Китая технологий в области пилотируемой космонавтики – разработки грузового космического корабля «Тяньчжоу-1», его запуска новым носителем CZ-7, стыковки с лабораторией и дозаправки последней компонентами топлива и другими расходными материалами, обеспечение среднесрочного (30 суток) присутствия на борту космонавтов, доставляемых пилотируемым кораблем «Шэньчжоу-11», а также проведение относительно масштабных научных и прикладных космических экспериментов, значительная часть которых осуществляется впервые в мире.

На «Тяньгун-2» впервые в мире установлены ультравысокостабильный стандарт частоты на холодных атомах, прибор для определения поляризации космического гамма-излучения, трехмерный радиолокационный высотомер, многоугольный поляризационный и широкополосный видовой спектрометр, а также экспериментальная система взаимодействия между мозгом человека и компьютером.

## Эволюция проекта «Тяньгун-2»

Первая китайская посещаемая лаборатория «Тяньгун-1» была запущена 29 сентября 2011 г. и послужила базой для стыковки к ней трех кораблей «Шэньчжоу» – беспилотного «Шэньчжоу-8» в октябре 2011 г. и пилотируемых «Шэньчжоу-9» и -10 в июне

2012 и июне 2013 г. соответственно. Освоением внекорабельной деятельности на «Шэньчжоу-7» в 2008 г. и экспедициями на «Тяньгун-1» Китай начал второй этап своей пилотируемой программы\*.

25 сентября 2010 г. Госсовет КНР санкционировал создание постоянной модульной космической станции, которой впоследствии было также присвоено наименование «Тяньгун», но без порядкового номера. Базовый блок «Тяньхэ-1» в настоящее время планируется запустить в 2018 г., сборка 60-тонного комплекса должна быть закончена примерно в 2022 г. Создание постоянной орбитальной станции и ее эксплуатация в течение по крайней мере 10 лет составляют суть третьего этапа китайской пилотируемой программы.

Объем и содержание работ между «Тяньгун-1» и созданием постоянной станции претерпели интересную эволюцию, которая освещалась в китайских, мировых и российских СМИ с существенными ошибками и неточностями. Восстановить ее непросто: некоторые первоисточники утрачены или сохранились лишь в пересказе, цитаты зачастую искажены некорректным двойным переводом. Временами невозможно доказать, что в определенный момент такое-то должностное лицо действительно сообщило определенную информацию, – и тем более невозможно утверждать, что в действительности ничего подобного сказано не было.

Итак, план создания серии КА «Тяньгун» был анонсирован 24 сентября 2008 г., накануне старта «Шэньчжоу-7», на только что открытом сайте Канцелярии по делам Программы пилотируемых космических полетов Китая. Было объявлено, что в рамках второго этапа пилотируемой программы в

2010–2015 гг. будут запущены один специализированный аппарат-мишень «Тяньгун-1» (TG-1) и две космические лаборатории «Тяньгун-2» (TG-2) и «Тяньгун-3» (TG-3). Два беспилотных и пять пилотируемых кораблей будут использоваться для отработки сближения и стыковки с ними и получения опыта продолжительного космического полета.

Целями создания космической лаборатории были названы:

- ◆ освоение технологии встречи и стыковки КА на орбите;
- ◆ достижение прорыва в среднесрочных пилотируемых полетах и в долгосрочных автономных полетах, в регенеративных системах жизнеобеспечения и в доставке грузов;
- ◆ подтверждение характеристик и функциональности транспортного корабля;
- ◆ выполнение определенного объема прикладных исследований.

Задачей TG-1 была названа отработка стыковки с двумя беспилотными кораблями «Шэньчжоу-8» и «Шэньчжоу-9» и одним пилотируемым «Шэньчжоу-10». Запуск первого «Тяньгуна» ожидался тогда в конце 2010 г., а полеты трех кораблей – в течение двух следующих лет. Дата старта в итоге сместилась «вправо» на год, а «Шэньчжоу-9» запустили в пилотируемом варианте, но в целом фаза «Тяньгуна-1» была реализована «близко к тексту».

TG-2 по состоянию на сентябрь 2008 г. предназначался главным образом для экспериментов и приложений в сфере наблюдения Земли и научного исследования нашей планеты, а также для экспериментов по космической медицине и в других областях. В программу TG-3 планировалось включить

\* Первый этап включал в себя полеты четырех беспилотных и первых двух пилотируемых кораблей «Шэньчжоу» в 1999–2005 гг.

эксперименты в области регенеративного контроля состояния среды и систем жизнеобеспечения, освоение пилотируемого полета средней продолжительности, отработку снабжения будущей космической станции грузовыми кораблями. В ограниченном объеме должны были проводиться эксперименты в области космической науки и космической биологии и медицины.

В феврале 2009 г. публике впервые продемонстрировали модель «Тяньгуна-1», названного на сей раз прототипом орбитальной лаборатории, и корпус его герметичного экспериментального модуля в процессе изготовления. Была также названа масса изделия в сборе (около 8500 кг), позволяющая запустить его существующей ракетой CZ-2F с небольшой доработкой – этот новый вариант обозначили CZ-2F/G. А уже 8 марта бывший главный конструктор корабля «Шэньчжоу» Ци Фажэнь в интервью portalu sohu.com заявил, что полноценная лаборатория «Тяньгун-2» будет создана на базе «стыковочного» прототипа, а ее масса будет ограничена возможностями ракеты типа CZ-2F.

14 апреля 2010 г. глава Канцелярии пилотируемых полетов Ван Вэньбао заявил, что «Тяньгун-2» должен стартовать в 2013 г. Он сказал далее, что в период с 2014 по 2016 г. на орбиту высотой 400 км будет запущен «Тяньгун-3» и к нему – два пилотируемых корабля и один вновь разработанный грузовой, способный доставить до 5000 кг топлива и припасов. После этого начиная с 2016 г. Китай приступит к строительству модульной космической станции и завершит его к 2020 г.

Ван Вэньбао описал «Тяньгун-3» как аппарат 8.5-тонного класса максимальным диаметром 3.35 м и добавил, что лаборатории и корабли будут запущены носителями типа CZ-2F. Таким образом, было официально заявлено, хотя и в разное время, что все три «Тяньгуна» имеют общую конструктивную основу и будут запускаться существующей ракетой. Сейчас это заключение представляется тривиальным, но шесть с половиной лет назад ситуация выглядела иначе.

Прописанное на уровне терминологии различие между прототипом-мишенью TG-1 и двумя космическими лабораториями, скудность и неполнота официальной информации о них породили в экспертной среде представление о том, что последние будут значительно более тяжелыми. Убежденностью в этом грешили как западные авторы, так и китайские. Как об очевидном факте говорилось о существовании в ряду «Тяньгунов» лаборатории массой 12–13 тонн, запускаемой модернизированной ракетой CZ-2F/H (в современных обозначениях – CZ-7); некоторые авторы доходили в своих фантазиях до изделий в 20–22 тонны под запуск на тяжелой ракете CZ-5, которую в то время обещали ввести в строй с 2013 г. Столь же очевидным представлялось, что «Тяньгун-3» уж точно должен иметь два стыковочных узла, подобно советской станции «Салют-6», на которой впервые было налажено снабжение грузовыми кораблями.

Эти представления подпитывались тем обстоятельством, что макеты и изображения китайских лабораторий с корпусом большого диаметра, свыше 4 метров, и с двумя

стыковочными узлами демонстрировались на профильных выставках начиная с 2006 г. Не удивительно, что в реальность тяжелых «Тяньгунов» поверили даже такие «зубры», как британский историк космонавтики Филип Кларк и автор этих строк.

27 октября 2010 г. была официально объявлена утвержденная месяцем ранее программа третьего этапа с реализацией в две фазы: космическая лаборатория и собственно космическая станция. В сообщении говорилось, что лаборатория должна быть запущена к 2016 г., что позволит «отработать ключевые технологии для среднесрочного пребывания космонавтов в полете и выполнить определенный объем прикладных задач». Как соотносится этот план с заявленными ранее проектами TG-2 и TG-3, не объяснялось. Срок запуска базового блока и исследовательских модулей космической станции также был назван весьма неопределенно – «около 2020 года».



▲ Первые макеты китайских космических лабораторий демонстрировали более крупные изделия, нежели реально планировавшиеся

В январе 2011 г. Ван Юнчжи, бывший главный конструктор, а теперь уже старший советник пилотируемой программы, выступил в журнале «Пилотируемые космические полеты» (载人航天, «Цзайжэнь хантянь») с обоснованием проекта китайской космической станции. Он пояснил, что оставшаяся от второго этапа задача отработки встречи в космосе и стыковки будет выполнена на «Тяньгуне-1» примерно к концу 2012 г. Непосредственно после этого начнется реализация третьего этапа, на первой фазе которого с целью освоения необходимых технологий будут запущены две малые лаборатории, а затем Китай приступит к строительству космической станции. Таким образом, Ван Юнчжи снял противоречие: TG-2 и TG-3 никуда не делись, просто с сентября 2010 г. их стали рассматривать как часть третьего этапа программы, наследующего наработки второго этапа.

Из октябрьского объявления и январской статьи следовало, что решено сохранить корабль «Шэньчжоу» как пилотируемое транспортное средство и ракету CZ-2F для его выведения на орбиту. Ван Юнчжи сообщил, что существующий технический и стартовый комплексы Цзююаня будут

использоваться для запуска «Шэньчжоу» и космических лабораторий с возможностью перехода в дальнейшем на строящийся космодром Вэньчан на острове Хайнань. Он также заявил о намерении в максимальной степени использовать результаты создания лабораторий в проекте жилого отсека базового блока будущей станции и грузового корабля.

Описав вкратце историю перехода от первоначального проекта к утвержденной станции с тремя модулями 20-тонного класса, автор остановился на проблеме снабжения орбитального комплекса и впервые озвучил выбор в пользу 13-тонного грузового корабля с массой доставляемого груза порядка 6000 кг, создаваемого на базе лаборатории «Тяньгун» и запускаемого новым носителем CZ-7. Ван Юнчжи отметил, что его разработка и производство будут несколько дороже, чем для планировавшихся ранее «грузовиков» на базе «Шэньчжоу», способных нести до 2500 кг груза, однако эксплуатация в расчете на год будет существенно дешевле, так как потребует запустить лишь один корабль вместо трех или четырех.

Разумеется, опубликованная на китайском языке статья осталась незамеченной, и в СМИ продолжался «цирк», густо замешанный на умолчаниях, ошибках перевода и нестыковке между актуальными китайскими заявлениями и внутренними представлениями пишущих о китайской программе авторов о том, «как должно быть» (в качестве печального примера можно привести материалы в НК № 11, 2011 и № 7, 2013). Между тем китайские должностные лица в заслуживающих доверия публикациях ни разу не упомянули о планах создания лабораторий существенно большего размера и массы, чем TG-1...

Ци Фажэнь в интервью Синьхуа 3 марта 2011 г. подтвердил, что космическая лаборатория будет создана в Китае до 2016 г. Он отметил, что если готовящийся к старту «Тяньгун-1» является специализированным объектом для отработки встречи и стыковки, то «Тяньгун-2» станет уже настоящей малой космической лабораторией, в которой могут вести прикладные исследования в ограниченном объеме профессиональные астронавты и ученые. Осенью, после запуска, Ци Фажэнь подтвердил, что работа по «Тяньгуну-2» значительно продвинулась и что он может быть запущен в 2013 г.

7 марта на 15-м ежегодном симпозиуме Международного космического университета в Страсбурге представитель Китайского исследовательского центра подготовки космонавтов профессор Цзян Гоуха сообщил, что предстоит разработать и запустить две космические лаборатории TG-2 и TG-3, чтобы достичь прорыва в ключевых технологиях для строительства постоянной космической станции. Первая из них должна быть запущена в 2013 г. и способна обеспечивать жизнь и работу трех астронавтов в течение 20 суток – то есть столько же, сколько и TG-1. Запуск второй планируется на 2015 г., и она будет рассчитана на пребывание трех космонавтов в течение 40 суток. (Интересно, что в сообщениях западных СМИ от 26 и 27 апреля 2011 г. эта же информация была приписана тогдашнему заместителю дирек-

тора Канцелярии пилотируемой программы Вану Чжаояо.)

28 сентября 2011 г., накануне запуска TG-1, главный конструктор пилотируемой программы Чжоу Цзяньпин сообщил, что орбитальные модули TG-2 и TG-3, которые предстоит вывести на орбиту до 2020 г., не будут принципиально отличаться от «Тяньгуна-1», но на них будет размещен другой состав научного оборудования. Двумя днями раньше Хуан Чуньпин, руководивший до 2003 г. разработкой РН CZ-2F для пилотируемой программы, заявил, что TG-2, TG-3 и очередные корабли «Шэньчжоу» будут запускаться с ее помощью вплоть до 2020 г.

16 ноября 2011 г. директор Китайской исследовательской академии ракет-носителей CALT Ли Хун сказал, что две космические лаборатории будут запущены в течение следующих пяти лет на усовершенствованных ракетах CZ-2F. Интересно, что он вновь отнес эти пуски ко второй фазе второго этапа пилотируемой программы, и такая же этапность осталась на будущее. Когда было пересмотрено предыдущее решение о включении лабораторий в третью фазу – неизвестно.

Итак, пресловутый 13-тонный вариант «Тяньгуна», в который так верили внешние наблюдатели, если даже и прорабатывался на уровне технического предложения, то никогда не был частью утвержденной пилотируемой программы!

Конечно, неизвестно, как могла бы развиваться линейка лабораторий «Тяньгун», если бы не годовая задержка с запуском TG-1, сдвиг «Шэньчжоу-10» на два года «вправо» и трехлетнее отставание в разработке новых

кислородно-керосиновых носителей нового поколения с большей грузоподъемностью. А в реальности к середине 2012 г. стало ясно, что на создание и запуск даже двух полноценных лабораторий остается слишком мало времени и средств. С этого времени упоминание о TG-3 пропало из публичных выступлений, а запуск TG-2 стали относить на 2014 или даже 2015 г.

Скорее всего, пересмотр программы последовал сразу после успешного полета «Шэньчжоу-9» в июне 2012 г. Во всяком случае, в публикации главной шанхайской газеты «Цзефан жибао» за 13 июля говорилось, что в течение 12-й пятилетки, то есть до конца 2015 г., при участии шанхайских разработчиков будут изготовлены и запущены «Шэньчжоу-10», «Шэньчжоу-11», «Тяньгун-2», грузовой корабль... и все.

Новую версию программы представил заместитель директора Канцелярии пилотируемой программы Ян Ливэй во время визита в Саудовскую Аравию в декабре 2012 г. Он заявил, что в период с 2014 по 2016 г. будет эксплуатироваться только одна орбитальная лаборатория «Тяньгун-2» и что в программу ее полета войдут стыковки запущенного на CZ-7 грузового корабля с дозаправкой лаборатории компонентами топлива, а также пилотируемого корабля, экипаж которого совершит полет «средней продолжительности» и получит опыт обслуживания объекта и его систем на орбите. (Возможно, полеты планировались тогда именно в такой последовательности, и лишь задержка с наземной отработкой и началом летных испытаний CZ-7 заставила пропустить «Шэньчжоу-11» вперед.)

4 марта 2013 г. Чжоу Цзяньпин подтвердил эти планы уже для китайской аудитории. В интервью молодежной газете «Чжунго циннянь бао» он заявил, что Китай никогда формально не объявлял проект TG-3 (а следовательно, как бы и не отказывается от него) и что все необходимые подготовительные работы по созданию большой станции будут реализованы в ходе полета TG-2. Главный конструктор слегка лукавил, так как задача отработки регенеративной СЖО «повисла в воздухе» – в новую программу она не вписывалась. Чжоу также воздержался от указания на массу TG-2 или на носитель, необходимый для ее запуска, оставив комментаторам простор для интриги.

Вспоминая о принятом решении через три года, в апреле 2016 г., товарищ Чжоу пояснил, что сокращение расходов было важной задачей китайской космической программы. «После TG-1 планировался аналогичный ему TG-2, но с расширенными возможностями и ресурсами, а затем – TG-3, который имел бы еще больше возможностей, – сказал он. – Однако наша команда разработчиков за счет оптимизации программы и использования имеющегося потенциала конструкции объединила все испытания, планировавшиеся на TG-3, с задачами полета TG-2, тем самым сэкономив затраты на изготовление TG-3 и ускорив реализацию программы».

В проектировании и изготовлении TG-2 «с нуля» необходимости не было. К запуску TG-1 был изготовлен полноценный аппарат-дублер, который мог быть запущен через несколько месяцев, если бы программу полета первой лаборатории выполнить не удалось. Необходимости в нем отпала после



### «Тяньгун-1» завершил работу

14 сентября замдиректора Канцелярии пилотируемой программы У Пин объявила, что сход «Тяньгуна-1» с нынешней орбиты высотой около 370 км в результате естественного торможения ожидается во второй половине 2017 г. «В соответствии с нашими расчетами и анализом данных большинство узлов космической лаборатории сгорит во время падения», – сообщила она. У Пин подчеркнула, что китайские специалисты будут внимательно следить за движением станции и «при необходимости публиковать прогнозы относительно вероятного времени и места падения».

2 марта 2016 г. заявлялось, что первая китайская космическая лаборатория «Тяньгун-1» (TG-1), рассчитанная на эксплуатацию в течение двух лет и пролетавшая свыше четырех, все еще остается в хорошем рабочем состоянии. Помимо ресурсных испытаний, важных для разработчиков следующих изделий, она продолжала использоваться для наблюдения поверхности Земли с использованием весьма совершенной оптико-электронной аппаратуры. Лаборатория была оснащена камерой-спектрометром коротковолнового ИК-диапазона с разрешением до 10 м на базе телескопа с

зеркалом диаметром 600 мм, созданным в Шанхайском институте технической физики. Вторым прибором был гиперспектрометр Чанчуньского института оптики, точной механики и физики, осуществляющий съемку в 128 узких каналах – по 64 в диапазонах ближнего и коротковолнового ИК со спектральным разрешением 10 и 23 нм и пространственным разрешением 10 и 20 м соответственно.

21 марта 2016 г. Канцелярия пилотируемой программы объявила, что «недавно» на борту TG-1 возникла неисправность, вследствие которой получение с нее научных данных прекратилось. В сообщении отмечалось, что «Тяньгун-1» проработал на орбите 1630 суток, что соответствовало дате окончательного отказа 16 марта, названной впоследствии явным образом. Наблюдатели спутников сообщили, однако, что заметили проблемы с «Тяньгун-1» в конце января: уже тогда аппарат медленно вращался вокруг малой оси.

По неофициальной информации, на TG-1 вышел из строя блок заряда аккумуляторной батареи, лишив КА необходимого электропитания.

Орбитальные элементы на TG-1 показывают, что в период после расстыковки пилотиру-



▲ Гиперспектральный снимок уезда Цзиньта городского округа Цюцюань, сделанный аппаратурой TG-1, и фрагмент Яндекс-карты на этот же район

### Маневры КА «Тяньгун-1» в период после июня 2013 г.

Дата	Высота орбиты, км	
	До коррекции	После коррекции
26.06.2013	332.9×355.4	355.2×366.1
11.09.2013	342.3×349.9	354.5×366.7
31.10.2013	343.5×353.2	367.1×373.7
18-19.02.2014	331.2×346.6	373.9×387.5
16-18.07.2014	339.9×352.9	373.1×379.0
25-26.11.2014	336.8×349.5	368.8×391.6
09-10.04.2015	334.6×348.5	385.1×401.0
15-16.12.2015	349.1×371.3	388.4×402.8

емого корабля «Шэньчжоу-12» (НК №8, 2013) объект выполнил восемь маневров с целью компенсации торможения в атмосфере и поддержания заданной высоты орбиты. Данные о них приведены в таблице; указанные условные высоты перигея и апогея получены в результате экспресс-оценки из орбитальных элементов и, как правило, на 10–20 км меньше, чем фактические минимальная и максимальная высота над поверхностью земного эллипсоида.

успешного полета «Шэньчжоу-9». Именно это изделие изначально планировалось переоборудовать в ТГ-2, но если в старом варианте программы можно было обойтись относительно небольшими изменениями, то новый требовал значительной доработки, прежде всего в части стыковочного устройства и двигательной установки. Необходимо было реализовать новые стыковочные интерфейсы с гидроразъемами, проложить трубопроводы, установить насосы для перекачки агрессивных компонентов топлива и обеспечить выполнение этих операций в режиме дистанционного управления с Земли. Для надежного соединения гидроразъемов и их безопасного использования пришлось почти удвоить требования по точности стыковки корабля и лаборатории. Наконец, нужно было гарантировать разделение двух объектов с изоляцией трубопроводов.

В итоге создание системы дозаправки потребовало трех лет интенсивной работы, и уже в начале ее было понятно, что к 2013 г. ни модернизированная лаборатория, ни грузовой корабль-танкер появиться никак не смогут. Поэтому-то в марте 2013 г. Чжоу Цзяньпин сказал, что ТГ-2 будет выведен на орбиту примерно в 2015 г. и будет использоваться для отработки ключевых технологий космической станции. Он сообщил, что через шесть месяцев после лаборатории будет запущен грузовой корабль, который проведет эксперимент по ее дозаправке и тем самым решит в принципе проблему снабжения будущей станции.

В статье, опубликованной тогда же в «Цзайжэнь хантянь», Чжоу Цзяньпин подтвердил, что с ТГ-2 будет также стыковаться пилотируемый корабль «Шэньчжоу-11». Главный конструктор программы заявил, что в проекте ТГ-2 будут продемонстрированы и другие важные технические решения (в частности, конструкция гибких солнечных батарей), проверены технологии обслуживания и ремонта на орбите, проведены эксперименты в условиях микрогравитации. Чжоу подчеркнул, что, когда миссия второй лаборатории будет завершена, Китай перейдет непосредственно к строительству космической станции.

26 июня 2013 г. новый начальник Канцелярии пилотируемой программы Ван Чжао подтвердил план запуска «Тяньгуна-2» примерно в 2015 г. и сообщил, что в 2018 г. Китай запустит экспериментальный базовый блок космической станции, с тем чтобы завершить ее строительство в 2020 г. Поэтому, сказал он, «в ближайшие несколько лет в соответствии с нуждами целевой работы в стране будет осуществлено несколько запусков грузовых и пилотируемых космических кораблей».

Даже в это время большинство экспертов, в том числе и такой осведомленный человек, как автор сайта Go Taikonauts Чэнь Лань, еще сомневалось, какая конструкция будет реализована под именем ТГ-2. Будет ли это в действительности отчасти модернизированный дублер ТГ-1 с возможностью дозаправки, или вновь разработанная лаборатория восьмитонного класса с двумя стыковочными узлами, или же легендарный 13-тонный ТГ-3 под другим именем?

При очень сомнительных послышках Чэнь Лань пришел к верному выводу: консерва-

тивная китайская программа действительно пошла по первому пути. Это стало окончательно ясно миру в сентябре 2013 г., когда китайское телевидение показало сюжет о «Тяньгуна-2», представив его как копию «Тяньгуна-1» с одним стыковочным узлом.

По состоянию на март 2014 г., запуск «Тяньгуна-2» планировался на конец 2015 г., а старт грузового корабля «Тяньчжоу-1» – на 2016 г. Однако уже 10 сентября, выступая на открытии 27-го конгресса Ассоциации участников космических полетов, Ян Ливэй объявил об отсрочке старта лаборатории на 2016 г.

В ноябре 2014 г. грузовой корабль «Тяньчжоу» был впервые представлен на 10-м аэрокосмическом салоне в Чжухае. В связи с этим 13 ноября руководитель проекта космической станции Ван Сян сообщил, что запуски лаборатории и пилотируемого корабля «Шэньчжоу-11» состоятся в 2016 г., а грузового корабля «Тяньчжоу-1» – в 2017 г. Два года спустя указанные сроки остаются в силе.

Обозначение ТГ-3, по некоторым данным, перешло к наземному дублеру ТГ-2. Теперь, после успешного старта, его предполагается переделать в грузовой корабль или временный модуль для станции «Тяньгун», который будет первым пристыкован к Базовому блоку «Тяньхэ-1».

### Подготовка

Как мы уже сообщали, 28 февраля 2016 г. Канцелярия по делам Программы пилотируемых космических полетов Китая анонсировала осуществление с середины 2016 г. по первую половину 2017 г. проекта космической лаборатории (空间实验室, кунцзянь шиань ши; НК №4, 2016). Заявленный план предусматривал четыре космических старта:

- ◆ испытательный пуск в первом полугодии 2016 г. новой РН «Чанчжэн-7» (长征七号, CZ-7) с нового космодрома Вэньчан на острове Хайнань;

- ◆ выведение в третьем квартале 2016 г. с Цзюцюаня носителем CZ-2F №T2 космической лаборатории «Тяньгун-2» (天宫二号, ТГ-2);

- ◆ запуск в четвертом квартале 2016 г. с Цзюцюаня носителем CZ-2F №Y11 пилотируемого корабля «Шэньчжоу-11» (神舟十一号, SZ-11) с экипажем из двух космонавтов-мужчин, которые проведут на борту лаборатории 30 суток;

▼ 6 августа на космодром Цзюцюань доставили обе РН «Чанчжэн-2F»



◆ старт в первой половине 2017 г. с Вэньчана с помощью носителя CZ-7 №Y2 первого грузового корабля «Тяньчжоу-1» (天舟一号, TZ-1) с последующей стыковкой к лаборатории, ее дозаправкой и проведением других экспериментов.

В опубликованном 8 апреля материале Китайской службы новостей (中新社, Чжунсинь шэ) со ссылкой на директора Пекинского центра управления полетом Чэнь Хунминя и его заместителя Ли Цзяня были приведены более конкретные сроки пусков: «Тяньгун-2» и «Шэньчжоу-11» – сентябрь и октябрь 2016 г., «Тяньчжоу-1» – апрель 2017 г. 25 июня заместитель директора Канцелярии пилотируемой программы У Пин уточнила даты еще раз: «Тяньгун» стартует в середине сентября, «Шэньчжоу-11» будет запущен в середине октября и вернется уже в ноябре. Она также сказала, что два космонавта уже выбраны и проходят интенсивную подготовку.

Как мы уже знаем, ТГ-2 был первоначально изготовлен как летный дублер лаборатории ТГ-1 и после 2012 г. модернизировался под новую программу полета. Примерно для 300 бортовых приборов потребовалось обновить и обеспечить продление ресурса. В начале 2014 г. корпус экспериментального модуля с успехом прошел новые испытания на герметичность. Повторная сборка экспериментального и ресурсного модулей и объекта в целом стартовала в начале октября 2014 г. и включала установку обеспечивающего оборудования для космической прикладной системы и монтаж кабельной сети, тестирование и сертификацию научной аппаратуры, проверку механических интерфейсов и массовых характеристик. К началу января 2015 г. на КА смонтировали полезную нагрузку и передали изделие на





электрические испытания. К началу марта 2016 г. все оборудование было уже установлено, а изделие прошло термовакуумные и механические испытания. Этап изготовления и тестирования TG-1 закончился к 11 апреля, после чего лабораторию отправили на приемочные заводские испытания.

Ракету № T2 для запуска «Тяньгуна» первоначально изготовили как дублер ракеты № Y10, на которой был запущен корабль «Шэньчжоу-10». После хранения изделие перебрали с заменой различных деталей из неметаллических материалов и установкой вновь изготовленных пиротехнических устройств, а электронные блоки вновь протестировали на заводах-изготовителях, внесли некоторые усовершенствования. Повторно ракету начали собирать в июле 2015 г. и передали на испытания уже 20 августа, так что носитель оказался готов к старту первым.

Корабли SZ-11 и TZ-1 и носители для них изготавливались «с нуля» и требовали наибольшего времени. Соответственно этому были составлены графики работ.

25 марта 2016 г. было объявлено о завершении сборки РН CZ-2F № Y11 на 211-м заводе CALT и передаче ее на заводские испытания расчетной продолжительностью два месяца. 3 июня Китайская корпорация космической науки и техники CASC, исполнитель государственного заказа по пилотируемой космической технике, отчиталась о завершении этих испытаний.

6 июня на большом совещании в Пекине под председательством Вана Чжаояо рассматривалось состояние работ по проекту «Тяньгун-2» в целом. Было отмечено, что уже закончены заводские испытания корабля SZ-11 и самой лаборатории TG-2. Грузовой корабль TZ-1 передан на комплексные испытания, а изготовление ракеты CZ-7 № Y2 для него продолжается со сроком выпуска в 2016 г. (Первый экземпляр нового носителя в это время готовили к старту на космодроме Вэньчан.)

24 июня пресс-служба CAST сообщила о завершении процедуры допуска к полету

«Тяньгуна» и «Шэньчжоу». Были заслушаны отчеты о ходе разработки руководителей соответствующих подсистем пилотируемого проекта и группы контроля качества, после чего обоим аппаратам выписали сертификат соответствия для начала летных испытаний.

6 июля лаборатория TG-2 с необходимым комплектом наземного оборудования была отправлена эшеломом из Пекина и 9 июля благополучно прибыла в Цзюцюань. 3 августа были отправлены по железной дороге и 6 августа доставлены на космодром Цзюцюань обе ракеты-носителя «Чанчжэн-2F» (№ T2 и № Y11). Наконец, 13 августа из Пекина на полигон самолетом привезли корабль «Шэньчжоу-11»; после этого было объявлено, что пилотируемая экспедиция стартует в середине октября.

Сборка, проверка, заправка и подготовка космической лаборатории на космодроме прошли по графику. Сборка и испытания носителя также не выбились из расписания. 9 сентября в 08:35 пекинского времени мобильный транспортер вывез стартовый стол с носителем из МИКА и через полтора часа доставил 52-метровую ракету космического назначения на старт, расположенный в 1500 м от него. Было объявлено что пуск состоится в период с 15 по 20 сентября.

11 сентября провели генеральную репетицию предстартовых операций с привлечением всех организаций и средств, обеспечивающих реальный старт и полет. Имитировались последние три часа перед пуском и 600 секунд выведения.

13 сентября объявили закрытый для полетов район падения отделяющихся частей носителя к северу от города Юйлинь. Район закрывался на 15 сентября с 22:04 до 22:19 пекинского времени – так стало известно расчетное время пуска. На предстартовой пресс-конференции 14 сентября его официально подтвердила заместитель директора Канцелярии пилотируемой программы У Пин. «Ноль» предстартового отсчета, когда оператор нажимает кнопку «Пуск», был назначен на 22:04:09.

Интересно, что старт «Тяньгуна-2» запланировали в ночь популярного праздника середины осени чжунцюцзе. Его отмечают в полнолуние, в 15-й день восьмого лунного месяца, который в 2016 г. совпал с 15 сентября обычного календаря. Никакой явной баллистической основы под этой датой не просматривалась – ее выбрали исключительно «для красоты».

Что касается времени старта, то оно не задавалось возможностью попасть в плоскость орбиты «Тяньгуна-1», так как первая орбитальная лаборатория уже вышла из строя (см. «Тяньгун-1» завершил работу» на с.18). Скорее всего, его предопределили условия последующего полета и в особенности – посадки «Шэньчжоу-11».

14 сентября прошла заправка носителя. Заключительные минуты предстартового отсчета, пуск и выведение КА TG-2 были показаны в прямом эфире основных китайских телеканалов.

## Старт и начало орбитального полета

Пуск РН CZ-2F № T2 состоялся в расчетное время. В течение пяти первых минут полет носителя отслеживался камерой 1605 и кинотеодолитами 1208 и 1201, размещенными на площадке № 38 космодрома и на полигонных радиолокационных постах Ябрай (Ябулай) и Дашули. Далее до окончания 16-й минуты выведение контролировали радиотехнические средства наземных пунктов Дунфэн (космодром), Вэйнань и Циндао и корабельного пункта «Юаньван-5»\*, расположенного по трассе полета в Тихом океане южнее Японских островов. Помимо телеметрии, в Пекинский ЦУП постоянно поступала «картинка» с бортовых камер на второй ступени носителя.

Через 575 секунд после старта лаборатория «Тяньгун-2» была успешно выведена на орбиту с объявленными параметрами\*\*:

- наклонение – 42,8°;
- высота в перигее – 200 км;
- высота в апогее – 347 км;
- период обращения – 89 мин 50 сек.

На 730-й секунде от старта «Тяньгун-2» благополучно развернул две четырехсекционные панели солнечных батарей. Около 22:55 аппарат повернул в рабочее положение антенну для ретрансляции через геостационарные спутники «Тяньлянь».

Тем временем уже через 21 мин после старта главнокомандующий пилотируемой программы, член Центрального военного совета, начальник Управления разработки вооружений и военной техники генерал-полковник Чжан Юся объявил о его полном успехе.

В каталоге Стратегического командования США лаборатория TG-1 получила номер **41765** и международное обозначение **2016-057A**. Кроме основного КА, в каталог были внесены вторая ступень РН CZ-2F (41766, 2016-057B) и некий объект на орбите, близкой к орбите ступени, а также четыре стандартных фрагмента с апогеем порядка 500 км, образующихся на завершающем этапе выведения.

К сожалению, точно сопоставить каталожные номера с наблюдаемыми объектами американцам удалось лишь к 22 сентября. До этого элементы на ступень выдавались под двумя разными номерами, а на лабораторию – даже под тремя (!), а еще один фрагмент на очень низкой орбите, наблюда-

Створки головного обтекателя CZ-2F упали в уезде Шэньму городского округа Юйлинь в провинции Шэньси. Одна из них, диаметром 3,8 м и длиной 12,7 м, повредила угол жилого дома в поселке Дабаодан, из которого, к счастью, перед пуском были эвакуированы жители, вторая упала в холмах вдали от жилья.



\* Выполнив 16 сентября сеанс измерений на 12-м витке, «Юаньван-5» закончил сопровождение полета КА «Тяньгун-2» и отправился к берегам Новой Зеландии.

\*\* Расчет по американским орбитальным параметрам дал похожую орбиту наклонением 42,79° и высотой 197,8x343,0 км над земным эллипсоидом с периодом обращения 89,70 мин.

В официальном сообщении о запуске TG-2 говорилось, что это 236-й старт ракет-носителей семейства «Великий поход». Тем самым Китай фактически признал неудачу 1 сентября: ведь последний официально объявленный пуск 16 августа был назван 234-м! Официально о гибели «Гаофэня-10» (НК №10, 2016), однако, по-прежнему не было сказано ни слова.

давший 15–16 сентября, самостоятельно-го обозначения вообще не получил.

План автономного полета «Тяньгуна-2» состоит из четырех этапов:

- ◆ Выведение на орбиту высотой 200×350 км;
- ◆ Перевод на круговую орбиту высотой около 380 км;
- ◆ Этап орбитальных испытаний;
- ◆ Формирование орбиты ожидания, подготовка к сближению и стыковке «Шэньчжоу-11».

Первый этап закончился отделением «Тяньгуна» от второй ступени РН 15 сентября в 22:13:47.547 по пекинскому времени. Время самостоятельного полета КА отсчитывалось от ближайшей целой секунды – 22:13:48.

16 сентября в 02:45:11 на четвертом витке при прохождении в зоне видимости наземной станции Карачи в Пакистане лаборатория провела первую коррекцию орбиты. Второй маневр состоялся на 13-м витке в 16:59:00 в зоне станции Свакопмунд в Намибии и обеспечил переход на околокруговую орбиту высотой 369.4×391.0 км с периодом 91.92 мин. Для него известны продолжительность включения двух маршевых двигателей тягой по 490 Н, которая составила 439 сек, и приращение скорости – 52.0 м/с. Тем самым был завершён второй этап полета, по итогам которого представитель Пекинского центра управления полетом Чэнь Сяньфэн заявил: «TG-2 находится в хорошем состоянии, все подсистемы работают штатно».

Тестирование подсистем космической лаборатории силами специалистов Пекинского ЦУПа заняло следующие семь суток. Существенных замечаний к ним не было. Температура на борту составляла +10°C; к моменту стыковки транспортного корабля ее планируется поднять до +20°.

22 сентября в 18:41 по командам с Земли началась активация бортовой научной аппаратуры. Как пояснила директор Центра управления полезной нагрузкой Го Лили, большую ее часть предстояло запустить в работу в течение следующих 30 часов. Около 100 операторов и разработчиков аппаратуры управляли этими операциями и отслеживали состояние приборов.

24 сентября заместитель директора Пекинского ЦУПа Ли Цзянь заявил, что все результаты испытаний указывают на хорошее состояние лаборатории.

25 сентября была выполнена третья двухимпульсная коррекция для перевода

На запуске лаборатории «Тяньгун-2» 15 сентября на космодроме Цзюцюань по приглашению Канцелярии пилотируемой программы Китая присутствовали представители Госкорпорации «Роскосмос» (первый заместитель генерального директора А.Н. Иванов), Европейского космического агентства, национальных космических агентств Италии, Франции, Германии и Пакистана.

«Тяньгуна-2» на рабочую орбиту ожидания и стыковки заявленной высотой 393 км. Оценочные времена выдачи импульсов – 05:50 и 14:11 пекинского времени в зонах Свакопмунд и Малинди соответственно. Параметры новой орбиты, рассчитанные по американским данным, составили:

- наклонение – 42.78°;
- высота в перигее – 381.4 км;
- высота в апогее – 401.9 км;
- период обращения – 92.16 мин.

В официальном сообщении говорилось, что перевод на орбиту ожидания высотой 393 км явился формальным началом этапа подготовки к сближению и стыковке «Шэньчжоу-11». Выбор такой орбиты обусловлен тем, что на ней же предполагается эксплуатировать китайскую пилотируемую станцию, и результаты эксперимента с «Шэньчжоу-11» будут применимы.

Британский эксперт Филлип Кларк заметил, что указанная орбита чуть-чуть выше (на 0.02 мин в периоде обращения), чем орбита трехсуточной кратности, на которой трасса полета лаборатории и положение ее на орбите повторяются раз в 46 витков. Это означало, что оптимальные условия для запуска к «Тяньгуну-2» пилотируемого или грузового корабля будут повторяться раз в трое суток, но со сдвигом на 81 мин назад.

Нужно отметить, что о выборе для TG-2 орбиты трехсуточной кратности Ли Цзянь впервые заявил еще 8 апреля. Он также напомнил, что первый «Тяньгун» принимал корабль «Шэньчжоу» на высоте 343 км, что соответствовало орбите двухсуточной кратности с повторением траССы после 31 витка.

Ли Цзянь подчеркнул, что на TG-2 будет отрабатываться типовая баллистическая схема полетов на космическую станцию, в которой маневры орбитального комплекса сведены к минимуму, а выход транспортного корабля к цели обеспечивается выбором начального фазового угла и выполнением необходимых маневров дальнего и ближнего этапов сближения, зависания и облета.

С учетом более жесткой баллистической схемы были доработаны средства и алгоритмы определения орбит станции и корабля. Если ранее на это нужно было полтора-два витка, то теперь достаточно одного витка. Реализована также оценка параметров орбиты по короткой дуге.

### Цели эксперимента и программа полета

Основными целями проекта «Тяньгун-2» являются:

- ❖ среднесрочное нахождение экипажа на борту лаборатории;
- ❖ достижение и освоение доставки грузов;
- ❖ дозаправка компонентами топлива;
- ❖ освоение технологии долгосрочного наземного обеспечения полета, в том числе вопросов безопасности;
- ❖ проведение научных экспериментов и технических испытаний, включая обслуживание и ремонт аппаратуры;
- ❖ получение опыта в сборке и эксплуатации космической станции.

Система «космическая лаборатория» по-прежнему рассматривается как часть проекта «космическая станция», хотя и ре-

В первые дни полета радиолобители успешно приняли сигналы с борта TG-2 на частотах S-диапазона 2232.22 и 2250.70 МГц. Ранее эти частоты использовал TG-1.

ализуется вне его хронологических рамок. В составе проекта на данном этапе выделяется 11 взаимодействующих систем, а именно: экипаж, космическая прикладная система, космическая лаборатория, пилотируемый корабль «Шэньчжоу», грузовой корабль «Тяньчжоу», РН CZ-2F и CZ-7, космодромы Цзюцюань и Вэньчан, система мониторинга и управления и посадочная площадка.

По каждому из этих направлений назначены и работают командующий (административный руководитель) и главный конструктор. Проект «космическая станция» в целом возглавляет Ван Сян (王翔), а его главным конструктором является Ян Хун (杨宏). Командующим системы «космическая лаборатория» является Хэ Юй (何宇), а главным конструктором – Чжу Цунпэн (朱枞鹏).

Ближайшая цель проекта «Тяньгун-2» состоит в удвоении достигнутой Китаем продолжительности пилотируемого полета по сравнению с 15 сутками на «Шэньчжоу-10» в июне 2013 г.

Старт «Шэньчжоу-11» запланирован на 17 октября 2016 г. в 07:30 пекинского времени. По расчетам Ф. Кларка, полет продлится 33 сут 07 час 04 мин, включая двое суток автономного полета до стыковки, 30 суток на борту лаборатории и сутки на возвращение на Землю. Таким образом, шестой китайский пилотируемый полет завершится 9 ноября.

30-суточная экспедиция может быть классифицирована как среднесрочная, причем ее длительность ограничивается воз-



«Хотя китайские женщины-космонавты не участвуют в полете «Шэньчжоу-11», это не значит, что их не будет в экипаже «Шэньчжоу-12» и в последующих полетах, — заявила в интервью Синьхуа 4 марта 2016 г. первая китайская космонавтка Лю Ян и добавила: — В настоящее время мы готовимся к длительным полетам и строительству космической станции».

возможностями системы жизнеобеспечения «Тяньгуна-2».

Как мы помним, первоначально разработка регенеративной СЖО, позволяющей перерабатывать углекислый газ, конденсат атмосферной влаги и урину, получая кислород и воду, и за счет этого резко увеличить время работы экипажа на борту, была одной из основных целей лаборатории ТГ-3. После объединения проектов ТГ-2 и ТГ-3 упоминания об этом надолго исчезли из китайских СМИ, однако 26 сентября 2014 г. глава Канцелярии пилотируемых полетов Ван Чжаояо вновь назвал регенеративную СЖО в числе задач ТГ-2.

По сообщению ряда СМИ, это подтвердил и главный конструктор пилотируемого корабля «Шэньчжоу» Чжан Байнань (张柏楠) в интервью агентству Синьхуа 4 марта 2015 г. В действительности интервью было посвящено проблемам СЖО в целом. Чжан сообщил, что на ТГ-1 и на будущей ТГ-2 ведутся эксперименты в области физических и химических технологий СЖО, но добавил, что в перспективе, когда человечество будет осваивать другие планеты, ему не обойтись без создания искусственных биосфер.

Однако год спустя, 6 марта 2016 г., Чжан Байнань был вынужден «вернуться на Землю» и объяснить газете «Кэцзи жибао», почему на «Шэньчжоу-11» полетят только два космонавта. Тогда-то он и признал, что продолжительность определяется возможностями системы жизнеобеспечения лаборатории «Тяньгун-2», которые, как и на первом «Тяньгуне», не являются регенеративными и имеют ограниченный ресурс. Как следствие, чтобы достичь необходимой продолжительности полета, пришлось пойти на сокращение экипажа с трех до двух человек. Чжан Байнань заверил читателей, что на будущей китайской космической станции регенеративная СЖО будет, но вопрос о летных испытаниях ее компонентов остается открытым.

В это же самое время, только 2 марта, Чжу Цунпэн сообщил, что необходимый набор припасов привезет с собой экипаж «Шэньчжоу-11». Поскольку корабль будет летать вдвое дольше, чем два предшествующих, и необходимо создать космонавтам более комфортные условия, пришлось зна-

чительно увеличить массу доставляемого груза. Опять же это стало возможным за счет сокращения экипажа до двух человек.

В апреле 2017 г. с космодрома Вэньчан на ракете CZ-7 №Y2 должен быть запущен первый китайский грузовой корабль «Тяньчжоу-1». После стыковки его с «Тяньгуном» будет произведена дозаправка баков лаборатории доставленными компонентами топлива. С учетом этого плана «Тяньгун-2» запущен с половинной заправкой, в отличие от «Тяньгуна-1», который нес более 1000 кг компонентов топлива. Экономленная масса позволила разместить на борту большее количество научной аппаратуры и увеличить запасы расходуемых материалов для экипажа.

### Конструкция

Как и его предшественник, «Тяньгун-2» разработан Китайской исследовательской академией космической техники CAST при активном участии Шанхайской исследовательской академии космической техники SAST, которая отвечала за ресурсный модуль и ряд систем.

«Тяньгун-2» представляет собой посещаемый космический аппарат со стартовой массой около 8600 кг, с расчетным сроком активного существования не менее двух лет и ожидаемым — не менее пяти лет. Конструктивно лаборатория состоит из двух цилиндрических модулей: экспериментального (жилого) диаметром 3.35 м и ресурсного (приборно-агрегатного) диаметром около 2.80 м. Общая длина КА «Тяньгун-1» составляет 10.4 м, максимальный поперечный размер по солнечным батареям — 18.4 м. Указанные параметры почти не изменились по сравнению с «Тяньгуном-1».

Экспериментальный модуль (实验舱, *шиянь цан*) со свободным объемом 15 м<sup>3</sup> может обеспечивать жизнь и работу двух космонавтов в течение 30 суток. Система жизнеобеспечения поддерживает необходимый состав атмосферы, влажность и температуру в его герметичной части. Температура во время нахождения на борту экипажа будет сохраняться в пределах от +22 до +24°C, влажность — от 45 до 55%. Детектор вредных примесей может обнаруживать до 20 опасных газов, а также наличие микробов.

Во время полета «Шэньчжоу-11» экипаж будет жить главным образом в «Тяньгуне» в объеме, соответствующем малогабаритной кухне в доме советской постройки. Разработчики приняли меры к тому, чтобы повысить качество жизни, снизить нагрузку, улучшить условия для сна, создать богатые возможности для отдыха. В некоторых аспектах проект жилого модуля был полностью пересмотрен.

Гермообъем разделен на рабочую зону и две небольшие каюты в передней части, по сторонам от стыковочного узла. Рабочая зона представляет собой проход прямоугольного сечения высотой 2.0 м, шириной 1.8 м и длиной около 4 м между стойками с аппаратурой. В ней смонтирован складной многофункциональный стол для еды, чтения и работы, а также тренажеры для поддержания физической формы — беговая дорожка, велоэргометр и акупунктурный массажер.

Мягкий матерчатый пол отсека заменили на твердый, окрашенный в белый цвет с серыми пятнышками, чтобы избежать визуальной усталости. Светильники сделаны регулируемые и прикрыты абажурами бежевого цвета. Смонтированы поручни для удобства перемещения по кабине, а на поясах космонавтов будут два фиксирующих кольца, что позволит освободить руки.

Усовершенствована система связи. На первом «Тяньгуне» ЦУП мог лишь отправлять космонавтам электронную почту; на втором можно будет не только отправлять и принимать почту, но и обмениваться видео- и аудиофайлами, смотреть земные телепередачи и фильмы и разговаривать с родными. Беспроволочные гарнитуры позволят вести связь из любой точки модуля, слушать музыку через bluetooth-интерфейс, а также слышать сигналы аварийного оповещения. В каютах имеются индивидуальные светильники. Приняты меры для снижения шума до 50 дБ.

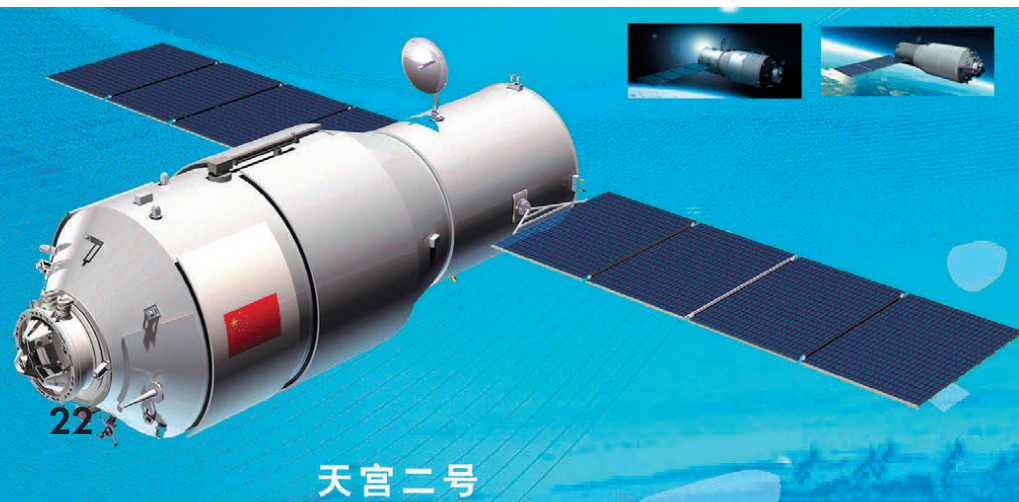
«Хотя объем лаборатории составляет всего 15 м<sup>3</sup>, мы разумно спроектировали его, так что у космонавтов будет теплая и уютная атмосфера, что поможет им успешно завершить 30-суточный полет», — говорит Чжу Жунпэн.

Центральная вычислительная машина и часть бортовых приборов КА «Тяньгун-2» разработаны в Сиане, в 771-м институте 9-й академии CASG, а устройство хранения данных большой емкости — в 704-м институте. На основе последнего сформирована система хранения, распределения и выдачи данных, обеспечивающая запись и сохранение информации от различных источников без потерь. Бортовой компьютер работает под управлением операционной системы sрасе0S2 собственной разработки.

Бортовая аппаратура систем управления данными, электропитания, терморегулирования организована по модульному принципу, что облегчает обслуживание и замену блоков.

Хвостовая часть экспериментального модуля представляет собой негерметичный конический переходник, в объеме которого установлена научная аппаратура.

Снаружи большая часть цилиндрической поверхности модуля прикрыта панелями противометеоритной защиты. На переднем днище установлен осевой стыковочный узел андрогинного типа с тремя направляющими лепестками для причаливания кораблей «Шэньчжоу» и люком диаметром 0.8 м для внутреннего перехода. Вокруг кольца стыковочного узла размещаются средства обеспечения стыковки — мишень типа «крест», фары, радиотехнические и оптические средства измерения взаимного положения лаборатории и корабля и блок угловых отражателей для лазерного дальномера.



天宫二号



На zenithной части жилого отсека смонтирован экспериментальный манипулятор (机械臂, *цзисе би*), позволяющий проводить перемещение грузов и обслуживание устройств на внешней поверхности.

«Тяньгун-2» оснащен четырьмя контрольными камерами, из которых две установлены снаружи, а две – внутри экспериментального отсека. Последние оснащены сверхширокоугольными объективами и дают более естественные цвета.

Ресурсный модуль (资源舱, *цзыюань цан*) содержит аппаратуру служебных систем, в первую очередь электропитания, ориентации и связи. Корпус модуля изготовлен с использованием алюминий-литиевого сплава. На левом и правом бортах, по II и IV плоскости, смонтированы приводы двух полужестких четырехсекционных панелей солнечных батарей суммарной мощностью 3500 Вт, а в корпусе модуля – аккумуляторные батареи никельметаллогидридного типа. Напряжение бортовой электросети – 100 В. На zenithной поверхности находятся два звездных датчика и ориентируемая антенна для связи с Землей через геостационарный спутник-ретранслятор.

Определение текущей ориентации КА осуществляет блок из шести волоконно-оптических гироскопов, разработанный в 13-м институте 9-й академии. Шесть силовых гироскопов (гироскопов) массой около 50 кг каждый, созданные 502-м институтом CAST, накапливают момент до 200 Н·м·с и служат для задания и поддержания требуемого положения КА в пространстве.

В хвостовой части модуля размещена двигательная установка с двумя маршевыми двигателями тягой по 50 кгс (490 Н). Четыре бака, вмещающие до 1400 кг компонентов топлива, имеют внутри металлические диафрагмы для разделения жидкости и газа и могут быть дозаправлены в полете. Перекачка компонентов из грузового корабля осуществляется по проложенным через оба объекта магистралям путем вытеснения газом под действием компрессора, для которого 539-й завод 9-й академии изготовил бесщеточный насос высокого напряжения. Это же предприятие создало блок управления перекачкой.

24 двигателя малой тяги установлены следующим образом: четыре блока по два ЖРД, работающих «на разгон», размещены на торце модуля; на цилиндрической поверхности установлены еще четыре таких блока для разворотов по тангажу и рысканью, и там же – два блока по четыре ЖРД для разворотов по крену.

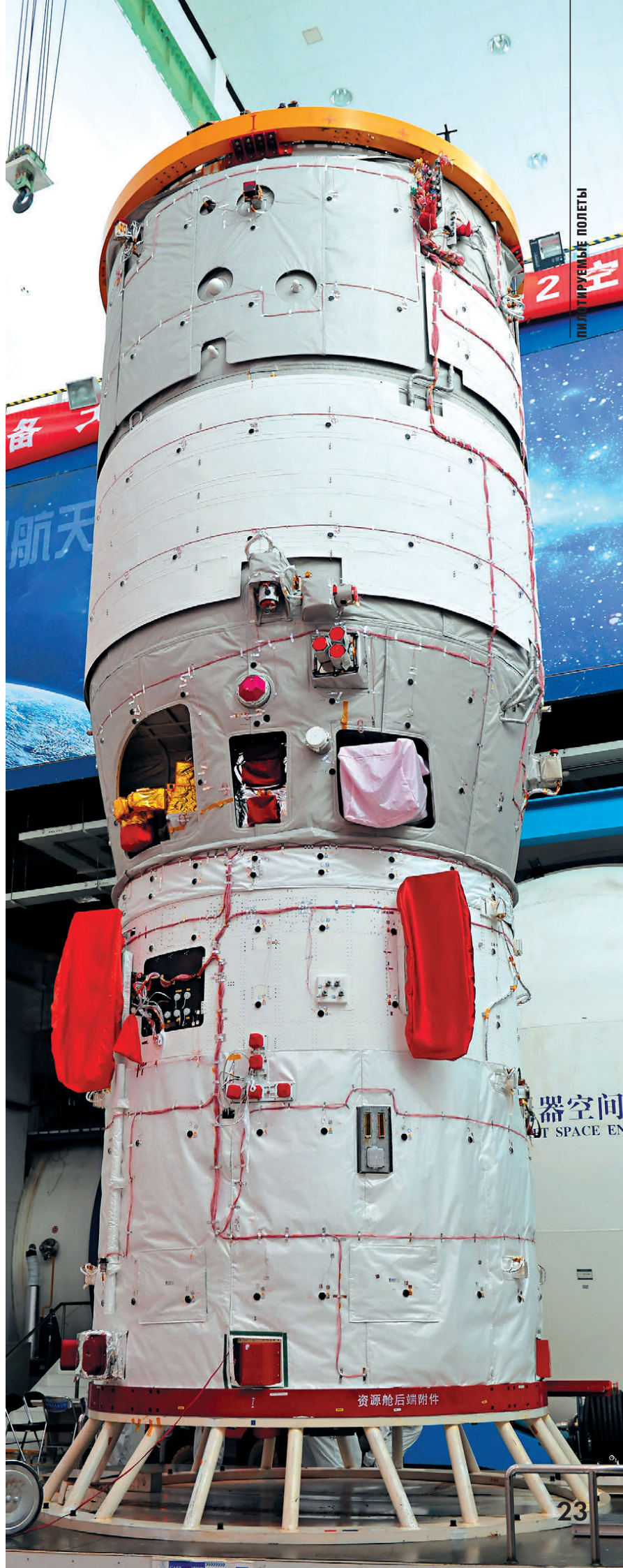
Лаборатория штатно совершает полет в режиме орбитальной ориентации экспериментальным модулем вперед. Возможны и другие режимы, например с отклонением по оси рысканья.

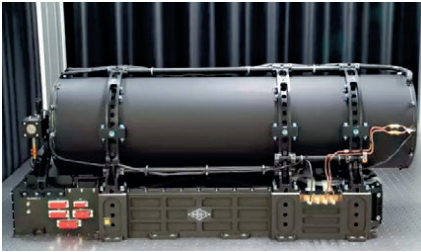
### Научная аппаратура

За программу научных исследований на «Тяньгун-2» в целом отвечает Инженерно-технический центр космических приложений Китайской АН. Полезная нагрузка состоит из 51 прибора, с помощью которых на втором «Тяньгуне» предполагается провести в общей сложности 14 экспериментов в таких областях, как физика микрогравитации, физика жидкости, космическое материаловедение, космическая биология и медицина, космическая астрономия, мониторинг космической среды, наблюдения и прикладные исследования Земли и испытания новых технологий.

Аппаратура для 12 из 14 экспериментов поставлена институтами Китайской АН, два из них являются международными. Лишь несколько экспериментов требуют непосредственного вмешательства космонавтов.

◆ Бортовой стандарт частоты на холодных атомах. Эти «часы» с лазерным охлаждением атомов рубидия имеют нестабильность порядка  $10^{-16}$ , что соответствует ошибке в 1 секунду за 30 млн лет. Примерно  $10^6$  «охлажденных» до температуры в несколько микрокельвинов атомов движется в сверхчистом вакууме микроволновой полости намного медленнее, чем в обычных условиях, причем с постоянной скоростью. Время их взаимодействия с микроволновым излучением значительно увеличивается, ширина линии





Рамзья уменьшается до 0.1–0.2 Гц, что позволяет достичь уникальной стабильности атомного стандарта частоты.

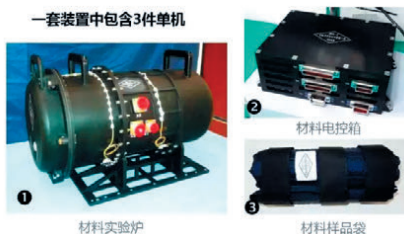
Было предложено несколько экспериментов такого рода, в том числе ACES (Atomic Clock Ensemble in Space), аппаратура которого должна быть доставлена на МКС в 2017 г. Однако команда Шанхайского института оптики и точной механики СИОМ под руководством академика Вана Юйчжу и профессора Лю Ляна успела подготовить свой эксперимент CASES (Cold Atom Clock Experiment in Space) раньше европейской группы.

В случае успеха летных испытаний подобные приборы предполагается применить в космических навигационных системах, что позволит на один-два порядка уменьшить составляющую ошибки местоопределения, связанную с погрешностью во временной привязке навигационного сигнала. Они также станут средствами научных исследований в области подтверждения общей теории относительности, измерения фундаментальных констант и т.п.

◆ Эксперимент по термокапиллярной конвекции в жидкостном мостике с высоким числом Прандтля имеет целью изучение стабильности конвекции при указанных условиях и механизма ее неустойчивости. Эксперимент поставлен Институтом механики, как и сходный по задачам опыт на КА «Шичзянь-10». Масса прибора – 13 кг. Ученые имеют возможность следить за поведением жидкости и управлять ходом эксперимента в созданной в центре управления полезной нагрузкой среде виртуальной реальности. Экипаж в конце экспедиции должен изъять образцы для доставки на Землю.

◆ Интегрированная печь для экспериментов по материаловедению MPPF (Multiple-sample Materials Processing Furnace) будет использоваться для изучения физических и химических процессов производства, получения полупроводниковых оптоэлектронных материалов, металлических сплавов с уникальными свойствами, метастабильных материалов, ряда новых экспериментов с однокристалльными, микро-, нано- и композитными материалами. Понимание законов и механизмов, действующих в невесомости, позволит в будущем получать высококачественные образцы космических материалов.

Экспериментальная аппаратура общей массой 27.6 кг создана Шанхайским инсти-



тутом силикатов при участии еще нескольких исследовательских учреждений и состоит из трех устройств – вакуумной печи, блока управления и укладки для образцов. Печь потребляет до 200 Вт и может поддерживать температуру от +500° до +950°С со стабильностью на уровне  $\pm 0.5^\circ$ . Револьверный механизм позволяет последовательно обработать в автоматическом режиме шесть цилиндрических образцов диаметром 16 мм и длиной 260 мм, причем скорость подачи составляет от 0.5 до 100 мм/час, а максимальная глубина подачи – 178 мм. Космонавтам придется дважды открыть крышку устройства, чтобы заложить новые наборы образцов и запустить еще два цикла, и забрать образцы с собой на Землю.

Из 18 образцов шесть предназначены для измерения термофизических свойств, а 12 – собственно для экспериментов. Среди них – поликристаллический теллурид цинка для терагерцовой техники, тройные и четверные термоэлектрические материалы (Bi-Te-Se, Bi-Te-Sb, Bi-Te-Se-I), люминесцентные кристаллы CsI, композиты с металлической матрицей SiC/Zn, тонкие ферроэлектрические пленки, монокристаллы In-Te-Sb для ИК-детекторов, магнитные полупроводники на In-Mn-Sb и т.п.



◆ Инкубатор высших растений предназначен для изучения их цикла развития в невесомости на примере арабидопсиса и риса, а также механизмов регуляции, связанных с продолжительностью светового дня. Эксперимент поставил Шанхайский институт физиологии и экологии растений, установка и контейнер для доставки образцов на Землю созданы в Шанхайском институте технической физики. Инкубатор позволяет не только культивировать растения «от семени до семени», обеспечивая их освещением и поливом и регулируя температуру, но и вести съемку. Установка оснащена тремя камерами, две из которых снимают в видимом диапазоне, а третья регистрирует флуоресценцию особого белка в клетках, сигнализирующую об экспрессии генов.

Эксперимент требует активного участия космонавтов – им предстоит в конце полета «Шэньчжоу-11» изъять из установки контейнер с арабидопсисом и забрать его с собой. Однако он начнется еще до запуска пилотируемого корабля в момент выгрузки питательного раствора в грунт и подачи освещения и продолжится с оставшимися растениями после ухода экипажа. Общая расчетная продолжительность работы – шесть месяцев.

◆ Экспериментальный космический терминал квантового распределения ключей на «Тяньгун-2» имеет те же цели, что и аналогичная аппаратура на беспилотном КА «Мо-цзы» (HK № 10, 2016). Его также предложил академик Пань Цзяньвэй, а аппаратура создана коллективом Шанхайского исследовательского института Китайского универси-



тета науки и техники USTC совместно с Шанхайским институтом технической физики. Устройство смонтировано в правой надирной нише негерметичного переходного отсека между экспериментальным и ресурсным модулями лаборатории. Оно обеспечивает высокоточное (лучше 10 мкрад) наведение на наземную обсерваторию с метровым телескопом и передачу по оптическому каналу поляризованных фотонов для формирования уникального ключа цифрового шифрования со скоростью до 3 кбит/с. Блок лазерной связи, являющийся составной частью установки, обеспечивает также сброс информации со скоростью 1.6 Гбит/с.

Теорема о невозможности клонирования гарантирует невозможность копирования ключа и абсолютную стойкость сообщения, зашифрованного с его использованием, что позволяет также решить проблемы аутентификации и цифровой подписи. Эксперимент послужит основой для организации квантовых сетей связи на большой площади, вплоть до практического глобального покрытия с целью подтверждения заявленных характеристик.

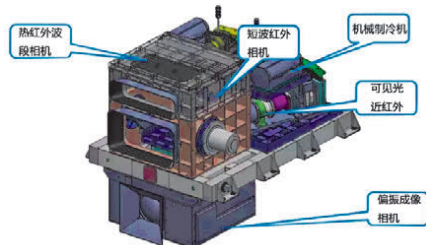
◆ Видовой интерферометрический радар-высотометр InIRA (Interferometry Imaging Radar Altimeter, известен также как 3DLA) представляет собой первый в мире трехмерный радиолокационный высотометр, использующий две антенны Ku-диапазона на надирной стороне лаборатории для интерференционной съемки в широкой полосе. Работая круглосуточно и в любых метеословиях, прибор будет вести измерения уровня морской поверхности, высоты волн и скорости приповерхностных ветров. Разрешение в полосе шириной 30 км составляет 100×100 м, точность измерений – 10 см по высоте и 2 м/с по скорости. Инструмент также может использоваться для вычисления глубин, измерения топографии суши и построения трехмерных карт. Его данные необходимы для изучения глобальных климатических изменений и состояния окружающей среды. Научный руководитель эксперимента – академик Цзян Цзиншань. Прибор разработан 55-м институтом Китайской корпорации электронной техники при участии ряда других предприятий.

◆ Интегрированная аппаратура точного определения орбиты предназначена для определения параметров орбиты и текущего времени с высокой точностью. Этот эксперимент имеет целью привязку данных нескольких других, и в первую очередь – трехмерного высотометра. В последующем подобная аппаратура будет использоваться на китайской космической станции и других крупных КА.

◆ Многоугольный поляризационный и широкополосный видовой спектрометр MSI (Multi-angle Polarization and Wide-band

Spectral Imager) позволяет вести съемку океанов, атмосферы и суши с измерением поляризационных и спектральных характеристик в интересах мониторинга природной среды, сельского и лесного хозяйства, изучения глобальных изменений климата и т.п. Это прибор следующего поколения по отношению к видоному спектрометру умеренного разрешения SMODIS, испытанному на беспилотном корабле «Шэньчжоу-3». Инструмент имеет две основные задачи: определение температуры и цветности океана, количества взвесей и хлорофилла в морской воде; поляризационные наблюдения атмосферы с обнаружением перистых облаков, аэрозолей и других подобных образований, включая определение концентрации, размеров и состава капель и пылевых частиц.

Инструмент разработан в Шанхайском институте технической физики как комбинация двух отдельных приборов и имеет восемь каналов, из которых три работают в видимом и ближнем ИК-диапазоне (VNIR), два в коротко- и длинноволновом ИК (SWIR, LWIR), два в тепловом ИК (TIR) и один – поляризованный канал видимого диапазона. На «Тяньгун-2» он смонтирован в центральной надириной нише.



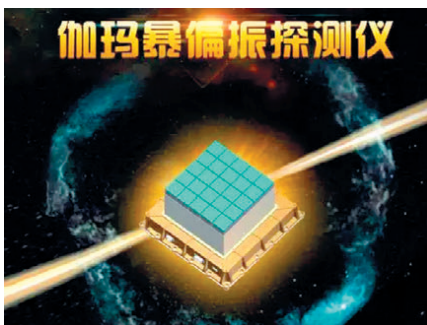
Поле зрения широкополосного прибора составляет 42° при ширине полосы 300 км. Гиперспектрометр VNIR-диапазона имеет пространственное разрешение 100 м и спектральное 5–10 нм, детекторы SWIR и LWIR имеют приемную линейку из 1600 элементов, обеспечивая разрешение 200 м. Приемник теплового диапазона состоит из 800 элементов и обеспечивает разрешение 400 м и регистрацию перепадов температуры 0.025°, причем механический холодильник поддерживает температуру детекторов на уровне -200°С. Многоугольный поляриметр имеет сверхширокополосную оптику с углом 87.6° и ширину полосы 770 км при разрешении 3 км, позволяя работать в 12 вариантах поляризации с точностью до 2%. Поля зрения отдельных каналов прибора расположены так, что можно одновременно получить изображения, спектры и поляриметрическую информацию по одной и той же цели с частотой до 30 раз в секунду.

◆ Ультрафиолетовый лимбовый прибор UVL (UV Limb Sounder) создан в Чанчунском институте оптики, механики и физики и представляет собой многодиапазонный видовой УФ-спектрометр для изучения вертикальной структуры и трехмерного распределения плотности атмосферы, озона, аэрозолей и других малых примесей с высоким пространственным и временным разрешением. Его данные позволят изучать процессы в атмосфере, искать корреляцию между солнечной активностью и климатом. В состав прибора входят два наружных блока, один из которых – кольцевой датчик RI (Ring Imager)



с полем зрения 360°, тремя узкополосными каналами на 265, 295 и 360 нм и разрешением 4 км – установлен на надириной поверхности «Тяньгуна» рядом с лазерным ретро-рефлектором. Фронтальный датчик FI (Front Imager) ведет наблюдение в направлении полета КА, имея поле зрения 0.05×3.3°, спектральный диапазон 280–1000 нм, наилучшее спектральное разрешение 1.8 нм и пространственное разрешение 4 км.

◆ Детектор поляризации гамма-всплесков «Тяньци» (天极, известен также как POLAR) разработан в рамках международной программы учеными Института физики высоких энергий Китайского АН, Университета Женьчэна и Института Пауля Шеррера (Швейцария) и Национального центра ядерных исследований (Польша). Прибор состоит из внешнего детектора OBOX и внутреннего блока электроники IBOX. Детектор OBOX имеет в своем составе 1600 пластиковых сцинтилляционных ячеек в 25 сборках, причем информация о поляризации жесткого рентгеновского и гамма-излучения извлекается из пространственной картины срабатывания отдельных элементов вследствие комптоновского рассеяния. Инструмент с полем зрения 70×70° работает в диапазоне 50–500 кэВ и обладает рекордной чувствительностью, обнаруживая поляризацию на уровне ниже 10%. За два года работы он должен зарегистрировать порядка сотни гамма-всплесков.



Поляриметрия транзитных событий должна стать новой ветвью гамма-астрономии. Применительно к гамма-всплескам, источником которых считаются релятивистские джеты черных дыр, в поляризации входящих квантов «записана» информация о материале джета и структуре магнитного поля в его окрестностях. Ученые надеются, что высокоточная регистрация поляризации гамма-всплесков позволит прояснить их механизм и сделать выводы о структуре, происхождении и эволюции Вселенной. Инструмент будет также использоваться для изучения солнечных вспышек.

◆ Монитор космической среды представляет собой набор датчиков для регистрации условий, в которых совершается полет «Тяньгуна». В состав этой аппаратуры входит панорамный детектор заряженных частиц

для регистрации потока и спектра энергий электронов, протонов и ядер с 16 отдельных пространственных направлений доступной полусферы, а также датчик плотности и состава верхней атмосферы и их изменений во времени и в пространстве, позволяющий отслеживать эффекты «загрязнения» космической среды, вызванные атомарным кислородом и другими факторами. Аппаратура создана в Исследовательской лаборатории комической среды Национального центра космической науки на базе аналогичной системы, установленной на первом «Тяньгуне».

◆ Спутник сопровождения ВХ-2 (伴随卫星, баньсуй вэйсин) будет выведен с борта ТГ-2 с целью отработки отделения и совместного полета с лабораторией и обеспечения плана испытаний, включая съемку с высоким разрешением стыковки «Шэньчжоу-11» и мониторинг потенциально опасных объектов, например космического мусора. Аппарат, разработанный Шанхайским техническим центром микроспутников, оснащен камерой высокого разрешения (примерно 6000×4000 элементов) видимого диапазона, инфракрасной камерой и камерой с объективом типа «рыбий глаз». Во время запуска спутник-попутчик находится в левой надириной нише переходного отсека, а после отделения осуществляет маневрирование с помощью аммиачного двигателя малой тяги (0.5 Н).

◆ В Институте точного приборостроения Тяньцзиньского университета под руководством Мин Дуна разработана и установлена на «Тяньгун-2» первая в мире экспериментальная система взаимодействия между мозгом человека и компьютером, позволяющая вызывать определенные действия буквально силой мысли, проявляющейся в опознаваемых особенностях электроэнцефалограммы. Она создавалась начиная с марта 2012 г. как развитие двух созданных ранее идиодинамических искусственных нейронных роботизированных систем «Шэньун-1» и «Шэньун-2» и защищена 64 патентами. Предполагается, что космонавты не только проведут эксперименты с новой системой, но и смогут легче выполнять предусмотренные программой задачи, а ученые смогут контролировать их неврологические функции. В будущем, убеждены постановщики, подобные системы станут высшей формой человеко-машинной связи.

◆ Национальный центр космических исследований CNES, университеты Анжера и Тура (Франция) и Центр подготовки космонавтов Китая в рамках франко-китайского соглашения поставили на «Тяньгун-2» эксперимент Cardiospace по изучению адаптации сердечно-сосудистой системы человека к условиям космического полета, который является развитием проектов Cardiolab и Cardiomed, реализованных на МКС. Эксперимент Cardiospace сфокусирован главным образом на влиянии условий микрогравитации на микро- и макроциркуляцию. Для измерений будут использоваться большой комплекс аппаратуры, включая два холтеровских датчика (Spiderview и Tonoport V), доплеровский лазер и ультразвуковой сканер.

Вне официальной программы «Тяньгун-2» несет три экспериментальных устройства, победивших в конкурсе проектов в области космической науки и техники среди учащихся средних классов школ Гонконга.

# «Есть ли у Вас план, мистер Маск?»

– Вперед, на Марс!  
Ф.А.Цандер

– Всё страньше и страньше!  
Льюис Кэрролл. «Алиса в Стране чудес»

**И. Афанасьев, Д. Воронцов специально для «Новостей космонавтики»**

27 сентября на 67–м Международном астронавтическом конгрессе IAC-2016 (International Astronautical Congress) в мексиканской Гвадалахаре главный исполнительный директор и главный конструктор компании Space Exploration Technologies Corporation (SpaceX) Элон Маск (Elon Musk) презентовал Межпланетную транспортную систему ITS (Interplanetary Transport System) для колонизации Марса и изложил свое видение данного процесса.

## Презентация: достичь и преодолеть...

Надо отдать должное: Маск-шоумен держал публику в напряжении несколько месяцев, заранее объявив о своих планах обнародовать концепцию колонизации Марса и технических средств для ее осуществления на IAC-2016\*. И хотя глава SpaceX еще два года назад объявил о начале работ по сверхтяжелой ракете BFR (в приемлемом варианте – Big Falcon Rocket) и кораблю МСТ (Mars Colonial Transport), до самого последнего времени никаких подробностей о проекте не публиковалось. Было известно лишь, что эта чудовищно огромная система будет оснащена двигателями Raptor\*\*, работающими на жидком кислороде (ЖК) и жидком метане (ЖМ), и сможет отправлять на Марс «в один присест» порядка ста колонистов.

Два года эксперты и наблюдатели спекулировали на тему BFR-МСТ на различных интернет-сайтах. Ажиотаж, вспыхнувший в последние дни ожидания презентации, был частично удовлетворен коротким видеороликом, выложенным в Интернет буквально за пару часов до выступления главы SpaceX.

Задержавшись с выходом на подиум примерно на час и обеспечив сбор всех любопытных у мониторов (к слову, в России уже была ночь), Маск начал презентацию, сопровождавшуюся качественно выполненными слайдами. Первая часть выступления была мотивационной – он пытался поставить и обосновать цель колонизации. «Сегодня полет на Марс и жизнь на Красной планете кажутся нам невозможными, однако мы должны сделать эту мечту реальностью за время нашей жизни. Любой

человек, который пожелает отправиться на Марс, должен иметь такую возможность. Не хочу быть плохим пророком в своем отечестве, но в будущем Земля, вероятно, переживет катастрофу и мы вымрем. Для человечества есть и альтернатива – стать космическим видом», – призвал Маск не без алармистских ноток.

Соответственно в качестве цели Маск указал создание марсианского города, где люди могли бы жить, чтобы человечество точно стало «мультипланетарной цивилизацией». Почему именно Марс? Да все просто: на Меркурии и Венере слишком жарко, а на спутниках планет-гигантов, напротив, чересчур холодно, и до них очень далеко. Луна слишком близко к Земле и это всего лишь спутник – здесь невозможно создать самоподдерживающуюся колонию.

Площадь поверхности Марса сопоставима с площадью земной суши: 144.8 и 148.9 млн км<sup>2</sup> соответственно. Кроме того, по мнению Маска, Красная планета обладает достаточными ресурсами, чтобы обеспечивать колонию: она довольно холодна, но еще близка к Солнцу, у нее есть атмосфера с составом, приемлемым для выращивания растений на поверхности. Гравитация – чуть меньше земной. «У нас 7 млрд человек на Земле и ноль на Марсе – это предстоит изменить!» – заявил докладчик.

Далее Маск отметил, что существующие технологии не позволяют достичь поставленной цели в основном из-за чрезмерной стоимости одноразовых транспортных средств. По мнению руководителя SpaceX, максимум, на что способны имеющиеся технологии, – это доставить на Марс 12 человек по цене 10 млрд \$ за один билет. Естественно, такие показатели ставят на мечте крест. Чтобы реализовать ее, по мнению Маска, необходимо снизить стоимость путешествия хотя бы до уровня 200 тыс \$ – цены среднего дома в США. Тогда «множества» тех, кто желает полететь, и тех, кто может позволить себе такой полет, пересекутся, создав платежеспособный спрос на колонизацию Марса!

Снижение цены билета в 50 000 раз (докладчик сказал «на 5 000 000 %», что есть математический нонсенс) Маск считает вполне возможным, и приводит рецепт «счастья» из четырех ингредиентов:

- ◆ полная многоразовость транспортных средств;
- ◆ заправка на орбите;
- ◆ производство топлива для обратного полета на Марсе;
- ◆ выбор «правильного» топлива.

В качестве довода в пользу многоразовости Маск привел сильно заезженный, но очень наглядный пример: если построить

\* Еще в январе этого года на конференции Startmeup в Гонконге Маск пообещал описать архитектуру системы для создания поселения на Марсе.

\*\* Первоначально так назывался проект кислородно-водородного двигателя большой тяги, анонсированный в 2009 г. директором SpaceX по развитию гражданского бизнеса Максом Возоффом (Max Vozoff) на Конгрессе по коммерческой доставке грузов и экипажей.



одноразовый Boeing 737 (цена 90 млн \$), то цена билета будет полмиллиона долларов, а с учетом многократного использования можно добраться из Лос-Анжелеса в Лас-Вегас всего-то за три «бакса»!

По его плану, космический корабль должен совершать регулярные рейсы на Марс каждые два года. Дозаправка его на орбите необходима для ограничения размеров и стоимости системы. Отказ от орбитальной дозаправки, по оценкам Маска, приведет к необходимости создания транспортной системы, которая имеет три, а не две ступени и по массе превышает ITS в 5–10 раз. Рост размерности системы приведет к пропорциональному росту стоимости разработки и изготовления. «[Корабль] нужно заправлять на орбите – мы сможем максимально увеличить массу груза, который надо доставить на Марс. Заправка на орбите снизит стоимость полета в 3–5 раз! Это также позволит нам строить более компактные грузовые корабли. Многократное использование и дозаправка на орбите позволит использовать этот корабль в 2–3 раза чаще. А если корабль будет служить только для того, чтобы добраться до Марса и не возвращаться, это поднимет стоимость полета в 5 раз. Значит нам надо наладить добычу топлива на Марсе и отправлять корабли обратно», – обнадешил докладчик.

**Табл. 1. Оценка топливных пар**

Критерий	Оценка топливной пары		
	ЖК-керосин	ЖК-ЖВ	Перехлажденные ЖК-ЖМ
Размер носителя	Хорошо	Плохо	Хорошо
Стоимость топлива	Приемлемо	Плохо	Хорошо
Влияние на многоразовость	Приемлемо	Хорошо	Хорошо
Возможность производства на Марсе	Очень плохо	Приемлемо	Хорошо
Возможность передачи на орбите	Приемлемо	Плохо	Приемлемо

Соответственно, по мнению Маска и разработчиков SpaceX, «правильным топливом» является пара «жидкий кислород – жидкий метан». Сей выбор был обоснован следующими доводами: «Вот характеристики трех основных кандидатов на топливо (табл. 1). Нефти на Марсе нет, хранить водород там технически очень сложно, ему требуются очень низкие температуры. Идеальным в итоге выглядит использование метана».

Затем Маск приступил к презентации собственно ITS, концепция которой полностью соответствует его воззрениям. Межпланетная транспортная система ITS состоит из трех основных «летных» компонентов: многоразового ускорителя (первая ступень), пилотируемого космического корабля и танкера. Последние два изделия выполнены в одном внешнем контуре и интегрированы со второй ступенью системы. Опишем компоненты подробнее.

Первая ступень (бустер) рассчитана на 1000 полетов. Если не считать колоссальных размеров, то она имеет вполне привычную компоновку с баками окислителя (вверху) и горючего (внизу), отделенными друг от друга совмещенным днищем. В хвостовой части ускорителя установлены 42 (!) «Раптора» суммарной тягой около 13 000 тс: один установлен в центре, остальные расположены тремя концентрическими кругами по шесть, четырнадцать и двадцать один двигатель соответственно. Семь центральных качаются в

кардане, остальные неподвижны. Каждый двигатель развивает тягу у Земли около 310 тс, а в вакууме – 334 тс при давлении в камере сгорания около 300 атм. Удельный импульс составляет 334 сек на уровне моря и 361 сек в пустоте. В ускоритель длиной 77.5 м и диаметром 12 м заливают 6700 т топлива, а его сухая масса равна 275 т.

Пилотируемый компонент системы рассчитан на 12 полетов и выполнен в виде аппарата с несущим корпусом. Основу его конфигурации составляет цилиндрический топливный отсек диаметром 12 м и оживальная носовая часть с экипажем и грузами. Несущие свойства корпусу придают три «гелеобразных» поверхности, в нижней части которых расположены посадочные опоры. Максимальный поперечник корабля достигает 17 м, а длина – 49.5 м.

В хвостовой отсеке расположена двигательная установка, состоящая из шести «Рапторов» с высотными соплами (расположены по периферии) и трех «земных», аналогичных двигателям первой ступени (расположены по центру и используются при торможении и мягкой посадке). Каждый высотный Raptor развивает максимальную

тягу около 357 тс и обладает удельным импульсом 382 сек. Запас топлива на борту корабля, совмещенного со второй ступенью, достигает 1950 т, масса конструкции – 150 т, а доставляемая на низкую орбиту полезная нагрузка – 300 т, включая топливо, грузы и экипаж численностью свыше 100 человек. После орбитальной дозаправки корабль способен доставить себя и 300 т полезного груза на Марс.

Внешне корабль напоминает странные конструкции, которыми иллюстрировали научно-фантастические книги начала 1950-х годов. Подробного описания интерьеров Маск не привел, в презентации показано лишь, что обитаемый объем – многоярусный, с центральным «каналом»\*. На боковой поверхности – четыре ряда многочисленных иллюминаторов, а в носовой части – остекление большой площади.

Танкер по габаритам идентичен пилотируемому кораблю, но отличается меньшей сухой массой – всего 90 т, большей заправкой – 2500 т и соответственно способностью доставлять на

низкую орбиту 380 т топлива. Один танкер может осуществлять 100 полетов, пяти рейсов достаточно для заправки корабля.

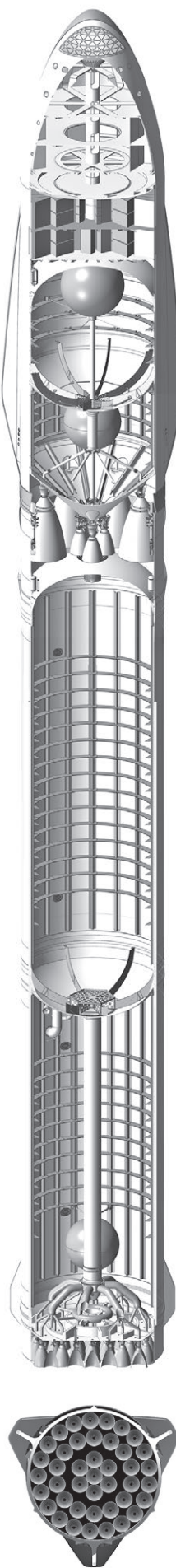
Все компоненты ITS выполнены из углерод-углеродного композита, включая баки с криогенными компонентами. Система наддува – испарительная: емкость окислителя наддувается газифицированным кислородом, горючего – газифицированным метаном. Общая стартовая масса ITS – около 10 500 т при высоте 122 м. В одноразовом варианте система способна вывести на низкую околоземную орбиту до 550 т полезного груза.

Как же функционирует ITS? В презентации на эту тему был показан ролик, о котором упоминалось вначале. Здесь было на что посмотреть! Сначала дана панорама стартового комплекса (разумеется, это LC-39A на мысе Канаверал – откуда же стартовать к Марсу, как не с площадки, отправившей на Луну Apollo 11!), сильно измененного (это же будущее!): возле высоченной (и очень красиво «зализанной») башни обслуживания стоит величественный ITS, несколько левее дожидается своей очереди танкер. По галерее, выдвинутой из башни обслуживания и состыкованной с кораблем, проходят межпланетные путешественники.

Время приближается к старту, запускается водная система шумоглушения, запускаются 42 мотушки «Раптора» – и ракета легко покидает пусковое устройство. Выработав 93% топлива, бустер берет курс на космодром. Полет домой нам уже знаком по успешным – и не очень – посадкам первой ступени Falcon 9. Но, в отличие от них, будущий «монстр» ракетного мира садится точнехонько на стартовый стол! «В наших планах научиться сажать первую ступень буквально туда, откуда ракета взлетала», – сообщает Маск.

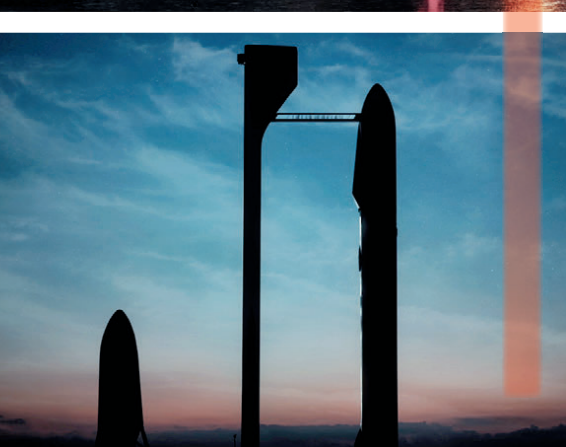
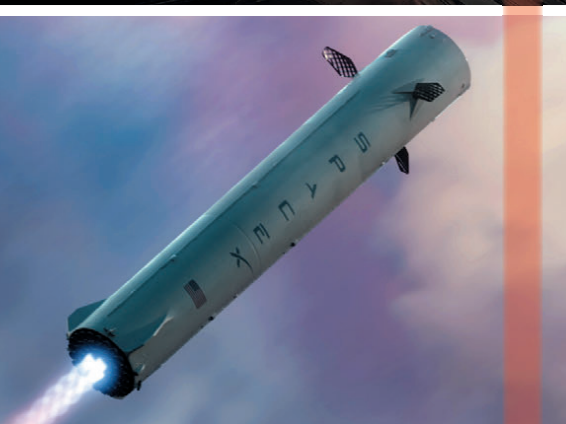
Зачем? А потому, что нужно спешить: корабль с экипажем уже находится на опорной орбите, дожидаясь танкеров. И поэтому на стартовом столе LC-39A кипит работа. Из башни обслуживания выдвигается стрела крана, цепляет танкер за верхушку и водружает его на только что приземлившийся бустер. Система заправляется топливом – и в путь! На орбите танкер стыкуется с пилотируемым кораблем, дозаправляет его и возвращается назад, и так пять раз.

Наконец заправленный «под завязку» корабль включает двигатели и уходит к Марсу.



▲ Межпланетная транспортная система

\* Говорят, что для удобства пассажиров кабина будет «оборудована баром и кинотеатром».



Из хвостовой части аппарата выдвигаются два огромных «веера» солнечных батарей, вырабатывающих 200 кВт\* электроэнергию. Межпланетчики начинают свой путь. Кстати, первому аппарату, который совершит исторический полет, Маск предлагает дать название «Золотое сердце» (Heart of Gold) – так назывался корабль из знаменитой серии книг Дугласа Адамса «Автостопом по галактике».

Отлет осуществляется по «быстрой» траектории\*\*, из-за чего скорость подхода к Красной планете составит 8.5 км/с – в полтора раза больше той, что бывает при прилете с гоманновского полуэллипса. Чтобы не тратить драгоценное топливо, выход на промежуточную орбиту не предусмотрен: корабль напрямую входит в атмосферу, используя подъемную силу корпуса, при этом его поверхность нагревается до 1750°C. Погасив скорость до местной сверхзвуковой, аппарат разворачивается кормой вперед и переходит на снижение с помощью тяги трех центральных «Рапторов». Перед поверхностью выдвигаются посадочные опоры, мягко касаясь марсианского грунта, – эта часть путешествия закончена!

Открываются люки – и первые марсианские колонисты выходят за пределы кабины, встречая марсианский рассвет. Далее презентация живописует нам Марс из космоса: планета, вращаясь все быстрее, приобретает зеленые и голубые цвета – терраформирование в действии. Человечество получает новый дом!

«Вы видели очень близкий пример того, что мы планируем построить. Это не представление художника – эту систему продумали инженеры SpaceX», – пояснил Маск. По его подсчетам, система способна обеспечить строительство марсианского города с населением в миллион человек.

Удобные окна для старта открываются каждые 26 месяцев. «В идеале к Марсу смогут отправиться с орбиты тысячи кораблей – у нас есть два года, чтобы доставить эти корабли на орбиту и заправить их\*\*\*... Это огромные корабли: каждый вмещает около сотни человек. Мы можем отправить на Марс миллион человек – значит нам понадобится 10 тысяч кораблей. А если мы построим корабль на 200 человек и при этом сможем снизить стоимость полета, то нам будет нужно 5 тысяч кораблей. От 40 до 100 лет понадобится, чтобы построить на Марсе полностью самостоятельную цивилизацию», – прикинул глава SpaceX.

Маск затронул и тему обратного пути, показав слайд со схемой получения горючего и окислителя (метана и кислорода) на поверхности планеты с использованием электролиза марсианской воды и реакции Сабатье (восстановление углекислого газа из атмосферы водородом до метана).

Затем он перешел к деликатной, но очень интересной теме – стоимости межпланетных путешествий. Здесь, по его мнению,

\* 700 кВт – по другим источникам.

\*\* В зависимости от даты старта и скорости отбытия такое путешествие займет от 90 до 150 дней, в среднем – 115 суток, что значительно быстрее гоманновского перелета продолжительностью 250–290 суток.

\*\*\* Стоп-стоп! А пассажиры тоже будут ждать по два года? Так не договаривались...

Табл. 2. Расчет стоимостных параметров марсианских миссий

Показатель	Компонент		
	бустер	танкер	корабль
Затраты на производство, млн \$	230	130	200
Число пусков за срок службы	1000	100	12
Число пусков на одну миссию к Марсу	6	5	1
Средние затраты на межпланетное обслуживание (на один пуск), млн \$	0.2	0.5	10
Общие затраты на одну миссию (включая амортизацию, топливо и обслуживание), млн \$	11	8	43
Итого, млн \$	62		

все классно: стоимость полета не то чтобы «копейки», но вполне умеренная. В доказательство представлена таблица 2.

Из этих цифр Маск вывел стоимость доставки одной тонны груза на Марс (мы помним, на поверхность должно прибыть аж 450 т): всего-то около 140 тыс \$. Отсюда недалеко до цели – 200 тыс \$ за билет до Марса. Стоимость билета в какой-то момент может быть снижена примерно до 100–140 тыс \$, но это будет зависеть от ряда факторов при эксплуатации кораблей.

Откуда же возьмутся деньги на колонизацию? И здесь, по словам Маска, все просто. Во-первых, SpaceX, тратящая сейчас на проект ITS около 10% собственных ресурсов, намерена вложить в разработку деньги, поступающие от NASA по программам CRS. Во-вторых, есть такое явление, как краудфандинг – сбор средств на интересные проекты через Интернет. «Многие состоятельные люди хотели бы вложить свои деньги в создание марсианской колонии при условии сотрудничества со SpaceX, – полагает руководитель компании. – Заинтересованные люди в США вкладывают деньги в интересующий их бизнес. Когда SpaceX покажет, что это не просто мечта, а реальность, способная воплотиться в жизнь, – быстро станет накапливаться общественная поддержка от спонсоров и жителей Земли – мы сможем собрать деньги на эти грандиозные планы».

Чтобы продемонстрировать реальность своих замыслов, Маск смог предъявить и кое-что материальное. Во-первых, за два дня до презентации он отправил в МакГрегора первый опытный Raptor, выполненный по замкнутой схеме «газ – газ», который отработал на стенде несколько секунд. Затем публике было представлено фото гигантского углепластикового бака диаметром 12 м, изготовленного фирмой – партнером SpaceX. Изнутри бак больше похож на купол собора – впечатляющее зрелище, помогающее легче расстаться со своими деньгами.

Для того чтобы показать осуществимость замыслов, Маск вкратце обрисовал путь своей компании. Она начиналась в 2002 г. всего с нескольких человек (снимок группы хипсте-

Финансировать программу колонизации Маск намерен из прибыли компании SpaceX, а также из личного состояния, которое журнал Forbes оценил в 11.4 млрд \$ по ситуации на 2016 год. По его мнению, проект может состояться только при слиянии общественных и частных интересов и средств: «Именно так были основаны Соединенные Штаты».

Глава SpaceX сообщил, что значительная часть инженеров компании работает над межпланетной миссией. «Понадобится порядка 2 млрд \$ в год, и это довольно много – но это инвестиции в будущее. Чтобы добраться на Марс впервые, нужно много денег», – сказал он.

ров, радостно изображающих мексиканский оркестр), и за 14 лет выросла в крупную научно-производственную промышленную структуру, работающую в области ракетно-космической техники. Это ли не пример быстрых изменений? Подготовив почву, глава SpaceX смело устремился в будущие перспективы. «Уже через несколько лет мы планируем отправить на Марс корабль Dragon, а затем второй. С помощью этих аппаратов мы сможем отправлять 2–3 т, и это возможно уже в 2020-е годы. А большой межпланетный корабль мы сумеем послать на Марс лет через 40».

SpaceX намерена отправить в 2018 г. к Марсу при помощи тяжелой ракеты Falcon Heavy, испытания которой до последнего времени намечались на осень 2016 г., беспилотную миссию на корабле Dragon V2. После этого она планирует отправлять на Красную планету аппараты каждые 26 месяцев: два в 2020 г., как минимум один в 2022-м и, вероятно, пилотируемый корабль еще через два года с высадкой на планету в 2025 г.

По данным SpaceX, первый тестовый суборбитальный полет (без выхода на околоземную орбиту) прототипа межпланетного корабля планируется через четыре года.

На слайдах нашлось место и отдаленному будущему – демонстрировалась посадка ITS на Европу и Энцелад, спутники планет-гигантов: «На Энцеладе вы сможете создать отдельный спутник для дозаправки кораблей и оттуда отправлять их дальше – например, к Плутону. Мы сможем делать такие дозаправки где угодно в Солнечной системе».

По завершении содержательной части презентации Маск ответил на вопросы присутствующих, прояснив часть (далеко не все) ключевых моментов проекта. В частности, был задан вопрос о доставке гигантской системы на пусковую площадку LC-39A: «Где корабли будут производиться? Они же слишком велики для транспортировки». «... Действительно, их сложно транспортировать. Возможно, отдельные детали ускорителя будут производиться в Луизиане и собираться в ракету на месте запуска», – ответил Маск. То есть один из вероятных способов доставки – точно такой же, как у советской Н-1 почти полувекковой давности.

В ответ на вопрос «Где брать воду для электролиза?» прозвучало: «Мы сможем добывать на Марсе воду и использовать ее в дальнейшем – достаточно будет растапливать лед солнечными батареями. А атомные электростанции дадут достаточно энергии».

Целая серия вопросов касалась безопасности межпланетного путешествия и возможности возвращения на Землю. Маск считает, что «первые полеты будут опасными, рискованными – вряд ли там будут дети...» «Если вы готовы умереть – вы один из кандидатов полета на Марс», – отметил он. – Это не вопрос, кто именно окажется там первым... Это глобальное приключение для всех нас, это развитие нашей цивилизации. Слетать на Марс и вернуться – не вопрос, нам надо создать там цивилизацию. Это очень вдохновляющее путешествие – вы проснетесь и удивитесь, поняв, что буквально живете в будущем».

А полететь сможет почти каждый оплативший билет. И для этого претенденту потребуется всего несколько дней тренировки перед полетом.

Как скажется влияние радиации на межпланетчиков? Да почти никак, считает глава SpaceX: «Радиация не смертельно опасна – она лишь увеличивает вероятность заболеть раком. Опасны солнечные [вспышки] и космические лучи, с которыми может столкнуться человек. На самом Марсе есть атмосфера, и она способна защитить. Вопросы защиты от радиации не ключевые. Главное построить транспортную систему...»

И вообще на первых порах полет на Марс может стать путешествием в один конец. «Не все люди, открывавшие Америку, вернулись в Европу – но некоторые вернулись. Мы сможем вернуть человека – просто нужно будет заплатить за обратный полет!» – выдал Маск. (Здесь на память приходит бессмертное «вход – рубль, выход – два».) Однако не это же главное! «На Земле вы сможете в 24 часа добраться куда угодно – в Антарктиду, на Эверест, вглубь океана. Космос пока та граница, которую нам предстоит достичь и преодолеть, – убеждает он. – Необходимо популяризировать полеты на Марс, вдохновлять, показать, что это новая граница, которую мы можем достигнуть, – что это весело («for fun»), это грандиозно. В этом цель: посеять зерно в умах людей, зародить идею о том, что они хотят отправиться на Марс. Нужны личности, которые будут гореть этой идеей и считать ее захватывающей. Любая работа по популяризации и распространению интереса к Марсу будет очень важна».

### Краткий анализ: чем дальше в лес, тем толще партизаны...

В общем сама по себе презентация была вполне «крутой» – полностью в духе SpaceX (вспомним полуторалетней давности презентацию пилотируемого Dragon V2 в мае 2015 г.!). Но... что-то пошло не так. Очень быстро после начала трансляции осязаемое разочарование возникло даже у некоторой части поклонников амбициозного миллиардера-ракетчика.

Возможно, своей неяркой речью впечатление частично смазал сам руководитель SpaceX. Да, это был явно не Стив Джобс с его зажигательными презентациями... Некоторые ответы «не вдохновили». Например, оказалось, что Элон Маск сам особо не рвется в число первых «марсиан». На прямые вопросы «Полетит ли он сам на Марс?» и «Что он думает о будущем людей в космосе в целом?» был дан довольно уклончивый ответ: да, он хотел бы отправиться на Марс, и даже если умрет в полете – ему хочется быть уверенным, что миссия продолжится, но его самый большой страх – что без него компания не сможет реализовать все эти планы. Поэтому он, очевидно, останется на Земле.

Однако главное было не в этом. Уж слишком поверхностным и оторванным от реальности выглядел сам план, к которому имелось множество вопросов как концептуального, так и узкотехнического свойства.

Проект основывается на массовости полетов к Марсу, но нет прямых указаний на мотив, который заставит сотни тысяч людей сорваться с более или менее обустроенной Земли на сухой холодный Марс\*. Пример образования США тут явно неуместен: к тому времени, когда переселенцы массово рванули из Старого Света в Новый, уже было известно,



что последний плодороден, обитаем и отлично пригоден для жизни. С Марсом все иначе.

Да, Красная планета постоянно рассматривается как новое (или запасное) пристанище человечества на случай катаклизмов на Земле. Но где и, главное, когда они произойдут – не ясно. Пока не видно никаких признаков того, что сейчас или через сто, двести и тысячу лет человечеству придется покинуть родную планету и переселиться на Марс.

После презентации создается четкое впечатление («Ой, дураят нашего брата...»), что Маск старательно принижает потребный объем финансирования: стоимость компонентов взята из умозрительного предпо-

\* По мнению ученых, наша планета останется гораздо более пригодной для жизни, чем Марс, даже после такого события, как падение метеорита, которое привело к гибели динозавров.



▲ Огневые испытания двигателя Raptor

ложения о необходимости снижения затрат в «стоицот» и более раз, но нет никаких данных о способах такого снижения, а также о стоимости разработки, подготовки производства и капитального строительства на космодроме. А этот этап проекта потребует колоссальных инвестиций объемом в десятки (если не сотни) миллиардов долларов. Собственных средств Маску не хватит. Он это осознает и, видимо, поэтому намекает на необходимость частно-государственного партнерства. Все это вкупе с непрямым отказом самому лететь на Марс подталкивает к выводу, что истинная цель цинична: заработать на проекте. Проще говоря, деньги должны дать государство и инвесторы, а Маск будет зарабатывать на доставке переселенцев туда и обратно.

Технических вопросов еще больше. Если за 100 лет на Марс предполагается отправить миллион человек, надо будет запускать по 10 тысяч человек в год или даже (с учетом цикличности «стартовых окон») по 20 тысяч с двухлетними перерывами. При экипаже в 100–200 человек это означает запуск от 50 до 100 (или от 100 до 200) пилотируемых кораблей в год. Но это не все – к каждой экспедиции прилагается пять танкеров. Итого через LC-39A потребуется в год пропустить 250–500 (или 500–1000 с «перерывами на обед») пусков. Современные технологии не позволяют даже представить себе стартовый и технический комплексы, обладающие такой гигантской пропускной способностью (если только не предположить абсолютное отсутствие необходимости проведения восстановительных работ после каждого пуска): на старт воздействуют 42 двигателя общей тягой 13 000 тс, выбрасывающие ежесекундно 42 тонны раскаленных газов. Иными словами, LC-39A придется тиражировать – потребуется не менее десятка\* таких комплексов. И сколько денег уйдет на постройку?

\* Но не много ли и 25–50 пусков в год ракеты, которая в четыре раза мощнее «Сатурна V»?

Еще вопросы: как будет осуществляться и сколько времени займет орбитальная дозаправка одного пилотируемого корабля? Когда Маск спросили прямо: «Когда люди попадут на орбиту, им надо будет ждать там дозаправки?» – он отреагировал невразумительно: «Пока схема недоработана. Возможно, сначала корабль полностью заправят, а потом доставят на него пассажиров». А это значит, что потребуются еще один пуск бустера и пилотируемого корабля, и тогда таблицу 2 придется править!

Спустимся на уровень ниже и зададим еще несколько конкретных технических вопросов. В презентационном ролике много-разовый бустер возвращается прямо к месту старта и мягко садится прямо туда, откуда парой десятков минут ранее взлетел. Для того, чтобы попасть в стартовые интерфейсы и не повредить их, точность посадки должна быть порядка миллиметров (ну край – сантиметров). Если такая посадка – лишь «красное словцо», и реально бустер будет опускаться где-то рядом, тут же возникает дилемма: как перенести севшую ракету пустой массой 275 т (кстати, что делать с остатками топлива и газов?) к месту повторного старта? Очевидно, для этого нужна будет какая-то «приспособа», но впечатление чуда исчезает...

Ни на одном слайде презентации не видно, как обеспечивается (и предусмотрено ли вообще?) спасение экипажа и пассажиров при аварии во время выведения. Похоже, что это не предусмотрено: никаких намеков на специальные спасательные двигатели общей тягой 5000 тс и выше в презентации нет, а именно столько нужно, чтобы оторвать от взрывающейся ракеты кабину экипажа массой около 500 т. Наблюдатели предположили, что Маск считает естественной гибель переселенцев на Марсе или по дороге и вряд ли задумывался о такой мелочи, как спасение при запуске.

Еще один вопрос: каким образом планируется «купировать» испарение криогенных компонентов в полете? В разрезе ITS за-

метны сферические емкости, размещенные внутри баков окислителя и горючего второй ступени. Можно предположить, что это баки, в которых хранится топливо для посадки на Марс. Разумное решение, но справится ли оно со своей задачей? Четкого ответа не прозвучало: «...над решением проблемы работают инженеры, и, возможно, будет использована некая система охлаждения».

Дизайн пилотируемого корабля сомнителен: некоторые эксперты отметили его нарочитую «красивость» в ущерб разумной функциональности. Скептики спрашивают: «Зачем кораблю носовое остекление большой площади? Оно весит много, а польза неочевидна. Для обзора достаточно иллюминаторов» (которые уже сегодня можно заменить множеством внешних видеокамер).



▲ Углеродистый бак диаметром 12 метров

Не вполне понятно, как обеспечить посадку тяжелого корабля на неподготовленную марсианскую поверхность, а затем соответственно совершить взлет. К тому же Маск дал очень мало деталей о деятельности колонистов на Марсе. Как и из чего строить жилища? Если задуматься над тем, нужно ли это делать (конечно, первое время жить можно в севшем корабле, вот только как насчет его многоразовости?), на ум сразу приходит студенческий анекдот о подшипниках из дуба, которые «гораздо прочнее березовых».

Вообще многие отмечают общую непроработанность архитектуры всей системы – как в глобальном масштабе, так и в мелочах. В целом презентация Элона Маска дала нам возможность увидеть концепцию освоения Марса, коренным образом отличающуюся от инженерно проработанных предложений «грандов» мировой пилотируемой космонавтики. Она поразила маскофилов грандиозностью масштабов и уморила маскофобов своей нереальностью.



И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»  
Фото РКК «Энергия»

**19** сентября специалисты Ракетно-космической корпорации (РКК) «Энергия» имени С. П. Королёва приступили к серии экспериментов на испытательном стенде «Селен», имитирующем условия лунной гравитации. В одном из экспериментов руководитель Научно-технического центра (НТЦ) РКК «Энергия» А. Ю. Калери и начальник Лётно-испытательного отдела корпорации М. В. Серов, экипированные в скафандры «Орлан-ДМ», отработали комплекс движений, имитирующих работу на поверхности Луны. В частности, был смоделирован вход/выход космонавта из ровера и продемонстрирована возможность пешего перемещения по лунной поверхности.

«Мы проводим такие эксперименты, чтобы испытатель потом мог что-то порекомендовать разработчикам скафандров с точки зрения эргономики при работе на Луне, — объяснил заместитель руководителя НТЦ по лётно-космической деятельности А. Ф. Полещук. — Ведь по Луне в скафандре ходить непросто — потребуются специальные средства передвижения, в которые необходимо забраться, занимая удобное положение. Для отработки всего этого требуется практика».

Специалисты РКК «Энергия» проводят также консультации с представителями Научно-производственного предприятия (НПП) «Звезда» имени Г. И. Северина: в «лунной» модификации скафандра появятся дополнительные шарниры, будут изменены некоторые жесткие элементы конструкции. Это необходимо для того, чтобы космонавт, выходящий на лунную поверхность, после падения имел возможность встать на ноги без посторонней помощи.

«Испытания проводятся корпорацией в инициативном порядке, — сообщил А. Ю. Калери. — Их цель — ознакомиться с условиями работы человека на Луне и оценить человеческие возможности». По словам Александра Юрьевича, после получения общей картины планируется перейти к эргономическим оценкам и начать готовить требования к модулям будущей лунной базы, роверам, взлетно-посадочному комплексу и другим перспективным изделиям лунной программы. Начальник НТЦ отметил, что накоплен-



ПИЛОТИРУЕМАЯ ТЕХНИКА

## «Энергия» тренируется на «Селене»

ный в результате серии экспериментов опыт будет тщательно проанализирован и использован специалистами корпорации при проработке пилотируемых этапов лунной программы.

Стенд обезвешивания «Селен» был создан в Центральном конструкторском бюро экспериментального машиностроения (ЦКБЭМ)\* еще в период реализации советской лунной программы Н-1 – Л-3. Он предназначался для комплексных экспериментов по передвижению одного космонавта в скафандре «Кречет» по поверхности Луны с моделированием лунной тяжести. По существу стенд был полигоном для активных опережающих поисковых работ, формирования технико-эргономических требований, предпроектного макетирования, оценки сопрягаемости оборудования со скафандром, испытаний оборудования, несовместимого с методами моделирования микровесомости в полете самолета и в гидросреде.

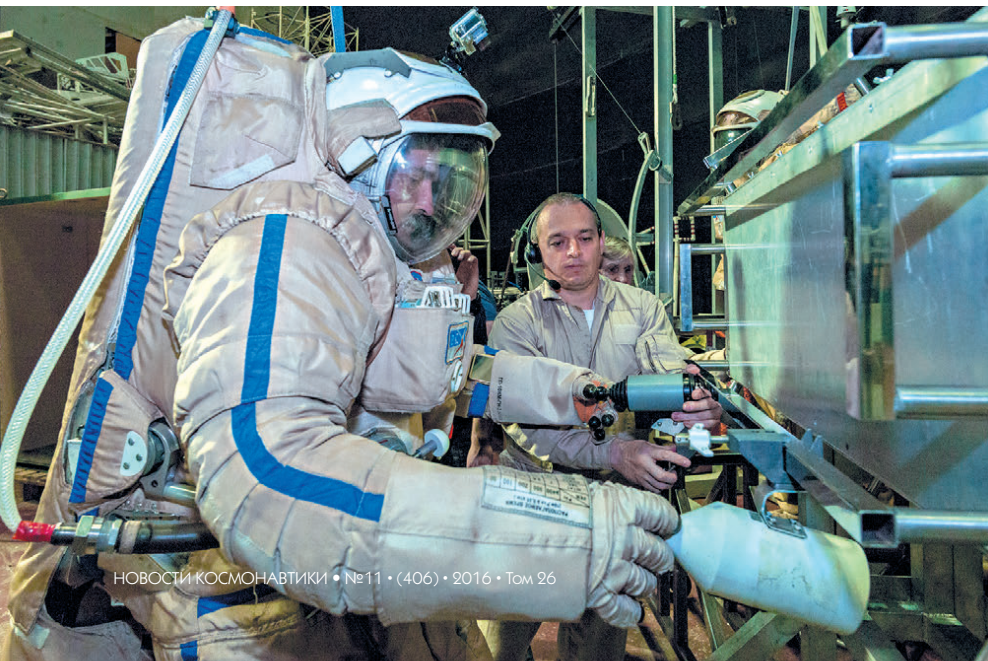
*\* Так в период с 1966 по 1974 г. называлась РКК «Энергия».*

После закрытия лунной программы на стенде стали проводить экспериментальные работы и тренировки космонавтов по внекорабельной деятельности на внешней поверхности станции. Позднее были созданы новые комплексные тренажеры для имитации работы космонавтов в условиях невесомости, а «Селен» морально и физически устарел.

Для определения особенностей пребывания в условиях лунной гипогравитации, возможности перемещения, выполнения рабочих движений, а также отработки геологических инструментов и всего спектра задач, которые могут быть поставлены в рамках перспективной лунной программы, в 2012–2015 гг. была осуществлена глубокая модернизация этого стенда, позволяющая имитировать условия, соответствующие 0.16 и 0.38 земной гравитации. Теперь «Селен» позволяет отрабатывать действия космонавтов на поверхности как Луны, так и Марса, учитывая полученный опыт при проработке пилотируемых этапов лунной и марсианской программ.

Благодаря экспериментам, проводимым РКК «Энергия», Россия окажется на шаг ближе к намеченной цели — основанию постоянной базы на Луне. В 2024 г. предполагается запустить автоматический зонд, который должен будет обследовать место для устройства будущей колонии, с тем чтобы в 2030-х годах отправить туда первых исследователей. Лунная база, на строительство которой уйдет более 10 лет, будет использоваться для научных исследований и, возможно, добычи редких минералов.

Источники:  
[www.energia.ru/ru/news/news-2016/news\\_09-19\\_1.html](http://www.energia.ru/ru/news/news-2016/news_09-19_1.html)  
<https://russian.rt.com/inotv/2016-09-20/Daily-Mail-Kosmicheskij-simulyator-iz>  
<http://aviapanorama.ru/wp-content/uploads/2016/06/15.pdf>



# Falcon 9

## взорвался до пуска

**1** сентября в 09:07 EDT (13:07 UTC) на стартовом комплексе SLC-40 Станции ВВС США «Мыс Канаверал» во Флориде при подготовке к проведению контрольных огневых испытаний двигателей первой ступени взорвалась PH Falcon 9 FT (№ F9-0029) компании Space Exploration Technologies Corporation (SpaceX) со спутником связи AMOS-6. Планировалось, что 3 сентября КА, принадлежащий израильскому оператору Space Communication Ltd. (Spacocom), будет выведен на геопереходную орбиту.

### Огненный дождь

В этот день никаких неожиданностей не предполагалось, поскольку трехсекундный контрольный «прожиг» первой ступени на старте – рутинная процедура, проводимая SpaceX за два-три дня перед каждым пуском. Собственно, сами испытания являются результатом «мокрого прогона» по отработке полной штатной циклограммы пуска, включая вертикализацию ракеты, предстартовую проверку «борта» и «Земли», заправку баков компонентами топлива и кратковременное включение двигателей первой ступени. Цель такой проверки – контроль работы и заблаговременное выявление возможных неисправностей всех систем.

Циклограмма «мокрого прогона» началась за 15 часов до расчетного времени старта и нормально проходила вплоть до момента T-8 мин. В это время все еще продолжалась заправка. Внезапно на уровне второй ступени носителя произошел взрыв. Выложенный в Интернете ролик, записанный с дистанционно установленной видеокамеры, показал, что авария развивалась практически мгновенно, без всяких предварительных признаков. Судя по месту возникновения вспышки, «эпицентр» события находился внутри или вблизи бака окислителя второй ступени, со стороны стрелы установщика.

Из центра вспышки развился огненный шар, закрывший весь носитель и верхнюю часть стартового сооружения. Компоненты топлива из разорванных баков образовали характерную картину пылающего водопада: темно-красные языки пожара охватили ракету и стартовый комплекс. Через какое-то время ветер сдул красно-черную пелену – и в кадре стала видна лишь стрела установщика без ракеты, но с головным блоком, который каким-то чудом держался за кабель-заправочную мачту. Через несколько секунд он рухнул с 50-метровой высоты в огненную вспышку на земле. И только в это мгновение до удаленного наблюдателя донесся характерный звук – и камеру сильно потрянуло: микрофоны передавали гудение далекого пожара и звуки отдельных взрывов меньшей силы.

Через 2.5 минуты после первого взрыва, когда пожар затихал (автоматические брандспойты заливали стартовый стол водой), раздался второй, еще более мощный: сдетонировала смесь разлитого по земле керосина и жидкого кислорода. Силой взрыва фрагменты ракеты разметало так далеко, что некоторая их часть долетела до парковки у комплекса LC-39A, расположенной примерно в 3 км от места аварии. К счастью, не пострадал носитель Atlas V с межпланетным зондом OSIRIS-REx, стоявший на площадке SLC-41 в 1.8 км от точки взрыва.

Пожарные расчеты справились с огнем за несколько часов. SpaceX признала факт потери ракеты и полезной нагрузки примерно через час после события. «Компания может подтвердить: во время подготовки к сегодняшнему испытанию на стартовой площадке было отмечено нарушение нормального функционирования [ракеты], что привело к потере носителя и его груза», – заявил пресс-секретарь SpaceX Джон Тейлор (John Taylor). – Аномалия возникла вблизи бака кислорода верхней ступени и произошла во время заправки компонентов топлива».

### Поиски причин

Сразу после инцидента SpaceX образовала комиссию по расследованию аварии. В ее состав вошли представители ВВС США, на территории которых она произошла, NASA, являющееся заказчиком услуг SpaceX по снабжению МКС, и Федеральная авиационная администрация FAA, осуществляющая регулирование коммерческих космических пусков. Никаких – даже предварительных – причин взрыва и пожара не называлось, хотя момент начала катастрофы был известен с точностью до миллисекунд.

2 сентября SpaceX объявила, что находится на ранней стадии изучения приблизительно 3000 каналов телеметрии и видеоданных, охватывающих период в 35–55 миллисекунд. Компания не сообщила, насколько полны эти данные и как часто снимались показания датчиков. Судя по дальнейшим событиям, внезапность и высокая скорость развития аномалии не оставили в телеметрии ясных и легко читаемых следов.

Ситуация вынудила руководителя и главного конструктора SpaceX Элона Маска (Elon Musk) обратиться к неравнодушным любителям космонавтики с просьбой представить в его распоряжение все видеоролики и аудиозаписи аварии и тем самым помочь с установлением возможных причин. «Это самая трудная и сложная задача за все 14 лет», – написал он в твиттере 9 сентября, спустя восемь дней после аварии. – Если у вас есть аудио, фото или видео аномалии, пожалуйста, пришлите на [report@spacex.com](mailto:report@spacex.com). Материал может быть полезен для расследования».

Характер катастрофы сбивал с толку. «Важно отметить, что это произошло во время рутинной операции заправки. Двигатели еще не включились, и никакого очевидного источника тепла не было», – напомнил глава SpaceX. Он добавил, что специалисты компании обнаружили на записи два странных звука непонятного происхождения буквально за пару секунд до аварии: первый – ко-



роткий писк, второй похож на очень глухой и очень слабый удар, за которым сразу следует взрыв.

«В особенности мы пытаемся понять более тихий звук удара за несколько секунд до того, как появился огненный шар, – рассказал в твиттере Маск. – Он мог прийти как из ракеты, так и откуда-то еще». Один из собеседников заметил, что звук похож на разрыв металла, не выдержавшего напряжения; возможно, это было разрушение сварного шва на каком-нибудь кронштейне. Маск ответил, что такой вывод весьма правдоподобен, однако никаких признаков такого разрушения в записях показаний какого-либо датчика все еще не найдено.

Сразу после взрыва и в последующие дни позже публика продолжала выдвигать версии одна чудеснее другой. «Твиттерные» сослались на некие видео из YouTube, якобы свидетельствующие, что на SLC-40 прилетел неопознанный объект (летающая тарелка? боевой дрон?) и ударил Falcon 9. Как ни странно, Маск не отверг и такой вариант: «Мы этого не исключаем».

▼ Нарезка с видеозаписи процесса развития взрыва и пожара PH Falcon 9

Подкованные технически наблюдатели называли более реалистичные причины аварии, которые в основном сводились к двум версиям: взрыв внутри бака окислителя одного из баллонов высокого давления с гелием, либо утечка кислорода из-за негерметичности бака с одновременным коротким замыканием в электроцепях вблизи корпуса. В качестве возможных причин выдвигались версии нарушения чистоты кислородных магистралей, утечки из системы химического зажигания двигателей и ложное срабатывание системы аварийного прекращения полета FTS (Flight Termination System).

Лишь спустя три недели после взрыва, 23 сентября, SpaceX выступила с заявлением о ходе расследования. В нем еще раз подчеркивалась скоротечность процесса – всего 93 миллисекунды от первых признаков происходящего до потери телеметрии – и делался предварительный вывод из анализа телеметрии и собранных фрагментов: имело место масштабное разрушение (large breach) в гелиевой системе наддува бака окислителя второй ступени. Основные ее элементы – емкости с гелием высокого давления и запорочная арматура – располагаются в нижней части бака жидкого кислорода. Компания подчеркнула отсутствие какой-либо связи с аварией 28 июня 2015 г. при пуске грузового корабля Dragon SpX-7, когда баллон с гелием сорвался с кронштейна, бак перенадудлся и лопнул.

Никаких подробностей сверх того не последовало. Хуже того, 30 сентября обычно вполне адекватная Washington Post сообщила, что SpaceX всерьез подозревает диверсию со стороны конкурентов – Объединенного пускового альянса ULA (United Launch Alliance): якобы в ходе тщательного изучения видеозаписей с места события сотрудники компании Маска обнаружили «странную тень и белое пятно» на крыше одного из зданий\* ULA, расположенного неподалеку от стартовой площадки. Газета сообщила, через две недели после аварии представитель SpaceX запросил у ULA доступ на крышу строения, чтобы «снять все подозрения», но

\* Здание, заинтересовавшее SpaceX, известно как SMARF (Solid Motor Assembly and Readiness Facility). Первоначально в нем готовились твердотопливные ускорители для PH Titan IVB, а ныне ULA использует его для покраски ракет. Здание находится менее чем в миле от SLC-40, и с его крыши открывается прямой обзор на стартовую площадку компании Маска.

получил отказ. Вместо этого представители альянса вызвали работников Управления специальных расследований ВВС США (Air Force Office of Special Investigations), которые осмотрели крышу и «не обнаружили ничего, что бы связывало ее со взрывом». Появление различных мало связанных между собой версий свидетельствовало о том, что и спустя месяц после аварии подлинная причина так и не определена, либо что ее тщательно скрывают.

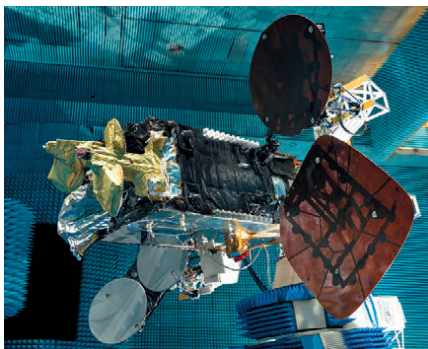
9 октября президент SpaceX Гвинн Шотвелл (Gwynne Shotwell) сообщила, что компания близка к разгадке. Выступая на ежегодной сессии Национальной инженерной академии, она заявила, что взрыв ракеты Falcon 9 не связан с дефектами в конструкции. «Полагаю, расследование укажет не на проблему с ракетой или ее проектом, а больше на проблемы с бизнес-процессами», – отметила она. Президент SpaceX не стала заострять внимание на том, какие именно проблемы считаются возможными причинами взрыва. Ранее, 5 октября, та же Шотвелл заявляла, что причиной инцидента стал взрыв гелиевого баллона высокого давления с композитной обмоткой COPV.

Несколько позднее прозвучала еще одна версия, в принципе согласующаяся с заявлениями Маска и Шотвелл. Предполагается, что произошло следующее. Сжатый охлажденный гелий, подающийся в баллоны при заправке, по законам термодинамики, расширяясь, охлаждался еще больше и охлаждал стенки баллона. В какой-то момент температура гелия и стенок алюминиевого лейнера баллона опустилась ниже температуры замерзания кислорода. Жидкий кислород, попавший между нитями композитной обмотки, затвердел до кристаллов. Затем из-за механических деформаций лейнера и углепластиковой оболочки кристаллы резко сжались с соответствующим быстрым повышением температуры. Углепластиковая оболочка воспламенилась, что и стало причиной взрыва.

Согласитесь, это весьма странный вариант развития событий. Почему данный дефект проявился только сейчас, а не в одном из 28 предыдущих запусков? Конструкция и расположение гелиевых баллонов у всех ракет Falcon 9 аналогичны. Больше того: примерно так устроены системы наддува большинства носителей, окислителем в которых выступает жидкий кислород...

Эта версия не сильно отличается от других предположений, но если она подтвердится, то, вероятно, повторения аварии можно будет избежать разработкой определенной последовательности заправки и подачи гелия для наддува.





### Amos-6 – спутник, который не полетел

Л. Розенблюм специально для «Новостей космонавтики»

Шестой «Доступный модульный оптимизированный спутник» AMOS\* (Affordable Modular Optimized Satellite) был самым совершенным и большим КА из когда-либо сделанных в Израиле (см. таблицу): на его постройку ушло без малого четыре года. Запуск аппарата неоднократно откладывался – по первоначальному плану он должен был состояться еще в конце 2015 г., затем его переносили на первый квартал нынешнего года, на май, на июль...

Начало фактической истории спутника, которому не повезло, относится к 24 июня 2012 г., когда израильский оператор спутниковой связи «Халаль тикшорет» (он же Spacenet – Space Communications Ltd.) объявил, что подпишет контракт с концерном «Таасия авирит» (IAI, Israel Aerospace Industries Ltd.) на приобретение спутника связи AMOS-6 за 200 млн \$.

IAI одержал победу в тендере, объявленном в августе 2011 г. Кроме израильского концерна, в нем участвовали такие известные производители спутников, как Space Systems/Loral (Пало-Альто, США), АО ИСС имени академика М. Ф. Решетнёва (Железнодорожск, Россия), EADS Astrium (Париж, Франция) и Thales Alenia Space (Канн, Франция); впрочем, последний отказался от участия в конкурсе в самом его начале.

Для финансирования изготовления шестого «Амоса» оператор спутниковой связи Spacenet в сентябре–ноябре 2013 г. подписал соглашения с консорциумом банков и компаний IAI о выделении кредита общей суммой в 293 млн \$. Данные средства были израсходованы на финансирование

постройки и запуска КА, а также на покрытие суммы страховки и других финансовых расходов, связанных с производством и вводом аппарата в эксплуатацию. Во главе консорциума стояла Канадская корпорация по развитию экспорта EDC (Export Development, Canada), которая предоставила до 140 млн \$. В консорциум также входил американский экспортно-импортный банк EXIM Bank, выделивший кредит на 105.4 млн \$ (эти деньги также использовались для оплаты услуг страховых брокеров из Marsh USA по страховке запуска), и концерн IAI, вложивший в проект 47 млн \$ собственных средств.

Разработка спутника была предоставлена генеральному подрядчику – IAI, при этом полезную нагрузку изготовила канадская фирма MDA (MacDonald, Dettwiler and Associates Ltd.), являющаяся отделением концерна Space Systems/Loral. Американский вклад в проект предусматривал участие компании ATK Space Components (Голета, Калифорния), а также ее подрядчика – производителя элементов солнечных батарей Epscore Corp. (Альбукерке, Нью-Мексико).

AMOS-6 был спроектирован и изготовлен на предприятии «Мабат» (MBT Space Division) концерна IAI (г. Ехуд, 12 км юго-восточнее Тель-Авива) и конструктивно базировался на платформе, известной как Amos-4000. Последняя собирается из трех модулей: служебных систем (Bus module), полезной нагрузки (Repeater module) и антенн, обращенных к Земле (Earth Facing Antennas module).

	AMOS-1	AMOS-2	AMOS-3	AMOS-4	AMOS-6
Дата запуска	16.05.1996	28.12.2003	28.04.2008	31.08.2013	–
Ракета-носитель	Ariane-44L	«Союз-ФГ»	«Зенит-3SLБ»	«Зенит-3SLБ»	Falcon-9FT
Точка стояния на ГСО	4° з.д.	4° з.д.	4° з.д.	65° в.д.	4° з.д.
Стартовая масса, кг	996	1370	1360	4260	5500*
Масса полезной нагрузки, кг	100	160	250	830	?
Мощность полезной нагрузки, Вт	600	1350	1700	6000	9000
Количество транспондеров	7	14	15	24	45

\* По другим источникам, 5300–5400 кг.

Полная масса КА составляла 5500 кг, он был оснащен 45 транспондерами, работающими в диапазонах Ku, Ka и S. Для перевода на геостационарную орбиту имелся жидкостный двигатель S400 производства EADS Astrium, а для удержания в точке стояния – впервые для «Амосов» – ионные двигатели. Две панели солнечных батарей должны были обеспечить расчетную мощность на конец активного периода – 10.3 кВт. Спутнику

предстояло занять на ГСО точку 4° з.д. и затенить AMOS-2, срок службы которого истекает в ноябре 2016 г. Последний обошелся заказчику в 244 млн \$, и продолжительность его активного существования планировалась на 16 лет.

AMOS-6 предназначался для предоставления услуг прямого телевидения (DTH), телефонии и услуг VSAT, передачи медиаданных, поддержки видеоканалов и обеспечения широкополосного интернет-подключения. Полезная нагрузка включала транспондеры трех частотных диапазонов: 22 – в Ku, 19 – в Ka, и 4 – в S. Если бы Amos-6 вышел на орбиту, он располагал бы тремя лучами в диапазоне Ku в регионах Ближнего Востока, Центральной и Восточной Европы и 36 лучами в диапазоне Ka (в области частот 26.5–40.0 ГГц) в районах Европы и Африки к югу от Сахары.

2 октября 2012 г. компания Spacenet подписала контракт с фирмой SpaceX (Space Exploration Technologies Corp.) на запуск «Амоса-6». Стоимость запуска, согласно отчету, представленному на Тель-Авивской бирже, составила 85 млн \$.

Отрасль космической связи появилась в Израиле 20 лет назад. Первый геостационарный аппарат AMOS-1 был запущен 16 мая 1996 г. с помощью европейской ракеты Ariane-44L. В последующие годы на орбиту вышли «Амосы» с порядковыми номерами 2, 3 и 4. AMOS-5 был изготовлен компанией ИСС имени М. Ф. Решетнёва, но, к сожалению, вышел из строя в ноябре 2015 г., проработав вместо ожидаемых 15 лет всего четыре.

Гибель новейшего спутника, который даже не успел подняться на орбиту, – сильнейший удар по израильской космической отрасли. AMOS-6, как говорилось выше, не первый для страны спутник связи, но по сей день создание любого нового КА – это по сути национальный проект, претекающий в технологических и финансовых борениях.

По данным Организации экономического сотрудничества и развития ОЭСР, национальные расходы на космос в Израиле составляют 0.030% от ВВП. Речь идет о показателе, который ставит страну на 10-е место в рейтинге ОЭСР – далеко позади ведущих держав и ниже собственного показателя 2009 г., который тогда составлял 0.039%. Бюджет Израильского космического агентства ISA (Israel Space Agency) на 2016 год составляет всего 72 млн шекелей (примерно 19.4 млн \$).



\* На первом КА сокращение AMOS расшифровывалось как Afro-Mediterranean Orbital System («Африканско-средиземноморская орбитальная система»).

Руководство страны в курсе, что космическая отрасль не имеет весомого бюджета. Это одна из причин того, что в 2009 г. тогдашний президент страны Шимон Перес (Shimon Peres) создал комиссию во главе с Ицхаком Бен-Израэлем (Itzhaq Ben-Israel), которая должна была составить рекомендации по разработке национальной космической программы. Сам Бен-Израэль еще в 2006 г. предупреждал на заседании комиссии Кнессета по науке и технологии, что выделяемые ассигнования недостаточны и просто мизерны и следует выделять более солидные бюджеты для отрасли, имеющей весомый экономический потенциал. Но, судя по всему, правительство не очень-то стремится изменить положение и в ближайшем будущем: на 2017 г. космическому агентству выделено лишь 78 млн шекелей (около 20.7 млн \$), а на 2018 г. – 86 млн шекелей (22.8 млн \$). По мнению генерального директора Министерства науки Переца Вазана (Peretz Vazan), существующие бюджеты – это лишь 20–25% от требующихся объемов финансирования, которые оцениваются суммой как минимум в 300 млн шекелей (79.7 млн \$) в год.

В результате аварии Falcon 9 наиболее серьезный ущерб понес израильский оператор спутниковой связи Spacenet, экономическое положение которого и без того не было блестящим. В последний год компания страдала от впечатляющего снижения продаж: в первой половине 2016 г. они упали до 33.8 млн \$ по сравнению с более чем 54 млн \$ за аналогичный период 2015 г. Такое положение создалось в основном из-за выхода из строя AMOS-5 – утрата спутника привела к потере контрактов и убыткам в размере около 19 млн \$.

Потеря AMOS-6 лишила компанию уже заключенных контрактов, включая 95-миллионный контракт с корпорацией Facebook, планировавшей использовать спутник для обеспечения бесплатного доступа в Интернет в странах Африки, не имеющих наземной инфраструктуры. Часть мощностей КА была зарезервирована правительством Израиля по контракту на сумму 164 млн \$. Под угрозой оказались и контракты с рядом компаний спутникового телевидения, включая крупнейшего внутреннего провайдера спутникового телевидения – компанию YES.

Кроме того, гибель «Амоса-6» поставила под вопрос контракт по продаже Spacenet китайскому холдингу Beijing Xipwei Technology за 285 млн \$. Успешный запуск и ввод в эксплуатацию нового спутника был одним из условий совершения сделки, заключенной 29 августа. После получения известия о взрыве на американском космодроме акции компании упали на 8.9%, потом еще на 32.8%.

Потеряв AMOS-6 еще до запуска, Spacenet остался с тремя работающими спутниками – AMOS-2, AMOS-3 и AMOS-4, причем первый из указанных как раз и предполагалось заменить утраченным аппаратом. Оператор застраховал AMOS-6 на сумму 330 млн \$, однако не ясно, поможет ли страховка сохранить компанию на плаву. Ни тогда, ни сейчас не была обнародована официально информация о характере страхования и о страховщиках. Известно лишь, что работа шла на международном рынке страхования операций.



Давид Поллак (David Pollak), генеральный директор Spacenet, заявил тем не менее, что не будет отказываться от сотрудничества с компанией Элона Маска, а просто дожидается проведения «нескольких успешных полетов» перед повторным запуском своего спутника. И добавил: «В принципе я считаю, что Falcon 9 – хорошая ракета-носитель».

За свою историю Spacenet заказала четыре спутника и вложила 2.5 млрд \$ в израильскую промышленность. Отвечая на вопрос прессы о перспективах покупки его фирмы китайским холдингом, Поллак сказал: «Эта компания сообщила нам весьма ясно, что заинтересована в продолжении обсуждения сделки. Единственный вопрос (они не упомянули об этом, но для меня это понятно): какова будет новая цена?»

4 сентября министр науки, технологии и космоса Израиля Офир Акунис (Ofir Akunis) собрал чрезвычайное совещание руководителей космической отрасли для обсуждения ситуации. Присутствовавшие единодушно выразили мнение, что без правительственной помощи израильской космической отрасли не выстоять перед лицом мощных конкурентов на мировом рынке. Одновременно генеральный директор IAI Йоси Вайсс (Yossi Weiss) заявил, что его компания располагает инфраструктурой и оборудованием, которые позволят построить новый спутник на смену погибшему всего за два года.

11 сентября в комиссии Кнессета по науке, технологии и космосу прошла специальная дискуссия. На ней присутствовали министр науки Офир Акунис, генеральный директор министерства Перец Вазан, председатель ISA профессор Ицхак Бен-Израэль и генеральный директор агентства Ави Бласбергер (Avi Blasberger), представители IAI и Spacenet, глава Центра космических исследований Института Фишера Таль Инбар (Tal Inbar) и другие. На заседании царил дух согласия по поводу важности сохранения космической промышленности Израиля. Участники обсуждения просили донести до правительства и законодателей мысль, что космическая отрасль для страны – область стратегическая и необходимая государству во многих смыслах, и она требует соответствующего финансирования.

В финале заседания было решено, что Министерство науки сформирует долгосрочную национальную космическую программу. Для этого министр Акунис образовал комиссию во главе с гендиректором

Миннауки Вазаном, председателем ISA профессором Бен-Израэлем и гендиректором ISA Бласбергером. В полномочия комиссии, помимо прочего, входит изучение возможностей, которыми располагает государство в целях помощи в создании национального спутника связи для Государства Израиль. Комиссию обязали подготовить свои предложения в течение десяти недель.

## Ущерб и последствия

### И. Афанасьев

Помимо потери ракеты и спутника, авария нанесла серьезный ущерб стартовому комплексу «Фалконов»: взрывы и пожар сильно повредили установщик носителя и наземное вспомогательное оборудование вокруг пускового устройства.

По свидетельству очевидцев, посетивших район SLC-40 в середине сентября, никаких восстановительных работ на площадке не велось – вероятно, по причине того, что специалисты SpaceX изучали обстановку в окрестностях стартового стола, не меняя ее. Стрела установщика по-прежнему находилась в вертикальном положении. Один из четырех молниеотводов сильно обгорел – это отмечалось еще на первых видеоматериалах. Следы пожара были заметны на наземном оборудовании старта, а также на прицепах с газовыми резервуарами высокого давления. Можно полагать, что повреждения получила кабельно-трубопроводная сеть. Ангар для горизонтального монтажа ракет, расположенный примерно в 200 м от стартовой площадки, по-видимому, избежал повреждений. Однако пока суммарный ущерб наземной инфраструктуре SLC-40 не назван.

В любом случае есть основания считать, что потери SpaceX не ограничатся прямым материальным ущербом. Сильно пострадала репутация инновационной компании. Кроме того, пошел прахом крайне напряженный график запусков. Инцидент заставил компанию сдвинуть сроки первого старта тяжелой PH Falcon Heavy, летные испытания которой предполагалось начать осенью этого года. После случившегося их решено перенести на следующий год. Вероятно, SpaceX вернется в строй с запуском очередной ракеты Falcon 9, скорее всего, прошедшей некоторую модернизацию после инцидента.

Несмотря на серьезность и загадочность anomalies, должностные лица SpaceX



Ken Kremer  
kenkremer.com

говорят, что постараются возобновить пуски в ноябре этого года. «Мы очень ждем возобновления полетов после произошедшего инцидента, – прокомментировала ситуацию президент SpaceX Гвинн Шотвелл на встрече World Satellite Business Week, проходившей в начале сентября. – Было принято решение приостановить полеты примерно на три месяца. Вернемся к работе в ноябре этого года».

У многих экспертов это заявление вызывает сомнения. В качестве оптимистичной даты возобновления полетов Falcon 9 некоторые осторожно называют декабрь, а Тори Бруно (Tory Bruno), глава конкурирующего альянса ULA, полагает, что взрыв может задержать старты SpaceX на 9–12 месяцев.

По словам Шотвелл, портфель заказов SpaceX включает около 70 пусков суммарной стоимостью свыше 10 млрд \$. Осенью компания планировала впервые в мире повторно отправить в полет ступень, спасенную в одной из предыдущих миссий, а со следующего года повторное использование матчасти должно было стать рутинной. Однако если на старте взрывается даже вновь изготовленная ракета, можно ли ожидать высокой надежности изделия, «бывшего в употреблении»? Возможно, заказчики усомнятся в безопасности своих грузов, отправляемых в космос на ракетах Маска...

Потеря части заказов коммерческих операторов телекоммуникационных спутников в связи с аварией станет для SpaceX серьезным, но не самым главным испытанием. Куда важнее не потерять доверие «якорного клиента» – NASA. «SpaceX – удивительная компания, которая делает удивительные вещи, – отмечает в своей статье старший редактор портала Ars Technica Эрик Бергер (Eric Berger). – Но сейчас на самом деле есть только одна вещь, на которой компания должна сосредоточиться: это удовлетворение потребностей своего крупнейшего клиента. И это не спутниковая компания, и не орды фанатов, желающие услышать о [марсианской] ракете Mars Colonial Transporter. Это NASA... на которое SpaceX работает уже целое десятилетие».

Действительно, без NASA компания Маска вряд ли достигла бы таких успехов. Это утверждение базируется на том факте, что SpaceX получает большую часть финансирования от американского космического

агентства, которое и сегодня дает 85% от всей выручки компании. Сейчас NASA решает важную задачу национального масштаба – создание коммерческих средств доставки экипажа на МКС. Белый дом и высшие должностные лица агентства хотят не только развивать коммерческую космическую отрасль, но и покончить с зависимостью NASA от российских «Союзов», которая существует с момента прекращения полетов кораблей системы Space Shuttle в 2011 г.

Когда ракета Falcon 9 потерпела аварию в июне 2015 г., NASA потеряло 118 млн \$ с грузом, который нес корабль Dragon в миссии SpX-7. Но в рамках первого раунда контрактов на коммерческую доставку грузов NASA согласилось списать потери на риск, чтобы помочь «частникам». И после этого инцидента Билл Герстенмайер, руководитель программы пилотируемых полетов NASA, публично похвалил SpaceX за расследование аварии «в считанные дни», поскольку у NASA подобный процесс занял бы шесть месяцев. И вот спустя всего 15 месяцев – прискорбный «дубль».

На первый взгляд, авария должна была самым непосредственным образом сказаться на сроках программы коммерческой доставки астронавтов ССР (Commercial Crew Program). Однако, несмотря на взрыв, NASA сообщило, что не будет переносить даты запусков новых пилотируемых кораблей. «Согласно наиболее свежему расписанию, первый беспилотный полет пилотируемой версии корабля компании SpaceX – Crew Dragon – назначен на май 2017 г., а миссия с экипажем запланирована на август 2017 г. Первый беспилотный полет корабля компании Boeing – CST-100 Starliner – назначен на декабрь 2017 г., а полет с экипажем – на февраль 2018 г. Даты дальнейших полетов новых кораблей пока не определены», – заявила официальный представитель Космического центра имени Кеннеди Табата Томпсон (Tabatha T. Thompson).

По некоторым данным, в ходе ряда дискуссий о назначении дат полетов пилотируемых кораблей к МКС директор по сертификации SpaceX Абхишек Трипатхи (Abhishek Tripathi) заявил, что компания «на всех парах движется к сертификации и по-прежнему пытается выдержать график создания «космического такси»... Взрыв ракеты Falcon 9, произошедший 1 сентября

на стартовом комплексе мыса Канаверал, не задерживает эту работу».

По-видимому, под впечатлением инцидента на стартовой площадке обе компании, задействованные в контракте NASA по коммерческой доставке экипажа, дружно заявили, что будут стремиться выдержать установленные сроки работ, но не в ущерб безопасности. Об этом представители Boeing, SpaceX и NASA говорили 14 сентября на пленарном заседании конференции и выставки по космосу и астронавтике AIAA Space 2016, проходившей в Лонг-Бич.

Кэти Людерс (Kathy Lueders), директор программы NASA по коммерческой доставке экипажей, сообщила, что ее сотрудники вместе с другими специалистами из подразделений NASA участвуют в работе аварийной комиссии, созданной и руководимой SpaceX. Директор Управления пилотируемых программ компании SpaceX Бенджи Рид (Benji Reid) не стал озвучивать новые планы и не дал даже примерной оценки возможных сроков сертификации Crew Dragon для штатных миссий. «Мы сосредоточены на задаче возобновления пусков с точки зрения перспектив всего нашего флота, – заявил он, обещав, что расследование не повлияет на деятельность ни по каким аспектам «пилотируемого» контракта. – Мы полным ходом движемся по этой программе, но, конечно же, реально оцениваем сложившуюся в целом ситуацию... В [пилотируемый] полет мы отправимся тогда, когда будем готовы».

Между тем Кристофер Фергюсон (Christopher J. Ferguson), заместитель директора программы Boeing по коммерческой доставке экипажей, подтвердил график работ над кораблем CST-100 Starliner, которого компания придерживается без изменений уже несколько месяцев: беспилотный испытательный полет в конце 2017 г., пилотируемый – в феврале 2018 г. Современное выполнение графика будет способствовать сертификации корабля для штатного использования, которое начнется первой доставкой экипажа на МКС в июне 2018 г.

Этот график выглядит довольно оптимистично на фоне выводов доклада генерального инспектора NASA, опубликованного 1 сентября вне связи с аварией SpaceX. Его авторы указали на ряд проблем, которые, по их мнению, приведут к задержкам введения в штатную эксплуатацию кораблей обеих компаний как минимум до конца 2018 г. «Да, наш план очень агрессивный, – согласился Фергюсон. – Но мы оптимистично расцениваем возможность своевременного преодоления всех его этапов. Тем не менее в полет мы отправимся лишь тогда, когда будем полностью готовы. Если понадобится пара дополнительных месяцев, для того чтобы убедиться в его безопасности, значит так тому и быть».

Впрочем, неизменность сроков выполнения этапов программы ССР может оказаться явлением временным. В свете последних событий требования к надежности пилотируемых кораблей и их носителей могут быть ужесточены, а NASA запросто может добавить каждому исполнителю еще два-три «контрольных пункта». В любом случае сейчас 2018 г. выглядит гораздо более реалистичным сроком первых стартов коммерческих пилотируемых кораблей, чем 2017-й.

## Подпорченная статистика

Авария 1 сентября стала третьим крупным отказом в летной истории носителя Falcon 9 и шестым, если учитывать первые пуски ракет Falcon 1, с которых компания SpaceX, основанная в 2002 г. прежним владельцем PayPal, начала свой путь в космос.

История SpaceX начиналась отнюдь не с триумфов. Из пяти стартовавших легких РН Falcon-1 лишь две достигли орбиты: первые три, взлетевшие 24 марта 2006 г., 21 марта 2007 г. и 3 августа 2008 г., потерпели неудачу. В четвертом полете 28 сентября 2008 г. на орбиту был доставлен габаритно-весовой макет спутника, поскольку никто не захотел рискнуть «живым» аппаратом. Первая штатная коммерческая полезная нагрузка была успешно выведена 14 июля 2009 г.

Первый крупный инцидент с новым носителем Falcon 9 произошел уже в четвертом пуске, в миссии SpX-1, которая стартовала 8 октября 2012 г. Тогда на 79-й секунде полета при прохождении зоны максимального скоростного напора разрушилась\* форсуночная головка одного из девяти двигателей, и получил повреждение хвостовой отсек первой ступени. Несмотря на эту «неприятность», ракета смогла вывести корабль Dragon на опорную орбиту, правда, за счет увеличения времени работы второй ступени. Для повторного включения последней топлива уже не было, и полетная нагрузка – спутник Orbcomm-G2 – осталась на нерасчетной орбите и в итоге была утрачена. Интересно, что этот отказ никак не отразился на репутации носителя. Более того, Маск преподнес его как достижение, подтвердив «способность Falcon 9 к продолжению устойчивого полета и выполнению основной миссии при отказе одного из двигателей первой ступени».

Затем последовала довольно длинная серия успешных полетов. Однако 28 июня 2015 г. на 139-й секунде полета SpX-7 разрушился бак окислителя второй ступени ракеты-носителя Falcon-9 v1.1, корабль Dragon был потерян (НК №9, 2015). Маск назвал причиной «аномалии» разрушение стойки одного из гелиевых шар-баллонов из-за технологического брака, что якобы привело к разрыву магистрали наддува, стремительному повышению давления в баке и разрушению обечайки (НК №9, 2016). Компания SpaceX довольно быстро оправилась от неудачи и через шесть месяцев вернулась к полетам. Здесь уместно заметить, что названная причина некоторыми экспертами ставится под сомнение: с учетом нового инцидента они считают, что настоящий источник бед кроется в конструктивных пороках системы наддува второй ступени носителя.

Модификация Falcon-9 v1.1 была выведена из эксплуатации после 17 января 2016 г. Ей на смену пришел обновленный носитель Falcon-9 FT, впервые стартовавший 22 декабря 2015 г. До сентябрьского катаклизма ракета в этом варианте выполнила восемь успешных полетов: шесть коммерчески по заказам Orbcomm, SES, JSAT Corporation, Thaicom, Eutelsat, Asia Broadcast Satellite и две «государственные» миссии (SpX-8 и -9) по заказу NASA.

\* Взрыв двигателя был казуистически назван «быстрой незапланированной разборкой» (Rapid Unscheduled Disassembly).

Итак, в 33 полетах ракет Falcon всех вариантов зафиксированы пять отказов, четыре из которых привели к потере носителя и полезной нагрузки. 34-я миссия так и не состоялась из-за взрыва на стартовом столе. Это не очень успешная статистика для изделия, на котором NASA намерено запускать астронавтов, а ВВС США – дорогостоящие КА в интересах национальной безопасности. Получается, что надежность семейства Falcon-9 аналогична показателями РН «Зенит».

## Реакции и оценки

Первые реакции публики на взрыв «Фалкона» были самыми разными – в Сети присутствуют как «маскофилы», так и «маскофобы». Не обошлось и без злорадства. Хотя, к чести наблюдателей, надо отметить, что в основном преобладало сожаление: в среде любителей космонавтики гибель ракеты не вызывает радости. Официальные лица давали сдержанные комментарии.

Впрочем, и в мире солидных людей встречается неджентльменское поведение. Упомянувший выше Давид Поллак не без горечи отметил реакцию некоторых своих конкурентов: «Они вели себя так, будто почувяли кровь в джунглях. С теми, кто имел больше или меньше доброй воли, мы сотрудничаем. Я могу определенно сказать, что некоторые наши конкуренты вели себя достойно и мы улучшили наши отношения. Некоторые вели себя так, будто они только конкуренты, не имеющие никакого сочувствия к попавшим в беду коллегам. Исходя из этого опыта, думаю, теперь мы знаем, с кем нам хотелось бы поговорить, а с кем нет».

В этой связи стоит упомянуть высокомерную реакцию основателя Facebook Марка Цукерберга (Mark E. Zuckerberg), связывавшего с AMOS-6 надежды на покрытие Facebook'ом Африканского региона. Его твит по поводу аварии без намека на такт выглядел весьма контрастно на фоне ободрений от NASA, ВВС США, FAA и других организаций и частных лиц.

Бывший астронавт NASA Лерой Чиао (Leroy R. Chiao) сказал: «Неудачи не воспринимаются и не будут восприниматься легко. Мы просто признаем, что они могут произойти. Но все должны понимать: то, что делается здесь, является сложным и трудным. Рисками можно управлять, их можно снизить настолько, насколько это возможно, но они никогда не смогут стать равны нулю. Единственный способ сделать их нулевыми – не пытаться ничего делать вообще».

Независимо от того, являются ли причины аварии следствием конструктивных ошибок, производственного брака или неотлаженности процессов подготовки носителя к старту, они поднимают вопрос об адекватности процессов создания ракетно-космической техники в SpaceX. Все мы знаем, что компания и ее владелец – любимцы публики. Об их успехах написано множество статей и даже книг. Но успехи не могут компенсировать провалов – а цена последних в той отрасли деятельности, которую выбрал Маск, очень высока.

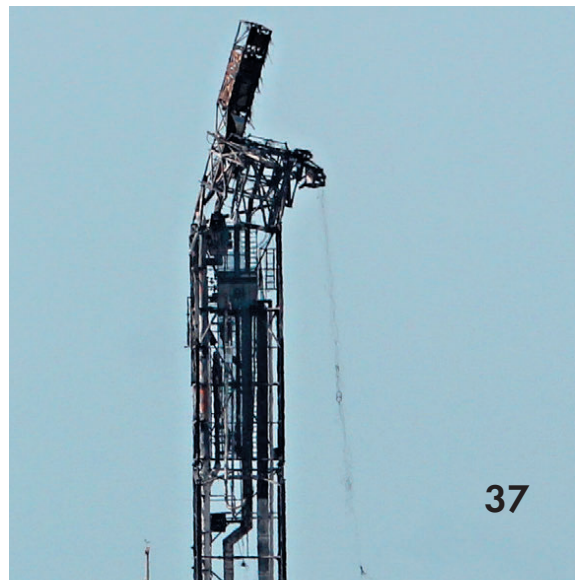
В чем могут быть причины неудач? Эксперты видят их в подходе к проектированию ракетно-космической техники, больше напоминающем «кавалерийский наскок». Когда-то, в 2005 г., Маск заявлял: «Глупо говорить, авария – это не вариант (failure's not an option).

Авария предусмотрена. Если у вас ничего не сломается, вы не получаете ничего нового». Эрик Бергер пишет: «Это похвальный подход, который оправдывает такие рискованные усилия, как посадка ракеты на судно или попытка отправить Dragon на поверхность Марса. Но он не работает, когда дело доходит до завоевания доверия клиентов коммерческих спутников или запуска астронавтов NASA. И хотя Маск утверждает, что система аварийного спасения защитила бы экипаж корабля Dragon от взрыва, аналогичного произошедшему 1 сентября, прямо сейчас это лишь непроверенное утверждение».

Еще одной причиной может являться перегруженность персонала компании параллельными проектами. Сейчас в SpaceX ведутся работы по носителям Falcon 9, Falcon Heavy, по «марсианскому колониальному транспорту» МСТ, по двигателям Merlin и Raptor, кораблям Dragon и Dragon Crew. Такое положение дел ведет к росту риска конструкторских ошибок. Известно, что в компании Boeing над пилотируемым кораблем CST-100 трудится команда высококлассных специалистов, которые сосредоточены только на данном проекте. И если даже они сталкиваются со сложными проблемами, то что уж говорить о весьма мотивированном, но немногочисленном и не самом опытном персонале SpaceX?

Далее, теоретическая и экспериментальная база компании Маска заметно уже и мельче, чем у «грандов» американской ракетно-космической отрасли – Lockheed Martin и Boeing. Эти компании десятилетиями нарабатывали собственные компетенции и аккумулировали полученный опыт, создавали свою экспериментальную базу и школу отработки ракетно-космической техники. У них процесс проектирования основан на строгом соблюдении документированных процедур. Это, кстати, подтверждается тем, что инциденты типа «взрыв на старте» с ракетами «грандов» отрасли остались в далеком прошлом.

Напротив, SpaceX большую часть своей базы знаний получила, не набив собственные шишки, а в готовом виде от NASA или пришедших в фирму специалистов. Есть подозрение, что Маск смог заметно снизить стоимость своих изделий еще и за счет объема наземной экспериментальной отработки техники. В этом случае – и мы об этом уже писали еще на заре пусковой активности SpaceX (НК №5, 2007) – все проблемы инженерам SpaceX придется вылавливать в полете, платя высокую цену. И еще не известно, чья работа окажется реально дешевле – старых «грандов» или новых частников.



# Новый индийский геостационарный метеоролог

8 сентября в 16:50 по местному времени (11:20 UTC) со второго стартового комплекса Космического центра имени Сатиша Дхавана (Шрихарикота, штат Андхра-Прадеш) специалисты Индийской организации космических исследований ISRO осуществили пуск ракеты-носителя GSLV Mk.II F05 с метеорологическим спутником Insat-3DR. Масса аппарата – 2211 кг, это самый тяжелый полезный груз из запущенных в Индии на геопереходную орбиту.

Первоначально миссия планировалась на 28 августа, но была перенесена из-за неготовности КА и успешно выполнена через 11 дней. Пуск состоялся после 29-часового предстартового отсчета с внеплановой задержкой на 40 минут от начала стартового окна из-за неисправности клапана давления в системе заправки ракеты жидким кислородом.

Для доставки КА на геостационар была применена прямая схема выведения на эллиптическую геопереходную орбиту с последующим многоимпульсным довыведением спутника с использованием бортовой жидкостной двигательной установки (ДУ).

Старт и полет носителя проходили штатно. Двигатель последней ступени закончил работу через 1008 сек после старта против 1012 сек по плану. Спутник отделился от ступени через 17 мин 03 сек после старта на высоте 238 км.

Аппарат, получивший в каталоге Стратегического командования США номер **41752** и международное обозначение **2016-054A**, вышел на переходную орбиту с параметрами:

- наклонение – 20,61°;
- высота в перигее – 168 км;
- высота в апогее – 35901 км;
- период обращения – 630,3 мин.

Для приема телеметрии на запуске и первом витке привлекались средства сле-

жения командно-измерительного комплекса ISTRAC организации ISRO, а также арендуемые станции Бруней и Биак (Индонезия).

Центр управления в г. Хассан (штат Карнатака) установил связь с КА и подтвердил раскрытие панелей солнечных батарей. 9–11 сентября спутник выполнил три включения ДУ LAM для поэтапного увеличения высоты перигея и уменьшения наклонения и был выведен на на околостационную орбиту, а примерно 17 сентября был стабилизирован в заявленной точке стояния 74° в.д. Еще на подходе к ней, 15 сентября, спутник передал первые снимки видимого диска Земли. Орбитальные испытания КА займут несколько месяцев.

## Индийские метеоспутники

Индия присоединилась к странам – операторам метеоспутников на геостационарной орбите (США, Европа, Россия, Китай, Япония) в 1982 г. и с тех пор запустила 11 КА с метеоаппаратурой (табл. 1). Первые четыре спутника серии Insat-1, изготовленные компанией Ford Aerospace (ныне – Space Systems/Loral – SSL), были многофункциональными с совмещенной полезной нагрузкой (ПН) связи и метеонаблюдений. В 1990-х годах на орбите работали аппараты серии Insat-2, уже изготовленные в Индии.

Первым специализированным метеоспутником Индии стал среднеразмерный Metsat (переименован в Kalpana-1 в честь американской астронавтки индийского происхождения Калпаны Чаулы, погибшей во время катастрофы шаттла Columbia в полете STS-107 в 2003 г.). Тогда впервые в индийской практике КА был выведен на переходную к геостационарной орбите с помощью носителя PSLV (Polar Satellite Launch Vehicle), изначально разработанного для

запусков КА на полярную орбиту. В следующей серии Insat-3 запущено три спутника, из них один – тяжелый Insat-3A с совмещенной ПН для связи и метеонаблюдений и два новых однотипных Insat-3D/3DR только с метеоаппаратурой.

В 2016 г. в системе метеонаблюдений использовался оперативный Insat-3D (82° в.д.) и два резервных – Insat-3A (93,5° в.д.) и Kalpana-1 (74° в.д.), работающие в пределах остаточного ресурса.

В состав наземного комплекса входят система обработки метеоданных IMDPS (Insat Meteorological Data Processing System), развернутая в Метеорологическом департаменте Индии IMD (Indian Meteorological Department) в Дели, центр управления MCF (Master Control Facility) в Хассане и приемные станции. Обработка метеоданных осуществляется на круглосуточной основе и включает этапы приема сырой информации, последовательную генерацию продуктов начального уровня, первого уровня (калиброванные и геопривязанные) и геофизических параметров GPR.

## Insat-3D/DR

Insat 3DR – усовершенствованный вариант КА Insat 3D, запущенного 25 июля 2013 г\*. Оба КА относятся к новейшим метеоспутникам ISRO, оснащенным двумя типами зондирующей аппаратуры: кроме традиционных сканеров видимого и инфракрасного (ИК) диапазонов, впервые в индийской практике применен зондирующий атмосферферы в ИК-диапазоне.

Аппарат разработан и изготовлен в космических центрах ISAC (ISRO Satellite Centre,

\* Из-за возникших неполадок вскоре после вывода на геостационарную орбиту работает с ограничением по ресурсу.



**Табл. 1. Спутники метеорологического наблюдения Индии**

Наименование	Дата запуска	Номер	РН	Масса на орбите, кг	Состав аппаратуры
Insat-1A	10.04.1982	13129 / 1982-031A	Delta 3910	1152	Связь, VHRR, DCS
Insat-1B	30.08.1983	14318 / 1983-089B	STS-8 / PAM-D2	1152	Связь, VHRR, DCS
Insat-1C	21.07.1988	19330 / 1988-063A	Ariane 3	1190	Связь, VHRR, DCS
Insat-1D	12.06.1990	20643 / 1990-051A	Delta 4920	1190	Связь, VHRR, DCS
Insat-2A	09.07.1992	22027 / 1992-041A	Ariane 44L	1906	Связь, VHRR, DRT, SAS&R
Insat-2B	22.07.1993	22724 / 1993-048A	Ariane 44L	1906	Связь, VHRR, DRT, SAS&R
Insat-2E	02.04.1999	25666 / 1999-016A	Ariane 42P	2550	Связь, VHRR, камера CDD, DRT, SAS&R
METSAT-1 Kalpana-1	12.09.2002	27525 / 2002-043A	PSLV-C4	1060	VHRR/2, DRT
Insat-3A	09.04.2003	27714 / 2003-013A	Ariane 5G	2950	Связь, VHRR/2, камера CDD, DRT, SAS&R
Insat-3D	25.07.2013	39216 / 2013-038B	Ariane 5ECA	2061	Imager, Sounder, DRT, SAS&R
Insat-3DR	08.09.2016	41752 / 2016-054A	GSLV Mk.II F05	2211	Imager, Sounder, DRT, SAS&R
Insat-3DS	2022		GSLV	2060	Imager, Sounder, DRT, SAS&R

Бангалор) и SAC (ISRO Space Applications Centre, Ахмедабад) на базе индийской космической платформы I-2K (Insat-2000) с трехосной ориентацией, которая применяется для геостационарных спутников связи и метеонаблюдения двухтонного класса (1800–2500 кг), изготовлена из углепластика и обеспечивает расчетный срок активного существования 12 лет.

Масса спутника на старте – 2211 кг, в том числе масса топлива – 1255 кг, размеры 2.4×1.6×1.5 м. Электропитание поставляют одна двухсекционная солнечная батарея мощностью около 1.7 кВт и одна литий-ионная аккумуляторная батарея емкостью 90 А·ч. Бортовая двигательная установка LAM (Liquid Apogee Motor) на двухкомпонентном топливе MON-3/ММН (окислитель – четырехокись азота N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> с добавкой NO, горючее – монометилгидразин) с апогейным двигателем LAM (Liquid Apogee Motor) тягой 440 Н и двенадцатью микродвигателями по 22 Н используется для «скругления» орбиты, коррекции параметров и поддержания заданной ориентации.

В бортовой системе управления КА применен дублированный микропроцессор MAR 31750 с шиной стандарта MIL-STD-1553, работающий в операционной системе на языке ADA.

В состав ПН входят четыре комплекта аппаратуры:

- ◆ шестиканальный сканирующий радиометр видимого и ИК-диапазона (Imager Payload);
- ◆ 19-канальный зондировщик атмосферы ИК-диапазона (Sounder Payload);
- ◆ ретранслятор данных метеодатчиков DRT (Data Relay Transponder);
- ◆ ретранслятор сигналов системы поиска и спасения терпящих бедствие SAS&R (Satellite Aided Search and Rescue).

Мультиспектральный сканирующий оптический радиометр Imager (табл. 2) разработан на основе радиометра VHRR/2 (Very High Resolution Radiometer) метеоспутника Kalpana-1 и предназначен для получения изображений диска Земли в шести спектральных каналах видимого диапазона, а также в коротковолновом, среднем и тепловом участках ИК-диапазона. Датчик массой 130 кг состоит из оптоэлектронного модуля (оптический телескоп с апертурой 310 мм, блоки сканирования и фотодетекторов, пассивный радиатор) и блока электронной аппаратуры для электропитания системы. Линейное сканирование осуществляется строчно-кадровым методом с периодом

**Табл. 2. Характеристики спектральных каналов радиометра Imager видимого и ИК-диапазона**

Обозначения спектральных каналов	Длины волн спектральных каналов, мкм	Отношение сигнал/шум или радиометрическая чувствительность NEΔT, К	Мгновенный угол поля зрения IGFOV, мкрад	Пространственное разрешение, км
VIS (видимый)	0.55–0.75	900 (альbedo 100%)	28	1
SWIR (коротковолновая часть ИК-диапазона)	1.55–1.70	220 (альbedo 100%)	28	1
MWIR (средневолновая часть ИК-диапазона)	3.80–4.00	0.5 (300 К)	112	4
VV (полоса поглощения водяного пара)	6.50–7.10	0.25 (300 К)	224	8
TIR-1 (тепловой ИК-диапазон-1)	10.3–11.3	0.26 (300 К)	112	4
TIR-2 (тепловой ИК-диапазон-2)	11.5–12.5	0.28 (300 К)	112	4

обзора диска Земли 26 минут. Радиометрическое разрешение составляет 10 бит, скорость информационного потока – 4 Мбит/с.

Радиометр может вести съемку в трех режимах:

- ◆ полный обзор диска в секторе 18×18° за 26 минут;
- ◆ обзор части диска в секторе 14×18° за 23 минуты;
- ◆ обзор программируемого сектора 4×18° за 6 минут.

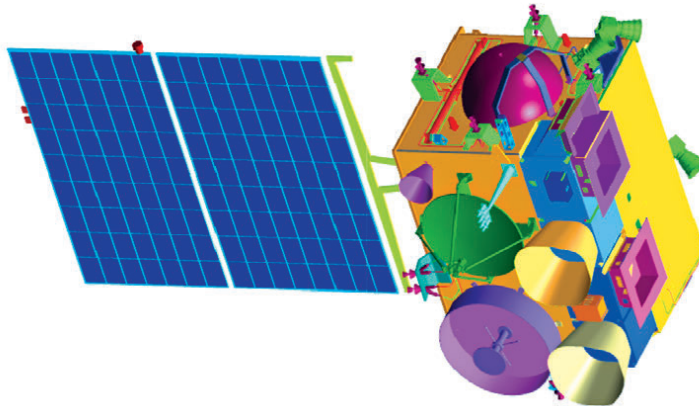
Пассивная система терморегулирования обеспечивает охлаждение фокальной плоскости с фотодетекторами оптоэлектронных систем до температуры не выше 95 К.

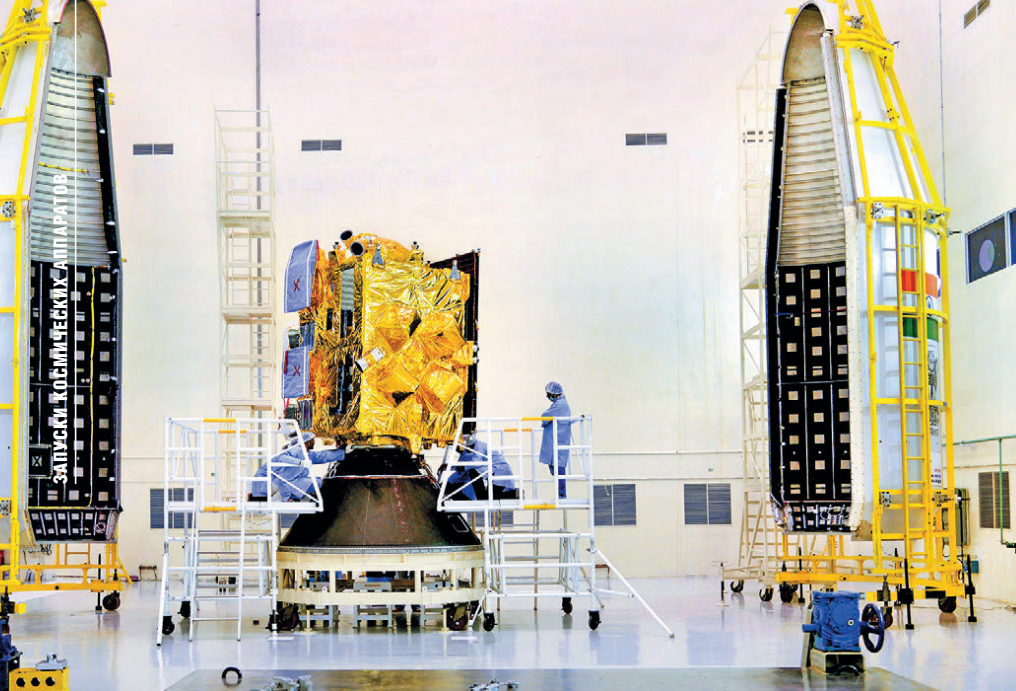
В результате обработки цифровых значений калиброванных изображений специалисты Метеорологического департамента IMD получают геофизические параметры, необходимые для усвоения в системах оперативного прогнозирования погоды. На основе данных сканера рассчитывают 11 различных геофизических продуктов, в том числе температуру поверхности воды и суши SST и LST, вектор переноса водяного пара,

влажность верхних слоев тропосферы UTH, исходящее длинноволновое излучение OLR, количественную оценку осадков QPE, вектор скорости атмосферы AMV, инсоляцию, снежный покров. Полученные данные также позволяют обнаружить туман, пожары, дым, аэрозоли, оценить положение и силу тропического циклона.

Атмосферный зондировщик Sounder впервые был установлен на Insat-3D и предназначался для измерения излучения атмосферы в 19 спектральных каналах в видимом (0.695 мкм), коротковолновом (шесть каналов), средневолновом (пять каналов) и длинноволновом тепловом (семь каналов) участках ИК-диапазона в целях определения температурных (40 уровней от поверхности Земли до высоты 70 км) и влажностных профилей (21 уровень от поверхности до 15 км) и содержания озона в атмосфере (табл. 3).

Зондировщик оснащен оптическим телескопом с апертурой диаметром 310 мм со сканирующим зеркалом, которое обеспечивает съемку участка размером 6400×6400 км<sup>2</sup> в течение 160 минут (или зон меньших размеров) с пространственным разрешением в надире 10×10 км<sup>2</sup>. Радиометрическое разре-





шение – 13 бит, масса прибора – 90 кг. Съемочный цикл имеет период повторения 6 часов, в течение цикла прибор формирует: пять снимков зоны Индии размером  $2 \times 5^\circ$  за 18 минут; пять снимков зоны Индии размером  $3 \times 6^\circ$  за 33 минуты и один снимок зоны Индийского океана размером  $4 \times 7^\circ$  за 51 минуту.

Полученные цифровые данные измерений используются для расчета девяти видов геофизических продуктов: температурно-влажностные профили и интегральный

озон, высота геопотенциала GN, влагозапас слоя, общий влагозапас, индекс конвективной неустойчивости LI, индекс ветра в порывах WINDEX, индекс прогноза сухих микрошквалов DMI, разность потенциальных температур микрошквалов TeD, оценка концентрации озона.

Ретранслятор DRT предназначен для сбора метеоданных с автоматических необслуживаемых датчиков, расположенных в пределах зоны радиовидимости, и передачи их в приемный центр Метеорологического департамента IMD. Эта организация совместно с ISRO развернула измерительную сеть из более чем 3000 автоматических платформ, среди них – 1900 автоматических метеостанций, 1293 датчика уровня дождя, речные измерители уровня воды, агрометеостанции, морские буйковые платформы и др.

Ретранслятор аварийных сигналов SAS&R обеспечивает прием и ретрансляцию в центр INMCC (Indian Mission Control Centre) в Бангалоре сигналов потерпевших бедствие воздушных и морских судов. Зона ответственности индийского центра INMCC охватывает значительную часть Индийского океана, включая Индию, Бангладеш, Бутан, Непал, Шри-Ланку, Мальдивы, Сейшельские острова, а также Танзанию. Основными пользователями системы являются береговая охрана, администрации аэропортов Индии, управления судоходства, рыболовства, оборонное ведомство.

▼ Первые снимки с КА Insat-3DR были получены 17 сентября 2016 г.

Бортовой радиокомплекс обеспечивает передачу на Землю информации от сканера и зондировщика по двум радиолиниям в так называемом «расширенном С-диапазоне» на несущих частотах 4781 и 4798 МГц. Ретранслятор метеоданных DRT работает на частотах 4507 МГц (КА – Земля) и 402.75 МГц (Земля – КА), ретранслятор аварийных сигналов SAS&R – на частотах 4507 МГц и 406.05 МГц соответственно.

Пользователи могут получить космические снимки и геопродукты через веб-порталы Метеорологического департамента Индии IMD ([www.imd.gov.in](http://www.imd.gov.in)) или через Центр архивирования метеорологической и океанографической спутниковой информации MOSDAC (Meteorological and Oceanographic Satellite Data Archival Centre), который поддерживается совместно ISRO и IMD ([www.mosdac.gov.in](http://www.mosdac.gov.in)). Спутниковые продукты, пройдя процедуры усвоения в моделях численного прогнозирования погоды в Национальном центре среднесрочных метеопрогнозов NCMRWF (National Centre for Medium Range Weather Forecasting), вносят вклад в улучшение качества прогнозирования, предсказание опасных метеоявлений и повышение точности прогнозов развития циклонов. В соответствии с международными соглашениями Индия осуществляет обмен с США и организацией Eumetsat оперативными продуктами метеоспутников.

В обновленном двухспутниковом составе индийская система метеонаблюдений Insat-3D/3DR может эксплуатироваться до 2022 г., после чего планируется запустить однотипный с ними КА Insat-3DS.

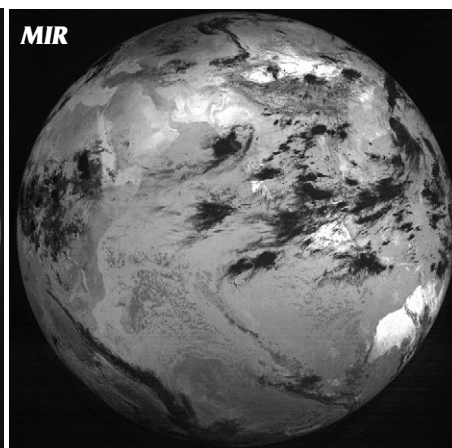
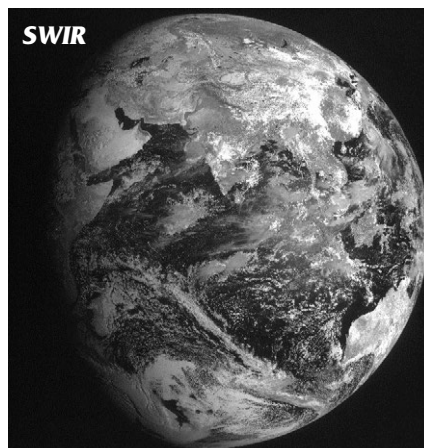
## Ракета

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

Запуск F05 стал первым стартом PH GSLV (Geostationary Satellite Launch Vehicle, буквально «ракета-носитель геостационарных спутников») в 2016 г. и десятым с 2001 г. пуском ракеты в обоих вариантах – Mk.I и Mk.II. Эксплуатация носителя с самого начала была сопряжена с трудностями с точки зрения надежности. Предназначенная для запуска индийских геостационарных спутников среднего класса GSLV имеет более высокую энергетику, чем «рабочая лошадка» PSLV, которая могла служить в таких миссиях с ограничениями, из-за чего в за-

Табл. 3. Характеристики спектральных каналов атмосферного зондировщика ИК-диапазона

№ канала	Центральная длина волны, мкм	Наименование канала, полоса поглощения	Назначение
1	14.71	CO <sub>2</sub>	Температура стратосферы
2	14.37	CO <sub>2</sub>	Температура тропопавузы
3	14.06	CO <sub>2</sub>	Температура верхнего слоя
4	13.96	CO <sub>2</sub>	Температура среднего слоя
5	13.37	CO <sub>2</sub>	Температура нижнего слоя
6	12.66	Водяной пар	Общий влагозапас
7	12.02	Водяной пар	Температура поверхности, влажность
8	11.03	Окно прозрачности	Температура поверхности
9	9.71	Озон	Концентрация озона
10	7.43	Водяной пар	Влажность нижнего слоя
11	7.02	Водяной пар	Влажность среднего слоя
12	6.51	Водяной пар	Влажность верхнего слоя
13	4.57	N <sub>2</sub> O	Температура нижнего слоя
14	4.52	N <sub>2</sub> O	Температура среднего слоя
15	4.45	CO <sub>2</sub>	Температура верхнего слоя
16	4.13	CO <sub>2</sub>	Температура граничного уровня
17	3.98	Окно прозрачности	Температура поверхности
18	3.74	Окно прозрачности	Температура поверхности, влажность
19	0.695	Канал видимого диапазона VIS	Облачность



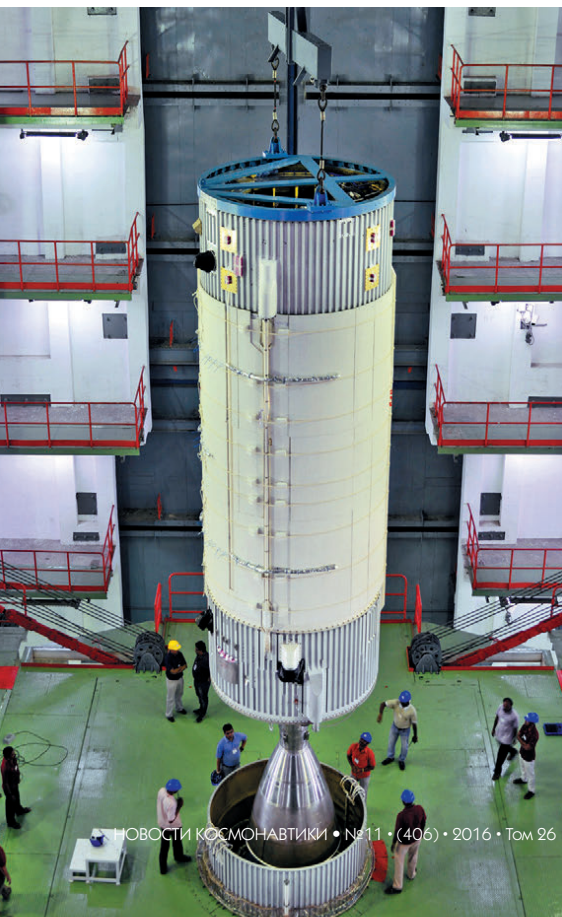
пускаемый КА приходилось заливать дополнительное топливо для достижения целевой орбиты.

В течение многих лет Индия полагалась на иностранные средства выведения (такие как Ariane 5) своих «тяжелых» геостационарных спутников. GSLV должна была положить конец этой зависимости вскоре после выполнения демонстрационных миссий. Новый проект отличался широким использованием всех имеющихся в стране типов двигательных установок, включая мощный твердотопливный ракетный двигатель в качестве основной (центральной) ступени с четырьмя боковыми блоками на жидком самовоспламеняющемся топливе, сгруппированными вокруг него. На вершине центрального блока находится вторая ступень на жидком самовоспламеняющемся топливе и третья ступень – криогенный разгонный блок на кислородно-водородном топливе, который обеспечивает вывод спутника на геопереходную орбиту.

Ракета высотой 49 м и стартовой массой 415 т способна доставить 2500 кг на переходную к геостационарной орбите, в то время как PSLV может запустить лишь 1425 кг. Тем не менее после первоначального успеха программа GSLV столкнулась с рядом неудач, и в связи с различными недостатками трехступенчатого носителя в 2010 г. проект отправили на коренную доработку.

Переделка проекта в первую очередь была направлена на улучшение первой криогенной верхней ступени CUS (Cryogenic Upper Stage) собственной индийской разработки и усиление различных элементов конструкции, в частности отсеков между ступенями и обтекателем. После завершения доработки GSLV совершила три подряд успешных полета, запустив спутники связи в 2014 и 2015 гг. и метеорологический Insat-3DR в 2016 г. Модель GSLV Mk.II со ступенью CUS, оснащенной двигателем CE-

#### ▼ Вторая ступень ракеты GSLV



7.5 собственной разработки, стартовала в четвертый раз: вариант Mk.I использовал российскую криогенную ступень 12КРБ с кислородно-водородным двигателем КВД-1. Запуск F05 стал первой эксплуатационной миссией GSLV Mk.II со ступенью CUS. Впервые масса криогенного топлива была увеличена с 12.8 до 15 т, а тяга двигателя – с 73.55 до 93.1 кН.

Как уже говорилось, запуск спутника Insat-3DR начался с 29-часового обратного отсчета, в ходе которого самовоспламеняющимся жидким топливом – четырехокисью азота (окислитель) и смесью несимметричного диметилгидразина и гидразин-гидрата UH25 (горючее) – сначала заправлялись боковые блоки\* первой ступени и вторая ступень. Затем, когда персонал покинул стартовую площадку, начался процесс заправки ступени CUS криогенным топливом, который продолжался до старта, чтобы держать баки заполненными до полетного уровня.

В таком состоянии ракета находилась до 10:40 UTC, затем включилась встроенная задержка, чтобы выйти в длинное стартовое окно запуска на переходную орбиту.

За последний час обратного отсчета система управления GSLV была прошита актуальным программным обеспечением, прошла последняя проверка компьютеров, и началась 12-минутная фаза автоматизированной последовательности для перехода в стартовую конфигурацию. Затем ракета и ее полезная нагрузка перешли на бортовое питание, дренажные клапаны закрылись, баки были наддуты. С этого момента все управление было передано бортовым компьютерам.

В T+4.8 сек включились двигатели Vikas 2 боковых блоков, их тяга короткое время контролировалась перед включением твердотопливного основного двигателя ступени. Последний включился в 11:20:00 UTC – и ракета буквально выпрыгнула со старта. Развивая тягу 800 тс, она несколько секунд поднималась вертикально, а потом стала наклоняться, чтобы лечь на нужный азимут пуска.

Система слежения подтвердила, что GSLV идет в нужном направлении. Сжигая 2425 кг топлива в секунду, ракета быстро прошла сверхзвуковой барьер и зону максимального динамического давления.

Твердотопливный двигатель первой ступени длиной 20.2 м перестал работать в T+109 сек, израсходовав 138 т топлива. Четыре боковых блока продолжали работать, неся мертвый вес пустого центрального блока еще 40 секунд, после чего запустился двигатель второй ступени – и вся сборка первой ступени целиком отделилась на высоте 70 км.

Двигатель Vikas 4 второй ступени развивал тягу 81.5 тс. Сразу после разделения ступеней GSLV перешла на управление в замкнутом контуре (до этого она летела по предварительно запрограммированному профилю), что позволило второй ступени изменить полученную траекторию, чтобы убрать ошибки и выполнить высокоточное выведение.

\* Их привычно называют термином Booster, хотя ускорителями они не являются: это неотъемлемый элемент первой ступени.



▲ Криогенная третья ступень

Выйдя из плотных слоев атмосферы, в T+229 сек ракета сбросила головной обтекатель, и всю остальную часть пути спутник Insat-3DR был открыт.

Вторая ступень длиной 11.6 м исчерпала свой запас топлива к T+291 сек, передав управление криогенному блоку CUS. Двигатель верхней ступени включился в T+306 сек, развил тягу 9.5 тс и проработал до в T+1008 сек. Разгонный блок быстро погасил остаточные колебания, сориентировался и отделил КА через 15 сек после выключения маршевого двигателя. Телеметрия подтвердила отделение Insat-3DR – и в Центре управления полетом раздалась ликующие возгласы: штатное завершение миссии F05 возвестило о третьем подряд успехе GSLV Mk.II.

По заявлению представителя госкорпорации ANTRIX, ответственной за маркетинг GSLV, успешный запуск подтвердил готовность носителя к оперативной коммерческой эксплуатации на мировом рынке пусковых услуг. Руководство ISRO объявило о намерении осуществлять ежегодно по два старта GSLV. Очередной пуск запланирован на март 2017 г., а всего в следующем году намечены две миссии. Помимо прочего, предстоит набрать необходимую статистику перед запусками высокоприоритетной полезной нагрузки, включая индийский зонд для исследования Луны Chandrayaan-2.

Председатель ISRO Киран Кумар (Kiran Kumar) заявил также о возможности применения GSLV для групповых запусков КА на низкие орбиты.

Дальнейшим развитием носителя станет более мощная GSLV Mk.III, предназначенная для запуска полезного груза массой до 4000 кг. Испытательный пуск новой ракеты с КА GSat-19 запланирован на конец 2016 г.

И. Соболев.  
«Новости космонавтики»



# Охотник за астероидами

9 сентября в 19:05:00 EDT (23:05:00 UTC) со стартового комплекса SLC-41 станции ВВС «Мыс Канаверал» специалисты Объединенного пускового альянса ULA (United Launch Alliance) совместно с военнослужащими 45-го космического крыла ВВС США осуществили запуск PH Atlas V (номер AV067, вариант 411) с исследовательским межпланетным аппаратом OSIRIS-Rex.

Запуск осуществлялся в восточном направлении по стартовому азимуту 89°. В момент времени T+139 сек произошло штатное отделение единственного бокового твердотопливного ускорителя, в T+242.8 сек завершил работу российский двигатель РД-180 с заводским номером 61Т. Шесть секунд спустя произошло разделение ступеней, а спустя еще одну секунду – первое включение кислородно-водородного двигателя RL10A-4-2\* ступени Centaur. В T+266.8 сек был осуществлен сброс створок головного обтекателя.

Проработав 483.7 секунды, двигатель выключился, переведя связку из разгонного блока и космического аппарата на опорную орбиту наклонением 26.95°, перигеем 165 км и апогеем 272 км.

Второе включение двигателя разгонного блока состоялось согласно циклограмме в момент времени T+33 мин 48.2 сек и продолжалось 410.4 сек. В результате связка оказалась на отлетной траектории с параметром  $C_3 = 29.298 \text{ км}^2/\text{с}^2$ , что соответствовало гиперболическому избытку скорости 5.41 км/с.

В 20:04 EDT станция DSS-35 в Австралии зафиксировала отделение космического аппарата и начало работы его передатчика на частоте 8.4456 ГГц. Развертывание панелей солнечных батарей прошло в штатном режиме через 10 минут после отделения. Состояние систем КА было в норме.

В каталоге Стратегического командования США аппарат OSIRIS-Rex получил номер 41757 и международное обозначение

\* Редкий вариант RL10, впервые использованный в декабре 2014 г. при запуске военного аппарата NROL-35.

ние 2016-055A, ступень Centaur – 41758 и 2016-055B.

Параметры гелиоцентрической орбиты КА по состоянию на 30 сентября, когда влияние Земли на его траекторию перестало быть заметным, составили:

- наклонение – 0.214°;
- расстояние в перигелии – 0.775 а.е.;
- расстояние в афелии – 1.167 а.е.;
- период обращения – 349.7 сут.

Целью миссии является детальное исследование астероида (101955) Bennu и доставка на Землю образцов его вещества. Общее руководство проектом осуществляет Центр космических полетов имени Годдарда NASA, за выполнение научной программы, планирование наблюдений и обработку результатов отвечает Университет Аризоны, а сам космический аппарат разработан и изготовлен компанией Lockheed Martin Space Systems в Денвере.

OSIRIS-Rex является третьим проектом в рамках программы New Frontiers, предусматривающей реализацию межпланетных миссий средней стоимости. Первым был аппарат New Horizons, совершивший в июле 2015 г. успешный пролет Плутона, второй стала станция Juno, в настоящее время находящаяся на орбите вокруг Юпитера. Стоимость третьей миссии оценивается в 800 млн \$.

Прошедший старт был 65-м для ракет семейства Atlas V и четвертым пуском модификации 411, а также восьмым стартом, осуществленным ULA в текущем году и 111-м успешным с момента основания предприятия в 2006 г.

## Запуск

«Сегодня мы отмечаем важную веху в истории этой замечательной миссии и в судьбе команды ее специалистов, – сказал в день старта администратор NASA Чарльз Болден (Charles F. Bolden). – Мы очень рады, что эта миссия сможет рассказать нам о происхождении нашей Солнечной системы, сделать открытия и

достичь тех рубежей в науке, которые еще вчера были научной фантастикой».

Непосредственная подготовка к старту началась 20 мая 2016 г. – в день, когда OSIRIS-Rex на борту транспортного самолета C-17 ВВС США прибыл в Космический центр имени Кеннеди во Флориде с авиабазы Бакли близ Денвера. На следующий день транспортный контейнер был распечатан, а сам аппарат доставлен в чистое помещение корпуса обслуживания опасных полезных грузов PHSF, где к работе с ним приступили специалисты.

23 мая начались полигонные испытания. В их ходе инженеры и техники тестировали приборы аппарата и его систему связи, проверяли величину массы и положение центра масс, установили теплоизоляцию, провели «засветку» солнечных батарей. В соответ-



ствии с графиком подготовки аппарат заправили топливом.

Следует заметить, что в ходе подготовки межпланетных миссий особое внимание уделяется стерильности изделия. И если обычно такая забота обусловлена опасением за возможное, пусть и весьма маловероятное, загрязнение другой планеты земными микроорганизмами, то для проекта, целью которого является забор и возврат образцов грунта астероида, нарушение чистоты практически гарантированно исказит результаты исследования с таким трудом добытого материала. Поэтому, помимо традиционных мер, при работе в чистом помещении (а даже чистая комната с контролируемой средой, конечно, не является идеально стерильной) рядом с OSIRIS-REX были установлены специальные пластинки, на которые должны осесть самые загрязняющие, что и на сам аппарат. С их помощью после возвращения капсулы с грунтом будет возможно выявить «паразитную» примесь, образовавшуюся в ходе предстартовой подготовки – ведь ее присутствие обнаружится и в пробе, и на контрольной пластинке.

Параллельно с КА инженеры готовили носитель. 8 августа на мобильной стартовой платформе смонтировали первую ступень, а 9 августа навесили единственный стартовый ускоритель, придающий ракете странный облик ввиду явно выраженной асимметрии. На первый взгляд, кажется, что такая конфигурация приведет к дисбалансу тяги, однако небольшое смещение центра масс за счет введения одного ускорителя и образующийся небольшой эксцентриситет тяги компенсируется системой управления за счет отклонения сопел двигателя РД-180. 10 августа смонтировали переходный отсек и ступень Centaur, 15 августа провели комплексные испытания систем, а 24 августа изделие в первый раз вывезли на старт. Репетиция предстартового отсчета с переходной ступеней, которую NASA требует перед запуском межпланетных КА, прошла успешно на следующий день, и 26 августа ракету вернули в здание вертикальной сборки VIF.

Тем временем 24 августа OSIRIS-REX был помещен под обтекатель и 29 августа доставлен в VIF для подъема и установки на ракете, которые состоялись 30 августа.

Смотр летной готовности 1 сентября прошел без замечаний, но этот день оказался неспокойным. В то время, когда специалисты только начали дискуссии о готовности Atlas V, на соседнем стартовом комплексе SLC-40, расположенном всего в двух километрах, при заправке топливом взорвался Falcon 9 (см. с. 32). Atlas в этот момент находился внутри здания вертикальной сборки, мощные стены которого защитили ракету и полезный груз от ударной волны. Однако военнослужащим 45-го крыла пришлось принимать экстренные меры сначала для спасения насосов системы пожаротушения, обеспечивающих оба старта, а затем для восстановления системы кондиционирования воздуха на SLC-41, без которой OSIRIS-REX был бы обречен.

В конце дня NASA объявило, что инцидент не отразится на ходе подготовки к старту межпланетной миссии. Однако на следующий день этим же стенам уже пришлось



▲ Специалисты NASA и лидеры отрасли на пресс-конференции после запуска в зрительном зале пресс-центра Космического центра имени Кеннеди во Флориде.

Слева направо: Джордж Диллер (George H. Diller) из пресс-центра NASA; д-р Эллен Стофан (Ellen R. Stofan), главный научный сотрудник NASA; д-р Джеймс Грин (James L. Green), директор Отделения планетологии NASA; д-р Данте Лауретта (Dante S. Lauretta), научный руководитель OSIRIS-REX в Университете Аризоны; д-р Скотт Мессер (Scott Messer), руководитель программы миссий NASA в компании United Launch Alliance; Рик Кунс (Rich Kuhns), менеджер проекта OSIRIS-REX от Lockheed Martin Space Systems

противостоять обрушившемуся на Флориду тайфуну Гермиона. В общем, все говорило за то, что нужно запустить OSIRIS-REX при первой же возможности, пока не случилось еще что-нибудь нехорошее.

Стартовый период для полета к Бенну открывался 8 сентября и длился 34 дня, при этом стартовое окно открывалось каждый день примерно на 120 минут. Утром 7 сентября ракету вывезли на старт, где она не задержалась – пуск состоялся с первой попытки в присутствии многих тысяч зрителей.

## Полет

Радиоконтроль траектории КА подтвердил высокую точность выведения. 9 сентября примерно через 18,5 часа после запуска OSIRIS-REX пересек орбиту Луны, а 15 сентября находился уже приблизительно на расстоянии 3,2 млн км от Земли, имея скорость примерно 5,5 км/с по отношению к Земле.

Вечером 9 сентября операторы закончили первоначальную оценку состояния КА и вывели его из защитного режима. Солнечные батареи перевели из состояния (90°, 0°) в (90°, 45°), задали режим ориентации на Землю вместо инерциальной ориентации, загрузили фоновую программу работы, которая начала исполняться с 20:00 EDT. Все это означало переход в фазу перелета.

12 сентября было получено первое изображение с навигационной камеры звездного датчика, на которое попал определенный участок звездного неба.

Следующая неделя была посвящена подаче питания и проверке пяти научных инструментов станции. Тестирование началось 19 сентября с комплекта камер OCAMS Университета Аризоны. В ходе проверки была осуществлена съемка звездного поля в созвездии Тельца и красного гиганта Бетельгейзе. Все три камеры отработали безупречно. В тот же день начались испытания лазерного высотомера OLA, принадлежащего Канадскому космическому агентству. В ходе теста инженеры даже включили сам лазер, и принятая телеметрия подтвердила полную работоспособность установки.

20 сентября проверке подверглись спектрометр видимого и инфракрасного диапазонов OVIRS, разработанный в Центре космических полетов имени Годдарда, и термозимиссионный спектрометр OTES,

созданный в Университете штата Аризона. Последний не только продемонстрировал работоспособность, но и выполнил научные измерения с характеристиками лучше проектных.

21 сентября состоялась вторая проверка лазерного высотомера OLA и студенческого прибора REXIS – видового рентгеновского спектрометра реголита, созданного в Масачусеттском технологическом институте. Принятая телеметрическая информация показала, что аппаратура хорошо перенесла старт и полностью исправна.

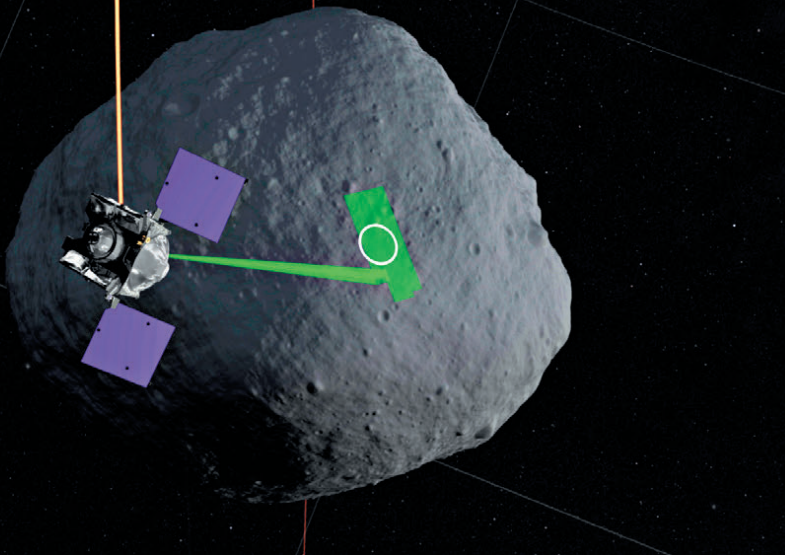
22 сентября тестировались специализированные камеры TAGCAMS, с помощью которых КА будет контролировать процесс «стыковки» с астероидом и забора грунта. В ходе проверки камера контроля погрузки показала капсулу для доставки грунта.

Передача тестовой информации на Землю продолжалась до 25 сентября через широконаправленную антенну LGA со скоростью 40 кбит/с.

7 октября прошла последняя проверка критических систем аппарата, а именно – его двигательной установки: в 13:00 EDT аппарат осуществил коррекцию траектории TCM-1. Двигатели OSIRIS-REX включились на 12 секунд, при этом было израсходовано около 0,5 кг топлива и обеспечено приращение скорости в 0,50 м/с. Расстояние до Земли в момент маневра составляло чуть менее 14,5 млн км.

Следует отметить, что этот маневр был предусмотрен планом полета для устранения погрешности выведения, и на его осуществление было зарезервировано около 11 кг топлива, которые были в состоянии изменить скорость станции на 11,6 м/с. Однако траекторный анализ показал, что необходимости в коррекции нет – Atlas V и Centaur прекрасно выполнили свою задачу. Тем не менее специалисты миссии решили осуществить короткое включение двигательной установки для проверки ее состояния и в порядке подготовки к более серьезному маневру, намеченному на декабрь.

Цель этого маневра с использованием четырех маршевых двигателей состоит в изменении траектории КА с таким расчетом, чтобы 22 сентября 2017 г. он вернулся к Земле. OSIRIS-REX должен пройти мимо родной планеты на расстоянии около 20 000 км



и осуществить гравитационный маневр, в ходе которого будет увеличена гелиоцентрическая скорость аппарата и изменено на  $6^\circ$  наклонение орбиты для обеспечения компланарности с орбитой Бенну. В остальном ближайший год будет относительно «скучным», как и любой участок длительного перелета, на котором требуется только следить за состоянием бортовых систем.

В августе 2018 г. OSIRIS-REx должен подойти к астероиду и сблизиться с ним, для чего потребуются выполнение целой серии маневров, в ходе которых гелиоцентрическая скорость аппарата снизится на  $0.53 \text{ км/с}$ . В итоге относительная скорость движения астероида и аппарата будет составлять лишь около  $0.2 \text{ м/с}$ ! Это будет наи-

более интересный и сложный этап полета, поскольку размеры астероида настолько малы, что воздействующая на аппарат гравитация сравнима по своей величине с давлением солнечного излучения. В связи с этим он не должен удаляться от Бенну дальше, чем на  $2.4 \text{ км}$ ; в противном случае солнечный ветер просто «сдует» станцию с орбиты. Кроме того, каждые сутки совместного полета аппарат должен на протяжении 11 часов находиться в надирной ориентации для проведения наблюдений, а оставшиеся 13 часов – в солнечной или земной для подзарядки батарей и передачи данных.

Научная стадия на орбите около астероида начнется в октябре 2018 г. и продлится около года. Она будет включать четыре основных блока:

- ◆ предварительное обследование (20 суток), куда входит первичное изучение поверхности, проверка наличия или отсутствия у астероида естественных спутников, которые, будучи незамеченными, могут повредить аппарат, а также уточнение влияния эффекта Ярковского до на траектории движения самого астероида. Собственно, решение этих вопросов является критическим для дальнейшего баллистического обеспечения миссии, а если говорить совсем прямо – для обеспечения ее относительно безопасного существования на протяжении планируемого срока;

- ◆ орбитальная фаза А (31 сутки), во время которой предполагается начать сбор данных о поверхности в высоком разрешении, а также осуществить переход от звездной навигации к навигации по элементам поверхности астероида с учетом ее выявленных особенностей;

- ◆ детализированное обследование (63 суток), предусматривающее основную программу исследования поверхности Бенну всеми научными инструментами, находящимися на борту;

- ◆ орбитальная фаза В (60 суток), в ходе которой будет осуществлено детальное картографирование поверхности с максимально доступной разрешающей способностью и на основе полученных данных выбраны места для взятия пробы грунта.

После всего этого наступает разведывательная фаза полета длительностью 98 суток, когда в результате окончательных наблюдений из всех отобранных районов – кандидатов на «посадку» должны быть выбраны четыре наиболее подходящих.

Таким образом, к июлю 2020 г. аппарат должен быть готовым к взятию проб и началу TAG-фазы (расшифровывается как Touch-And-Go – буквально «задеть и уехать»). Начинается она за 9 дней до момента взятия образцов с разгрузки маховиков и прецизионной выверки систем контроля параметров орбиты и оптической навигации. После этого проводится первая репетиция, в ходе которой аппарат должен выйти в первую контрольную точку на расстоянии 125 метров от выбранной цели. Во время этого маневра команда миссии должна убедиться в том, что даже на предельно близком расстоянии от поверхности аппарат адекватно управляется.

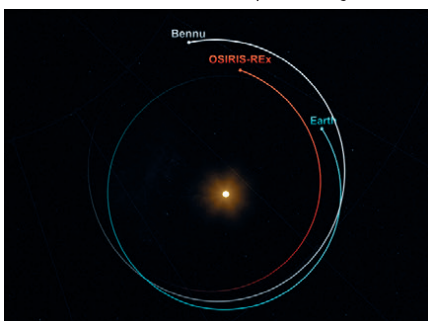
В случае успеха проводится вторая репетиция, при которой сближение спутника с астероидом достигнет уже 55 метров: в ходе ее проверяется соответствие достигаемой и требуемой точности управления.

Если обе репетиции проходят без проблем, осуществляется «боевой» заход: во второй точке выдается импульс, направляющий OSIRIS-REx к поверхности, и на расстоянии 5 м выполняется развертывание манипулятора TAGSAM, который касается поверхности специальным заборником. В момент касания поверхности скорость аппарата относительно нее должна составлять не более  $10 \text{ см/с}$ . Пружинное устройство прижимает заборник к поверхности астероида. Разумеется, при этом аппарат будет отталкиваться от поверхности, однако контакт будет продолжаться от 2 до 20 секунд в зависимости от свойств грунта. Для гарантированного забора образцов требуется соприкосновение продолжительностью хотя бы на 5 секунд, так что в этой операции присутствует определенная доля риска.

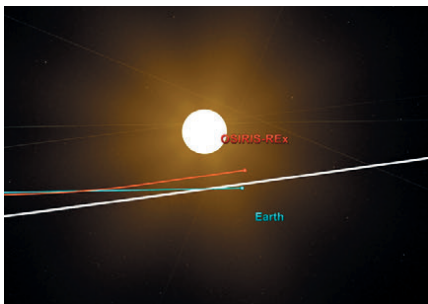
После этого аппарат удаляется от поверхности и передает на Землю данные, полученные в ходе маневра, из которых специалисты должны сделать вывод, достигнута ли цель или нет, а при необходимости повторных попыток скорректировать параметры сближения. Если же операция удалась, то станции OSIRIS-REx остается только ожидать на орбите вокруг астероида благоприятного момента для отправления в обратный путь.

Стартовое отлетное окно от Бенну к Земле откроется 3 марта 2021 г. Для расставания с астероидом и выхода на траекторию перелета аппарату потребуется сообщить импульс в  $328 \text{ м/с}$ , которой приведет его в окрестности Земли в сентябре 2023 г. За четыре часа до входа в атмосферу аппарат должен отделить возвращаемую капсулу, а в момент  $T-3.7$  часов совершить маневр уклонения с приращением скорости в  $17.5 \text{ м/с}$  для подъема высоты перигея до  $250 \text{ км}$  и ухода после пролета мимо Земли на стабильную гелиоцентрическую орбиту с перигелием  $0.5 \text{ а.е.}$  и афелием  $1 \text{ а.е.}$  В дальнейшем выполнивший свою задачу аппарат можно будет использовать для изучения какого-нибудь другого небесного тела.

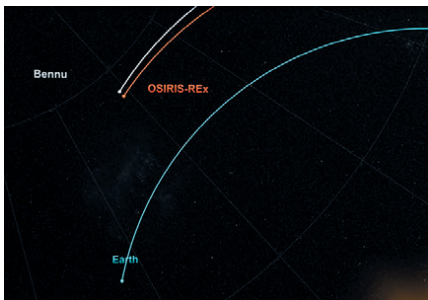
Капсула с образцами должна войти в атмосферу Земли под углом  $8.2^\circ$  к местному горизонту со скоростью  $12.4 \text{ км/с}$ , максимальная перегрузка в ходе полета в атмосфере составит  $32 \text{ г}$ . На высоте  $3 \text{ км}$  работает парашютная система. Посадка



▲ Траектория перелета



▲ Гравманевр 22 сентября 2017 г.



▲ Встреча с астероидом Bennu (август 2018 г.)

предполагается на территории армейского испытательного и тренировочного полигона в штате Юта, к юго-западу от Солт-Лейк-Сити. Расчетная дата этого эпохального события – 24 сентября 2023 г. в 14:52 UTC.

### Конструкция

Астероид Бенну получил свое имя уже в процессе реализации проекта OSIRIS-REx благодаря своеобразной конструкции аппарата. Это имя для тогда еще безымянного астероида 1999 RQ36 предложил в 2013 г. 9-летний Майк Пузио (Mike Puzio), которому показалось, что КА напоминает некую мифическую божественную птицу с крыльями, головой и шеей. И действительно, на изображении станции мы видим укрытый ЭТИ корпус (туловище), поднятые по-птичьему вверх панели солнечных батарей, вытянутую вперед голову (возвращаемую капсулу) и даже ноги (манипулятор TAGSAM). Чем не цапля? А ведь и древнеегипетский бог Бенну тоже обычно изображался в виде этой птицы, которая в изобилии водится в болотистых поймах Нила.

Конструктивно аппарат является неким симбиозом марсианских миссий MRO и MAVEN, унаследовавшим ключевые подходы, примененные в них: в первую очередь – значительный «запас» по характеристикам, полностью резервированные подсистемы и аппаратное обеспечение.

Корпус аппарата имеет прямоугольную форму размерами 2.4×2.4×3.4 метра. На его внешних сторонах размещаются возвращаемая капсула SRC (Sample Return Capsule), манипулятор TAGSAM (Touch-And-Go Sample Acquisition Mechanism) и пять научных инструментов.

Двигательная установка на гидразине включает в свой состав несколько групп двигателей для разных задач. Четыре основных (маршевых) двигателя Aerojet Rocketdyne MR-107S тягой 200 Н применяются для больших коррекций траектории, для торможения на подходе к астероиду и выдачи отлетного импульса при возвращении. Шесть двигателей коррекции траектории MR-106L тягой 22 Н служат для стабилизации аппарата в ходе маневров с помощью основных двигателей, а также для небольших коррекций траектории и для увода КА от поверхности после взятия образцов. Шестнадцать двигателей системы контроля ориентации MR-111G тягой 4.5 Н используются в ходе выполнения точных маневров и для разгрузки маховиков. Наконец, для выполнения сверхточных маневров в ходе сближения с астероидом и взятия пробы аппарат оснащен двумя двигателями MR-401, развивающими тягу всего в 0.07 Н. Интересно, что разработаны они для геостационарного метеоспутника GOES-R, который еще не запущен.

Следует отметить, что на ранних стадиях проектирования OSIRIS-REx рассматривались и другие варианты: например, использование двухкомпонентной двигательной установки, как на Juno, или электрореактивной, как на КА Dawn или Hayabusa-2. Однако характер орбиты Бенну и его легкая с точки зрения баллистики достижимость позволили остановиться на менее эффективном, но при этом более простом конструктивно варианте.

Гидразин размещается в основном титановом топливном баке, имеющем форму ци-

линдра с полусферическими законцовками длиной 150 см и диаметром 124 см. Объем топливного бака составляет 1.3 м<sup>3</sup>. Наддув бака осуществляется гелием, который под давлением около 326 атмосфер хранится в баллоне длиной 75.2 см, диаметром 42.4 см и объемом 0.08 м<sup>3</sup>.

Сухая масса аппарата OSIRIS-REx составляет 880 кг, масса заправленного изделия – 2110 кг.

Энергию аппарат получает от двух жестких панелей солнечных батарей общей площадью 8.2 м<sup>2</sup> с фотоэлементами на основе арсенида галлия, вырабатывающих мощность от 1226 до 3000 Вт на различных расстояниях от Солнца. Их размах в раскрытом состоянии составляет 6.2 метра. На борту присутствуют две литий-ионные аккумуляторные батареи емкостью 30 А·ч для энергообеспечения на внесолнечных участках траектории, включая момент забора грунта.

Глядя на изображение аппарата, можно задаться вопросом: почему солнечные панели находятся в таком неоптимальном положении? Ведь для обеспечения их максимальной эффективности имеет смысл развернуть их в одну плоскость, нормаль которой направлена к Солнцу? Дело в том, что аниматоры изобразили аппарат в конфигурации, которую он принимает незадолго до сближения с поверхностью и забора образцов. При этом панели действительно отклоняются в сторону от астероида: в таком случае они меньше подвержены воздействию поднятой пыли, и – главное – снижается вероятность их повреждения в случае, если аппарат по каким-то причинам накренится.

Система навигации и управления включает в свой состав четыре двигателя-маховика для управления ориентацией аппарата в ходе осуществления научной программы, два инерциальных измерительных модуля на основе кольцевых лазерных гироскопов

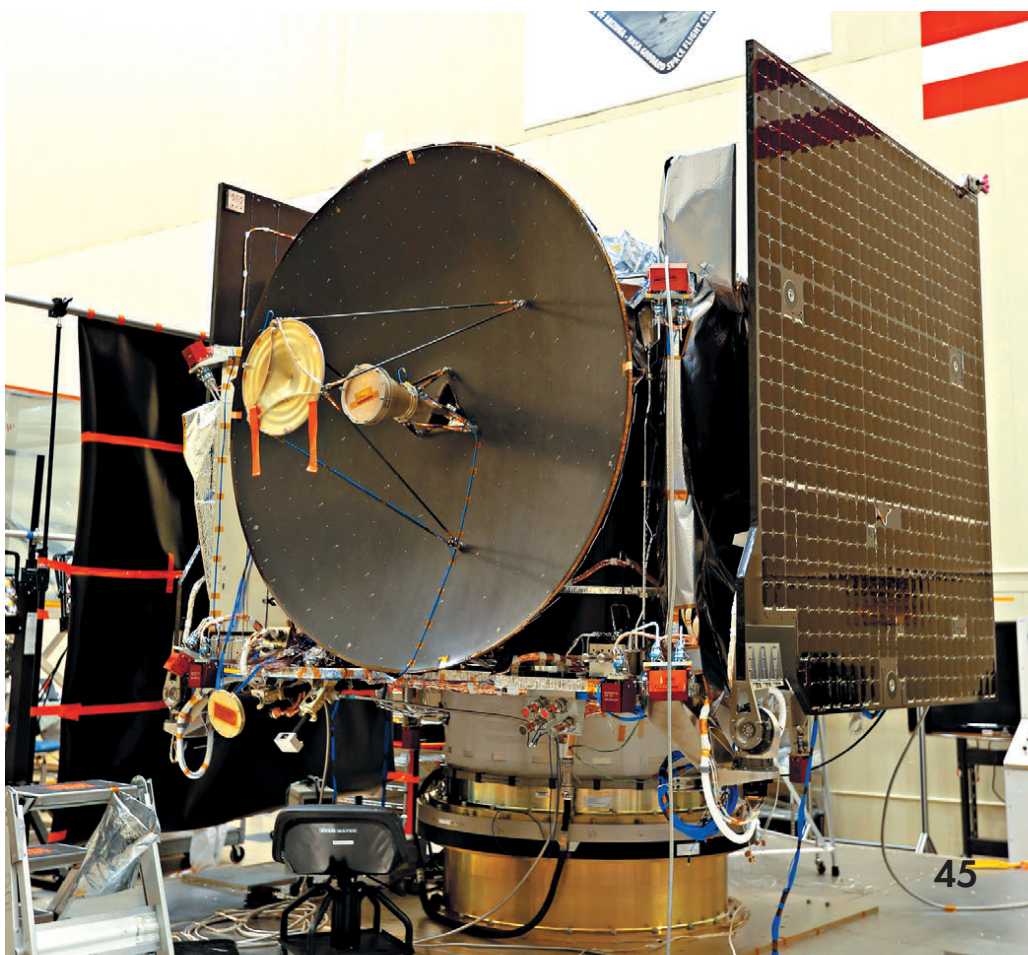
GG1320, два звездных датчика и солнечные датчики. Это стандартный набор для управления движением аппарата в космическом пространстве. В целях навигации относительно поверхности астероида в состав системы включены также навигационный лидар разработки Advanced Scientific Concepts Inc. для определения расстояния до поверхности и камера TAGCAMS для оптической навигации во время фазы забора образцов, созданная Malin Space Science Systems.

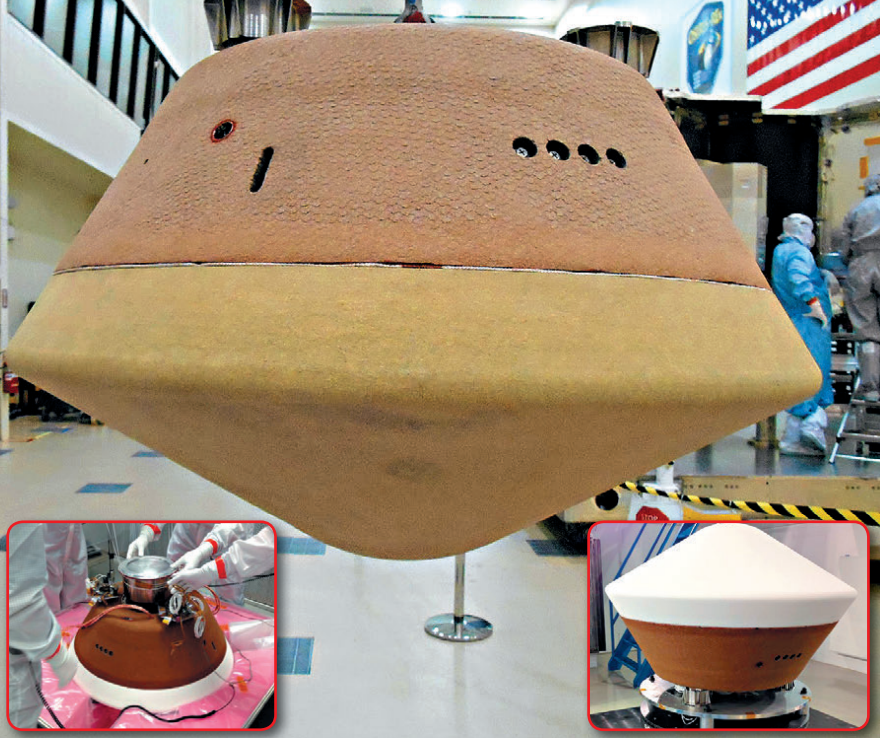
Учитывая большую степень заимствования бортовой аппаратуры от миссий MRO и MAVEN, можно предположить, что в составе аппарата используется бортовой компьютер RAD750.

Система радиосвязи использует X- и Ka-диапазон и является почти точной копией аналогичной системы миссии MAVEN. Для связи во время полета аппарат оснащен узконаправленной антенной HGA диаметром 2.1 метра, обеспечивающей сброс информации со скоростью 914 кбит/с. Однако эта антенна жестко закреплена на корпусе, поэтому для связи в те периоды, когда ориентация станции не позволяет отслеживать Землю, в первую очередь во время забора грунта, используется средненаправленная антенна MGA. Наконец, две широконаправленные антенны LGA служат в тех ситуациях, когда ни одна из вышеназванных антенн не может видеть Землю: при коррекциях траектории либо при нахождении в безопасном режиме.

Возвращаемая капсула по своей конструкции аналогична той, что применялась в проекте Stardust для захвата частиц солнечного ветра. Механические элементы практически полностью идентичны, некоторые отличия имеются только в программном обеспечении и внутренних системах.

Капсула имеет биконическую форму диаметром 81 см и высотой 50 см, полная ее масса составляет 46 кг. Конструкция включает пять основных элементов: лобовой теп-





лозащитный экран, хвостовой обтекатель, контейнер для образцов, парашютную систему и авионику. Экран может откидываться в сторону для загрузки головки заборника в контейнер, осуществляемой манипулятором TAGSAM. Материалом теплозащитного щита является легкий абляционный состав PICA (Phenolic-Impregnated Carbon Ablator), разработанный в Исследовательском центре имени Эймса специально для работы в условиях, требующих сопротивляемости высоким температурам и механическим нагрузкам. Следует заметить, что эта же технология с некоторыми модификациями применяется и для тепловой защиты кораблей Dragon и Dragon 2 компании SpaceX.

Хвостовой обтекатель покрыт защитным слоем на основе материала SLA 561V, история которого восходит еще к марсианским «Викингам» 1970-х. Общие характеристики теплозащитного покрытия такие, что позволяют обеспечить температуру капсулы с образцами не выше 75°C и избежать пиролиза органических соединений в грунте.

На высоте 31 км, когда капсула замедлится до скорости  $M=1.4$ , с помощью пиротехнических средств производится наддув парашютного контейнера, сброс крышки и вывод в поток тормозного парашюта. На высоте 3 км тормозной парашют освобождается и вытягивает основной купол диаметром 8.2 метра. После шести минут спуска капсула мягко приземляется в заданном районе.

## Наука

*«... Кто нам скажет, откуда пришли мы?  
Кто нам скажет, куда мы уйдем?»*

*А. Городницкий*

Ответ на эти в общем-то риторические вопросы может находиться не только среди остатков легендарной Атлантиды, которой посвящена песня знаменитого барда, но и далеко в космосе. Впрочем, обо всем по порядку.

Основные научные задачи миссии OSIRIS-REx сформулированы в ее названии, которое является аббревиатурой от «The Origins, Spectral Interpretation, Resource

Identification, Security, Regolith Explorer». Это означает: исследование происхождения астероида, снятие его спектральных характеристик и их сравнение с результатами наземных наблюдений, выявление полезных ресурсов, изучение вопроса астероидной опасности, доставка образца взятой пробы для исследования в земных условиях.

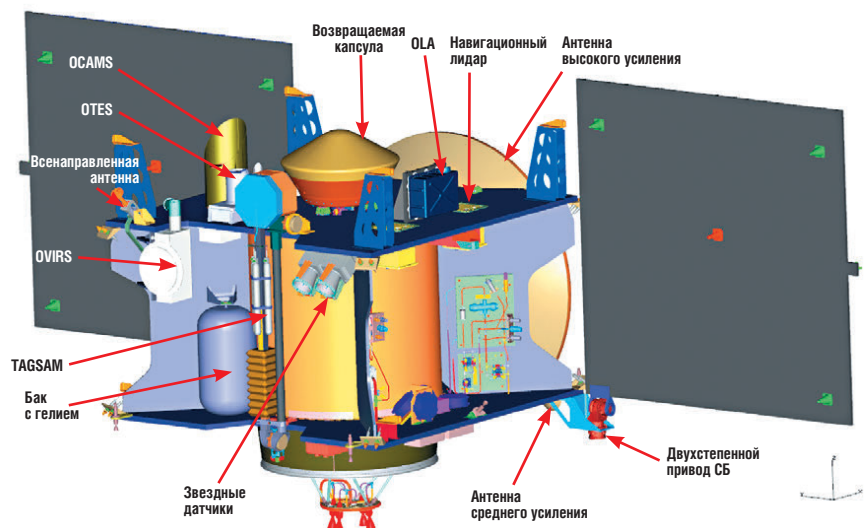
Ну а если снова обратиться к мифологии, то следует вспомнить другого древнеегипетского бога – Осириса, который, согласно верованиям древних египтян, распространил сельское хозяйство по всей дельте Нила, тем самым по сути привнес в эти края жизнь. Сегодня же OSIRIS-REx стремится взять образцы астероида, в которых ученые надеются обнаружить органические соединения, возможно, положившие начало жизни на Земле.

Астероид Бенну (Bennu, 1999 RQ36, постоянный номер 101955), открытый проектом LINEAR 11 сентября 1999 г., относительно невелик и в диаметре не превышает полукилометра. Вокруг Солнца он обращается за 436.6 суток (1.2 года), орбита наклонена по отношению к эклиптике на 6.03°. Вроде бы ничего примечательного. Но есть одно обстоятельство: учитывая малую плотность Бенну (1.3 г/см<sup>3</sup>) и низкое альbedo, есть все основания полагать, что в

его составе немалую долю занимают углеродосодержащие компоненты. Значит, согласно принятой теории, он сформировался в ту же эпоху, что и вся Солнечная система, то есть более 4.5 млрд лет назад, и на его поверхности могут содержаться летучие и органические соединения, которые, будучи перенесенными на Землю метеоритами, могли способствовать формированию жизни на нашей планете.

Таким образом, доставка образцов с астероида будет во многом аналогична путешествию во времени. Именно поэтому так интересно получить образец и провести его анализ, который позволит заглянуть за пределы тех результатов, что могут быть получены дистанционными измерениями или путем изучения метеоритов.

Но это еще не все. Вспомним про второй вопрос, который тоже вовсе не праздный, особенно с учетом того, что Бенну находится на орбите, афелий которой составляет 1.3559 а.е., а перигелий – 0.8969 а.е. В результате каждые шесть лет эта «гора» массой в 85.5 млн тонн сближается с Землей. Здесь невольно вспомнишь еще и о том, что древнеегипетский Осирис был царем загробного мира, олицетворением смерти и разрушения. Правда, теоретические расчеты показывают, что Бенну, как и регулярно упоминаемый в





этой связи Апофис, даже в случае прямого столкновения с Землей не сможет вызвать глобальной катастрофы: для этого астероид должен иметь диаметр от одного километра и более. Однако такая «встреча» гарантированно выливается в чрезвычайную ситуацию трансграничного масштаба с весьма крупными жертвами и разрушениями, особенно в случае падения в океан. Вот почему человечеству есть прямой смысл задуматься о технологиях прогноза и предотвращения таких событий.

Риск столкновения Бенну с Землей невелик и, согласно расчетам, достигает максимальной величины в 0.037% (то есть один шанс из 2700) в период между 2175 и 2199 гг. Как говорится, время еще есть. Если, конечно, «зевать» не будем.

Возможно, что именно упомянутые обстоятельства и вытекающие из них научные задачи послужили одной из причин того, что для реализации был выбран именно проект OSIRIS-REx, а не два его весьма интересных конкурента. А именно: миссия MoonRise, предполагавшая доставку вещества из Бассейна Эйткена на Луне, и миссия SAGE, включающая посадку на Венеру и исследование ее поверхности.

Для выполнения поставленных задач OSIRIS-REx оснащен пятью научными инструментами.

Комплект OCAMS (OSIRIS-REx Camera Suite) разработки Лунно-планетной лаборатории Университета Аризоны состоит из трех камер различного назначения с общим блоком управления и одинаковыми наборами детекторов площадью 1024×1024 пикселей и размером элемента 8.4 мкм:

❖ Камера PolyCam используется для детальной съемки поверхности астероида. В основу камеры положен телеобъектив с апертурой 203 мм и фокусным расстоянием 635 мм, обеспечивающий разрешение на уровне 10" в поле зрения шириной 0.8°. Имеется механизм фокусировки, позволяющий использовать камеру в роли микроскопа. По плану PolyCam должен начать съемку Бенну с 2 млн км, исследовать его поверхность на подлете с разрешением порядка 25 см на предмет крупных камней и других опасностей и закончить наблюдениями грунта с расстояния в единицы сантиметров.



❖ Камера MarCam предназначена для картирования поверхности Бенну с дистанции 5 км в панхроматическом диапазоне и четырех цветовых полосах (синий, зеленый, красный и ближний ИК). Она также будет применена для поиска спутников астероида и газовых выбросов, представляющих опасность для КА и для оценки возможных мест взятия грунта. Поле зрения камеры 4°, угловое разрешение – лучше 1'. Одно из положений колеса фильтров позволяет перефокусировать камеру для детальной съемки с расстояния около 30 м.

❖ Камера SamCam с полем зрения 21° и разрешением 4' нужна для видеосъемки процесса взятия образцов грунта с частотой кадров 1.6 сек и для осмотра приемного устройства на предмет успеха этой операции. На случай загрязнения веществом астероида камера имеет три сменных фильтра.

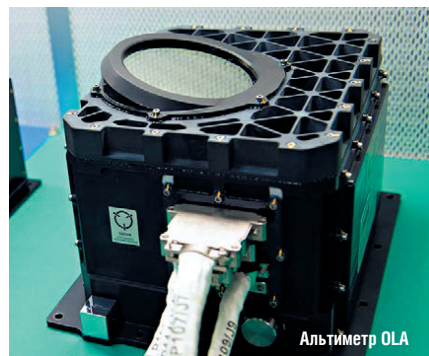
Лазерный альтиметр OLA, предоставлен Канадским космическим агентством (которое в качестве оплаты своего вклада получит 4% собранного вещества) и предназначен для осуществления трехмерной топографической съемки поверхности астероида. В ходе ее должна быть составлена общая модель небесного тела, а также выбраны конкретные места для последующей посадки и взятия образцов. Основой инструмента является лидар – устройство, использующее инфракрасное лазерное излучение для измерения расстояния от космического аппарата до поверхности небесного тела. Конечно, такие приборы уже неоднократно применялись в космосе, и из числа наиболее ярких примеров следует назвать миссии Mars Global Surveyor и Lunar Reconnaissance Orbiter. Однако на обеих этих станциях лидар был жестко зафиксирован на корпусе космического аппарата, из чего следовало, что и направление излучения определялось ориентацией последнего. В результате не только вносились существенные ограничения в зону покрытия, но и снижалось пространственное разрешение. По заявлению специалистов компании Lockheed Martin, альтиметр OLA является первым подвижным, то есть сканирующим, устройством такого класса, примененным в планетных миссиях.

В ходе научной программы с помощью этого прибора будет осуществлено более 6 млрд измерений. В принципе лазерный высотомер, установленный на LRO, в ходе топографической съемки поверхности Луны произвел 6.8 млрд «выстрелов», но следует помнить, что диаметр Луны составляет почти 3500 км, в то время как поперечник Бенну меньше в 7000 раз, а площадь – в 50 млн раз. Таким образом, ожидаемой точности и детальности картографирования, пожалуй, не было аналога в межпланетной космонавтике.

Конечно, для выбора места посадки будут использоваться не только результаты альтиметрии, но и изображения в видимом диапазоне. Впрочем, карта астероида будет иметь и самостоятельное геологическое значение. Более того, по заверениям ученых, из обработки результатов измерений можно будет понять, как ведет себя реголит, покрывающий поверхность, в условиях микрогравитации. А это уже имеет значение для возможных будущих пилотируемых миссий к астероидам.

Планы исследований предполагают составление нескольких моделей поверхности астероида. Первая из них предназначена для решения навигационных задач – определения тех участков поверхности, где аппарат сможет безопасно приблизиться к астероиду. Вторая поможет установить участок, обеспечивающий наилучший контакт с поверхностью манипулятора в ходе забора проб.

Третья модель служит для поиска наиболее подходящего и интересного для отбора проб материала. Дело в том, что головка заборного устройства может работать с пылью и небольшими обломками размером до 2 см. Определить состояние поверхности специалисты намерены, анализируя изображения, а также измеряя уклон поверхности и излучаемые тепловые потоки: грубые, скалистые зерна будут поглощать больше тепла от Солнца и медленно остывать в течение ночи астероида. Мелкозернистые же частицы, наоборот, при попадании на затененную сторону теряют тепло очень быстро.

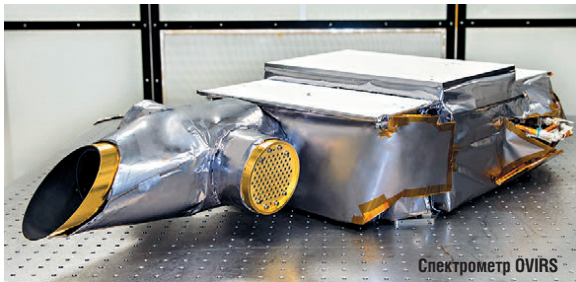


Будет и четвертая карта – обзорная, для сравнительного анализа наиболее ценных и интересных с научной точки зрения областей.

При подготовке картографирования специалистам уже пришлось решить ряд подготовительных задач: в частности, определить, какой из полюсов Бенну является северным (астероид вращается в направлении, противоположном вращению Земли, то есть и полюса его инвертированы по отношению к плоскости эклиптики), и выбрать нулевой меридиан, проходящий через наиболее заметное возвышение на поверхности. Впрочем, это решение еще может быть пересмотрено в зависимости от того, что увидит аппарат на поверхности.

Конечно же, основной и наиболее ценной целью миссии должна стать доставка на Землю астероидного вещества. Однако для того, чтобы достичь успеха, следует брать образцы не из первого попавшегося места, удобного для посадки, а с того участка поверхности, где наиболее вероятно встретить желанные «жизнеобразующие» элементы. Для выбора этого участка аппарат оснащен спектрометром видимого и инфракрасного диапазона OVIRS. Данный прибор улавливает видимое и инфракрасное излучение, отраженное поверхностью Бенну, и потом, разлагая его по диапазонам длин волн, определяет спектральные признаки присутствия интересующих ученых соединений или минералов.

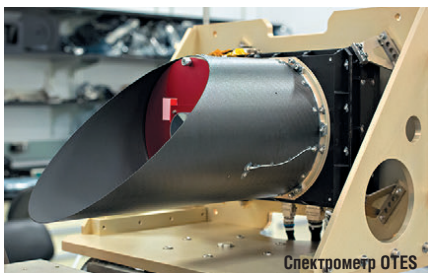
Еще на подлете OVIRS будет осуществлять мелкомасштабную, «обзорную» съемку, когда в поле зрения попадет астероид целиком, поставляя различные участки своей



Спектрометр OVIRS

поверхности. Результаты этих исследований будет особо интересно сравнить с теми, что уже были получены с использованием наземных средств наблюдения.

Несмотря на глобальность решаемых задач, сам прибор весьма компактен и потребляет всего 10 Вт мощности. Другой его особенностью и отличием от многих других спектрометров является отсутствие движущихся частей, что снижает вероятность поломки. При этом перед конструкторами спектрометра встали, как минимум, две серьезные проблемы. Первая – это минимизация нагрева прибора и влияния рассеянного внутреннего теплового излучения на результаты измерений. Эта задача решена путем анодирования внутренней поверхности прибора. Вторая проблема состояла в нивелировании любых следов влаги, которая могла накопиться в приборе за время ожидания старта во влажном климате Флориды и затем, уже в ходе миссии, выдать себя за воду на астероиде. Не желая быть введенными таким образом в заблуждение, специалисты предусмотрели возможность принудительного удаления влаги после старта с помощью особых нагревателей.



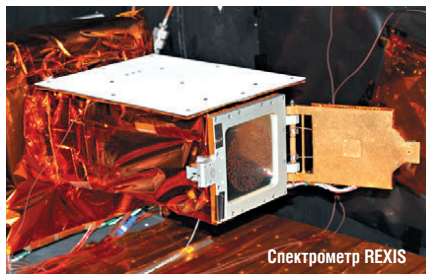
Спектрометр OTES

Этот прибор будет работать в паре с другим устройством – *термоэмиссионным спектрометром OTES*. Как несложно догадаться из названий, если первый прибор картографирует поверхность астероида в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне, то второй отвечает за тепловой инфракрасный диапазон. Информацию, собранную обоими приборами, специалисты будут использовать для изучения эффекта Ярковского и его влияния на орбитальное движение Бенну. И вот на этом аспекте следует остановиться подробнее.

Эффект Ярковского является теоретическим следствием неравномерного нагрева поверхности вращающегося небесного тела, которое нагревается со стороны, обращенной к Солнцу, и, напротив, отдает тепло с противоположной стороны. Асимметричность теплового излучения приводит к возникновению реактивной силы, ничтожной по абсолютной величине, но вполне способной оказать влияние на орбиту астероида, если рассматривать длительный отрезок времени. Величина же этой силы зависит от альбедо поверхности. Такой способ является

с одним из рассматриваемых в настоящее время способов активного управляемого воздействия на крупные опасные астероиды. И для уточнения существующих теорий весьма важно изучить влияние рассматриваемого эффекта на практике.

Третьим спектрометром миссии является *REXIS*, предназначенный для исследования поверхностного реголита уже в рентгеновском диапазоне. Его отличие от двух предыдущих заключается в том, что он будет искать не признаки присутствия органики, а изучать состав самого планетного тела в целом на атомарном уровне. Примечательно, что прибор этот был выбран из числа предложенных студентами и построен объединенной командой Массачусеттского технологического института и Гарвардского университета. Более того, анализ данных, собранных REXIS, будет являться частью курсовых работ, проводимых в университетах.



Спектрометр REXIS

«Это был удивительный опыт для студентов, – считает Ребекка Мастерсон (Rebecca Masterson), руководитель программы инструмента и помощник главного исследователя из Массачусеттского технологического института. – Они видят, как миссия развивается и что требуется для того, чтобы добраться до точки старта, как идея развивается от концепции до завершения, и на самом деле играют реальную роль в успехе».

«Мы вдохновили много студентов. Они – наше следующее поколение космических ученых и инженеров, они уже оказали глубокое влияние на нашу способность идти дальше и исследовать дальний космос», – убежден Дэвид Миллер (David Miller), главный технолог NASA и бывший руководитель команды REXIS в MIT.

Взятие пробы планируется осуществить с помощью специального устройства TAGSAM, название которого дословно расшифровывается, как Touch-And-Go Sample Acquisition Mechanism. Оно представляет собой механический манипулятор длиной 3.3 метра с установленным на нем заборным устройством диаметром 0.3 метра. При сближении аппарата с поверхностью астероида манипулятор должен коснуться поверхности хотя бы на 5 секунд. За это время в заборник будет выпущен поток азота: он, по замыслу конструкторов, должен «взметнуть» частицы пыли и мелкие осколки, которые затем будут «засосаны» в заборник. Газом, по расчетам, должно хватить на три попытки, а вот сколько при этом удастся собрать вещества – пока точно угадать нельзя. Однако специалисты надеются, что в распоряжении ученых окажется

не менее 60 граммов, а максимальная масса, на удержание которой рассчитан заборник, составляет два килограмма.

Правда, при таком способе забора грунта возникает опасность, что пыль может осесть на оптические поверхности, а более крупные обломки – даже повредить конструкцию. Поэтому при проектировании пришлось решить сложную задачу моделирования течения газа и возможного перемещения вовлеченных в его поток частиц. В результате специалисты заключили, что все элементы, необходимые для обратного полета, пострадать не должны. Тем не менее на один из лидаров была установлена дополнительная защитная крышка – на тот случай, если понадобится его использовать при второй и третьей попытках взятия грунта.

В случае, если бесценный груз благополучно переживет обратный путь и вход в атмосферу, 20% собранного вещества останутся в собственности команды ученых миссии, 4% будут переданы Канадскому космическому агентству, а полпроцента отправится в Японию в рамках соглашения о сотрудничестве, принятом еще в ходе работы над проектом Hayabusa. Оставшиеся три четверти сохраняют для изучения в будущем с помощью новых инструментов, если таковые будут изобретены.

В заключение заметим, что миссия OSIRIS-REX будет второй после японского зонда Hayabusa и первой американской миссией по доставке на Землю образцов вещества астероида – в других проектах доставлялись только небольшие пробы кометного и межзвездного вещества и частицы «солнечного ветра».

Утверждение же о том, что при этом будет осуществлена самая массивная доставка инопланетного вещества на Землю со времен «Аполлона» (в ряде источников оно приписывается Джейсону Дворкину (Jason P. Dworkin), председателю астрохимической лаборатории Центра космических полетов имени Годдарда), действительности не соответствует, поскольку в 1976 г. советской станцией «Луна-24» было доставлено на Землю 170 граммов лунного реголита. К сожалению, на фоне уже более чем четвертьвекового отсутствия России в межпланетном пространстве этот факт сегодня имеет преимущественно историческое значение.

По материалам NASA





# Разведчик третьего поколения избежал провала

**13** сентября в 17:37 по местному летнему времени (14:37 UTC)\* с испытательного полигона базы ВВС №30 «Пальмахим» (Palmachim)\*\* осуществлен пуск PH Shavit-2 со спутником Ofeq-11 (ивр. «Горизонт») в интересах Министерства обороны Израиля.

Подготовку к запуску вели военнотехнические ракетно-испытательной части ВВС «Йанат» и команда специалистов концерна «Таасия авирит» (Israel Aerospace Industries Ltd., IAI).

Как всегда, Израиль не делал никаких предварительных оповещений относительно даты своего космического пуска. Не выдавалось и никакого предупреждения о закрытии акватории для морских судов, хотя район пуска облетал патрульный самолет. Зато через полминуты-минуту после старта множество жителей прибрежной полосы в районе Тель-Авива и южнее засняли на видеокамеры своих мобильных телефонов пролет ракеты по небосклону и тянущийся за ней белый шлейф.

Ракета Shavit-2 стартовала в направлении с востока на запад, то есть противоположном вращению Земли. В силу специфики своего географического расположения Израиль вынужден выполнять запуски в таком направлении, несмотря на некоторые потери энергетических возможностей средства выведения. Делается это для исключения пролета ракеты над сопредельными арабскими государствами и падения на их территорию отработавших ступеней, а в слу-

чае аварии – и полезной нагрузки. При запуске в западном направлении носитель проходит над Средиземным морем, прибрежной зоной Египта и Ливии, югом Сицилии и в конце – прямо над Гибралтарским проливом.

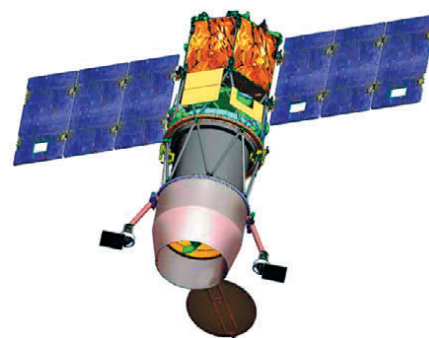
В каталоге Стратегического командования США спутнику были присвоены номер **41759** и международное регистрационное обозначение **2016-056A**. Параметры орбиты КА не были опубликованы ни Израилем, ни США. Независимые наблюдатели обнаружили Ofeq-11 и оценили его орбиту после подъема перигея на первом витке, но не очень надежно:

- *наклонение орбиты – 142.5°;*
- *минимальное расстояние от поверхности Земли (в перигее) – 337 км;*
- *максимальное расстояние от поверхности Земли (в апогее) – 597 км;*
- *период обращения – 93.8 мин.*

## Аппарат

Ofeq-11 – первый израильский спутник детальной оптической разведки третьего поколения. Гражданская версия КА, внешний вид которого был обнародован еще в 2007 г., обозначается как Optsat-3000 (иногда употребляется также название Opsat-3000).

Спутник разработан и построен отделением «Мабат» (MBT Space Division) концерна IAI на базе унифицированной платформы IMPS-2 (Improved Multi-Purpose Satellite). На данной платформе размещается все служебное оборудование, включающее источники питания, двигатели ориентации с запасом топлива, солнечные батареи, радиотехнические и другие системы. Аппарат массой 370 кг ориентируется и стабилизируется по трем осям. Он состоит из двух основных модулей: служебного в виде шестиугольной призмы (аналогичного такому же отсе-



ку на радиолокационных КА Ofeq-8/ТесSAR и Ofeq-10) и отсека полезной нагрузки с электронно-оптической камерой высокого разрешения. Электроснабжение обеспечивается двумя трехсекционными панелями солнечных батарей, также аналогичными установленным на радиолокационных спутниках (НК № 6, 2014, с.41).

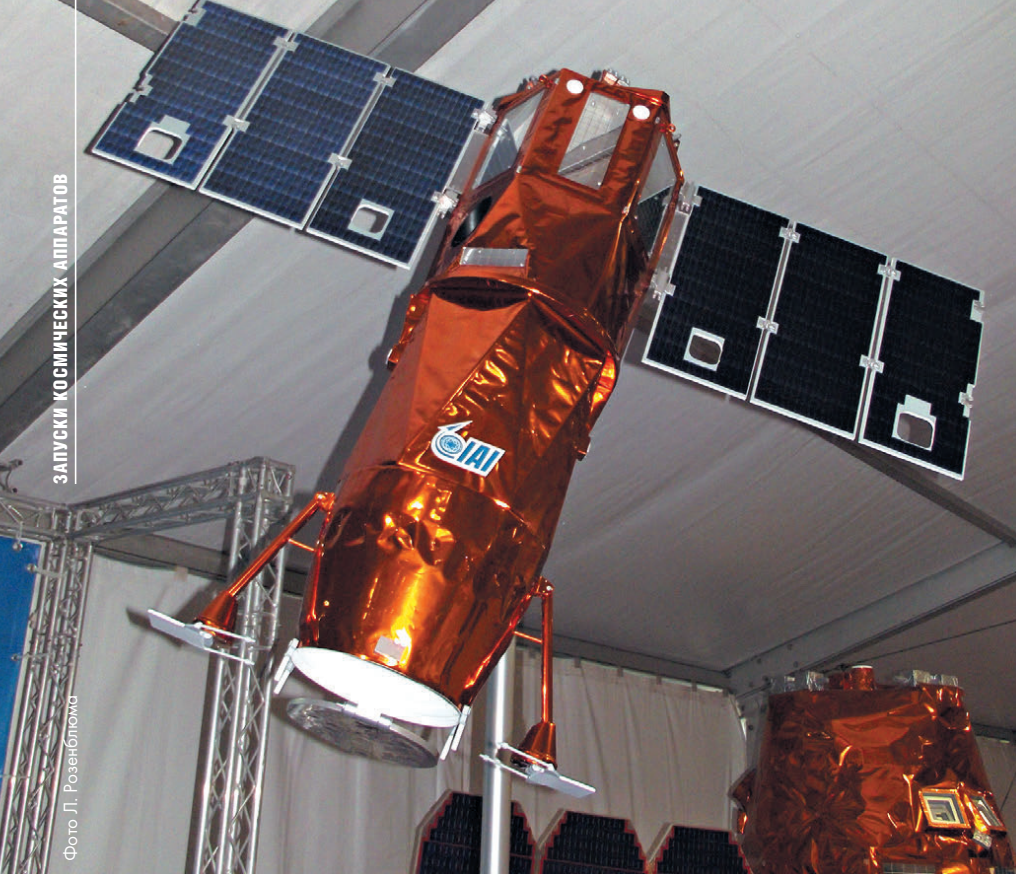
Важным новшеством является крышка, закрывающая отсек полезной нагрузки, то есть фактически – апертуру фотокамеры (телескопа). Наличие крышки позволяет переводить спутник в режим ориентации параллельно вектору орбитальной скорости без опасения повреждения телескопа микрометеоритом или частицей космического мусора.

Ofeq-11 оснащен оптико-электронной камерой высокого разрешения типа Jupiter. Она разработана фирмой Electro-Optics Industries Ltd. (El-Op) из группы Elbit Systems Ltd. и имеет возможность одновременной съемки панхроматических и мультиспектральных изображений.

По информации производителя, камера обладает улучшенными возможностями

\* По другим данным – 14:38 UTC.

\*\* База расположена в прибрежной полосе Средиземного моря близ г. Явне, южнее Тель-Авива (предполагаемые географические координаты: 31.8848° с.ш., 34.6803° в.д.).



### Поколения израильских космических аппаратов детального оптического наблюдения

Поколения КА	Наименование КА	Дата запуска	Тип камеры
Первое	Ofeq	1993*	?
	Ofeq-3	05.04.1995	Mercury
	Ofeq-4	22.01.1998*	Mercury
Второе	EROS-A**	06.12.2000	Mercury
	Ofeq-5	28.05.2002	Neptune
	Ofeq-6	06.09.2004*	Neptune
	EROS-B**	25.04.2006	Neptune
	Ofeq-7	11.06.2007	Neptune
Третье	Ofeq-9	22.06.2010	Neptune
	Ofeq-11	13.09.2016	Jupiter

\* Неудачный запуск.

\*\* Коммерческий (двойного назначения).

наблюдения и разведки, обеспечивает детальное и качественное изображение объектов, малоразмерных и отдельно стоящих строений, транспортных средств и структур, высокое качество распознавания и предупреждения, оптимальный режим наблюдения за ситуацией, позволяет более детально планировать наблюдения, лучше оценивать боевые повреждения. Камера имеет также возможность гражданского применения для решения задач внутренней безопасности, анализа чрезвычайных ситуаций, мониторинга окружающей среды, инфраструктуры и источников энергоснабжения, природных и промышленных ресурсов. Мультиспектральный режим работы камеры позволяет различать замаскированные объекты и транспортные средства.

Опико-электронный комплекс КА Ofeq-11 может действовать в различных режимах.

◆ В маршрутно-полосном режиме (strip) аппарат сканирует длинные участки поверхности по ходу полета шириной в 15 км при работе с высоты 600 км. При съемке с меньшей высоты изображение будет более качественным, однако полоса съемки сократится.

◆ В зональном режиме (area) возможно расширение полосы съемки. При этом сканируется более широкий участок, что достигается посредством съемки серии полосных участков с частичным перекрытием. Таким

образом, один снимок может покрывать более широкий район, и в процессе съемки из них формируется единое изображение.

Имеется также возможность получения стереоизображения. Оно формируется из двух или составляется из различных фотографий того же района, заснятого под различными углами. Формирование трехмерного изображения является сложным процессом, требующим точного наведения аппарата при съемке, что достижимо на КА данного типа.



### Технические характеристики камеры высокого разрешения Jupiter

Характеристики	Панхроматический режим	Мультиспектральный режим
Разрешающая способность*, м		0.5
Ширина полосы обзора*, км		15
Апертура, м		0.7
Фокусное расстояние, м		15.6
Относительное отверстие		1:22.3
Область спектра, мкм	0.45-0.90	0.45-0.52 0.52-0.60 0.63-0.69 0.76-0.90
Шаг сенсора, мкм**		13
Количество пикселей		30000
Максимальное число строк накопления информации		96
Рабочий цикл		30%
Максимальная мощность, Вт		200
Масса, кг		120

\* При съемке с высоты 600 км.

\*\* В панхроматическом канале, с обратной подсветкой.

### Ракета

Shavit-2 (ивр. «Комета») – трехступенчатый твердотопливный космический носитель, созданный на базе боевой двухступенчатой ракеты средней дальности Jericho-2 («Иерихон-2») путем добавления третьей ступени с двигательной установкой AUS-51 «Азов» (ивр. «Плющ») конструкции концерна RAFAEL.

Производитель ДУ первой и второй ступени – концерн «Таасия цваит» (Israel Military Industries Ltd., IMI). Длина ракеты – 22.07 м, максимальный поперечный диаметр – 2.3 м, масса – 31 т.

По всей видимости, при запуске ИСЗ Ofeq-11 был использован усовершенствованный вариант ракеты, отличающийся от базового более мощной ДУ первой ступени (ASTM-13-1) и вследствие этого имеющий несколько большую длину.

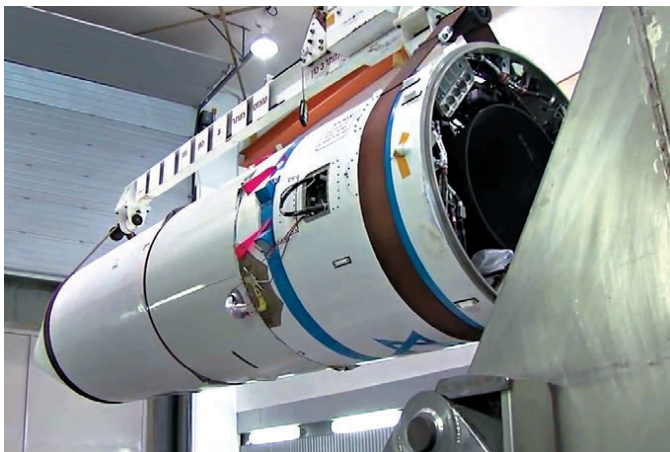
Подготовка и обслуживание РН производится на стартовой площадке, запуск – с установки-прицепа, на которой ракета приводится в вертикальное положение за час до старта. По мнению аналитиков, изучивших спутниковые фотографии, предоставляемые сервисом Google Maps, ангар, в котором ракета проходит подготовку к пуску, отъезжает – и ракета вертикализуется прямо на точке пуска.

Управление пуском ведется из специального стационарного сооружения. Активный участок первой ступени заканчивается на высоте порядка 30 км, второй – около 110 км. С этой точки ракета достигает в баллистическом полете высоты около 250 км, где сбрасывается («стаскивается») монолитный головной обтекатель. Далее, после отделения приборного отсека и стабилизации вращением, происходит зажигание двигателя третьей ступени, который работает 90 сек. На высоте около 260 км третья ступень со спутником выходит на орбиту, спутник отделяется, раскрывая антенны и панели СБ.

Траектория выведения является энергетически оптимальной для твердотопливных РН: пассивный участок после окончания работы второй ступени позволяет ограничиться только тремя ступенями вместо четырех, необходимых для схемы с непрерывным выведением.

### Тревожная неделя

Первое сообщение Министерства обороны о запуске звучало вполне оптимистично: спутник успешно вышел на заданную орбиту. Однако вскоре после того, как Ofeq-11 совершил виток вокруг Земли и вошел в зону приема центра управления на территории Израиля, оптимизм сменился тревожными нотками: «Есть несколько вещей, которые нас беспокоят. Нужно убедиться, что запуск был полностью успешным, и у инженеров это займет несколько дней». Никаких конкретных данных о характере неисправностей на борту КА представлено не было. По информации одного из зарубежных сайтов, спутник «не выполнял никаких команд, переданных на его борт»; другой ресурс утверждал, что аппарат «неуправляемо вращается». Было ясно лишь, что Ofeq-11 находится на заданной орбите и поддерживает связь с центром управления, расположенном в г. Ехуд на предприятии IAI.



13 сентября служба Минобороны по связям с прессой заявила: «Спутник вышел на заданную орбиту, с ним налажена связь, и его системы проверяются. Инженеры «Мафат»<sup>1</sup> вместе с инженерами из IAI продолжают серию проверок, предусмотренных программой еще до запуска». Источник из военного ведомства заявил: «Спутник не потерян, есть основания для осторожного оптимизма. Мы сейчас изучаем неполадки и ремонтируем систему».

Вечером 14 сентября глава Центра космических исследований Института Фишера Таль Инбар (Tal Inbar) написал в социальной сети Facebook: «Я не могу детализировать проблемы во всей полноте, но хочу отметить, что существенная часть [причин] неполного функционирования спутника сейчас ясна, причина этой проблемы сейчас проверяется, чтобы она больше не повторилась. Помимо всего прочего, аппарат находится на связи с центром управления, и возможности задействования его систем проверяются сейчас. Спутник находится на орбите и поддерживает связь с центром управления. На данном этапе еще рано прогнозировать, будет ли он в дальнейшем функционировать в полной мере или частично. В любом случае состояние спутника лучше, чем можно было полагать вчера вечером».

15 сентября все тот же популярный в СМИ Таль Инбар прокомментировал: «Спутник – это очень сложный комплекс, включающий электрические и компьютерные системы, систему ориентации, солнечные батареи, антенны, аккумуляторы и другие системы. Все они должны работать идеально. Когда есть неисправность в одной системе, это влияет на другие, и наоборот. В прошлом в мире бывали такие случаи, когда спутники – научные или дистанционного зондирования – страдали от неисправностей разного рода и работали на протяжении нескольких лет со сниженной производительностью. Иногда приходится привыкать работать с ограничениями. Но, как я уже сказал, в нашем случае еще рано об этом говорить».

В течение последующих дней официальной информации о состоянии аппарата не

поступало, что наводило наблюдателей на мрачные мысли... Однако 22 сентября положительные вести об «Офеке» прозвучали в интервью сетевому агентству WallaNews из уст начальника Управления космоса Минобороны бригадного генерала запаса Амнона Харари (Амnon Harari). ««Офек-11» начал сегодня<sup>2</sup> передавать первые фотографии из космоса, спустя долгие дни, когда мы переживали за его судьбу, – сказал он. – С 13 сентября мы занимались отключением одной подсистемы за другой, спутник был у нас под контролем... Сейчас он дает оперативную продукцию – это отличные фотографии». По словам Харари, «рождение “младенца” было трудным, но сейчас проверки изделия завершаются... Теперь можно говорить, что запуск прошел успешно».

В тот же день Управление космоса Минобороны и IAI опубликовали совместное сообщение: «22 сентября в 17:10 по местному времени впервые была задействована полезная нагрузка спутника наблюдения “Офек-11”, который успешно передал первые фотоснимки. Со дня запуска 13 сентября десятки инженеров занимались приведением в исправное состояние спутника и его систем. Лучшие технические умы Государства Израиль из всех подразделений системы безопасности страны, начиная с 20-летней молодежи и кончая 70-летними ветеранами, приложили все мыслимые усилия для достижения успеха».

### Страницы истории: за кулисами необъявленного запуска

До сих пор нет официального подтверждения неудачных запусков израильских спутников между стартами экспериментального КА Ofeq-2 в 1990 г. и штатного спутника первого поколения Ofeq-3 в 1995 г. Между тем свидетелем, что по крайней мере один такой необъявленный пуск имел место, фигурируют в нескольких опубликованных в последние годы воспоминаниях участников израильской космической программы (НК № 8, 2010, с.40). Так, Моше Ор-Тас (Moshe Or-Tas), быв-

ший заместитель генерального директора IAI по НИОКР, в своей книге<sup>3</sup>, вышедшей в 2015 г., рассказывает:

«Объяснение задержки [с запуском первого операционного разведывательного спутника Ofeq-3], которую пытались скрыть, – в неудачах ракеты «Шавит», описанных в зарубежных источниках в конце 1990-х. Поскольку невозможно скрыть попытки запуска от заинтересованных глаз, позже Министерство обороны было вынуждено признать [неудачные] запуски «Офека-4» в январе 1998 г. и «Офека-6» в сентябре 2004 г.

«Офек-3» мы смогли собрать из деталей спутников, изготовленных для [наземных] проверок и испытаний... Но нужно было платить зарплаты работникам. Сопротивление со стороны Минобороны было большим – они не хотели дать ни шекеля, утверждая, что у нас мания величия, что это слишком грандиозно для такой маленькой страны, как Израиль, и что из этого никогда ничего не выйдет. У нас были квартиры на балансе военного ведомства, но они устарели и не соответствовали современным стандартам для сверхсрочников, которые должны были жить там. Бухгалтер Минобороны Виктор Бар-Гиль продал эти квартиры: с этими миллионами я пришел к Ицхаку Рабину, тогдашнему министру обороны<sup>4</sup>, и получил разрешение. После нашего успеха [в запуске «Офека-3»] я больше не нуждался в продаже квартир.

Как и во всех передовых проектах, на пути создания аппаратов типа «Офек» случались аварии: спутники падали из-за проблем с носителями. Первый запуск операционного спутника потерпел неудачу: произошла авария<sup>5</sup>, и тогда обрадовались все, кто противился проекту и видел в нем что-то сюрреалистическое. После этого мы с громадными усилиями построили новый спутник с наименьшими, насколько возможно, финансовыми затратами. Разумеется, каждая авария учила нас чему-то и вела к улучшениям. Мы увидели [на снимках с орбиты] аэродромы наших соседей и даже автомобили, стоявшие рядом со зданием нашего завода «Мабат» [компании IAI]».

По данным IAI, El-Op/Elbit, газет Haaretz, Globes, 2-го канала израильского ТВ, сайтов WallaNews, Ynet, NSF, n2yo.com, Spacewatch, Hayadan, Facebook, книги H. Eshed, D. Shterman «Lev'anim ve-ha-halal' ha-karov» («Спутники и ближний космос»), Effi Meltzer Publishing Ltd., 2014

<sup>1</sup> Управление по разработке средств ведения боя и технологических структур Минобороны Израиля.

<sup>2</sup> Расхождение на сутки между сообщением канала ИТВ и информацией МО может объясняться тем, что 21 сентября были проведены тестовые фотосъемка и передача, а 22-го – штатные.

<sup>3</sup> Moshe Or-Tas. «Ha-etgar she-me'ever le-ofeq» (иврит: «Вызов, что уходит за горизонт»). ContentoNow, Tel-Aviv, 2015.

<sup>4</sup> Ицхак Рабин занимал этот пост в 1992–1995 гг.

<sup>5</sup> По-видимому, в мае 1993 г.



## И последние станут первыми...

**15** сентября в 22:43 по местному времени (16 сентября в 01:43 UTC) с комплекса ELV (Ensemble de Lancement Vega) Гвианского космического центра (ГКЦ) стартовые расчеты компании Arianespace осуществили пуск носителя легкого класса Vega (миссия VV07) с пятью спутниками дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ): PeruSat-1, SkySat-C2, -C3, -C4 и -C5. Запуск осуществлен в интересах Национальной комиссии Перу по аэрокосмическим исследованиям и разработкам CONIDA (La Comision Nacional de Investigacion y Desarrollo Aeroespacial) и американской компании Terra Bella соответственно.

Старт и полет носителя прошли штатно, спутники были выведены на орбиты с параметрами, приведенными в таблице.

Объект	Номер	Обозначение	Параметры орбиты			
			i	Нр, км	На, км	P, мин
PeruSat-1	41770	2016-058A	98.21°	669.4	686.2	98.37
SkySat-C2	41773	2016-058D	97.42°	493.7	509.5	94.71
SkySat-C3	41774	2016-058E	97.42°	493.8	509.7	94.72
SkySat-C4	41771	2016-058B	97.43°	491.4	513.4	94.72
SkySat-C5	41772	2016-058C	97.42°	494.1	510.6	94.73

### Подготовка, пуск и ракета

25 марта 2015 г. компании Airbus Defence & Space и Arianespace подписали контракт на запуск спутника PeruSat-1, и специалисты приступили к полномасштабному планированию миссии. Непосредственная подготовка к пуску началась 7 января 2016 г., когда третью ступень ракеты Vega выгрузили с транспортного судна MN Colibri и доставили в Гвианский космический центр (ГКЦ).

Спутник PeruSat-1 был объявлен «готовым к отправке в ГКЦ» 6 июня. Однако сразу после этого выявилась проблема с полезной нагрузкой КА, из-за чего запуск перенесли с июля на сентябрь. Соответствующие предупреждения для летчиков с датой 16 сентября были опубликованы 12 июля.

8 августа было объявлено, что PeruSat-1 доставлен с завода-изготовителя в Тулузе во Французскую Гвиану. На следующий день его извлекли из транспортного контейнера, и инженеры выполнили приемочно-контрольные операции с аппаратом внутри чистых помещений корпуса подготовки полезной нагрузки S3B. 11 августа техники проверили сопряжение PeruSat-1 с носителем: они подтвердили, что полезный груз соответствует интерфейсу адаптера ракеты.

16 августа инженеры перевезли вторую ступень Zefiro 23 на стартовую площадку, где интегрировали ее с верхней частью первой ступени Zefiro 9, установленной еще в начале июня.

24 августа было объявлено об окончании заправки PeruSat-1, а 26 августа его поместили внутри адаптера вторичной полезной нагрузки VESPA (Vega Secondary Payload Adapter), несмотря на то что в этой миссии именно он считался основным полезным грузом. Четыре спутника SkySat для оператора Terra Bella были смонтированы 25–26 августа на вершине адаптера VESPA, то есть там, где обычно находится основной полезный груз. Такое решение было обусловлено порядком отделения КА при разведении по орбитам.

1 сентября собранный блок полезного груза поместили внутрь головного обтекателя, на следующий день доставили на стартовую площадку и 4 сентября установили на ракету. Окончательная проверка собранной РН прошла без проблем, и 14 сентября после завершения осмотра готовности Vega была допущена к запуску вместе с полезным грузом.

Время старта было жестко задано исходя из требований к положению плоскости солнечно-синхронной орбиты. После номинального обратного отсчета в расчетное время включился твердотопливный двигатель пер-

вой ступени. Покинув стартовое устройство, ракета выполнила серию маневров для выхода на расчетный азимут, обеспечивающий достижение орбиты наклонением 97.4° и высотой 491×508 км.

После того, как на 401-й секунде отделилась третья ступень, начал выполнять свои функции блок AVUM. Его двигатель включился на 490-й и проработал до 850-й секунды, после чего наступила 24-минутная баллистическая пауза. Второе включение прошло с 2285-й до 2374-й секунды (данные расчетной циклограммы), а на отметке 2421 сек от старта с интервалами в 1.75 сек были отделены четыре спутника SkySat.

Перевод основного КА на целевую орбиту наклонением 98.2° и высотой 667×684 км потребовал еще двух включений продол-



жительностью примерно 1.0 и 1.5 мин с 14-минутной паузой между ними. Судя по циклограмме, первое из них продолжалось с 3284 по 3331 секунду, а второе – с 6080 по 6125 секунду. Спутник PeruSat-1 отделился от AVUM на 6179-й секунде полета.

Еще через 9 минут AVUM выдал пятый импульс для сведения с орбиты и вошел в атмосферу в T+7598 сек, то есть через 2 часа 07 мин после старта.

Миссия стала седьмой для Arianespace в текущем году, а также седьмым стартом «Веги» начиная с 2012 г. (НК №4, 2012, с.26-34). В данном полете ракеты подтвердила свою адаптивность к требованиям заказчиков.

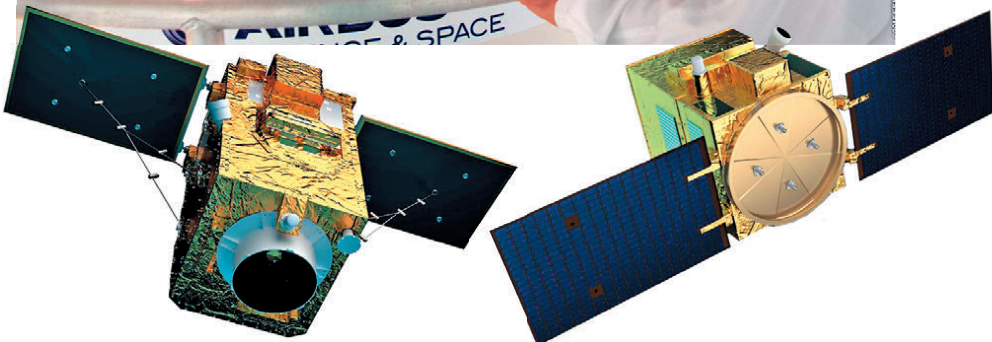
Перспективный европейский носитель нового поколения Vega (Vettore Europeo di Generazione Avanzata) – одноразовая легкая РН, эксплуатируемая компанией Arianespace и разработанная совместно Европейским космическим агентством (ЕКА), итальянским космическим агентством ASI (Agenzia Spaziale Italiana) и итальянской компанией Avio. Проектирование средства выведения полезных грузов массой от 300 до 2500 кг шло с 1998 г. Ввод носителя в строй оптимизировал затраты на миссии малых КА, позволяя отказаться от использования для их выведения более тяжелых и дорогих «Союза-ST» и Ariane 5.

Vega – твердотопливная РН с жидкостным блоком доведения. Двигатели первых трех ступеней снаряжены твердым топливом с перхлоратным окислителем и горючим-связующим на базе полибутадиена с гидроксильными конечными группами НТРВ (Hydroxyl-Terminated Polybutadiene). Первая ступень работает 110 сек, вторая – 77 сек, третья – около 120 сек. Окончательную орбиту с высокой точностью формирует жидкостной модуль AVUM (Attitude Vernier Upper Module), двигатель которого может функционировать до 667 сек.

Страны – члены ЕКА договорились с 2019 г. ввести в эксплуатацию модифицированную ракету Vega с улучшенными характеристиками. Ее разработка ведется в рамках инвестиционной программы, предусматривающей также создание РН тяжелого класса Ariane 6: стартовые ускорители этого носителя и первая ступень «Веги» будут иметь одинаковую конструкцию, что позволит фирме-разработчику Avio обеспечить высокий темп их производства и получить экономию за счет масштабного эффекта. Пока не ясно, как сильно должно вырасти производство легких ракет, чтобы заметно снизить стоимость: на рынок выходят несколько новых средств выведения, которые составят «Веге» прямую конкуренцию. Компания Arianespace как провайдер космических пусков, предоставляющий услуги с использованием этой легкой ракеты, а также тяжелой Ariane 5 и среднего «Союза», заявила, что конкурентоспособность РН Vega улучшится после ввода в эксплуатацию Ariane 6 в 2020 г. и увеличения числа ее пусков до трех в год.

## Спутники

PeruSat-1 – основная полезная нагрузка миссии и первый спутник наблюдения Земли, созданный для Перу: комиссия CONIDA, выполняющая функции космического

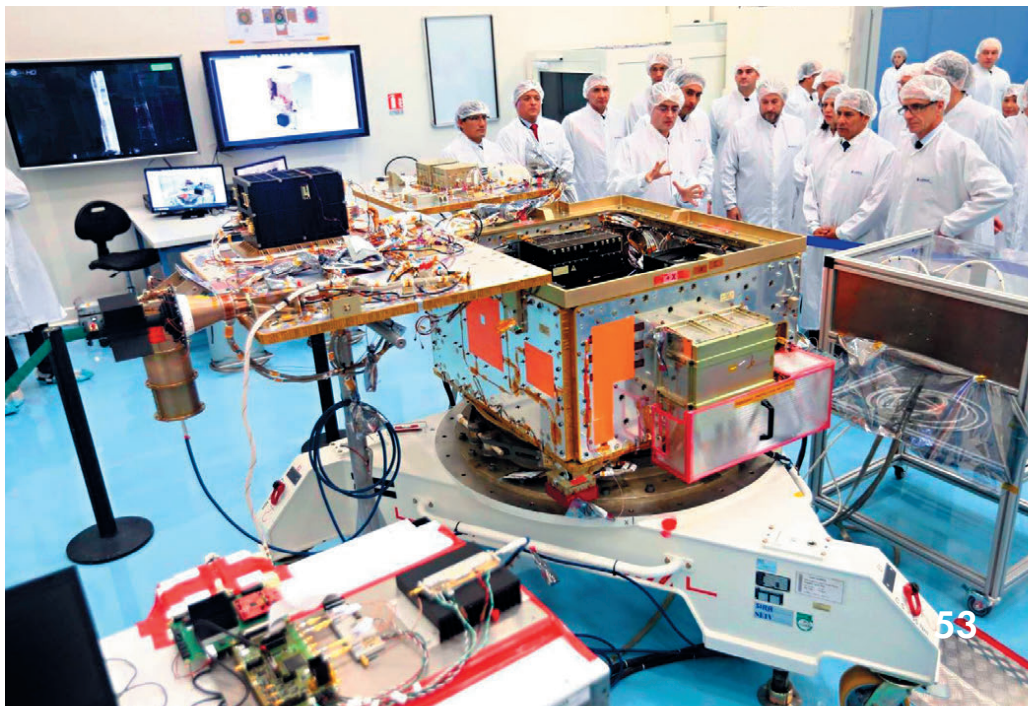


агентства, заказала его как спутник двойного назначения 25 апреля 2014 г. Аппарат построен европейской компанией Airbus Defence and Space на платформе AstroBus-S (AstroBus-300) за рекордно короткий срок – менее чем 24 месяца, а оптическая система изготовлена всего за восемь месяцев. Стоимость проекта, включая затраты на запуск и страхование, составляет 184 млн \$ (по другим данным, 194 млн \$).

PeruSat-1 имеет стартовую массу около 430 кг (первоначально заявлялось 450 кг) при габаритах корпуса 1.0x1.0x1.7 м. Электропитание обеспечивают две панели солнечных батарей. Двигательная установка имеет в своем составе четыре ЖРД тягой по 1 Н и бак с 28 кг гидразина. В качестве полезной нагрузки он несет систему формирования изображения из семейства NAOMI (New

Astrosat Observation Modular Instrument), которая позволяет выполнять съемку земной поверхности с разрешением в 0.7 м (панхроматический канал, 0.45–0.75 мкм) и 2 м (четыре мультиспектральных канала – синий, зеленый, красный и ближний ИК) в полосе шириной 20 км. Оптическая система с апертурой 65 см обязана своими высокими характеристиками новому зеркалу из карбида кремния.

На текущий момент PeruSat-1 – самый мощный латиноамериканский аппарат ДЗЗ. Помимо задач Министерства обороны Перу, снимки PeruSat-1 будут использоваться в сельском хозяйстве, городском планировании, пограничном контроле, а также для мониторинга незаконного оборота наркотиков, поддержки Управления гуманитарной помощи и оценки стихийных бедствий.





На протяжении 18–23 сентября КА провел подъем орбиты до рабочей солнечно-синхронной с условной высотой 698 км и временем прохождения нисходящего узла в 10:25 местного времени. 6 октября CONIDA объявила, что PeruSat-1 передал на Землю первые снимки. Расчетный срок активного существования КА – 10 лет

Спутники SkySat с номерами от C2 до C5 (альтернативно – от №4 до №7) изготовлены и запущены по заказу компании Terra Bella, которая является их собственником и оператором. Основным потребителем данных является Google, который планирует использовать полученные с КА изображения с разрешением лучше 1 м для создания сверхточных карт.

Калифорнийская компания Space Systems/Loral (SSL) взялась за этот заказ в соответствии с политикой расширения сферы основной деятельности (разработка и производство мощных геостационарных телекоммуникационных КА). 10 февраля 2014 г. компания анонсировала получение большого контракта от фирмы Skybox Imaging, принадлежащей корпорации Google. Последняя решила создать самую высокопроизводи-

Skybox Imagine была частной молодой и перспективной компанией, успешно работающей в сфере ДЗЗ. Она стала лишь пятой организацией, имеющей лицензию на продажу снимков Земли с высоким пространственным разрешением, и намеревалась развернуть группировку из 24 МКА SkySat, которая позволяла получать космические снимки высокого разрешения любого района Земли по несколько раз в день для использования при оперативном реагировании на чрезвычайные ситуации, мониторинге окружающей среды и в других приложениях.

Первый прототип SkySat-1 стартовал 21 ноября 2013 г. в компании с другими микроспутниками из позиционного района Домбаровский (Оренбургская область, Россия) с помощью РН «Днепр» (HK №1, 2014, с.48-55). SkySat-2 стал одной из попутных полезных грузов при запуске 8 июля 2014 г. «Метеора-М» №2 с Байконура ракетой «Союз-2.1Б» (HK №9, 2014, с.33-42). Первый оперативный спутник SkySat-C1 стал одним из 19 попутчиков индийского разведывательного КА Cartosat-2C, выведенного на орбиту 22 июня 2016 г. носителем PSLV-C34 с космодрома Шрихарикота (HK №8, 2016, с.35-36).

10 июня 2014 г. компания была выкуплена Google за 500 млн \$ и переименована в Terra Bella. Она по-прежнему планирует в течение нескольких ближайших лет запустить 20 спутников ДЗЗ, однако намерена заниматься не только поставкой снимков, но и другими видами деятельности, связанными с созданием информационных продуктов на базе накопленных данных, в частности – сконцентрировать внимание на геоаналитике.

тельную в мире инновационную орбитальную группировку мини-спутников для съемки поверхности Земли. Всего SSL должна будет построить 19 МКА габаритами 60×60×95 см, массой около 120 кг и расчетным сроком активного существования в шесть лет.

Четыре запущенных в сентябре аппарата с неофициальными личными именами R2-D2, Luke, C3PO и Leia в честь героев фильма «Звездные войны» дополняют уже существующую группировку из трех спутников и будут работать на ССО высотой около 500 км с местным временем прохождения нисходящего узла 10:23. Первые небольшие маневры с целью разведения вдоль орбиты спутники провели с 23 сентября по 7 октября.

Отличительная особенность новых аппаратов – возможность делать не только снимки Земли с субметровым разрешением, но и 90-секундные клипы в формате телевидения высокой четкости с частотой 30 кадров в секунду.

Все МКА оснащены телескопом, который построен по схеме Ричи–Кретьена/Кассегрена и имеет фокусное расстояние около 3.6 м. Фокальные сборки состоят из трех 5.5-мегапиксельных CMOS-детекторов. В отличие от прототипов, данные изделия обладают усовершенствованными детекторами с размерами более 2560×2160 пикселей, а размер точки составит менее 6.5 мкм. При этом первая половина детектора отвечает за прием информации в панхроматическом режиме, а вторая разделена на четыре сегмента, получающие изображения в видимом и ближнем инфракрасном (ИК) диапазоне.

При работе с высоты 500 км обеспечивается съемка с разрешением 0.9 м в панхроматическом (0.40–0.90 мкм) и до 2 м в мультиспектральном диапазоне в следующих спектральных каналах:

- ◆ 0.450–0.515 мкм (синий);
- ◆ 0.515–0.595 мкм (зеленый);
- ◆ 0.605–0.695 мкм (красный);
- ◆ 0.740–0.900 мкм (ближний ИК).

Радиометрическое разрешение – 11 бит на пиксель, ширина полосы съемки – 8 км, продолжительность полосы видеопотока – 80 сек (30 кадров/сек). Формат файлов – GeoTIFF, формат видео – MPEG-4 (H.264). Минимальная площадь заказа – 50 км<sup>2</sup>.

Спутники обеспечивают несколько режимов получения изображений:

- ✦ «съемка точечных объектов» обеспечивает работу по пяти объектам на протяжении 1000 км с отклонением оси КА до 20°. Размер каждого снимка – 7×8 км (56 км<sup>2</sup>). Возможно совмещение с другими режимами съемки;

- ✦ «съемка линейных объектов» – фотографирование полосы длиной до 575 км произвольной формы, определяемой с помощью поворотных точек. Возможно комбинирование с другими режимами съемки;

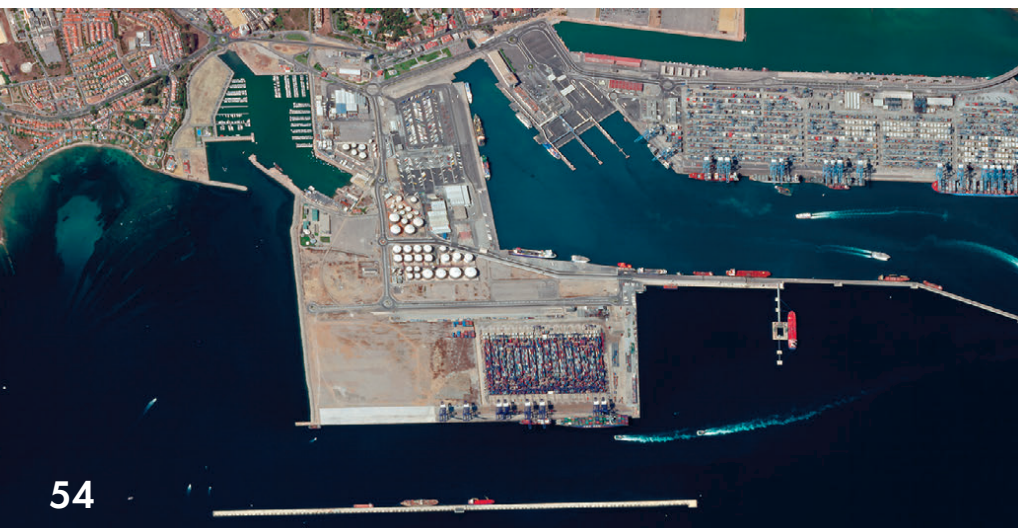
- ✦ «съемка площадных объектов» захватывает территорию размером 30×30 км. Возможно комбинирование с другими режимами съемки.

Обладая очень высокими характеристиками, МКА серии SkySat предназначены для сельскохозяйственного мониторинга (состояние растительности, прогноз урожайности, планирование ирригации, точное земледелие), расчета страховых рисков, мониторинга нефтехранилищ и трубопроводов, объектов добывающей промышленности, стихийных бедствий (координация спасательных и планирование восстановительных работ).

Видеосъемка, проводимая в формате HD Full Motion Video (продолжительность записи до 80 сек, зона видимости – 2×0.88 км, до 30 кадров/сек), идеально подходит для наблюдения за транспортом на дорогах, мониторинга границ и сооружений, передвижения крупных воинских контингентов, потоков беженцев, передачи информации о ситуации в регионе в результате стихийных бедствий, а также мониторинга морских судов.

Из 12 спутников первого заказа четыре запущены, следующие шесть стартуют на ракете Minotaur-C-3210 фирмы Orbital ATK в начале 2017 г., а последние два аппарата будут выведены во второй половине 2017 г. Вторая партия из шести МКА была заказана в январе 2016 г. Сообщается, что для последующих запусков имеется соглашение с Virgin Galactic об использовании РН LauncherOne.

▼ Испанский морской порт Альхесирас. Снимок с КА SkySat №7 получен 23 сентября 2016 г.





А. Кучейко специально  
для «Новостей космонавтики»

## Индийский пуск

# в интересах ДЗЗ и не только

**26** сентября в 09:12 по местному времени IST (03:42 UTC) с первого стартового комплекса Индийского космического центра имени Сатиша Дхавана (Шрихарикота, штат Андхра Прадеш) специалисты Индийской организации космических исследований ISRO осуществили очередной пуск ракеты-носителя PSLV (вариант PSLV-G, миссия C35). На орбиты выведены индийский океанографический аппарат ScatSat-1 и семь дополнительных полезных грузов (ПГ): два индийских университетских кубсата – Pratham и PiSAT и пять зарубежных малых спутников – AISat-1B, -2B и -1N (Алжир), Pathfinder-1 (США) и CanX-7 (Канада).

Предстартовый отсчет длился 48.5 часа. Шесть стартовых твердотопливных ускорителей отделились от ракеты над водами Бенгальского залива, после этого закончил работу двигатель первой ступени, израсходовав 138 т твердого топлива. Затем 2.5 мин отработал жидкостной ракетный двигатель Vikas, установленный на второй ступени носителя. Во время его работы азимут полета был изменен с юго-восточного на юго-юго-западный. Благодаря задержке этого маневра было исключено падение фрагментов ракеты на о-ве Шри-Ланка.

После отделения второй ступени начал работу твердотопливный двигатель третьей, который разогнал носитель до скорости 6.3 км/с. Ступень отделилась, и включилась жидкостная двигательная установка (ДУ) четвертой ступени. В миссии C35 была реализована прямая схема выведения, ставшая традиционной для запуска КА на полярные орбиты: четвертая ступень выключилась на высоте 730 км на отметке T+16 мин 56 сек. Вскоре после этого, через 17 мин 33 сек после старта, отделился спутник ScatSat-1.

Далее впервые в индийской практике четвертая ступень ракеты осуществила двухимпульсный переход на более низкую орбиту с несколько большим наклоном и иным

положением узлов. Первое дополнительное включение (Restart-1) продолжительностью 20.54 сек было выполнено после 65 мин пассивного полета на отметке T+01:22:38 в зоне контроля норвежской станции Свальбард (Шпицберген), второе (Restart-2) – продолжительностью 19.4 сек – состоялось через 49 минут после первого (T+02:11:47) в зоне индийской станции в Антарктиде.

После короткой паузы от ступени отделились адаптер и семь попутных аппаратов. Последним, в T+02:15:33, начал самостоятельный полет Pathfinder-1.

Групповой запуск выполнен успешно: все восемь аппаратов выведены на близкие к расчетным солнечно-синхронные орбиты с местным временем пересечения экватора в нисходящем узле 09:18 для основного КА и 09:30 для остальных. Номера и международные обозначения спутников в каталоге Стратегического командования США, их массы и параметры орбит приведены в таблице.

Аппарат	Масса, кг	Номер	Межд. обознач.	i	Нр, км	На, км	Р, мин
ScatSat-1	371	41790	2016-059H	98.11°	722.4	732.8	99.36
Pratham	10	41783	2016-059A	98.21°	668.7	700.6	98.50
PiSAT	5.25	41784	2016-059B	98.21°	668.8	697.8	98.48
AISat-1B	103	41785	2016-059C	98.21°	668.6	697.2	98.47
AISat-2B	117	41786	2016-059D	98.21°	668.7	696.7	98.47
Pathfinder-1	44	41787	2016-059E	98.21°	668.7	695.8	98.46
CanX-7	8	41788	2016-059F	98.21°	668.7	694.4	98.45
AISat-1N (AISat-Nano)	7	41789	2016-059G	98.21°	668.6	693.2	98.42

Для приема телеметрии и передачи команд во время выведения и на первых витках полета привлекались средства слежения командно-измерительного комплекса ISTRAC (ISRO Telemetry, Tracking and Command Network), индийская станция в Антарктиде, а также арендуемая станция Свальбард (Норвегия).

В миссии C35 использовался старый вариант PSLV-G с менее мощными твердотопливными ускорителями, чем у последней версии XL. Старт четырехступенчатой полярной РН стал 37-м с 1993 г. и установил сразу несколько рекордов программам PSLV:

- ◆ первый групповой вывод КА на различные орбиты;

- ◆ самая длительная полетная программа (2 часа 15 мин 33 сек с момента старта);

- ◆ впервые в Индии осуществлены пять стартов PSLV в течение календарного года.

Кроме того, ISRO впервые продемонстрировала рекордный темп пусков: между стартами GSLV Mk.II и PSLV-C35 прошло всего 18 суток.

Четвертая ступень PSLV-C35 подверглась модификации с целью обеспечения многократных включений ДУ в течение продолжительного полета: были усовершенствованы системы электропитания, связи, навигации и терморегулирования, внедрены новые программы контроля расхода топлива. Тестовые повторные включения ДУ четвертой ступени на орбите впервые состоялись в июне 2016 г. в запуске C34 после отделения основных КА.

Премьер-министр страны Нарендра Моди (Narendra Modi) поздравил коллектив ISRO с очередным успешным запуском. Индия планирует запустить в 2016/2017 финансовом году (до 31.03.2017) еще три носителя PSLV C36, C37 и C38, основными полезными грузами которых станут Resourcesat-2A, Emisat и Cartosat-2D.

### Внеплановый спутник для замены неисправного скаттерометра

ScatSat-1 предназначен для продолжения сбора данных, необходимых для поддержания сервисов прогнозирования погоды, в том числе генерации продуктов по вектору приводного ветра, обнаружения и слежения за перемещением тропических циклонов.

Основная полезная нагрузка КА – скаттерометр OSCAT-2 – является улучшенной версией прибора OSCAT (Ocean SCATterometer), впервые полетевшего 23 сентября 2009 г. на борту КА Oceansat-2. Данные этого инструмента распространялись в 2009–2014 гг. по международным соглашениям между ISRO и



организациями Eumetsat, JPL, NOAA, KNMI, Европейским центром среднесрочных метеопрогнозов ECMWF и др. Океанографическая информация прибора позволяла повысить точность метеопрогнозов, в том числе в задачах прогнозирования зарождения и развития опасных тропических циклонов и ураганов. OSCAT вышел из строя в феврале 2014 г. после 4,5 лет работы из-за отказа передатчика на лампе бегущей волны (ЛБВ) и механизма сканирования антенны. В условиях, когда запуск очередного OceanSat-3 ожидался не ранее 2018 г.\*, единственным решением для продолжения сбора метеоданных стала срочная разработка промежуточной миссии.

Впервые проект ScatSat-1 (вариант написания – ScattSat-1; иногда фигурирует под названием OSCAT Continuity Mission) появился в плановых документах организации ISRO в 2013 г. со сроком запуска в 2015–2016 финансовом году, то есть до 31 марта 2016 г.

Спутник был включен в 12-й пятилетний план (2012–2017) вместе с полноценным океанографическим КА OceanSat-3. Первоначальное финансирование закладывалось на 2013–2014 ф.г., но ни 50 млн рупий в указанном году, ни 100 млн в следующем в действительности выделены не были. Проект был официально утвержден 7 апреля 2015 г. с общим бюджетом в 800 млн индийских рупий (около 12 млн \$), из которых 300 млн было заложено в план 2015–2016 ф.г. и 350 млн – на 2016–2017 ф.г.

Если учесть, что в реальности в закончившийся в марте 2016 г. период финансирование проекта не превысило 110 млн рупий, остается загадкой, как вообще его удалось воплотить в металле. И тем не менее новый КА был разработан в спутниковом прикладном центре Space Applications Centre (SAC) в Ахмедабате в рекордно короткие сроки – в течение одного года вместо трех лет по плану. Правда, конструктивно ScatSat-1

на 40% состоит из готовых компонентов, ранее созданных для смежных программ. По плану 2015 г. запуск был назначен на ноябрь 2015 г., но позднее перенесен на июль 2016 г. В итоге от выхода из строя прибора ScatSat-1 прошло лишь 2,5 года!

Всего с учетом запуска 26 сентября 2016 г. в составе национальной группировки ДЗЗ Индии находится 12 спутников на низких круговых орбитах (без учета КА Saral с альтиметром и метеоспутников Insat-3D/3DR на ГСО).

Специалисты центра SAC разработали ScatSat-1 массой 377 кг на базе малоразмерной

космической платформы IMS-2 (Indian Mini Satellite-2) с трехосевой системой ориентации, ранее применявшейся в проекте Saral. Мини-платформа размером 1×1×0,6 м состоит из модулей служебных систем и полезной нагрузки и оснащена пассивной системой терморегулирования с оптическими рефлекторами, многослойной изоляцией и радиаторными панелями с теплопроводящими трубками.

В состав системы электропитания входят две раскрываемые панели солнечных батарей (СБ) мощностью 750 Вт и литий-ионные аккумуляторы емкостью 28 А·ч. Исполнительные органы системы ориентации – маховики, магнитные катушки и восемь однокомпонентных микродвигателей тягой по 1 Н (запас гидразина 21 кг).

Расчетный срок активной эксплуатации КА – пять лет. Для регистрации информации установлено твердотельное запоминающее устройство емкостью 32 Гбайт. Бортовой радиокомплекс обеспечивает прием команд и передачу телеметрии в S-диапазоне частот, а также передачу данных скаттерометра по радиолинии в X-диапазоне частот со скоростью 105 Мбит/с. Прием информации осуществляют станции Свальбард на Шпицбергене, в Индии, в Европе и на острове Маврикий.

Скаттерометр OSCAT-2 относится к активным РЛС СВЧ-диапазона, предназначенным для измерения значений удельной эффективной поверхности рассеяния (ЭПР) океанской поверхности с целью восстановления параметров морского волнения и поля (направления и скорости) приводного ветра в широкой полосе обзора. Первый скаттерометр стартовал на борту спутника SeaSat (США) в 1978 г., и с тех пор он стал штатным океанографическим прибором спутников многих морских держав: США, Евросоюза, Японии, Индии, Китая.

Характерной особенностью скаттерометров является необходимость разнонаправленного обзора морской поверхности с целью устранения неоднозначности в определении направления ветра. Многократный обзор морской поверхности с разных азимутов реализуется применением вращающихся параболических антенн конического сканирования, как в случае платформ/приборов QuikScat/SeaWind, OceanSat/OSCAT, MKC/RapidScat или нескольких неподвижных антенн (антенных решеток), как у ERS/AMI и MetOp/ASCAT. Среди действующих сегодня на орбите можно назвать скаттерометры метеоспутников MetOp и прибор RapidScat на борту МКС. Аналогичные скаттерометры на российских КА отсутствуют на орбите.

OSCAT-2 является усовершенствованной версией прибора OSCAT и обеспечивает съемку морской поверхности на частоте 13,515 ГГц (Ku-диапазон) в полосе обзора шириной 1400 км. Прибор состоит из антенны диаметром 1 м с механизмом сканирования, блока приемопередающей аппаратуры с комплексом цифровой обработки и блоков вспомогательной аппаратуры. Антенная система формирует два тонких «карандашных» луча с сигналами горизонтальной (ГГ) и вертикальной (ВВ) поляризации, отклонен-

Табл. 1. Действующие индийские КА с аппаратурой съемки Земли на низких орбитах

Наименование КА	Дата запуска	Носитель	Масса, кг	Высота орбиты, км	Датчики	Разрешение, м	Полоса захвата, км
Resourcemat-1	17.10.2003	PSLV-C5	1360	817	LISS-3 LISS-4 AWIFS	23,5 5,6 56–70	140 70 740
Resourcemat-2	20.04.2011	PSLV-C17	1206	817	LISS-3 LISS-4 AWIFS	23,5 5,6 56–70	140 70 740
Resourcemat-2A	2016–2017 (план)	PSLV-C36	1210	817	LISS-3 LISS-4 AWIFS	23,5 5,6 56–70	140 70 740
Cartosat-1 IRS-P5	05.05.2005	PSLV-C6	1560	618	PAN-A PAN-F	2,5	28 (стерео) 55 (моно)
Cartosat-2	10.01.2007	PSLV-C7	650	630	PAN	0,8	9,6
Cartosat-2A*	28.04.2008	PSLV-C9	690	630	PAN	0,8	9,6
Cartosat-2B*	12.07.2010	PSLV-C15	694	630	PAN	0,8	9,6
Cartosat-2C*	22.06.2016	PSLV-C34	728	505	PAN MX EMV	0,64 1,6–2	10 10
Cartosat-2D*	2016–2017 (план)	PSLV	728	505	PAN MX EMV	0,64 1,6–2	10 10
Risat-2*	20.04.2009	PSLV-C10	300	609	PCA X-диапазона	1–50	10–240
Risat-1	26.04.2012	PSLV-C19	1850	540	PCA HRSAR	1–50	10–220
Oceansat-2	23.09.2009	PSLV-C14	960	720	OCM OSCAT**	230–360 50 км	1420 1400
ScatSat-1	26.09.2016	PSLV-C35	371	720	OSCAT-2	25 км	1400
Oceansat-3	2018–2019 (план)	PSLV		720	OCM-3 OSCAT-3 SSTM	360 25 км 1 км	1440 1400 –
Megha-Tropiques	12.10.2011	PSLV-C18	960	870	MADRAS SAPHIR SCARAB	6–40 км 10 км 40 км	1700 1700 2240

Примечания

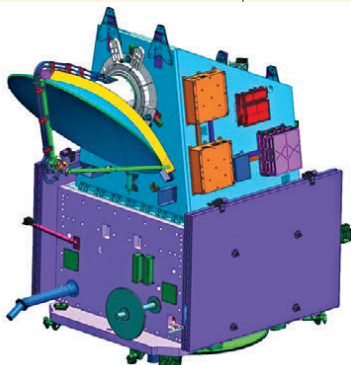
\* Спутники Cartosat-2A/2B/2C и Risat-2 являются аппаратами видовой разведки и используются в интересах Минобороны Индии.

\*\* Прибор OSCAT на КА OceanSat-2 неисправен с 2014 г.

\* Предполагается изготовить серию из трех таких спутников.

Табл. 2. Основные характеристики скаттерометра OSCAT-2

Наименование параметра	Величина
Частота	13.515625 ГГц
Поляризация	ГГ для внутреннего луча, ВВ для внешнего луча
Ширина полосы обзора	1400 км (лучи ВВ и ГГ), от 1400 до 1800 км (данные не сертифицированы, только луч ВВ)
Диапазон определяемых скоростей ветра	3–30 м/с
Точность определения скорости ветра	1.8 м/с
Диапазон определения направления ветра	0–360°
Точность определения направления ветра	20°
Размер сетки расчета поля ветра	25×25 км
Ширина луча (азимут × угол места)	1.47×1.63° (луч ГГ) и 1.39×1.72° (луч ВВ)
Диаметр антенны	1 м
Коэффициент усиления антенны	39 дБ
Частота вращения антенны	20.5 об/мин
Масса прибора	108 кг

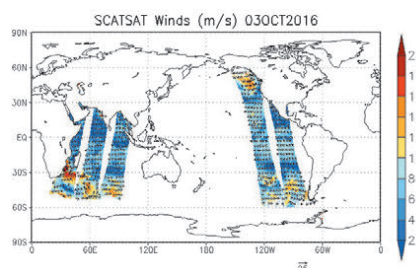


ных на 42.6° и 49.3° от надира для обеспечения сканирования зоны обзора. За счет конического сканирования обеспечивается многократный (до 4 раз) обзор поверхности под различными углами азимута для точного восстановления направления ветра (табл. 2).

С учетом опыта эксплуатации скаттерометра OSCAT в конструкцию нового прибора OSCAT-2 были внесены следующие изменения: усовершенствован блок передатчика на ЛВБ и механизмы калибровки, установлены новый мотор и волноводное сочленение в механизме сканирования антенны, введена 32-битовая система бортовой обработки, коэффициент шума приемника снижен с 3 до 1 дБ. Период полного обзора поверхности Земли составляет двое суток.

Продукты, разработанные на основе измерений скаттерометра OSCAT-2, предназначены для применения в моделях численного прогнозирования погоды, идентификации тропических циклонов и ураганов, мониторинга и прогноза их движения. Другие области применения данных OSCAT-2 – улучшение моделей идентификации потенциальных зон рыболовства путем совмещения карт поля ветра, концентрации хлорофилла и температуры поверхности моря, мониторинг изменения ледяного покрова Арктических морей, прогнозирование состояния морской поверхности для обеспечения безопасного

#### ▼ Первые данные с КА ScatSat-1



судоходства. Индийские ученые проводят исследования в области применения данных скаттерометров для оценки состояния растительности, влажности почвы, ледяного и снежного покровов в Антарктиде и Гималаях. Продукты различного уровня обработки данных скаттерометров распространяются через веб-порталы национального центра ДЗЗ NRSC и портала программы OceanSat-2.

После вывода ScatSat-1 на орбиту космические центры ISRO начали программу орбитальных испытаний и уже на вторые сутки полета получили первые измерительные данные OSCAT-2 в пассивном радиометрическом режиме. Первые включения прибора в режиме скаттерометра состоятся в начале октября.

#### Первый среди дополнительных...

При запуске ScatSat-1 был установлен сверху на адаптер попутных полезных грузов PSLV-C35, внутри которого были размещены еще семь дополнительных малых космических аппаратов (МКА) общей массой 304 кг. Таким образом, общая масса спутников составляла 675 кг.

Среди запущенных МКА наибольший интерес представляет BlackSky Pathfinder-1 – первый экспериментальный спутник американской компании Spaceflight Industries со штаб-квартирой в Сизтле, штат Вашингтон. Компания была создана в 2009 г. на частные инвестиции для оказания пусковых услуг на брокерской основе путем закупки свободных ресурсов у операторов РН из США, России и Индии и продажи их владельцам малогабаритных КА для попутных запусков. В 2016 г. Spaceflight Industries смогла привлечь инвестиций на общую сумму 53 млн \$ и значительно расширить бизнес. Сейчас компания насчитывает 130 человек и объединяет четыре аффилированные структуры:

- ❖ подразделение Spaceflight Systems (ранее – Andrews Space) изготавливает и поставляет малоразмерные космические платформы под брендом Sentry;

- ❖ подразделение Spaceflight Services предлагает пусковые услуги для МКА, а также выведение аппаратов на орбиту с использованием космического буксира Sherpa;

- ❖ подразделение Spaceflight Networks оказывает операторские услуги по приему информации и передаче команд управления через сеть арендованных и собственных наземных станций SF Networks;

- ❖ дочерняя компания BlackSky Global LLC (штаб-квартира в г. Таквила, штат Вашингтон) разрабатывает проект многоспутниковой системы ДЗЗ и оказывает услуги по обработке и анализу космоснимков.

Проект BlackSky Global, начатый в 2013 г., предусматривает формирование к 2020 г. орбитальной группировки из 60 КА, которая обеспечит глобальную мультиспектральную съемку и видеосъемку объектов с метровым пространственным разрешением.

Необходимо отметить, что в 2014–2016 гг. более 10 стартапов объявили о планах запусков многоспутниковых группировок ДЗЗ. В их число входят Terra Bella (ранее Skybox Imaging), Planet (ранее PlanetLabs), UrtheCast, OmniEarth, Aquila Space, NorStar Space, Hera Systems, Satellogic, ICEYE,

XpressSAR и др. По данным СМИ, эти космические стартапы NewSpace смогли привлечь уже более 1.5 млрд \$ инвестиций, но пока только два из них приступили к запуску серийных спутников (Terra Bella и Planet). В некоторых публикациях бум космических стартапов сравнивается с раздуванием «пузыря» с предсказуемым исходом.

Основные тематические задачи, на которые нацелено большинство стартапов, – сельское и лесное хозяйство, мониторинг зон чрезвычайных ситуаций (ЧС), нефтегазовый сектор, страхование, экология, бизнес-разведка и оборонные задачи. Самыми востребованными и коммерчески окупаемыми задачами можно считать мониторинг полей для анализа состояния растительности и прогноза урожайности в интересах агробизнеса. Но компания BlackSky Global в качестве основных задач системы ДЗЗ заявила бизнес-разведку, мониторинг хозяйственной деятельности и нелегальной активности, контроль кризисных ситуаций и последствий стихийных бедствий, оборонные задачи.

Следует отметить, что другая компания Spaceknow уже вывела на биржи США спутниковый индекс производственной активности в Китае – Satellite Manufacturing Index (SMI), который близок по значению к обычному индексу деловой активности PMI, но рассчитывается автоматически на основе анализа космоснимков 6000 крупнейших предприятий КНР.

Конкурентные преимущества проекта BlackSky Global – сравнительно низкие цены (90 \$ за мультиспектральный снимок метрового разрешения), высокая частота съемки и удобный веб-сервис для удаленного оперативного заказа и получения продуктов по сети Интернет. По словам топ-менеджера Spaceflight Industries д-ра Питера Вегнера (Peter Wegner), бывшего директора Управления космоса оперативного реагирования ВВС США, орбитальная группировка из 60 КА и наземная инфраструктура, включающая сеть станций и веб-платформу BlackSky, обеспечит возможность онлайн-заказа и получения снимков любого района Земли в течение нескольких часов после заказа и через 30–90 минут после съемки. Предусмотрен



заказ космосъемки через мобильные телефоны клиентов с использованием платных API-приложений.

Для разработки веб-платформы BlackSky стартап приобрел за 18 млн \$ небольшую ИТ-компанию OpenWhere (г. Херндон, штат Вирджиния), которая создала программное обеспечение для обработки космических изображений и была подрядчиком ВВС США по тематической обработке и анализу космоснимков. Кроме того, в целях совместной разработки новых продуктов и сервисов в области анализа пространственных данных компания BlackSky Global заключила партнерские отношения с фирмами Allsource Analysis и Hexagon Geospatial, имеющими многолетний опыт анализа и обработки космоснимков в интересах коммерческих и оборонных заказчиков.

Аппарат-демонстратор Pathfinder-1 массой 44 кг – прототип серийных спутников системы BlackSky, предназначенный для орбитальных испытаний оптико-электронной системы (ОЭС), платформы, а также наземной инфраструктуры управления полетом КА и обработки данных, включая технологию заказа, съемки и оперативной передачи данных на Землю. В СМИ встречаются разные оценки стоимости спутника – от 3 до 5 млн \$.

Pathfinder-1 разработан на базе космической платформы Sentry-4000, имеющей форму параллелепипеда размером 0.84×0.48×0.41 м с трехосевой системой ориентации. Срок активного существования составляет три года. Система электропитания включает панели СБ, расположенные на одной стороне корпуса и на откидной крышке, закрывающей апертуру телескопа, а также литий-ионные аккумуляторы.

Платформа разделена на три модуля – полезной нагрузки, ДУ и электронной аппаратуры, куда входят два звездных датчика PUXIS, магнитные катушки TQ-15, выпущенные по лицензии компании Sinclair, блоки системы управления серии CORTEX и другие подсистемы. В конструкции МКА применены популярные ныне ДУ на нетоксичном то-

пливе (бутан) и кольцевая система отстрела КА Motorized Lightband (MLB) компании Planetary Systems с помощью пружинных толкателей и электромотора без пиротехнических устройств. ДУ на сжатом бутане служит для коррекции орбиты и для увода с рабочей орбиты в конце срока существования (запас характеристической скорости – 60 м/с, масса газа – 3.6 кг).

Ранее факты запусков и орбитальных испытаний платформ серии Sentry-4000 были неизвестны, но в 2013 г. компания Andrews Space (ныне Spaceflight Systems) заключила контракт с Командованием ракетно-космической обороны Армии США SMDC на разработку тактических наноспутников по программе Kestrel Eye Block II на базе платформы Sentry с запуском КА-демонстратора в конце 2016 г. Программа предусматривает эксперименты по программированию спутника видовой разведки с малой станцией на ТВД и приему изображения заданного объекта на ту же станцию в течение 10-минутного сеанса связи.

Основной полезной нагрузкой МКА Pathfinder-1 является ОЭС с апертурой диаметром 30–35 см (оценка), разработанная компанией Exelis – подразделением корпорации Harris Corp. Подробных сведений о характеристиках в СМИ не приводится, очевидно, из-за технологической конкуренции между космическими стартапами ДЗЗ. Вероятно, спутник выполнен на базе модели Scout из линейки изделий Spaceflight Systems.

Съемка ведется в трех стандартных спектральных каналах: синий (400–510 нм), зеленый (510–580 нм) и красный (590–750 нм) с пространственным разрешением лучше 1 м (заявлено для высоты 450 км, для высоты 680 км – около 1.5 м). Размер кадра на местности составляет 4.4×6.6 км<sup>2</sup>, площадь – 29 км<sup>2</sup>. Предусмотрено пять основных режимов съемки – покадровая съемка с отклонением линии визирования ОЭС в пределах ±30° от надира, маршрутный (максимальная длина 400 км при ширине 6.6 км), мозаичный, режим многоакурсной съемки заданного объекта и режим видеосъемки с частотой 1 кадр в секунду.

На спутнике установлен радиокомплекс для передачи данных в трех диапазонах частот (УКВ, S и X). В Федеральной комиссии по связи США зарегистрированы следующие частоты радиолиний: 450/401–402 МГц (команды/телеметрия); 2071.875/8080 МГц (команды/телеметрия и данные ОЭС).

Для сброса данных в X-диапазоне частот применяется плоская полосковая антенна и передатчик мощностью 8 Вт, работающих на частоте 8080 МГц в полосе шириной 110 МГц. Объем бортового регистратора составляет 30 Гбайт.

В состав наземного комплекса МКА входят ЦУП в Сиэтле, а также пункты сети SF Networks: станции Таквила (Tukwila, штат Вашингтон), Фэрбенкс (штат Аляска) и Инверкаргилл (Invercargill, Новая Зеландия). Благодаря географическому расположению станций, сеть обеспечивает радиоконтакт с КА по радиолиниям в диапазонах УКВ и S/X практически на всех ежедневных витках полярного КА. Компания планирует ввести в строй девять новых станций в 2017–2018 гг.

Pathfinder-1 отделился от четвертой ступени PSLV последним среди попутных ПН

на втором витке над южной частью Тихого океана. Через 30 минут после отделения был установлен радиоконтакт и приняты первые пакеты телеметрии. В течение 10 суток были выполнены испытания бортовых систем МКА, затем начались проверки ОЭС. До конца сентября полученные изображения публиковались.

Запуск второго МКА-прототипа Pathfinder-2 может состояться до конца 2016 г. на борту PH Falcon-9, ресурсы которой полностью выкуплены компанией-брокером Spaceflight Industries. В случае успешных испытаний двух прототипов в 2017 г. на орбиту будут выведены четыре серийных МКА BlackSky и по 18–20 спутников в последующие годы до полного развертывания системы в 2020 г.

В состав системы войдут два аппарата на полярных орбитах для глобального обзора и 58 КА, размещенных в восьми плоскостях на наклонных орбитах (наклонение 51.6°; 45° и 28.5°), что позволит обеспечить максимальную частоту просмотра (до 40–70 пролетов в сутки) для районов между широтами ±55°, где проживает 90% населения Земли. Интервал времени между пролетами спутников в районах оптимального наблюдения составит 10–60 минут, а время от заказа до получения снимка будет менее 90 минут. В состав наземного комплекса войдут 17 станций управления и приема.

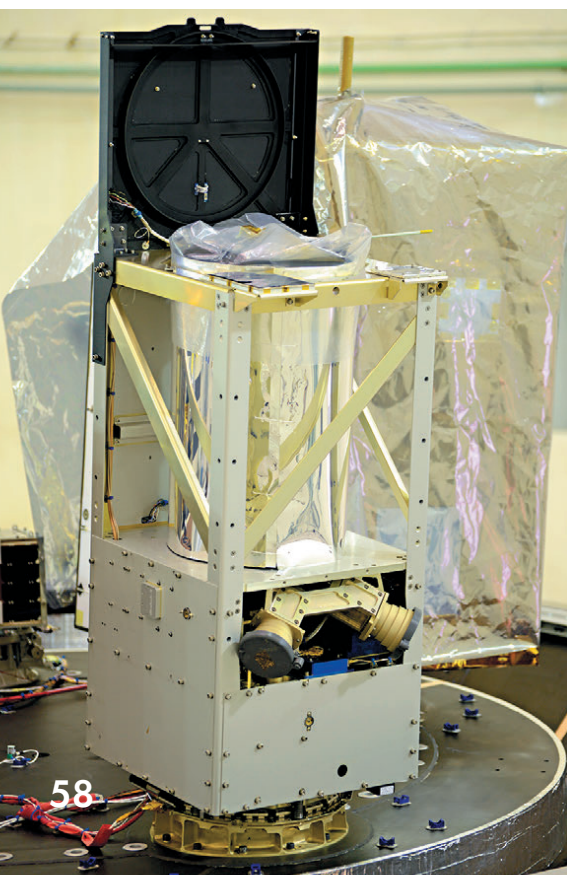
Уникальной особенностью системы BlackSky должна стать реализация принципа «космосъемка как сервис» с помощью веб-платформы с удобным клиентским интерфейсом, обеспечивающего заказ и получение геопродуктов, обработку большого числа заявок, анализ геопрограммных данных на основе облачных технологий и удаленный доступ с API-подключениями. По словам Роберта Кардильо (Robert Cardillo), директора Национального управления геопространственной разведки США NGA, его ведомство должно «извлечь пользу» от появления на орбитах сотен малых КА ДЗЗ компаний Terra Bella, Planet и BlackSky Global.

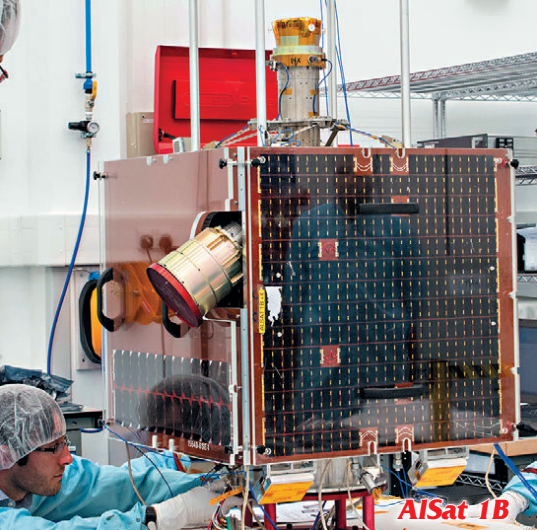
## ...и шесть остальных

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

*AlSat 1B* – миниспутник ДЗЗ среднего разрешения, созданный британской компанией Surrey Satellite Technology Ltd. (SSTL) в составе концерна Airbus Defence & Space Group по заказу Космического агентства Алжира ASAL (Agence Spatiale Algerienne). Аппарат предназначен для мониторинга сельскохозяйственных угодий страны и предупреждения чрезвычайных ситуаций. Контракт на создание спутника был подписан в июне 2014 г. и предусматривал, помимо разработки и изготовления КА, отправку алжирских инженеров на обучение в Великобританию. Сборка, интеграция и испытания аппарата проходили в Алжире.

Аппарат массой 103 кг построен на основе платформы SSTL-100, которая может быть доработана в целях обеспечения широкого диапазона миссий на низкой околоземной орбите. Многосторонность платформы позволяет создавать на ее базе как отдель-





ные спутники, так и орбитальные группировки. К настоящему времени запущено восемь аппаратов на основе SSTL-100, ряд из них работает в целях Международной системы предупреждения чрезвычайных ситуаций DMC (Disaster Monitoring Constellation, разрешение снимков составляет 22 м для панхроматической и 32 м для многоспектральной съемки). И хотя расчетный срок функционирования платформы составляет пять лет, совокупный срок работы этих спутников уже превышает 25 лет.

Платформа кубической формы строится на алюминиевой раме и оснащается ДУ на сжиженном бутане для коррекции орбиты. Система терморегулирования – полностью пассивная. СБ на основе арсенида галлия, смонтированные на гранях куба, обеспечивают среднюю мощность для ПН 24 Вт в конце срока активного существования (пиковое значение – 48 Вт). Система передачи данных в X-диапазоне имеет скорость 80 Мбит/с при объеме системы хранения 16 Гбайт. Командно-телеметрическая система работает в диапазоне S. Архитектура бортовой сети обладает двойной избыточностью.

AlSat-1B оснащен камерой с разрешением 24 м в мультиспектральном (спектральные диапазоны – красный, зеленый, ближний ИК) и 12 м – в панхроматическом режиме. Ширина полосы обзора – 140 км. Трехосная система ориентации на маховиках и магнитных катушках обеспечивает точность позиционирования 0.8° и при стабильности на уровне 15" в секунду.

После выхода на орбиту КА успешно провел сеанс с наземной станцией Свальбард, и в настоящее время ведутся его проверки. После ввода в строй повседневное управление и прием данных будут осуществляться на станции Центра разработки малых спутников UDPS в г. Оран (Алжир).

С запуском AlSat-1B Алжир обеспечит непрерывность поступления данных ДЗЗ, начало которому было положено запуском в 2002 г. спутника AlSat-1A разработки SSTL с разрешением 32 м. Эксплуатация КА была очень успешной, и тем самым доказана важность для страны выполнения мониторинга природных ресурсов Алжира, лесных пожаров и наших великих саранчи.

AlSat-2B – второй из запущенных алжирских миниспутников ДЗЗ, но на этот раз предназначенный для высокодетальной съемки Земли с субметровым пространственным разрешением. Его построила Airbus Defence and Space согласно контракту, подписанному еще компанией EADS Astrium в феврале

2006 г. и предусматривающему разработку системы AlSat-2, состоящей из двух КА оптического наблюдения Земли. AlSat-2A был изготовлен и протестирован во Франции фирмой EADS Astrium и запущен 12 июля 2010 г. (HK №9, 2010), а AlSat-2B собран в Центре UDPS в Оране. Программа AlSat-2 также предусматривала строительство на алжирской территории двух наземных станций управления и одной – приема.

AlSat-2B массой 116 кг и размерами 0.6×0.6×1.0 м построен на базе платформы AstroSat-100/Miuraide и оборудован панелью арсенид-галлиевых СБ, обеспечивающей мощность для ПН в 180 Вт. Система трехосной ориентации включает звездные датчики и гироскопы вкуче с GPS-приемниками для определения положения КА в пространстве, четыре маховика и магнитные катушки в качестве исполнительных элементов. Аппарат способен определять свое местоположение с точностью 300 м и может поворачивать (перенацеливать) корпус со скоростью ±30° за 90 сек. Для коррекции орбиты служат четыре однокомпонентных микродвигателя тягой 0.11 кгс каждый (запас гидразина – 4.7 кг – обеспечивает общее приращение скорости около 65 м/с).

Данные хранятся в запоминающем устройстве емкостью от 64 до 79 Гбайт (без компрессии) и сбрасываются по радиоканалу диапазона X со скоростью 60 Мбит/с. Командно-телеметрическая система работает в диапазоне S.

В качестве полезной нагрузки AlSat-2B несет оптико-электронную аппаратуру NAOMI (New AstroSat Optical Modular Instrument), которая способна выполнять съемку с разрешением 2.5 м в панхроматическом и 10 м в каждой из четырех цветовых полос в мультиспектральном режиме.

AlSat-2B был выведен в одну плоскость с AlSat-2A и в период с 29 сентября по 12 октября произвел маневрирование с целью выравнивания высоты полета и построения заданной взаимной конфигурации. По расчетам, срок активного существования КА составит пять лет.

AlSat-1N (AlSat-Nano) – пятый по счету алжирский спутник, экспериментальный тройной кубсат массой 4 кг (с системой запуска – 7 кг), разработанный и построенный Суррейским космическим центром по заказу ASAL и Британского космического агентства UKSA для быстрой и экономически эффективной демонстрации новых и инновационных космических технологий и в образовательных целях. Предусмотрено развертывание в космосе длинной (2 м) штанги AstroTube, эксперименты по съемке Земли трехканальной камерой C3D2, измерению магнитного поля и радиационной обстановки, а также испытания гибких и тонкопленочных фотозащитных элементов.

CanX-7 (Canadian Advanced Nanospace eXperiments 7) также предназначен для демонстрации новых технологий. Канадский тройной кубсат массой 3.5 кг (8 кг с системой запуска) должен показать возможность использования концепции сверхлегкого компактного развертываемого «паруса» (аэродинамического тормоза) для сведения с орбиты КА, отработавших свой ресурс. На основе проведенного эксперимента будет



создаваться экономически эффективное модульное устройство для свода нано- и микроспутников с орбит, таким образом, снижая программные и технические риски для космических миссий при использовании спутников данного класса. До задействования аэродинамического тормоза CanX-7 будет тестировать приемник ADS-B для контроля воздушного движения.

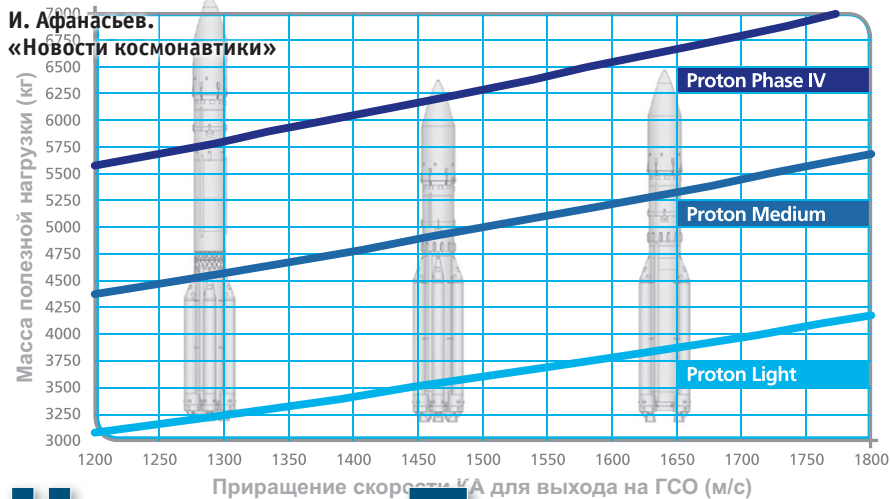
Аппарат является совместным проектом нескольких компаний: Defence R&D (Оттава), NSERC и COM DEV Ltd. Альтернативное наименование NLS-19 дано по пусковой кампании.

Pratham – индийский наноспутник, созданный Отделением аэрокосмической техники Индийского технологического института в Бомбее и оснащенный полезной нагрузкой для измерения полной концентрации электронов в ионосфере Земли над Индией и Францией с пространственным разрешением 1 км. Масса МКА – 10.15 кг, габариты – 0.305×0.335×0.466 м, срок активного существования – четыре месяца. Электропитание обеспечивают четыре СБ и литий-ионные аккумуляторы. Аппарат передает сигналы на радиолокационных частотах 145.98 МГц (маяк) и 437.455 МГц (телеметрия в формате AX.25, 1200 бит/с).



PISat (PESIT Imaging Satellite) – индийский наноспутник образовательного назначения, созданный лабораторией исследований и инноваций Технологического института Общества народного образования PESIT (People's Education Society Institute of Technology) в Бангалоре. КА оснащен цветной камерой NanoCam с CMOS-матрицей разработки компании BomSpace (Дания) с разрешающей способностью 80 м и зоной охвата 165×125 км для экспериментальных наблюдений Земли.

Масса МКА – 5.25 кг, габариты 0.254×0.256×0.181 м, располагаемая мощность – 13 Вт, емкость аккумуляторов – 5.2 А.ч. Активная магнитная трехосная система ориентации обеспечивает наведение на Землю с точностью 5°. Связная система работает в S-диапазоне (2030/2240 МГц). Срок активного существования спутника – четыре месяца.



## Новые «Протоны» для изменяющегося рынка

**13 сентября** Государственный космический научно-производственный центр (ГКНПЦ) имени М.В. Хруничева и его дочерняя компания ILS (International Launch Services) объявили о расширении продуктовой линейки РН «Протон-М» с разгонным блоком «Бриз-М» за счет создания двух дополнительных модификаций – легкой и средней.

### Эволюция...

Анонс новых вариантов тяжелого носителя не стал сюрпризом: еще в июне о разработке облегченного «Протона» сообщил глава Госкорпорации «Роскосмос» И. А. Комаров, а в июле генеральный директор Центра Хруничева А. В. Калиновский говорил о проектировании «Протона-Лайт»\*. Чуть позже эту информацию подтвердил заместитель генерального директора по проектному управлению Объединенной ракетно-космической корпорации (ОРКК), генеральный конструктор средств выведения КА на орбиту с соответствующей наземной космической инфраструктурой А. А. Медведев. Эти руководители указывали, что разработчики предполагают повысить эффективность и конкурентоспособность отечественного средства выведения, максимально используя производственные мощности, имеющиеся технологии, проектные решения, готовые части и наземную инфраструктуру, снижая при этом затраты на запуск.

В сентябре информация о новых вариантах «Протона-М» была «расширена и углублена»: официально представлены модификации «Протон Средний» и «Протон Легкий», проектируемые с использованием коммерческого технического задания.

«Так как новый модельный ряд – это коммерческая производная ракетного комплекса «Протон-М/Бриз-М», он сможет оптимизировать показатели эффективности по конструкции, производству и операционной деятельности, – сообщил А. В. Калиновский. – И мы преобразуем сэкономленные средства в предложения для наших заказчиков».

Новые носители являются оптимизированными вариантами «Протона-М», предназначенными исключительно для запусков КА на геостационарную (ГСО) и геопереходную

(ГПО) орбиту в интересах коммерческих заказчиков в рамках контрактов, заключенных ILS. По словам генерального директора Центра, новый модельный ряд дополнит ассортимент, предлагаемый другими поставщиками пусковых услуг, обеспечив дополнительные возможности доступа в космос для международных операторов и увеличив при этом целевой коммерческий рынок для «Протона».

Проектирование новых вариантов ведется исходя из задачи максимального использования уже имеющихся составных частей.

«Протон Средний» (именно он ранее фигурировал как «Протон-Лайт») получен «редуцированием» исходного «Протона-М» путем исключения из последнего штатной второй ступени и увеличения рабочих запасов топлива на оставшихся ступенях: на 35 т – на первой и на 22 т – на бывшей третьей. Для этого, разумеется, придется несколько увеличить длины исходных ступеней – с 21.18 до 25.81 м и с 6.87 до 8.12 м соответственно. Вместе со второй ступенью уйдет и ферменный переходной отсек: вместо него будет использоваться модификация переходника между второй и третьей ступенями «Протона-М».

«Протон Легкий» получается из среднего варианта путем исключения двух из шести навесных баков горючего в составе первой ступени и двух из шести двигателей РД-275М. При неизменной длине центрального бака окислителя соотношение компонентов изменилось бы в недопустимой степени, поэтому бак окислителя будет укорочен, а над ним размещен дополнительный бак горючего. Длина первой ступени «Протона Легкого» увеличится до 26.51 м, но соотношение компонентов вернется к оптимальному.

Новым ракетам в «наследство» достанется разгонный блок «Бриз-М» и головной обтекатель диаметром 4.35 м.

Принятые технические решения позволяют заметно снизить стартовую массу

и стоимость пуска «легкого» и «среднего» носителей, сохраняя возможность падения отделяемых частей в существующие зоны\*\*, а также обеспечивая ограничение продольных перегрузок приемлемыми значениями. От себя добавим, что «Протон Легкий» видится все же менее востребованным, поскольку с его энергетикой (и, вероятно, стоимостью) может в принципе соперничать «Союз-2.1Б» с разгонным блоком «Фрегат». Кроме того, конструкция этого варианта изменена гораздо сильнее по сравнению с «Протоном-М», что может повлечь рост сроков и стоимости разработки.

Старый добрый «Протон-М» также не останется неизменным: его планируется оснастить увеличенным головным обтекателем диаметром 5.1 м, доступным в двух исполнениях – длиной 15.3 м и 17.3 м и способным разместить одновременно несколько КА.

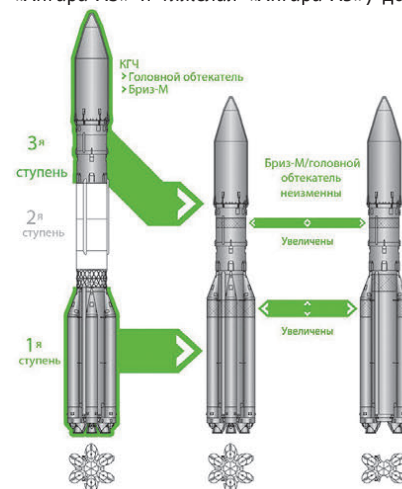
Заместитель директора по производственной деятельности Обнинского научно-производственного предприятия (ОНПП) «Технология» имени А. Г. Ромашина А. К. Хмельницкий сообщил, что его организация предлагает увеличенные головные обтекатели для «Протона-М», изготовленные из композитных материалов: «Производственные мощности и имеющийся научный задел позволяют нам серийно выпускать такие крупногабаритные конструкции из композитов».

Энергетические параметры обновленной линейки «Протонов» указаны в таблице.

### ...и ее причины

Появление новых модификаций заслуженного носителя произошло не от хорошей жизни – напротив, как это часто случается, источником решений стало возникновение проблем. Как говорят биологи, «хочешь выжить – эволюционируй».

Одной из причин омоложения «Протона-М» послужила задержка с вводом в строй РН семейства «Ангара» (НК № 9, 2016, с. 38-42). Несколько лет назад все перспективы, в том числе коммерческие, увязывались именно с этой модульной ракетой, три ипостаси которой (легкая «Ангара-1.2», средняя «Ангара-А3» и тяжелая «Ангара-А5») долж-



Энергетические параметры новой линейки «Протонов»			
Орбита	Масса выводимого полезного груза, т		
	«Протон-М»	«Протон Средний»	«Протон Легкий»
ГСО	3.3	2.4	1.45
ГПО ( $\Delta V=1500$ м/с)	6.3	5.0	3.6
ГПО ( $\Delta V=1800$ м/с)	7.0	5.7	4.2

\* От английского light – «легкий».

\*\* Для этого «Бриз-М» берет на себя доведение на промежуточную орбиту.

ны были перекрыть весь спектр текущих и среднесрочных задач. «Протону-М» же предстояло уйти в отставку в 2020–2025 гг. Однако трудности с освоением серийного производства, а также известные проблемы в экономике России не позволяют надеяться на ввод «Ангара» в коммерческую эксплуатацию ранее начала 2020-х годов. Соответственно в «период ожидания» решать вышеупомянутые задачи будет «Протон-М».

Вместе с тем исходный тяжелый носитель не обладает той гибкостью, которую будет иметь модульная «Ангара». Но при этом имеется необходимость расширить его энергетику как в большую, так и – особенно – в меньшую сторону: в настоящее время на рынок выходят «электросаты», то есть спутники, использующие для перевода с ГПО на геостационар, а также для стабилизации орбитальной позиции экономичные электроракетные двигатели (ЭРД) вместо прожорливых жидкостных, работающих на химическом топливе.

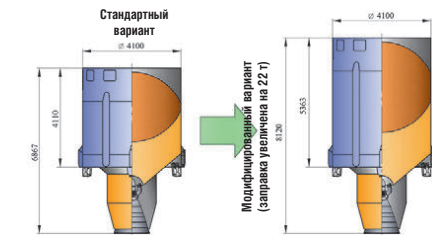
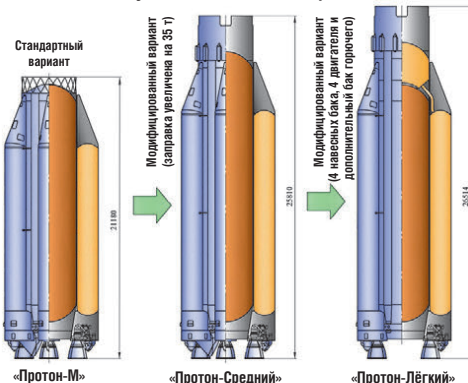
Применение ЭРД позволяет в разы снизить бортовые запасы топлива и уменьшить стартовую массу спутника, к примеру, с 6–7 т до 3,5–4,0 т. Последний фактор дает возможность запускать телекоммуникационные спутники более дешевыми носителями меньшей грузоподъемности. В результате на рынке начал формироваться растущий сегмент «легких» (массой до 3,5–5,0 т) КА связи. По некоторым прогнозам, в 2017–2024 гг. на ГПО будет доставлено на 70% больше спутников этого сегмента, чем за предыдущую семилетку. Очевидно, что возможности «Протона-М», рассчитанного на выведение на ГПО массы свыше 6 т, для запуска «электросатов» избыточны, и для их владельцев он слишком дорог.

«Сегодня в России нет средств выведения, которые могли бы быть конкурентоспособными в развивающихся сегментах рынка за последние 4–5 лет, – прокомментировал ситуацию А.А. Медведев. – Предложение Центра Хруничева в случае реализации проекта охватит те сегменты рынка, где потенциально есть большие доходы и которые сегодня отечественным средствам не доступны. Конечно, при создании этого ряда РН нужно будет еще пройти непростой путь и преодолеть немало технических, организационных и экономических вопросов, которые мы рассмотрим в ноябре 2016 г. на президиуме НТС Роскосмоса на основании заключений головных институтов».

Таким образом, ввод в эксплуатацию «легкого» и «среднего» «Протонов» позволит обеспечить экономически эффективное выведение на ГСО аппаратов легкого и среднего класса в соответствии с требованиями заказчиков и усилить коммерческий потенциал РН «Протон» на рынке запусков геостационарных спутников.

Еще одна причина – появление на рынке запусков новых игроков. Еще недавно этот рынок был *de facto* поделен между европейским Arianespace (с носителем Ariane 5), российско-американским ILS («Протон-М») и международным Sea Launch Company («Зенит-3SL»). После банкротства в 2009 г. консорциум Sea Launch практически вышел

#### ▼ Схема 1-й ступени линейки РН «Протон»



#### ▲ Верхняя ступень линейки РН «Протон»

из игры\*, а тем временем в 2013 г. на рынок ворвался новый провайдер – американская компания SpaceX.

Некоторое время на новичка смотрели свысока, поскольку исходный вариант ракеты Falcon 9 (масса, выводимая на ГПО, – не более 3,4 т), наряду с «Союзом-СТБ», мог «топтать поляну» только самых легких спутников связи. Но период благодущия продолжался недолго: всего за пару лет SpaceX вышел на лидирующие позиции. Последняя модификация носителя Falcon 9 FT способна доставлять на ГПО аппараты массой уже до 5,5 т при использовании многоразовой первой ступени и до 8,3 т – в полностью одноразовом варианте. Компания Элона Маска вышла на темп 10–12 пусков в год с перспективой дальнейшего роста до 24 или даже до 40 миссий!

Пока этот бег приостановила сентябрьская авария на стартовом комплексе SLC-40 (материал на с. 32–37), но SpaceX не планирует долгих перерывов. Нет оснований считать, что Falcon 9 надолго уйдет с рынка, уж очень привлекательные цены предлагает Маск. А в недалеком будущем он намерен снизить затраты еще больше за счет повторного применения первой ступени носителя. Кроме того, на коммерческий рынок намерены веско выйти индийцы со своим носителем GSLV Mk.III и японцы с H-III (HK № 4, 2016, с.50–51). Китай уже давно там, хотя и вынужден в силу санкций со стороны США довольствоваться малым.

Указанные причины со всей очевидностью ведут к риску утраты Россией контролируемой доли рынка, о чем мы предупреждали еще два года назад (HK № 5, 2014, с.48–51). Сейчас ежегодное число пусков «Протона-М» снизилось до пяти–шести в год против 10–12 в недавнем прошлом. В случае выдавливания ILS тяжелый носитель будет стартовать только по федеральным заказам, а это всего два–три пуска в год. Результатом падения серийности станет рост себестоимости и снижение доходов ГКНПЦ имени М.В. Хруничева. Реакцией на произошедшие изменения и стала разработка линейки новых продуктов.

Что касается ценовой политики, то затраты на пуск варианта «Протон Средний» должны быть сопоставимы с таковыми для Falcon 9 FT или даже ниже (в сравнении с полностью одноразовым конкурентом). В одном из интервью А.В. Калиновский упомянул, что новый носитель будет стоить меньше, чем ракеты SpaceX. А по оценке А.А. Медведева, «Протон Средний» будет на 20% дешевле, чем «Протон-М». То есть пуск данного варианта можно оценить примерно в 60 млн \$.

Кроме того, предполагается снизить стоимость пуска и базового «Протона-М», а также повысить качество его изготовления. По словам А.В. Калиновского, ГКНПЦ имени М.В. Хруничева «делает все для того, чтобы минимизировать влияние человеческого фактора на производственный процесс». Внедряются современные средства контроля измерений, которые аппаратно фиксируют результаты замеров. «Если раньше специалист проводил пневматические испытания, то он ставил штампик, распечатывался – и все, мы ему верили. А сегодня рядом с этим специалистом стоит компьютер, который все действия фиксирует и подтверждает, что пневматические испытания проведены и отклонений нет. Мы сейчас таким образом выстраиваем все контрольные операции. К концу [2016] года мы планируем, что примерно 75% операций в цехе окончательной сборки «Протонов» должны проходить под аппаратным контролем», – пообещал Андрей Владимирович.

Судя по проспекту ILS, разработка «Протона Среднего» идет с начала, а «Протона Легкого» – со второй половины 2016 г. Производство первого должно начаться во второй половине 2017 г., второго – со 2-го квартала 2018 г., с тем чтобы первый пуск «Протона Среднего» мог состояться в 4-м квартале 2018 г., а «Протона Легкого» – в 3-м квартале 2019 г. По словам генерального директора Центра Хруничева, в совокупности планируется осуществлять по семь коммерческих пусков «Протонов» в год, а конкретная конфигурация носителя будет зависеть от требований заказчика.

Появление новых модификаций «Протона-М» является своевременной реакцией на изменившуюся рыночную ситуацию – хорошая ложка к обеду, как гласит старая русская пословица. Если проект будет реализован в заявленные сроки и уложится в располагаемые ресурсы, то Россия имеет все шансы сохранить свой кусок пирога коммерческих запусков.

Источники:

<http://tass.ru/kosmos/3440840>  
<http://tass.ru/kosmos/3616410>  
<http://tass.ru/kosmos/3640626>  
<http://belrynkby.ru/2016/09/13/v-lineyke-raket-nositeley-proton-poyavyatsya-legkaya-i.html>  
<http://www.ilslaunch.com/launch-services/proton-variants-proton-medium-and-proton-light-vehicles>  
[www.khrunichev.ru/main.php?id=1&nid=3437](http://www.khrunichev.ru/main.php?id=1&nid=3437)  
<http://www.ilslaunch.com/sites/default/files/2-Press%20Conference%20-%20ENG.PDF>  
<http://izvestia.ru/news/621724>  
<https://ria.ru/interview/20160623/1449819991.html>

\* Но, надеемся, не навсегда – см. материал на с.62.



## Sea Launch меняет владельца

**27** сентября на Международном астронавтическом конгрессе IAC-2016 в Гвадалахаре (Мексика) было объявлено, что российский холдинг S7 Group\* подписал контракт с группой компаний Sea Launch о приобретении имущественного комплекса проекта «Морской старт». Предметом сделки являются самоходная стартовая платформа Odyssey, с которой осуществляются пуски, сборочно-командное судно Sea Launch Commander, выполняющее функции центра управления при подготовке и пуске раке-

ты-носителя, наземное оборудование в базовом порту в Лонг-Биче (шт. Калифорния) и товарный знак Sea Launch.

Продавцом по договору выступила РКК «Энергия» имени С. П. Королёва, подписав в тот же день с S7 Group договор о сотрудничестве и совместной работе по возобновлению эксплуатации комплекса «Морской старт». Как указано в сообщении корпорации, она будет оказывать S7 Group «необходимую инженерную поддержку, содействие в организации пусков и в работах по системной интеграции».

«Я с уверенностью смотрю в будущее этого проекта, – подчеркнул президент РКК «Энергия» Владимир Солнцев. – Мне кажется, он в надежных руках. Кроме того, рядом будет наш локоть: мы будем сопровождать этот проект по мере потребностей нашего нового партнера... Я уверен в успехе этого проекта».

Сумма сделки не называется, хотя генеральный директор S7 Group Владислав Филёв сообщил, что его компания инвестировала в проект «Морской старт» около 160 млн \$\*\*. «В пяти юрисдикциях, куча разных договоров, в разных валютах, в общем примерно 160 млн \$», – приводит агентство ТАСС его слова. При этом уточняется, что до закрытия сделки никакие контракты на запуски подписаны не будут. Соглашение по приобретению «Морского старта» должно получить одобрение Директората по контролю оборонной торговли (DDTC) и Комитета по иностранным инвестициям США (CFIUS) и будет закрыто примерно через полгода.

После объявления о сделке В. Ф. Филёв заявил, что намерен заработать на этом проекте, а S7 станет не только авиационной, но и космической компанией. Он также рассчитывает расконсервировать комплекс и вернуть его в эксплуатацию в течение 18 месяцев после закрытия сделки. «Приобретение космодрома – это «входной билет» для нас в космическую индустрию, – подчеркнул Владислав Феликсевич. – Космическая инфраструктура развивается очень стремительно, это очень интересное направление бизнеса, которое имеет хорошие долгосрочные перспективы».

По его словам, к концу 2018 г. он планирует расконсервировать проект и рассчиты-

вает осуществить за 15 последующих лет от 70 до 90 коммерческих запусков\*\*\*. «Наш подход к ведению бизнеса кардинально отличается от [принципа] многих компаний – мы не будем продавать обещания, мы будем продавать запуски только на готовых ракетах-носителях. Сначала ракеты – и только потом покупатель», – подчеркнул он.

Для коммерческой эксплуатации комплекса создана дочерняя компания «S7 Космические транспортные системы». По словам ее генерального директора Сергея Сопова, сформированная команда на 80% состоит из специалистов, которые прежде трудились в космической отрасли. Все они ранее занимались проектом «Энергия–Буря», а многие уже работали на «Морском старте».

«Одна из задач компании – это управление плавучим космодромом, его эксплуатация, предоставление пусковых услуг, поиск заказчиков. Основная наша маркетинговая идея заключается в том, что мы собираемся предоставлять заказчикам готовую ракету в базовом порту, что существенно укорачивает срок подготовки к запуску», – подчеркнул гендиректор «S7 Космические транспортные системы».

В настоящее время для продолжения эксплуатации морского космодрома и выхода на прибыльные пуски ключевым является вопрос конкурентоспособного средства выведения. Владислав Филёв сообщил, что на первые 15–20 запусков основным носителем проекта останется «Зенит». «С точки зрения Украины... мы коммерческое предприятие, мы имеем возможность заплатить... – сказал он. – Смогут украинцы поставить ракету – мы будем ее покупать. Не смогут – ну... на самом деле значит, им не повезло, потому что, господа, мы готовы платить деньги».

Следует отметить, что производство штатной РН «Зенит-2S» и ее модификаций было остановлено несколько лет назад из-за отсутствия заказов, а также из-за экономических проблем ПО «Южмаш», усугубленных осложнением российско-украинских отношений. Технических проблем восстановить производство носителя и двигателей для него пока

  
Международный консорциум Sea Launch («Морской старт») создан в 1995 г. для осуществления коммерческих космических запусков из акватории Тихого океана в точке с координатами 0° с.ш. 154° з.д., вблизи острова Рождества. В проекте участвовали Ракетно-космическая корпорация (РКК) «Энергия», компания Boeing Commercial Space (25 и 40% акций соответственно), Конструкторское бюро (КБ) «Южное» и Производственное объединение (ПО) «Южмаш» (15% акций в совокупности), а также норвежская судостроительная компания Aker Kværner (20% акций). Инвестиции в проект составили 3,5 млрд \$.

С марта 1999 г. по май 2014 г. консорциум выполнил 36 запусков (из них 32 успешных). По ряду причин проект оказался убыточным (проблемы связаны с недостаточной интенсивностью запусков при высокой стоимости обслуживания инфраструктуры). В 2009 г. компания Sea Launch прошла через процедуру банкротства; ее долги составляли около 1 млрд \$ при стоимости активов от 100 до 500 млн \$.

После этого проект фактически стал российским: совет директоров Sea Launch принял решение отдать главную роль РКК «Энергия». После реорганизации, последовавшей за решением суда летом 2010 г., 95% акций компании досталось «дочке» РКК «Энергия» Energia Overseas Limited, 3% – американской Boeing, 2% – норвежской Aker Solutions.

РКК «Энергия» должна компании Boeing, которая погасила долги Sea Launch перед кредиторами, 320 млн \$, украинские «Южмаш» и КБ «Южное» (вышли из проекта при его реструктуризации после банкротства) – 190 млн \$. Boeing взыскал эти суммы с партнеров в суде Центрального округа Калифорнии и добился ареста активов компании Sea Launch.

\* Холдинг включает десять компаний, занимающихся организацией и выполнением авиоперевозок, путешествий, техническим обслуживанием воздушных судов, обучением авиационного персонала.

\*\* Финансовое аналитическое агентство Bloomberg со ссылкой на свои источники, сообщает, что размер сделки около 100 млн \$, что меньше задолженности других участников проекта перед Boeing, который погасил долги Sea Launch Company.

\*\*\* Комплекс «Морской старт» рассчитан на выполнение до шести пусков в год.



не видно. «[Наше] предприятие готово приступить к изготовлению двигателей РД-171, если получит соответствующий заказ», – сообщил генеральный директор НПО «Энергомаш» Игорь Арбузов. – Никаких технологических сложностей для быстрого развертывания производства у НПО «Энергомаш» нет».

Между тем есть проблемы иного свойства. Даже если руководство S7 согласует все вопросы с «Южмашем», эти договоренности мало что будут означать, поскольку в нынешних условиях поставка на Украину таких высокотехнологичных изделий, как двигатель РД-171, может потребовать решения на политическом уровне. На фоне взаимных и многочисленных торговых эмбарго возобновление российско-украинской кооперации на уровне космических технологий представляется маловероятным.

«В последние годы мы не поддерживаем отношений с «Южмашем» и не имеем достоверной информации о том, что там сейчас происходит, работает ли предприятие по своему основному профилю, какие заказы выполняет, – поделился Владимир Солнцев. – У нас нет возможности заявить, что мы сейчас можем наладить там кооперацию. «Энергия» и «Роскосмос» не брали на себя обязательств, что пуски с «Морского старта» будут производиться именно ранее используемой ракетой-носителем. Решения и по ракете, и по множеству других вопросов еще предстоит принять».

По этой и другим причинам возобновление производства «Зенитов» ряд экспертов считают маловероятным и предлагают разработать для «Морского старта» отечественную ракету-носитель. Такой вариант уже рассматривается. Пресс-секретарь S7 Group Анна Бажина заявила: «Мы готовы сотрудничать по этому вопросу с украинскими коллегами и осуществлять старты на базе ракеты «Зенит»; одновременно с этим прорабатываем и другие варианты, в том числе создание новой ракеты с учетом современных технологий. Конкретных переговоров мы пока не вели».

В данной ситуации РКК «Энергия» готова ускорить разработку нового варианта РН «Феникс»\* для использования в составе комплекса «Морской старт». Как сообщил В. Л. Солнцев, замена «Зениту» может быть создана в течение пяти лет. Для этого потребуется дополнительное внебюджетное финансирование проекта со стороны инвестора «Морского старта» – консорциума S7.

«Мы готовы ускорить создание ракеты в случае, если инвестор «Морского старта» проявит заинтересованность и посчитает целесообразным поддержать данный подход, – рассказал Владимир Львович. – Понятно, что десять лет на создание нового ракетного комплекса – это слишком долго в нынешних условиях. В случае создания частно-государственного партнерства по этому проекту работы представляется возможным завершить быстрее, максимум в течение пяти лет».

За пять лет создать ракету непросто, однако следует учесть готовность самых сложных в разработке элементов – маршевых двигателей и системы управления.

\* Проект разрабатывается в рамках ФКП–2025 (НК № 3, 2016, с. 50–51).

Недавно свое видение проблемы носителя изложил и гендиректор «S7 Космические транспортные системы». «Если «Южмаш» не будет производить ракеты, мы возьмем паузу на пять лет и будем вместе с российскими предприятиями делать другую ракету под наш космодром, – заявил С. А. Сопов, отметив, что не видит смысла повторять «Зенит» спустя 40 лет после начала его разработки. – Вы же не будете считать достижением, если в России сегодня откроют завод по производству кассетных магнитофонов? Он будет очень хорошим, добротным, но кассетным. Повторение «Зенита» в российском исполнении абсолютно нецелесообразно. Если мы хотим сделать ракету для «Морского старта», то она должна быть лучше «Зенита» по своему функционалу и возможностям. Это должна быть совершенно новая ракета, и, безусловно, первая ступень должна быть многоразовой». По его мнению, новый носитель может создать кооперация предприятий – РКК «Энергия», РКЦ «Прогресс» и ГКНПЦ имени М. В. Хруничева.



▲ Генеральный директор S7 Group Владислав Филёв и президент РКК «Энергия» Владимир Солнцев после подписания контракта в Гвадалахаре

Интересен и другой комментарий Сергея Сопова: «Когда мне говорят: «Поставь «Ангари-3» вместо «Зенита», то забывают, что у «Ангари» имеется башня обслуживания, которая просто-напросто перевернет плавучую пусковую платформу. «Зенит» не предусматривает башню обслуживания, поэтому на пусковой платформе Odyssey ее нет».

Руководитель «S7 Космические транспортные системы» также отметил, что предприятие согласно инвестировать в проект нового носителя. «Мы готовы это сделать, вопрос только – в каком качестве и на каких условиях. В соглашении, которое подписано между нами и РКК «Энергия» в Мексике, этот пункт есть. Мы объединяем свои усилия в части модернизации плавучего космодрома «Морской старт», в том числе и путем создания ракеты-носителя среднего класса для

По состоянию на 2015 год, доля России на мировом коммерческом космическом рынке составляла около 1%. Общегодовая выручка компаний от предоставления коммерческих космических услуг около 2 млрд \$. С учетом государственного заказа за 2015 год российские предприятия получили выручку в размере около 6 млрд \$ (при общем объеме мирового рынка 277 млрд \$).

замены ракеты «Зенит» в будущем», – разъяснил С. А. Сопов.

Не все наблюдатели и эксперты с оптимизмом смотрят на будущее «Морского старта»: слишком свежи впечатления от банкротства. Но есть и те, кто имеет более позитивный взгляд на возрождающийся проект.

По замыслам руководства S7 Group, при грамотном управлении комплекс может принести примерно 30 млрд \$ прибыли. «Оставшийся жизненный цикл комплекса, как минимум, 15 лет – от 15 до 20 лет, по оценкам, которые сейчас у нас есть, – сообщил В. Ф. Филёв. – В целом он был спроектирован на осуществление хотя бы шести пусков в год. То есть... на 15 лет получается 90 пусков. Под такое число пусков можно разработать новую ракету, и даже не одну. Мы видим ситуацию, которая будет давать нашим заказчикам комплексное решение, и тогда эти 90 пусков превращаются на самом деле не в 5 млрд \$, а фактически в 30 млрд \$».

Сергей Сопов оценил стоимость пуска с «Морского старта» «второй редакции» в 65–76 млн \$: «Цена каждого пуска будет индивидуальной и зависящей от многих факторов. Если Элон Маск ориентируется на стоимость пуска в 65 млн \$, то мы рассчитываем продавать нашу услугу дороже. Как я уже говорил, мы будем брать деньги за скорость... Оперативность проведения запуска стоит денег». Он также сообщил, что в первые пять лет эксплуатации с «Морского старта» может быть выполнено 10–12 пусков.

Кроме того, «S7 Космические транспортные системы» проявляет интерес и к комплексу «Наземный старт». «Да, мы хотели бы стать оператором «Наземного старта» в случае, если наши знания кого-то заинтересуют. Но об этом пока говорить преждевременно», – прокомментировал генеральный директор компании.

Сделка по приобретению «Морского старта» «частником» уже вызвала в Сети волну сравнений S7 со SpaceX, а В. Ф. Филёва – с Э. Маском. Однако сам глава S7 Group имеет на этот счет свою точку зрения: «Чем принципиально различаются наши позиции? Господин Маск всегда продает будущее, мы же исходим из реальной экономики, и мы всегда продаем то, что есть. Вот вы спрашиваете, когда мы начнем выпускать. Это будет, когда мы скажем: вот наши ракеты, мы готовы стрелять – и вот мы их продаем».

Источники:

Пресс-конференция по проекту «Морской старт» в Роскосмосе 30 сентября 2016 г.

Газета № 178 (2434) (2809) 27 сентября 2016 г. <http://www.rbc.ru/newspaper/2016/09/28/57eac4ec9a794731164860bf>

<http://tass.ru/opinions/interviews/3684329> РИА «Новости»

<http://izvestia.ru/news/635290>



# Безос снова всех удивил

**12 сентября** основатель и глава аэрокосмической компании Blue Origin Джефф Безос (Jeff Bezos)\* анонсировал проект тяжелой транспортной космической системы New Glenn для запуска коммерческих спутников и отправки в космос пилотируемых кораблей, которая должна составить конкуренцию носителю Falcon Heavy фирмы SpaceX.

## И. Афанасьев. «Новости космонавтики»

Система, названная в честь Джона Гленна – первого американского астронавта, совершившего орбитальный полет, – состоит из двух носителей тяжелого класса. Первый – для выведения грузов на низкие околоземные орбиты – имеет в сборе высоту 82.3 м и состоит из двух ступеней одинакового диаметра – 7 м. При выведении полезная нагрузка защищена головным обтекателем диаметром около 5.5 м. Обе ступени работают на топливной паре «жидкий кислород – сжиженный природный газ», первая ступень оснащена семью двигателями BE-4\*\*, а вторая – одним таким двигателем с высотным соплом.

Трехступенчатый вариант системы New Glenn предназначен «для важных миссий за пределами низкой околоземной орбиты», таких как запуск КА на высокоэнергетические и отлетные траектории. Первые две ступени у обоих вариантов аналогичны, третья ступень диаметром 7 м работает на топливе «жидкий кислород – жидкий водород» и оснащена (по-видимому) высотным вариантом двигателя BE-3U, создаваемым на основе «земного» BE-3 суборбитальной туристической системы New Shepard. Диаметр трехступенчатого варианта составляет 7 м, длина – 95.4 м, что сопоставимо со сверхтяжелым «лунным» носителем Saturn V.

Оба варианта имеют многоразовую первую ступень с реактивной посадкой. Шесть посадочных опор размещены в цилиндрическом утолщении в хвостовой части ступени, они сложены при запуске и раскладываются непосредственно перед приземлением. Размещение семи BE-4 (один в центре и шесть по окружности) позволяет предположить, что при посадке ступени будет задействован именно центральный двигатель.

По словам Джеффа Безоса, ракеты будут взлетать с перестроенного стартового

комплекса SLC-36B\*\*\* на мысе Канаверал. Первый старт отсюда должен состояться до 2020 г. В настоящее время компания ведет здесь строительство пусковой площадки и испытательного полигона, а в Космическом центре имени Кеннеди появится завод по производству РН. Первоначально намечено инвестировать в обустройство пускового комплекса и наземной инфраструктуры 200 млн \$.

Сообщения о намерении Blue Origin построить инфраструктуру по запуску РН на мысе Канаверал были озвучены в июне 2015 г., когда компания приступила к строительству завода по производству ракет для вывода спутников на орбиту и осуществления туристических полетов. Работы по расчистке земли были начаты на территории Космического центра имени Кеннеди, где планируется развернуть производство ракет. Площадь стройки превышает 44 000 м<sup>2</sup>. Завершение работ планируется в конце 2017 – начале 2018 г. На заводе, как ожидается, будет трудиться около 300 человек «со средней зарплатой 89 000 \$ в год».

К сожалению, компания Blue Origin, славящаяся своим немногословием, предоставила минимум информации, поэтому, кроме указанных выше, никакие характеристики носителей не доступны, и о возможностях системы можно судить лишь косвенно, опираясь на уже известные данные, например на тягу двигателей (семь BE-4 способны развить на старте 1750 тс). Опираясь на статистику, некоторые эксперты оценивают грузоподъемность двухступенчатого варианта в 35 т с многоразовой первой ступенью и в 50 т – в полностью одноразовом варианте.

Сообщение Джеффа Безоса о начале разработки тяжелого носителя New Glenn вызвало фурор среди публики. В самом деле, до последнего времени считалось, что Blue Origin сосредоточилась только на бизнесе

суборбитального туризма и на разработке орбитальной ракеты среднего класса (НК №1, 2016, с.20) с двумя двигателями BE-4 на первой и одним BE-3U на второй ступени. Считалось, что этот носитель сопоставим по характеристикам с младшими моделями Atlas V и ранними вариантами Falcon 9. Сейчас ставки резко повышены.

Надо отметить исключительно удачный момент «вброса» данной информации – буквально через десять дней после взрыва Falcon 9FT на стартовом комплексе SLC-40 мыса Канаверал. Этот инцидент может способствовать расширению возможностей Blue Origin по продвижению ее ракет как на коммерческом рынке, так и в секторе федеральных запусков. Кроме того, финансовые ресурсы Безоса в разы превышают таковые у Маска, что в теории позволяет компании первого потеснить конкурента. Некоторые эксперты отмечают, что до недавнего вре-

Впервые суборбитальная система New Shepard стартовала 29 апреля 2015 г. (НК №6, 2015, с.43): капсула экипажа достигла высоты 94 км и успешно приземлилась, однако посадка ракеты была аварийной.

Второй полет состоялся 23 ноября 2015 г. (НК №1, 2016, с.14-20) и завершился полным успехом: после достижения высоты 100.5 км капсула и ракетная ступень мягко приземлились.

Третий полет (с повторным пуском ракеты, выполнившей предыдущую миссию) прошел 22 января 2016 г. (НК №3, 2016, с.56-57): достигнута высота 101.7 км, компоненты системы приземлились штатно.

Четвертый полет (с повторным использованием и капсулы, и ракетного ускорителя) выполнен 1 апреля 2016 г. (НК №6, 2016, с.54-55), достигнута высота 103 км. Ускоритель New Shepard стал первой ракетой, которая была трижды запущена, при этом трижды достигла высоты более 100 км и совершила мягкую управляемую посадку.

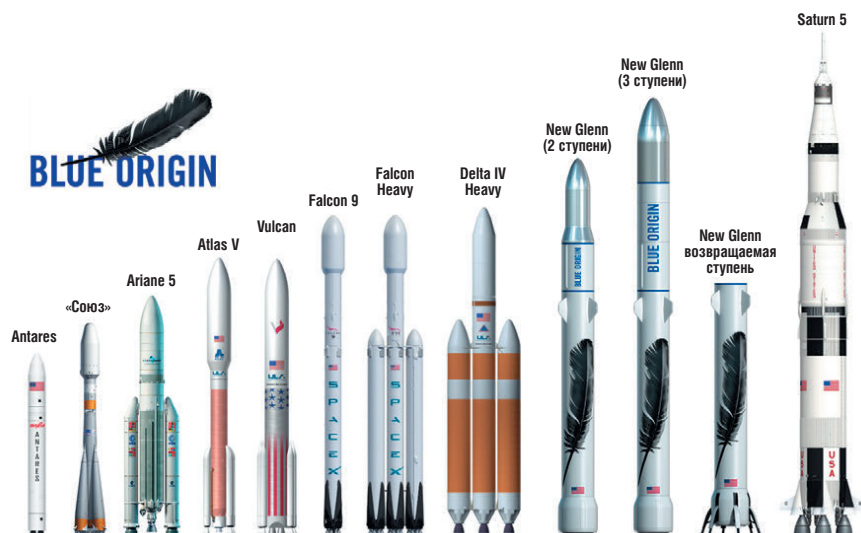
В пятый раз система компании Blue Origin стартовала 19 июня 2016 г. (НК №8, 2016, с.53). и осуществлена подъем на высоту более 101 км. Проведено испытание системы приземления в аварийном режиме: ввод одного из трех основных парашютов был отключен, и капсула успешно села на двух куполах.

В марте 2016 г. Безос заявил, что намерен в 2017 г. провести тестовые запуски системы New Shepard с участием летчиков-испытателей, а в случае успеха в 2018 г. начать отправки туристов в космос. До сих пор владелец Blue Origin не конкретизировал возможные даты начала коммерческих полетов.

\* Имя при рождении – Джеффри Престон Йоргенсен (Jeffrey Preston Jorgensen). Американский предприниматель, глава и основатель интернет-компании Amazon.com, владелец издательского дома The Washington Post. С собственным капиталом 71.3 млрд \$ Джефф Безос занимает четвертое место в рейтинге миллиардеров Forbes.

\*\* С 2011 г. разрабатывается фирмой Blue Origin по заказу Объединенного пускового альянса ULA (United Launch Alliance) для носителя нового поколения Vulcan, который должен заменить семейство ракет Atlas V, оснащенных российскими двигателями РД-180.

\*\*\* Комплекс, состоящий из двух стартовых площадок SLC-36A и SLC-36B, был построен для РН Atlas Centaur и использовался с 1962 по 2005 г. Отсюда, в частности, стартовали межпланетные зонды Surveyor, Pioneer 10 и 11, Mariner 6 и последующие аппараты этой серии. В период с 1962 по 2010 год комплекс входил в состав станции ВВС США «Мыс Канаверал», с 2010 г. бездействует, находясь под управлением компании Space Florida (панель Spaceport Florida Authority). Башни обеих стартовых площадок демонтированы в 2007 г.



испытательным стендом для доказательства концепции. До сих пор она работала почти безупречно.

Что касается денег, то Джефф Безос – основатель Amazon.com и Blue Origin – действительно *очень* богат. Имея собственный капитал свыше 60 млрд \$, он третий или четвертый\* богатей в мире. Несмотря на то, что с 2014 г. он не раскрывает на публике свои инвестиции в Blue Origin, они в настоящее время, по всей вероятности, превышают 1 млрд \$. Эта маленькая (с его-то ресурсами) инвестиция поддерживала компанию на протяжении 16 лет и привела к разработке системы New Shepard и четырех поколений ракетных двигателей.

Маск заслуживает похвалу за то, что встряхнул ракетно-космическую индустрию всего мира, предложив ракеты с более низкими издержками эксплуатации и многократ-

мени их конкуренция больше выражалась в «медной сфере», где компании соревновались в «гонке многозаговости первых ступеней». В остальном Blue Origin выглядела москвой рядом со слонем: четыре суборбитальных пуска против почти тридцати орбитальных. Но после сентябрьского анонса соотношение сил существенно изменилось.

Выход – пусть и через 3–4 года – нового игрока на рынок коммерческих запусков может вновь привести к его переделу, подобно тому, как это произошло несколько лет назад с появлением носителей Falcon 9. Если нынешние планы Безоса будут реализованы в срок и с должным качеством, в первой половине 2020-х годов у Соединенных Штатов будет обновленный парк носителей среднего и тяжелого классов: Falcon 9/Falcon Heavy, Vulcan и New Glenn, а «частники» соответственно получают инструмент достижения своих целей. Здесь надо заметить, что и Маск, и Безос не намерены ограничиваться околоземными задачами. Заявленная цель Маска – «мультипланетное человечество», а Безоса – «миллионы людей, живущих и работающих в космосе».

В этой связи обозреватели задаются вопросом: стоит ли всерьез верить подобным декларациям?

Интересно мнение Эрика Бергера (Eric Berger), старшего редактора по космосу издания сетевого Ars Technica. С его точки зрения концепция Безоса может быть жизнеспособной.

Действительно: до сих пор все, что смогла запустить Blue Origin, – это ракетный ускоритель с одним двигателем BE-3 и капсула

для суборбитального полета. Эта система по своим возможностям не сильно отличается от первых кораблей Mercury в начале 1960-х, отсюда и название – New Shepard – в честь первого американского астронавта Алана Шепарда. Но эта система не так проста, как кажется, поскольку может масштабироваться в New Glenn: формы ракет аналогичны, обе они рассчитаны по крайней мере на 25 миссий, а BE-4 представляет собой дальнейший шаг от многоразового двигателя BE-3. Действительно безумной представляется лишь мысль Безоса о том, что более крупная ракета New Glenn будет легче приземляться.

«Почему мне нравится вертикальная посадка? Дело в том, что она хорошо масштабируется, – пояснял он в начале 2016 г. – New Shepard имеет высоту около 80 футов (24 м), это самый короткий аппарат [для посадки] из тех, что когда-либо делались. Чем больше аппарат, тем легче его посадить – это парадокс перевернутой швабры. Гораздо легче сбалансировать длинные вещи. Мне нравится эта архитектура. У парашютов все по-другому: чем тяжелее аппарат при посадке, тем труднее сделать для него парашют. Вы не можете сделать купол 1000 футов (300 м) в диаметре. Даже крылья масштабируются довольно хорошо до определенного размера, но в конечном итоге это тяжелый «мертвый груз», который приходится таскать с собой...»

Если этот посыл верен, то, запустив пять раз New Shepard, Blue Origin показала, что создание многоразовой орбитальной ракеты, основанной на тех же принципах, вполне возможно, и туристическая система является



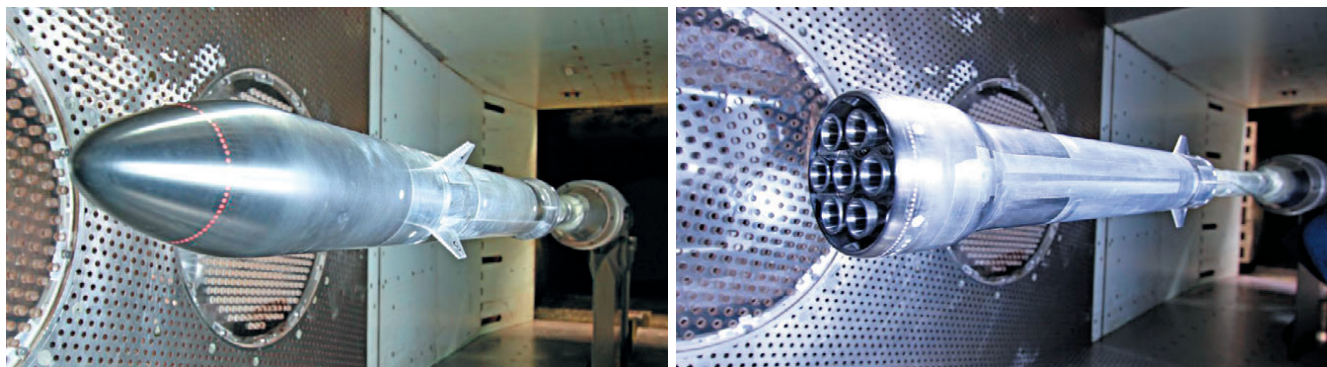
▲ Джефф Безос рядом с соплом ЖРД BE-4

ным использованием, но SpaceX в значительной степени обязана своими доходами NASA: выданные начиная с 2006 г. крупные правительственные контракты позволили разработать носитель Falcon 9 и корабль Dragon. Со своей стороны, Blue Origin получила от NASA лишь скромные 25,7 млн \$ на ранних этапах программы коммерческой доставки экипажа CCP (Commercial Crew Program).

Безос не находится под давлением инвесторов, заставляющих ускорять разработку, и не испытывает никакой зависимости от клиентов, которым что-либо пообещал. Его результаты не зависят от победы в битве

\* Оценка зависит от текущей стоимости акций Amazon.

▼ Продувочные макеты PH New Glenn для определения аэродинамических характеристик перспективной ракеты





▲ План модернизации стартового комплекса SLC-36B на Мысе Канаверал для нужд компании Blue Origin. Слева – монтажно-испытательный комплекс. Строительные работы уже начались...

ной ракеты к носителю, который в четыре раза больше по высоте и обла다ет в 35 раз большей тягой. Это колоссальный скачок, примерно как от первого «Атласа» к «Сатурну-5».

«Когда мне представилась возможность поговорить с Безосом в начале года, я задавал вопросы не только об орбитальной ракете, но и о его видении, – говорит Эрик Бергер. – Что будут делать миллионы людей, когда окажутся в космосе? Понятно, что им придется жить «натуральным хозяйством» на Луне, астероидах или в других мирах. Но что дальше? “Думаю, у нас есть достаточно времени, чтобы понять это, – ответил Джефф. – На мой взгляд, готова планы на ближайшее будущее, надо разрабатывать сценарии в долгосрочной перспективе, потому что многие вещи изменятся за период между «сейчас» и «потом». Нет смысла составлять детальный план, к примеру, того, как организовать использование ресурсов околоземных объектов. Конечно, надо думать об этом, но на нынешнем этапе не стоит описывать детально”».

Бергер обратил внимание на фразу, как бы невзначай брошенную Безосом: «Околоземные объекты (Near-Earth objects) – это интересный набор слов». О намерениях владельца Amazon можно судить по тому, что следующую после New Glenn ракету он назвал в честь Нила Армстронга, пишет Бергер. «Не собирается ли четвертый по богатству человек в мире... потроллить нас планами добычи [инопланетных ресурсов] или даже колонизации Луны? Все имеющиеся данные говорят о том, что он настроен серьезно. Остается только наблюдать, как он будет реализовывать свои планы».

Источники:

сообщения Reuters, The Washington Post, NASASpaceflight.com, Florida Today и статья <http://arstechnica.com/science/2016/09/did-the-fourth-richest-human-just-tease-plans-to-colonize-the-moon/>

за контракт NASA или субподряд от одного из аэрокосмических гигантов, таких как Lockheed Martin или Boeing. Успех аппарата New Glenn определяется исключительно амбициями Безоса и его готовностью финансировать проект.

«Я вполне готов финансировать [работу] до тех пор, пока это будет необходимо, – сказал он в начале 2016 г. – Есть более легкие способы зарабатывать деньги, чем создавать многоразовую космическую систему. Я занимаюсь этим потому, что ощущаю эту работу как свою миссию, о которой страстно мечтаю».

В настоящее время циркулируют слухи, что Безос отходит от руководства Amazon, поскольку хочет тратить на Blue Origin больше, чем один день в неделю, как сейчас. Это указывает на его страстное желание в будущем сосредоточиться на космических полетах, а не на торговле. Конечно, он всегда был очарован космическими путешествиями. И теперь у него есть деньги, чтобы удовлетворить этот интерес.

Реализацию своего видения («миллионы людей, живущих и работающих в космосе») Безос начал с малого – системы New Shepard, доказывающей правильность концепции и серьезность отношения к космическим полетам. Для орбитальной ракеты он мог бы выбрать вариант на основе одного или двух двигателей BE-4, чего вполне достаточно для запуска спутников на низкую околоземную орбиту. Это был бы маленький, но последовательный шаг в сторону больших амбиций. Вместо этого он сразу замахнулся на носитель с семью двигателями, почти вдвое мощнее любой из летающих сегодня ракет. Иными словами, Blue Origin хочет сразу перейти от небольшой суборбиталь-

## Сообщения

✓ 26 сентября 2016 г. на Международном астронавтическом конгрессе IAC-2016 в Гвадалахаре (Мексика) было объявлено о награждении главы Научно-технического совета Госкорпорации «Роскосмос» Юрия Коптева. Премию Международной астронавтической федерации IAF за заслуги в развитии российской космической программы и международного сотрудничества вручил председатель правления Surrey Satellite Technology Ltd. сэр Мартин Свитинг. Высокую награду за Юрия Коптева получил генеральный директор Госкорпорации «Роскосмос» Игорь Комаров. – А.Ж.

✓ 29 сентября Президент Российской Федерации Владимир Путин поздравил коллектив и ветеранов Государственного космического научно-производственного центра имени М.В. Хруничева со 100-летним юбилеем. В телеграмме главы государства говорится: «Поздравляю вас по случаю знаменательного события – 100-летнего юбилея Государственного космического научно-производственного центра имени М.В. Хруничева.

Вы по праву можете гордиться замечательными традициями предшественников и тем большим, значимым вкладом, который ваше предприятие внесло в развитие ракетно-космического и оборонно-промышленного комплексов страны.

Благодаря самоотверженному труду многих поколений ученых, конструкторов, инженеров, рабочих, их профессионализму и преданности делу завод всегда с честью выполнял поставленные задачи: от создания одного из первых отечественных легковых автомобилей «Руссо-Балт» до выпуска новейшей модульной ракеты-носителя «Ангара».

Важно, что и сегодня ваше предприятие работает на укрепление национальной безопасности, принимает деятельное участие в реализации государственной политики по инновационному развитию космической отрасли, в создании перспективных образцов ракетной техники.

Желаю вам успехов и всего самого доброго».

✓ На встрече с Президентом Российской Федерации В.В. Путиным 30 сентября 2016 г. генеральный директор Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» И.А. Комаров отчитался об урегулировании задолженности ГКНПЦ имени М.В. Хруничева. Глава Роскосмоса сообщил, что из 50 млрд рублей на начало года с помощью кредита ВЭБа закрыли около 25 млрд. Кроме того, удалось взыскать 10 млрд с Фондсервисбанка и пришлось мобилизовать собственные средства Роскосмоса на 10 млрд рублей.

Игорь Комаров сообщил, что с целью окончательной выплаты задолженности предприятия Роскосмос ведет переговоры с мэром Москвы С.С. Собяниным о передаче городу на баланс ряда непрофильных активов и части территории ГКНПЦ. Он также отметил, что впервые за 3–4 года удалось заключить контракт на 10 пусков на «Протонах» в 2018–2019 гг., что обеспечит будущее предприятия. – П.П.

✓ Выведение на орбиту на российской ракете «Рокот» с космодрома Плесецк европейского космического аппарата для изучения Земли Sentinel 5P перенесено с декабря 2016 на 2017 г., сообщил 21 сентября РИА «Новости» глава представительства Европейского космического агентства в России Рене Письель. – А.Ж.



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

В сообщении говорится, что вновь разработанный однокамерный двигатель имеет тягу 80 тс. Испытание было направлено на окончательное подтверждение характеристик камеры сгорания, точности работы клапанов, систем управления и структурной надежности двигателя в течение 200 секунд рабочего времени. Результаты теста показали, что тяга и другие технические параметры ЖРД соответствуют проектным и что все системы двигателя функционировали штатно и стабильно на протяжении всего времени работы.

Объявлено, что успешное изготовление двигателя тягой 80 тс является твердой научно-технической базой для создания в течение 5-летнего плана развития национального аэрокосмической программы ракеты-носителя для геостационарного спутника. Это также позволит обрести достаточную грузоподъемность для запуска различных видов спутников, в том числе спутников наблюдения Земли мирового уровня.

До настоящего времени наиболее мощным носителем в арсенале КНДР была ракета «Ынха-3», на первой ступени которой установлены четыре ЖРД тягой по 30 тс. По своим потенциальным возможностям она примерно соответствует первой китайской РН CZ-1, использовавшейся в 1970–1971 гг. Продолжая аналогии, можно сказать, что двигатель тягой 80 тс функционально эквивалентен китайским ЖРД типа YF-21, работающим вот уже более 40 лет на носителях, созданных на базе CZ-2. Как известно, есть



## КНДР объявила об испытании мощного ЖРД

**20 сентября** Центральное телеграфное агентство Кореи (ЦТАК) объявило, что Первый секретарь Трудовой партии Кореи, Председатель Государственного совета, Верховный главнокомандующий Корейской народной армии уважаемый маршал Ким Чон Ын руководил в Космическом центре Сохэ испытанием мощного ЖРД нового типа для ракеты – носителя геостационарных спутников.

среди них и ракеты типа CZ-3A, используемые для запуска геостационарных КА. Вполне представим их северокорейский аналог с четырьмя 80-тонными ЖРД на первой ступени, однако его грузоподъемность на геопереходную орбиту, скорее всего, будет значительно ниже, так как вряд ли КНДР освоит в скором будущем кислородно-водородный двигатель для третьей ступени. Более вероятно, что перспективный носитель будет сходен по компоновке с китайским CZ-4В, история которого восходит к «альтернативному» проекту геостационарной ракеты с двигателем 3-й ступени на высококипящем топливе.

Судя по опубликованным фотографиям, испытание проводилось на специальном стенде, построенном на полигоне Сохэ в 1.1 км юго-восточнее основного стартового сооружения и использовавшемся для огневых испытаний по нескольким программам начиная с весны 2012 г.

Выступая по случаю успешного испытания, Ким Чон Ын заявил, что Государственное агентство по освоению космоса «должно осуществлять освоение космического пространства с основным акцентом на развитие спутников, их изготовление и запуск большого количества спутников различного назначения собственными усилиями и технологиями, и таким образом превратить нашу страну в обладателя геостационарных спутников в несколько последующих лет».

Глава партии и государства обратился к чиновникам, ученым и техническому персоналу с призывом «несмотря на трудные экономические условия страны, как можно скорее завершить подготовку к запуску спутника на основе успешных испытаний и таким образом принести весть о большой победе людям, которые стойко жили и боролись под руководством партии, беззаветно доверяя ей, несмотря на то, что им пришлось затянуть свои пояса вследствие жестких санкций врагов, направленных на удушение КНДР».

Таким образом, Северная Корея продолжает демонстративно игнорировать осуждение мировым сообществом ее ракетно-ядерной программы, выраженное в резолюции Совета безопасности ООН № 2270 (2016) от 2 марта 2016 г. Под руководством Ким Чон Ына страна ведет обширные работы не только в космической области, но и в сфере создания боевых ракет и ядерных зарядов. Серия испытаний, предпринятых на полигонах КНДР в январе–марте 2016 г. (НК № 4, 2016), продолжилась и в последующие месяцы.

Так, 24 марта Ким Чон Ын лично руководил успешным стендовым огневым испытанием мощного твердотопливного двигателя собственной северокорейской разработки, а 9 апреля – нового типа жидкостного дви-



▲ Уважаемый маршал руководит стендовым испытанием мощного северокорейского РДТТ

гателя для межконтинентальной баллистической ракеты. Апрельское испытание, как и сентябрьский тест, было проведено на стенде полигона Сохэ. В заявлении по его итогам подчеркивалось, что КНДР теперь «способна оснащать МБР более мощными боеголовками» и держать под прицелом любое место на Земле, включая континентальную часть США, «и превратить их в пепел».

В течение апреля–июня 2016 г. регулярно проводились пуски баллистических ракет среднего радиуса действия, которые в разведывательных органах США и Республики Корея проходят под обозначением BM-25 и под именем Musudan и которые, как считается, способны достичь Аляски или принадлежащей США авиабазы на о-ве Гуам в Тихом океане. Сообщалось о пусках таких ракет с восточного побережья КНДР из района г. Вонсан, состоявшихся 15 апреля, 28 апреля (два пуска), 31 мая и 22 июня (два пуска). Все они характеризовались южнокорейскими источниками как аварий-

▼ Участники огневого испытания ЖРД 9 апреля 2016 г. на фоне испытательного стенда





▲ Ким Чон Ын поздравляет конструктора с успешным пуском баллистической ракеты «Хвасон-10»

ные. Так, 15 апреля ракета взорвалась на высоте 100 м над пусковой установкой, что могло привести к ее повреждению и жертвам среди личного состава. Наибольший успех, согласно южнокорейским сообщениям, сопутствовал второму пуску 22 июня в 08:05 местного времени, в ходе которого ракета пролетела около 400 км, прежде чем взорвалась в воздухе.

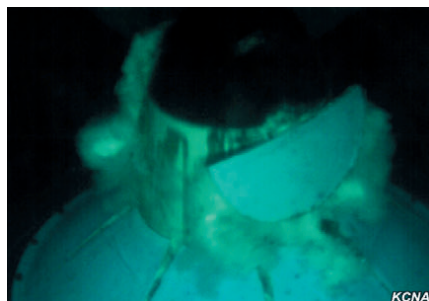
Резко контрастировало с дежурными заявлениями об авариях сообщение ЦТАК от 23 июня, в котором говорилось, что глава КНДР руководил испытательным пуском баллистической ракеты средней и большой дальности «Хвасон-10» (최대-10, «Марс-10»). Утверждалось, что пуск выполнялся по высокой траектории с целью имитации в пределах международных вод полета ракеты на полную дальность, а потому максимальная высота подъема составила 1413,6 км при дальности всего 400 км. В ходе испытания были подтверждены не только технические данные самой ракеты, но и стабильность боевой части при входе в атмосферу и ее способность противостоять тепловым нагрузкам. «Очередной испытательный запуск дал надежную научно-техническую гарантию для дальнейшей разработки системы стратегического оружия», – утверждало ЦТАК, а сам Ким Чон Ын заявил, что это событие «вселило уверенность в окончательную победу армии и народа страны, посеяло ужас среди враждебных сил». Успех пуска 22 июня подтвердила торжественная церемония фотографирования «уважаемого маршала» с его участниками в Пхеньяне 29 июня.

24 апреля было объявлено, что Ким Чон Ын присутствовал при четвертом по счету пуске баллистической ракеты с вновь разработанным твердотопливным двигателем с подводной лодки. Объявленными целями испытания были проверка стабильности системы запуска из подводного положения с максимальной проектной глубиной с включением двигателя в полете, контроль динамики полета и точности срабатывания автоматики ядерного устройства на заданной высоте.

По данным южнокорейских СМИ, этот пуск состоялся 23 апреля в 18:30 по местному времени с борта подводной лодки водоизмещением 2000 т, находившейся в Восточном море, причем ракета «пролетела не более 30 км».

Еще два пуска ракет с подводной лодки состоялись 9 июля и 24 августа из района Восточного (Японского) моря, расположенного к юго-востоку от порта Синпхо провинции Хамгён-намдо. Во втором случае ракета типа KN-11 по западной классификации «пролетела 480–500 км и упала в зоне опознавания противовоздушной обороны Япо-

▼ Успешному пуску с подводной лодки в апреле 2016 г. ЦТАК посвятило подробный фоторепортаж



▲ Учебно-боевой пуск северокорейских баллистических ракет 20 июля 2016 г. На лежащей перед Главкомандующим карте отмечен радиус поражения «Нодона»

нии, не причинив ущерба японским судам, находящимся в этой акватории».

ЦТАК сообщило 25 августа о произведенном испытательном пуске и об участии в нем Ким Чон Ына. Через четыре дня специалистов, занимавшихся разработкой морских ракет, привезли в Пхеньян. Там они поклонились статуям Ким Ир Сена и Ким Чен Ира и посетили культурные и развлекательные объекты, созданные по указу Ким Чон Ына. На проводы делегации специалистов было «мобилизовано» около 100 000 человек.

Кроме того, 19 июля и 5 сентября в присутствии и при участии Верховного главнокомандующего проводились учебно-боевые пуски ракет Стратегических сил Корейской народной армии из уезда Хванчжу-гун провинции Хванхэ-Пукто в направлении Японского моря. Как отметило 16 сентября южнокорейское агентство Рёнхп, все три баллистические ракеты типа «Нодон», которые КНДР испытала 5 сентября, достигли зоны ПВО Японии за 1000 км от места старта и упали в море в радиусе одного километра.

Наконец, 9 сентября в 09:30 местного времени КНДР произвела на Северном ядерном полигоне в районе деревни Пхунге-ри уезда Кильчжу-гун провинции Хамгён-Пукто пятое по счету ядерные испытания «для оценки мощности вновь разработанной ядерной боеголовки», о которых в тот же день было объявлено по телевидению и через ЦТАК. Сообщалось, что испытание определило и подтвердило структуру и особенности движения ядерной боеголовки, которая была стандартизирована с целью возможности ее установки на стратегических баллистических ракетах артиллерийских подразделений «Хвасон» Стратегических сил Корейской народной армии, а также ее работоспособность и мощность.

Сейсмическими станциями было зарегистрировано событие магнитудой 5,3 балла, что соответствовало мощности ядерного устройства около 10 кт – примерно вдвое больше, чем во время предыдущего испытания в январе 2016 г.

**30** сентября после более чем двухлетнего исследования ядра и окрестностей кометы 67P Чурюмова–Герасименко была завершена миссия европейского КА Rosetta, которая по праву должна войти в число главных исторических событий мировой космонавтики. В этот день в 11:19 UTC операторы Европейского центра космических операций в Дармштадте увидели, как пропал идущий с борта сигнал, – и это означало, что аппарат достиг поверхности ядра кометы на его малом «полуядре» в области Маат.

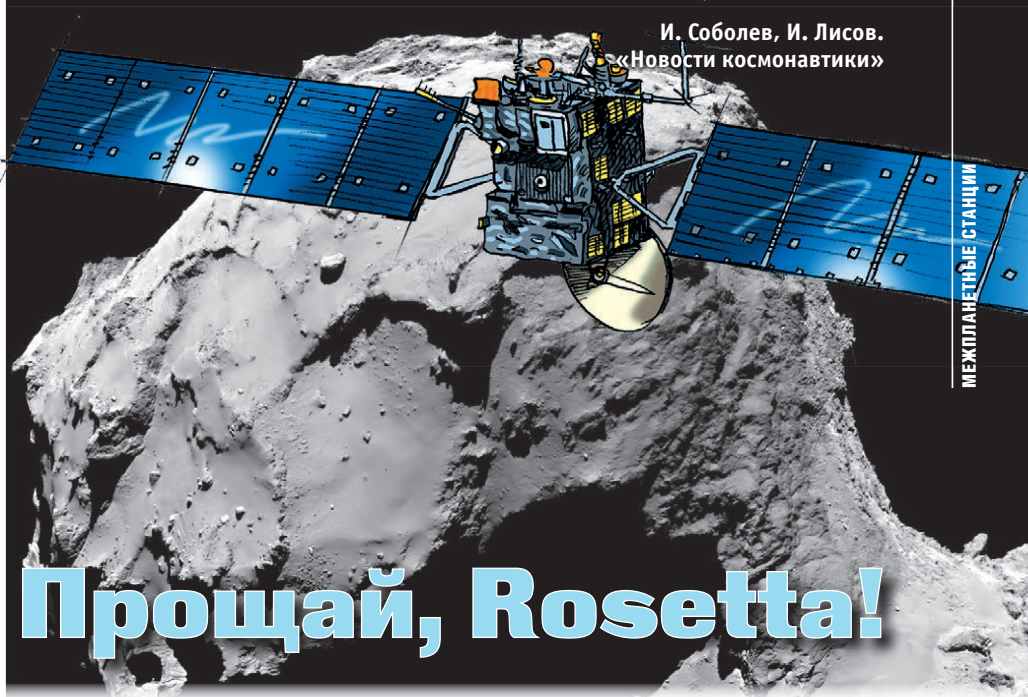
### Полет окончен. Почему?

Решение о завершении миссии было обусловлено двумя обстоятельствами: дефицитом электроэнергии на борту КА в районе афелия орбиты кометы и низкими шансами на «выживание» до возвращения к перигелию. Rosetta запитывалась от солнечных батарей, так что мощность приходящего солнечного излучения падала обратно пропорционально квадрату расстояния. В афелии ей вместе с кометой предстояло уйти от Солнца на расстояние около 850 млн км, где выработка энергии была бы настолько ничтожной, что ее вряд ли хватило бы даже на питание нагревателей, критически необходимых во время «затяжной ночи», и в первую очередь для предотвращения замерзания топлива.

Предыдущий афелий аппарат сумел провести «в спячке» – он ушел в нее на дистанции 660 млн км (4.4 а.е.) от Солнца в июне 2011 г. и вернулся к жизни в январе 2014 г. на расстоянии 673 млн км (4.5 а.е.) от светила. На сей раз такой «фокус» не мог быть реализован. Rosetta теперь находилась не в одиночестве, а в окрестностях кометы, в ее сложном гравитационном поле. Чтобы не столкнуться с ядром, нужно было или уходить и потом возвращаться, затрачивая топливо, или же постоянно контролировать и корректировать полет. Плюс к тому афелий кометы находился дальше от Солнца, чем у «Розетты» на прошлом витке.

И в любом случае нужны были значительные финансовые средства для обеспечения полета «Розетты» до нового пробуждения летом 2020 г. и нового перигелия в начале 2022 г. Если вспомнить, что межпланетная станция стартовала в марте 2004 г. и работала уже 12 лет, то становится понятным, что риск выхода легендарного КА из строя возрастал с каждым месяцем. А тут еще кометная пыль, которая медленно, но верно «забывала» солнечные батареи... В результате ЕКА согласилось на продление активной работы аппарата с декабря 2015 г. до конца сентября 2016 г., но не более.

Новый срок определялся геометрией орбиты. В конце сентября 2016 г. комета 67P, а вместе с ней и станция Rosetta находились на расстоянии около 573 млн км от Солнца и удалялись примерно на 1 млн км в сутки. В конце августа солнечные батареи еще давали 936 Вт, но каждые сутки их мощность снижалась на 4 Вт. На полноценную работу КА требовалось 630 Вт, из которых 300 Вт шли на питание приборов, и это означало, что уже в ноябре аппарат «уйдет в минус». С удалением от Земли появились также огра-



И. Соболев, И. Лисов.  
«Новости космонавтики»

# Прощай, Rosetta!

ничения по пропускной способности радиолитии – не более 14 кбит/с при приеме на 35-метровые антенны ЕКА. Ко всему прочему, 1 октября должен был наступить примерно месячный период соединения с Солнцем, в течение которого связь с «Розеттой» была бы затруднена, а после – уже почти бессмысленна. В общем 30 сентября стало естественной датой планового окончания работы.

В июне 2015 г., когда ЕКА объявило о продлении полета, специалисты приняли окончательное решение завершить уникальную миссию «Розетты» контролируемым падением на поверхность кометного ядра. В ходе сближения открывалась возможность получить изображения и спектры участка поверхности ядра с минимальной высоты и, следовательно, с максимально возможным разрешением. Кроме того, представлялся шанс провести заключительные исследования кометного газа, пыли и плазменной среды в непосредственной близости от поверхности.

Регион Маат (Ma'at), выбранный для посадки, – это одна из 26 геоморфологических «провинций» ядра кометы 67P, названных в честь божеств древнеегипетского пантеона. Данная область чрезвычайно интересна для науки. Одной из ее характерных особенностей являются активные впадины, имеющие диаметр более 100 м и входящие до 50–60 м в глубину. Подобно камчатским фумаролам, они извергают в окружающее пространство струи кометной пыли. На стенах впадин присутствуют интригующие шероховатые структуры метрового размера – так называемая «гусиная кожа», которые, как считают ученые, могут оказаться следами ранних «кометезималей» – сгустков вещества, из которых образовывались кометы в ранние периоды формирования Солнечной системы. Таким образом, впадины провинции Маат представляли особый интерес для ученых и в силу их важной роли в активности кометы, и как полигон для изучения его внутреннего строения.

Расчетная точка падения аппарата была выбрана рядом со 130-метровой четко очерченной активной впадиной Ma'at 2, которую команда миссии неофициально окрести-

ла Дейр-эль-Медина – по имени похожей структуры в древнем египетском городе с таким же названием. И, подобно тому, как археологи на основании черепков с надписями, найденных внутри египетской «ямы», составляли представление о жизни в этом городе, ученые «Розетты» рассчитывали, изучая впадину в области Маат, найти ключи к пониманию геологической истории данного региона и кометы в целом.

Конечно, с точки зрения науки было бы интересно посадить Rosetta непосредственно во впадину Дейр-эль-Медина, однако это было нереально практически. По мере спуска на 60-метровую глубину аппарат неизбежно попал бы в тень и остался без электропитания, а также ушел бы из зоны радиовидимости с Земли, то есть не смог бы передать собранную информацию.

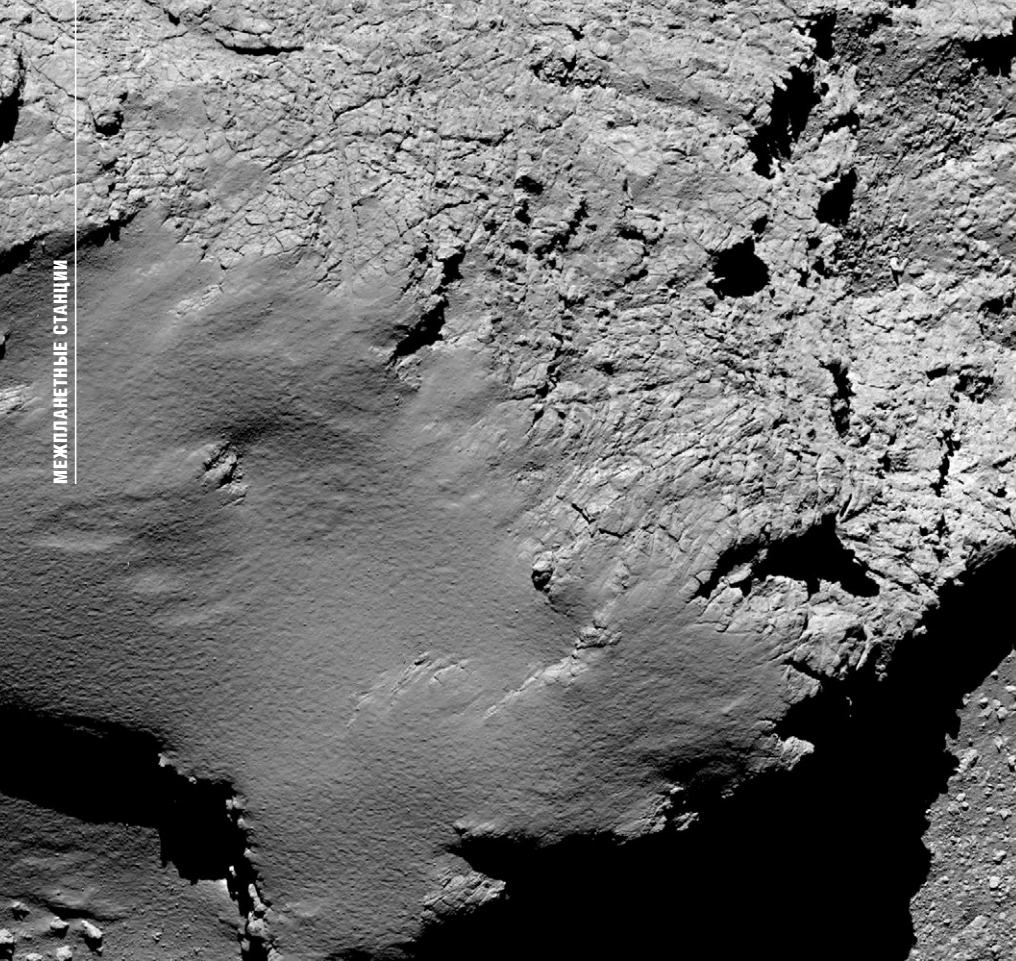
### Триумф космической навигации

Рабочий план посадки на ядро был опубликован 30 июня 2016 г., но в нем еще не было места назначения, которое объявили 21 июля. Интересно, что расчетная зона падения «Розетты» в области Маат лежала совсем недалеко от точки первого касания посадочного зонда Philae в ноябре 2014 г. Предварительное время касания было 30 сентября в 10:30 UTC, но к середине сентября его уточнили: 10:40 ± 20 минут по бортовому времени КА. С учетом 40-минутной задержки распространения сигнала специалисты Центра управления полетом в Дармштадте должны были узнать о падении в 11:20 UTC.

Начиная с 9 августа Rosetta двигалась по эллиптическим орбитам, каждые три дня проходя перигелий все ближе и ближе к ядру кометы. Всего в программе значилось 15 таких пролетов исключительной научной ценности. Но с каждым новым витком все сильнее сказывалась вычурная структура гравитационно-

#### ▲ В заголовке:

На снимке, сделанном в 02:17 UTC 30 сентября камерой OSIRIS WAC с высоты 15.5 км, слева внизу виден регион Маат и даже угадываются те самые впадины, что так интересовали ученых



▲ К 06:53 UTC высота сократилась до 8.9 км. На снимке с разрешением 17 см справа сверху можно видеть область Хатхор, слева внизу – регион Маат

го поля, что было предсказуемо из-за сложной гантелевидной формы самого ядра. Более того, любой выброс кометного вещества воздействовал на огромные панели солнечных батарей: они реагировали как паруса со всеми вытекающими отсюда последствиями для динамики движения. Вообще ниже 7 км баллистические расчеты давали значительную погрешность, определение фактических параметров движения было затруднено, а отклонения от расчетной траектории, особенно в части апогейной высоты и периода обращения, требовали оперативных коррекций, пусть даже и на уровне нескольких миллиметров в секунду. Для навигаторов этот этап полета был более сложным и рискованным, чем заключительный, с падением на поверхность.

Добавим, что при обсчете маневра посадки было спрогнозировано целое семейство возможных траекторий с учетом уже известных допущений об изменении тех или иных параметров. Эллипс рассеивания при падении с высоты 19 км получался размером 700×500 м – точнее не удавалось.

На снимке узкоугольной камеры OSIRIS, сделанном 2 сентября в 19:59 UTC с высоты 2.7 км, удалось наконец увидеть погивший посадочный зонд Philae и две из трех его «ног». Нашли его, конечно, не случайно, а в результате тщательного анализа всех данных и просмотра поисковых кадров, делавшихся начиная с марта с разных высот и при разных вариантах ориентации и освещенности. Впервые зонд удалось увидеть еще 25 мая, но детальность того снимка не была достаточной для уверенного вывода; теперь же разрешение достигло 5 см и картина стала ясна. Положение Philae в трещине действительно оказалось очень неблагоприятным для работы и поддержания связи.

5 сентября аппарат прошел всего в 3.9 км от центра масс ядра и на высоте 1.9 км над поверхностью. На следующих витках операторы надеялись сократить дистанцию до 1 км, однако столкнулись с «вопиющим» отклонением ориентации КА (и его двигателей) на 8° от ожидаемой, так что 8 сентября были вынуждены отступить до 4.1 км от центра. В итоге минимальное сближение с поверхностью составило 1.76 км. Последние три пролета состоялись 17, 20 и вечером 23 сентября.

23 сентября «хозяева» научных приборов сдали программы их работы на этапе спуска. Объединенная программа была проверена на наземном аналоге «Розетты» и загружена на борт.

24 сентября на высоте 10 км на восходящей ветви траектории Rosetta сманеврировала на переходную орбиту. 26 сентября в 08:57 UTC ее двигатели включились еще раз, выдали приращение 0.107 м/с и перевели КА на финальный эллипс высотой 16×23 км. Небольшая коррекция состоялась 28 сентября в 02:20 с импульсом в 7 мм/с.

29 сентября в 20:48:11 UTC бортового времени на высоте 19 км двигатели «Розетты» были включены в последний раз. Проработав 208 секунд, они придали КА скорость 0.346 м/с и направили его на траекторию столкновения. С учетом слабой гравитации ядра это означало, что Rosetta будет идти практически прямолинейно в течение почти 14 часов. Ее первоначальная «кометоцентрическая» скорость 0.30 м/с увеличится на высоте 2 км до 0.60 м/с, а к моменту касания – примерно до 0.90 м/с.

Рассеянный пешеход на Земле, засмотревшись на экран своего гаджета, рискует повстречаться с фонарным столбом с большей скоростью. А раз так, Rosetta вполне

могла выдержать удар и остаться работоспособной, вот только операторы этого не хотели. Почему?

Дело в том, что после удара остронаправленная антенна КА уже не будет направлена на Землю, а значит шанс принять сигнал с поверхности окажется близок к нулю. А следовательно, передатчик надо обесточить – таков регламент Международного союза электросвязи, и это же подсказывает здравый смысл. А вдруг когда-то в будущем сигнал «Розетты» все-таки вклинится в чужой «диалог» и нарушит связь с каким-то другим межпланетным КА?

Штатное отключение передатчика на этапе проектирования «Розетты» почему-то предусмотрено не было. То ли из предосторожности (если команда на выключение есть, она может быть исполнена в самый неподходящий момент), то ли предполагалось, что аппарат должен продолжать самостоятельное функционирование даже в случае потери контакта с Землей. Решение, однако, удалось найти. 28 сентября на борт был загружен код, который опознавал динамические нагрузки при ударе о поверхность ядра и переводил аппарат сначала в защитный режим, а из него в состояние «пассивации», предусмотренное исключительно для использования в ходе проверок на Земле. При входе в него блоки управления пространственным положением аппарата и передатчик прекращают активное функционирование.

Засада была в том, что переход «Розетты» в защитный режим до посадки по любой причине имел бы такой же результат! Поэтому активация кода была проведена по временной уставке лишь за три часа до касания.

Контроль хода спуска осуществлялся с помощью навигационной камеры NAVCAM. Первые пять снимков были сделаны вскоре после завершения маневра – 29 сентября в 22:53, 23:25 и 23:56 и 30 сентября в 00:27 и 00:59 UTC по бортовому времени – с расстояний от 20 до 17.4 км. Они позволили уточнить точку падения и время соударения аппарата с поверхностью – 10:38:32 ± 2 минуты. Как следствие, в 04:25 на борт был отправлен набор из 249 инструкций, уточняющих график наведения приборов на объекты съемки.

После NAVCAM была задействована камера OSIRIS, имеющая в своем составе узкоугольный и широкоугольный каналы – NAC и WAC; первый ее снимок был получен в 01:20 UTC. Измерения на спуске вели почти все научные инструменты, кроме COSIMA, MIDAS, VIRTIS и SREM – их пришлось выключить из-за дефицита электроэнергии. По мере приближения к ядру ROSINA фиксировала рост давления его газовой оболочки, GIADA регистрировала удары пылинок, комплекс PRC измерял параметры плазмы, MIRO – температуру поверхности, ALICE передавал ультрафиолетовые спектры ядра, а OSIRIS – удивительные фотографии. К сожалению, лишь несколько из них можно было передать в полном размере (2048×2048 элементов) даже с учетом сжатия. Поскольку оптика камеры была рассчитана на съемку «на бесконечности», ниже 1 км была утрачена резкость NAC, а от 200 м и ниже – WAC.

Стоит добавить, что последние сутки полета «Розетты» обеспечивали станции американской Сети дальней связи DSN с 70-метро-



выми антеннами, обеспечивающие большую скорость передачи информации. Европейские станции Себрерос в Испании и Нью-Норсия в Австралии провели последние запланированные сеансы 26 сентября, а Маларгуэ в Аргентине – 28 сентября. Спуск КА на ядро кометы и передачу 1558 Мбит информации обеспечивали антенны DSS-43 в районе Канберры и DSS-63 вблизи Мадрида; Нью-Норсия и Себрерос находились в горячем резерве.

В 10:24 Rosetta начала свой последний разворот в направлении точки посадки. Касание поверхности ядра по последнему баллистическому прогнозу произошло 30 сентября в 10:39:10 UTC, а в 10:39:29 аппарат отправил последний пакет телеметрической информации. Через 39 минут 58 секунд информация об этом дошла до Земли. Хорошо заметный пик на несущей частоте в последний раз высветился на мониторе в центре управления в Дармштадте и исчез. Передатчик аппарата замолк навсегда, а Rosetta стала еще одной частичкой истории покорения человеком межпланетного пространства.

После того, как окончание миссии было подтверждено официально, менеджер миссии Патрик Мартин (Patrick Martin) объявил, что отныне место соударения Rosetta с поверхностью будет носить имя собственное. Как считается, Розеттский камень из города Рашид, в честь которого проект получил свое название, первоначально размещался в храме в городе Саис (Saïs). Этим именем и была названа точка посадки: «Теперь мы можем сказать, что «Розетта» пришла домой».

### Оглядываясь в прошлое: от перигелия до посадки

Как мы помним, с момента запуска 4 марта 2004 г. (НК № 5, 2004) Rosetta осуществила пять полных оборотов вокруг Солнца, преодолев почти 8 млрд км. Ее космическое путешествие включало три пролета Земли с целью набора дополнительной скорости, один пролет Марса и два попутных сближения с астероидами. 31 месяц аппарат находился в «спящем» режиме, прежде чем 20 января 2014 г. пробудился для встречи с кометой (НК № 3, 2014).

После серии подлетных маневров 6 августа 2014 г. европейская межпланетная станция подошла к ядру кометы Чурюмова–Герасименко до расстояния в 100 км (НК № 10, 2014) и затем на протяжении двух лет совершала полет вблизи него, постоянно маневрируя в соответствии с потребностями научной программы и наблюдая за эволюцией кометы во время наибольшего сближения с Солнцем.

12 ноября 2014 г. с борта «Розетты» был десантирован посадочный зонд Philae, который стал первым земным аппаратом, достигшим поверхности ядра кометы (НК № 1, 2015). К сожалению, при посадке в области Агилкия провинции Маат не сработала система фиксации зонда на грунте, и он сделал три отскока от поверхности, прежде чем нашел свое пристанище в области Абидос провинции Хатмехит, в трещине под высокой скалой, куда Солнце заглядывало совсем ненадолго. Без должной подпитки аккумулятор зонда разрядился раньше расчетного времени, что позволило провести лишь 80% запланированных исследований. Те из них, что были выполнены в штатном или нештатном варианте, дали весьма интересные результаты, изложенные в специальном выпуске Science за 31 июля 2015 г.

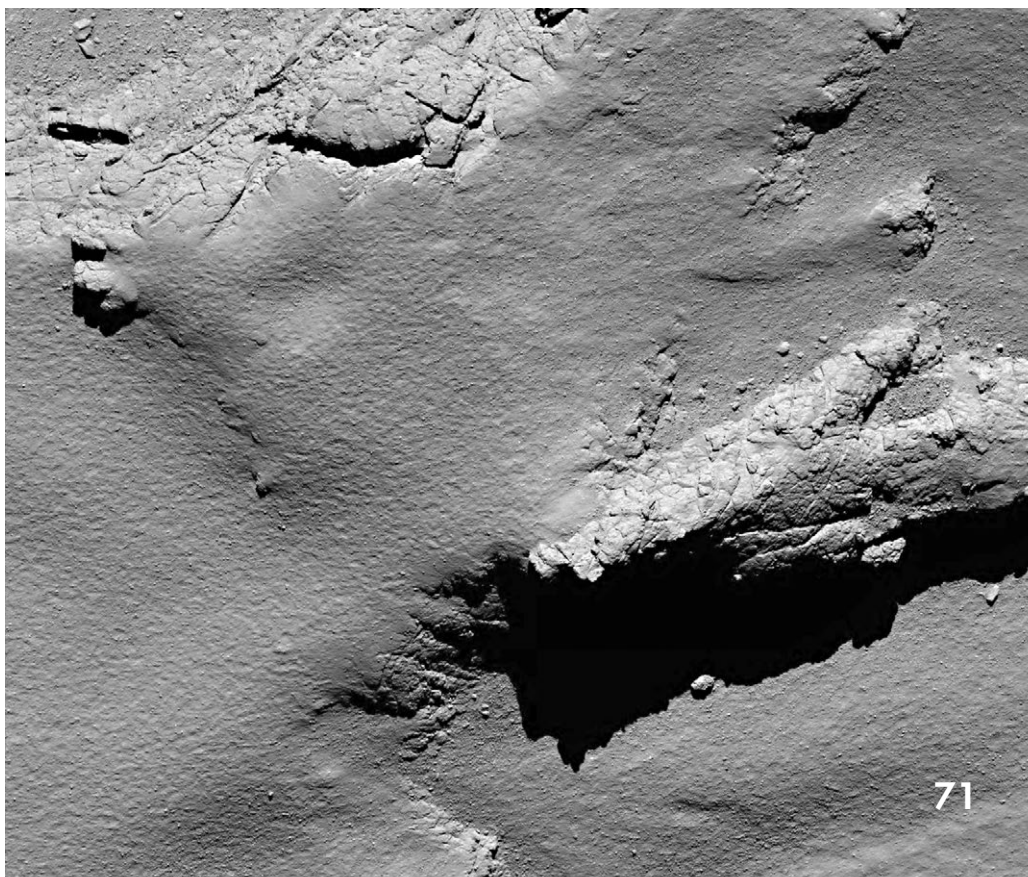
Так, аппаратура CONSERT на Philae обеспечила радиопросвечивание ядра 12–13 ноября, в то время как приемником служила ее ответная часть на проходящем с тыльной стороны КА Rosetta. Измерения показали, что малое полужадро достаточно однородно в масштабе десятков метров и состоит из очень слабо связанной смеси пыли и льда с отношением между ними от 0.4 до 2.6 по объему при пористости на уровне 75–85%.

Камера ROLIS успешно отсняла процесс спуска до первого касания в зоне Агилкия, продемонстрировав разные по форме блоки метровых размеров, валуны размером 10–50 м и «щебень» от 10 см и менее. Глубина реголита была оценена в 2 м, отложений пыли найдено не было. В зоне Абидос семь микрокамер прибора CIVA увидели трещиноватую поверхность скалы с очень темными агломератами, вероятно из органики, и более яркими пятнами твердых пород или льда. Молоток-пенетратор MUPUS обнаружил пыль толщиной около 3 см с намного более твердым подлежащим слоем из пыли и льда.

Приборы COSAC и Ptolemy вели анализ на этапе полета над ядром после первого отскока. В приемные устройства первого при касании попали летучие ингредиенты сухой пыли, и в них удалось выявить 16 органических соединений, в том числе метилизоцианат, ацетон, пропиональдегид и ацетамид, которые никогда не находились в кометах при бесконтактных исследованиях. Ptolemy определил состав газовой оболочки ядра: водяной пар, окись и двуокись углерода, небольшие количества формальдегида и некоторых других органических веществ. Некоторые из этих соединений играют ключевую роль в пребиотическом синтезе аминокислот, сахаров и азотистых оснований, являющихся ключевыми ингредиентами жизни.

Приборы COSAC и Ptolemy вели анализ на этапе полета над ядром после первого отскока. В приемные устройства первого при касании попали летучие ингредиенты сухой пыли, и в них удалось выявить 16 органических соединений, в том числе метилизоцианат, ацетон, пропиональдегид и ацетамид, которые никогда не находились в кометах при бесконтактных исследованиях. Ptolemy определил состав газовой оболочки ядра: водяной пар, окись и двуокись углерода, небольшие количества формальдегида и некоторых других органических веществ. Некоторые из этих соединений играют ключевую роль в пребиотическом синтезе аминокислот, сахаров и азотистых оснований, являющихся ключевыми ингредиентами жизни.

▼ Снимок сделан в канале NAC 30 сентября в 08:21 UTC с высоты 5.7 км. Размер показанной области – 225 м, разрешение – 11 см. Хорошо различимы покрытая пылью терраса, почти отвесные стены впадины и крупные валуны. Место посадки находится в правом нижнем углу



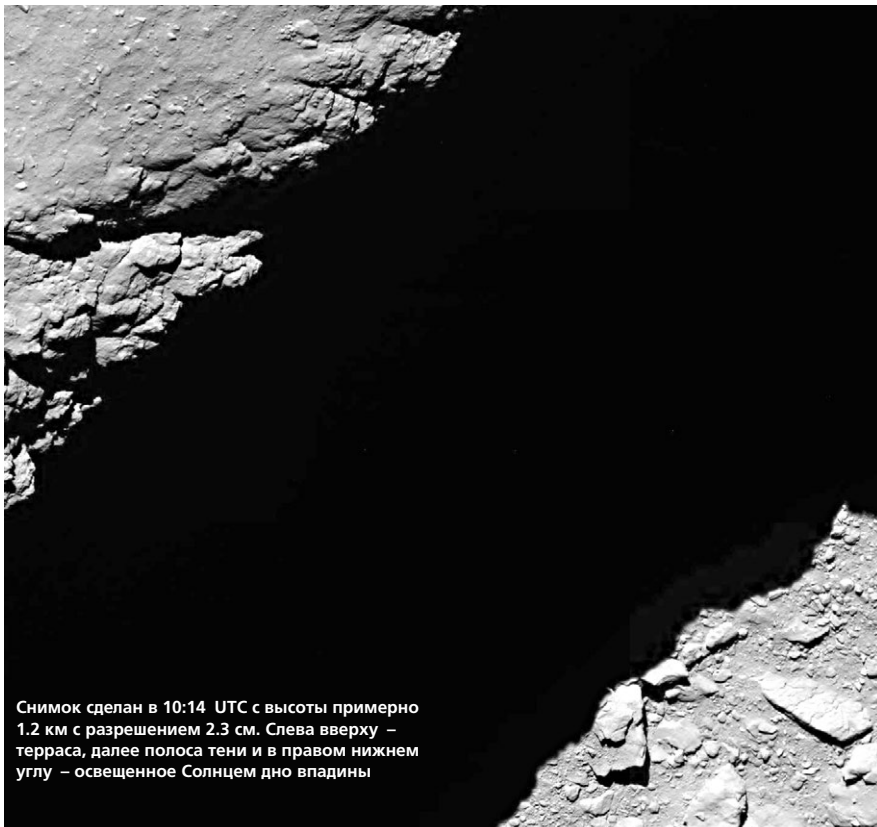
Магнитное поле ядра обнаружено не было.

В ночь с 14 на 15 ноября Philae погрузился в полугодовой сон, и лишь 13 июня 2015 г. основной аппарат вновь услышал его сигнал (НК № 8, 2015). Увы, «окно» с относительно благоприятными условиями освещенности не позволило восстановить работу зонда. Сеансы связи вплоть до 24 июня были короткими, и потребовалось несколько суток, чтобы разобраться в состоянии борта, где из двух приемников работал лишь один, а из двух передатчиков один вышел из строя полностью, а второй включался и выключался, когда ему вздумается. Попытки запустить аппаратуру CONSERT были предприняты 5 и 9 июля и не удались в обоих случаях, несмотря на снижение основного КА со 180 до 155 км, но во второй раз была по крайней мере установлена еще раз связь между Philae и Rosetta.

Это происходило в период максимальной активности кометы вблизи перигелия, который она прошла 13 августа 2015 г. в 02:03 UTC на расстоянии 186 млн км (1.24 а.е.) от Солнца. Ядро кометы было активным и порождало столько пыли, что на расстояниях ближе 150 км звездный датчик «Розетты» переставал понимать, что происходит. Чтобы КА не терял ориентацию, 11 июля его отвели на 170 км от ядра, что ухудшило условия связи.

Вплоть до 25 июля Rosetta «ходила» над поверхностью ядра с севера на юг и обратно в секторе долгот от 0° до 54°, «аукала» и «прислушивалась». Операторы надеялись, что, выдавая на Philae команды «вслепую»,

Интересно отметить, что 12 июля камера OSIRIS провела съемку в направлении Плутона, куда как раз подлетал американский New Horizons, и карликовую внешнюю планету удалось рассмотреть на собранной из десяти отдельных кадров фотографии, невзирая на мощный «фон» кометной пыли.



Снимок сделан в 10:14 UTC с высоты примерно 1.2 км с разрешением 2.3 см. Слева сверху – терраса, далее полоса тени и в правом нижнем углу – освещенное Солнцем дно впадины

они смогут запустить по второму разу двухчасовой цикл измерений научными приборами MUPUS, ROMAP, SESAME, Ptolemy и COSAC и довыполнить часть посадочной программы. Увы, несмотря на многократные отправки команд зонду посредством радиокомплекса ESS, после 9 июля сигналов от Philae не поступало.

25 июля в соответствии с предварительной договоренностью научных групп орбитальный аппарат увели работавший по собственной программе – отслеживать поведение ядра кометы и ее газо-пылевой и плазменной среды. Ученых особенно интересовали южные «широты» ядра, потому что до последнего времени они не были освещены Солнцем, а в мае 2015 г. там началось короткое 10-месячное «лето». Надо сказать, что на юге оказалось меньше гладких областей и больших депрессий и в целом меньше разнообразия, так что там удалось выделить лишь семь геоморфологических провинций против 19 в северной части.

А тем временем комета вела себя все более буйно. 29 июля с расстояния 186 км в узкоугольном канале OSIRIS был заснят короткий, но мощный и очень яркий джет из области Анукет на «шее» кометы – в 13:06 его еще не было, в 13:24 струя уже была в небо, а в 13:42 едва угадывались последние ее следы. Выброс оказался достаточно силен для того, чтобы на короткое время «отогнать» от ядра солнечный ветер с его характерным магнитным полем – образовалась так называемая диамагнитная полость, впервые замеченная в марте 1986 г. станцией Giotto вблизи ядра кометы Галлея\*. После выброса спектрометр

\* Всего за период с июня 2015 г. до февраля 2016 г. попадания в такие подобные полости с нулевой напряженностью магнитного поля фиксировались около 700 раз, причем максимальная длительность события составила 40 минут.

ROSINA зафиксировал рост концентрации  $\text{CO}_2$  вдвое,  $\text{CH}_4$  – вчетверо, а  $\text{H}_2\text{S}$  – в 7 раз. Резко увеличилось число ударов пылевых частиц регистрируемых аппаратурой GIADA, а также их скорость. Если в начале июля отмечалось от одной до трех частиц в час, то через 14 часов после выброса их частота достигла 30, а 1 августа всего за четыре часа было отмечено 70 попаданий; одновременно средняя скорость частиц поднялась с 8 до 20 м/с.

30 июля OSIRIS, будучи в 185 км от ядра, зафиксировал летящий с его стороны яркий фрагмент, размер которого – в зависимости от расстояния – мог быть от 1 до 50 м. Опасный «снаряд» прошел мимо, но 1 августа операторы на всякий случай отвели «Розетту» до 250–300 км.

Мощные выбросы наблюдались также 12 августа в 17:35 UTC, за сутки до перигелия, и 22 августа, а всего с июля по сентябрь их было зарегистрировано 34. Типичный выброс содержал от 60 до 260 т кометного материала. Измерения с помощью ИК-спектрометра MIRO показали, что ядро извергает ежесекундно до 300 кг воды – на три порядка больше, чем вдали от Солнца за год до этого, – а также порядка 1000 кг пыли. Неудивительно, если учесть, что температура поверхности с первоначальных  $-70^\circ\text{C}$  к марту-апрелю 2015 г. поднялась до нескольких градусов ниже нуля, а в августе и сентябре была уже на несколько десятков градусов выше этой точки. Земные наблюдатели отметили, что хвост кометы 67P вытянулся более чем на 120 000 км. (Кстати сказать, в начале июня 2015 г. стали фиксироваться эрозия поверхности и быстрые изменения рельефа на гладких участках ядра, таких как область Имхотеп. Границы затронутого участка могли сдвигаться на десятки сантиметров в час.)

Перед самым перигелием Rosetta вновь переместилась в северную область и рабо-

тала на высоте 325–340 км над полуденным терминатором, затем – с середины августа до начала сентября – над южным полушарием на высоте 400 км и более, а после этого – опять над северной частью ядра на высоте 320–330 км. Для фиксации выбросов такая перспектива была вполне благоприятной, а вот для связи – нет, хотя аппарат и продолжал слушать сигналы зонда. Ученым из группы Philae жаловаться не приходилось: работа зонда после перигелия не планировалась, и время «Розетты» было расписано соответственно.

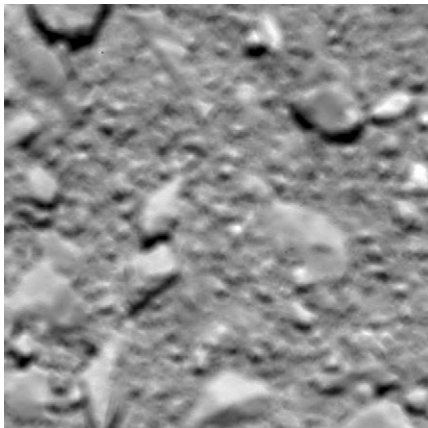
23 сентября в 01:40 UTC Rosetta выдала своими двигателями импульс в 2.34 м/с и начала удаляться приблизительно в направлении Солнца, а точнее – по фазовому углу  $50^\circ$  относительно ядра. Цель маневра состояла в том, чтобы попытаться найти ударную волну на границе между невозмущенным солнечным ветром и магнитосферой самой кометы. Эта «экскурсия» изначально была заложена в план на время после перигелия, когда активность ядра снизится и ударная волна окажется поближе к нему. 30 сентября аппарат достиг заданной дальности 1500 км над «утренней» частью ядра на  $60^\circ$  ю.ш., а 10 октября вернулся к 450-километровому рубежу. Информация об обнаружении ударной волны опубликована не была.

С 25 октября последовало медленное осторожное снижение к затихающему после периода наивысшей активности ядру. В конце октября Rosetta приблизилась к нему до 300 км, а в начале ноября спустилась до 250 км. 12 ноября аппарат достиг высоты 170 км, 17 ноября – 140 км, начиная с 7 декабря перемещался на расстояниях от 90 до 110 км от ядра, а западное Рождество встретил на отметке 75 км.

21–22 декабря отмечалось срабатывание приемника системы ESS на «Розетте», настроенного на прием сигналов от Philae. Неофициальные источники сообщили о приеме серии из 51 «пустого» пакета данных, источником которых мог быть только зонд на ядре. Однако, как объявила 8 января пресс-служба DLR – аэрокосмического агентства Германии, отвечающего за создание Philae, – анализ показал, что это не была передача с зонда, тем более что Philae не должен был выходить на связь, не получив сначала пакета данных от «Розетты».

10 января 2016 г. была предпринята последняя попытка добиться ответа от зонда – Rosetta отправила Philae команду запустить маховик-стабилизатор. Ее исполнение могло повлечь изменение позы зонда или по крайней мере встряску солнечных батарей. Камера OSIRIS предположительно пыталась увидеть облачко пыли в теснолегаемом районе посадки – Philae не отреагировал на команду.

К середине января 2016 г., согласно расчетам, температура внутри корпуса зонда упала до  $-51^\circ\text{C}$  – предельного уровня, до которого он мог сохранять работоспособность. «Шансы на то, что Philae выйдет на связь с нашей командой... приближаются к нулю», – признал 12 февраля менеджер проекта Стефан Уламек. – Мы больше не посылаем команд, и будет очень удивительно, если мы вновь примем сигнал». Приемник ESS на «Розетте» на всякий случай оставался включенным вплоть до 27 июля, но так ничего и не услышал.



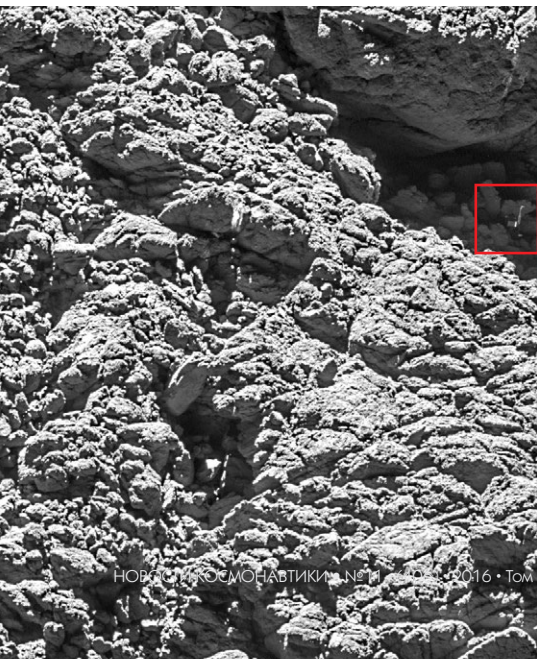
▲ Последний снимок в широкоугольном канале WAC. По времени (10:38 UTC) ему назначили высоту 51 м, но последующий анализ показал, что станция в этот момент находилась на расстоянии около 20 м от поверхности. Теоретическое разрешение – 2 мм, но изображение уже нерезкое

Большую часть января Rosetta работала на расстоянии от 85 до 70 км от ядра, а затем стала снижаться как по ступенькам: 30 января – 62 км, 7 февраля – 48 км, 18 февраля – 36 км. Ядро перестало уместаться в поле зрения навигационной камеры, а разрешение узкоугольных снимков достигло 0,6 м.

19 февраля в 09:40 UTC аппарат неожиданно снился с расстояния 35 км выброс из области Адум на большом полуядре, связанный, вероятно, со сходом оползня и обнажением свежего льда. По счастливой случайности в этот момент были активны сразу девять инструментов «Розетты», что позволило детально изучить событие. Яркость свечения в ультрафиолете, по данным ALICE, подскочила в шесть раз, плотность газа и плазмы вокруг КА увеличилась в 1,5–2,5 раза, температура газа по измерениям MIRO выросла на 30°, а GIADA насчитала почти 200 ударов всего за три часа.

25 февраля станция вышла на круговую орбиту на высоте примерно 30 км и стала снижаться по спирали, достигнув к 19 марта отметки 12 км.

23 марта Rosetta начала «экскурсию» в направлении хвоста кометы для исследования газопылевой и плазменной обстановки. 24 марта она удалилась на 200 км, 27 марта была в 330 км от ядра, а 30 марта достигла максимального удаления приблизительно на 1000 км. К 5 апреля аппарат вновь спустился до 200 км, а в ночь с 9 на 10 апреля прошел на высоте 30 км над освещенной стороной.



С 23 апреля станция обращалась вокруг ядра на все более близких гравитационно-обусловленных орбитах. С 29 апреля по 3 мая Rosetta находилась в 18–19 км от его центра, с 5 по 17 мая – на расстоянии от 9,5 до 10,0 км, а снимок за 19 мая пришлось подписать двойной шкалой: 7,6 км от центра ядра и 5,6 км от поверхности. Так близко станция не подходила к ядру еще никогда! Результат был немного предсказуем: вечером в субботу 28 мая на расстоянии в 5 км от поверхности звездные датчики сбита с толку кометная пыль, и Rosetta почти на 24 часа ушла в защитный режим, из которого, к счастью, была выведена вовремя и без потерь.

«Это был исключительно драматический уикенд, – сообщил 30 мая руководитель полета Сильвэн Лодио (Sylvain Lodiот). – Потеряв контакт, мы послали команды «вслепую», и они благополучно решили проблему с зависшими датчиками и вернули КА в режим с трехосной стабилизацией, и теперь мы снова имеем с ним контакт. Однако мы все еще пытаемся уточнить точное положение КА на орбите вокруг кометы – мы лишь сегодня утром получили первые после субботы снимки для навигации».

Как и планировалось до сбоя, 1 и 4 июня аппарат провел коррекции с целью подъема до безопасной высоты около 27 км, а научная аппаратура была включена вновь. С 15 по 21 июня Rosetta фотографировала дневную сторону ядра. К 25 июня станция вновь снизилась до 17 км, а с 16 июля по 9 августа ходила на высоте около 9 км, производя детальную съемку его поверхности после перигелия и изучая кому на низких широтах.

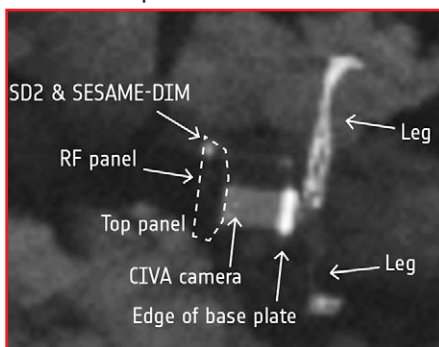
### Предварительные итоги

Миссия Rosetta вошла в учебники по истории еще раз, – сказал после завершения функционирования аппарата генеральный директор ЕКА Йоханн-Дитрих Вёрнер (Johann-Dietrich Wörner). – Сегодня мы отмечаем успех, который превзошел все наши мечты и ожидания и который продолжает цепочку событий, выводящих ЕКА в число первых в исследовании комет».

«Данные этой станции будут обеспечивать научную работу поколений ученых на протяжении еще многих десятилетий», – добавил Марк МакКафрен (Mark McCaughrean), старший советник по науке ЕКА.

«Мы действовали в суровых условиях в течение 786 суток, сделали ряд драматических пролетов вблизи поверхности, пережили несколько неожиданных выбросов кометного вещества и смогли извлечь оба космических аппарата из «безопасных» ре-

▼ Найти зонд Philae на поверхности ядра удалось лишь 2 сентября 2016 г.



жимов, – отметил Сильвэн Лодио. – Операции в этой заключительной фазе бросали нам больший вызов, чем когда-либо прежде, но это был подходящий конец невероятных приключений «Розетты», которая теперь последует за своим посадочным аппаратом».

Многие удивительные открытия уже были сделаны в ходе миссии и будут сделаны при обработке ее данных. Научные результаты AMC Rosetta требуют отдельного большого обзора. Пока установлено, что кометы – действительно древние объекты, которые рождались в очень холодной области протопланетного облака в ту эпоху, когда Солнечная система находилась еще в стадии формирования, и не являются фрагментами столкновений между более крупными телами в более поздний период. Второе важнейшее утверждение: воды в кометных ядрах мало, а ее изотопный состав отличается от земного, так что вряд ли кометы были основным источником воды наших океанов. Вопрос о том, могли ли с их помощью быть занесены на Землю вещества, необходимые для зарождения жизни, остается открытым, но Rosetta нашла на ядре 67Р многочисленные органические соединения, вплоть до аминокислоты глицина, который встречается в белках земных обитателей, а также фосфор, ключевой компонент ДНК и клеточных мембран.

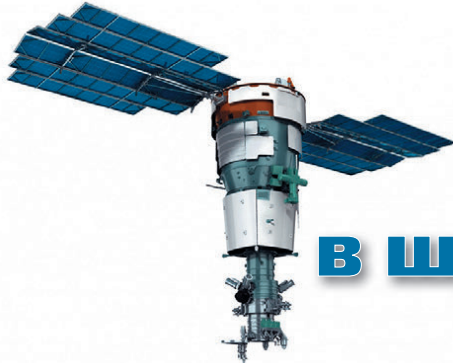
«Подобно тому, как Розеттский камень, в честь которого была названа миссия, сыграл решающую роль в понимании древнего языка и истории, данные космического аппарата Rosetta меняют наш взгляд на процессы образования комет и Солнечной системы, – говорит научный руководитель проекта Мэтт Тейлор (Matt Taylor). – Комета еще не отказалась от всех своих секретов, и наверняка будет много сюрпризов, скрытых в этом невероятном архиве. Так что не уходите никому – мы только начинаем».

Однако завершить повествование на столь радостной ноте все же не получится.

15 октября на 80-м году жизни скончался всемирно известный советский ученый, исследователь и открыватель комет, член-корреспондент Национальной академии наук Украины, профессор Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, доктор физико-математических наук Клим Иванович Чурюмов. Тот самый, который 23 октября 1969 г. вместе с аспиранткой Светланой Герасименко, наблюдая в Алма-Атинской обсерватории за кометой 32Р Комас-Сола, сделал фотоснимок, возле края которого был обнаружен еще один объект. Первоначально принятый за отколовшийся осколок изучаемой кометы, впоследствии он оказался самостоятельным небесным телом, новым и неведомым, и получил позже имя своих открывателей – «комета 67Р Чурюмова–Герасименко».

Еще 30 сентября на специальном вечере в Московском планетарии он комментировал посадку «Розетты» на комету. 14 октября Клим Иванович выехал из Киева в Харьков на конференцию молодых ученых. Ему стало плохо в поезде. Скорая помощь определила инсульт и доставила Клима Ивановича в больницу в Харькове, но спасти ученого не удалось: отказало сердце. Похоронили К. И. Чурюмова в Киеве на Байковом кладбище.

По материалам ЕКА



П. Павельцев.  
«Новости космонавтики»

# «Ресурс-П»

## В штатной эксплуатации

**Р**оссийский гражданский спутник дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) «Ресурс-П» №3, запущенный с космодрома Байконур 13 марта 2016 г. (НК №5, 2016), в августе был сдан в штатную эксплуатацию.

Об этом сообщил ТАСС 6 сентября Александр Кирилин, генеральный директор Ракетно-космического центра «Прогресс» (г. Самара), где спутник был разработан и изготовлен. «Аппарат сдан в штатную эксплуатацию в полной конфигурации. На прошлой неделе подписан акт сдачи в штатную эксплуатацию. Батарея полностью раскрылась, все работает», – сказал он.

Как сообщалось сразу после старта, одна из солнечных батарей спутника раскрылась не полностью и оставалась в нештатном положении даже после динамических нагрузок во время двух маневров по доведению аппарата на рабочую орбиту 17 и 20 марта.

31 мая РИА «Новости» со ссылкой на представителя Роскосмоса сообщило, что неполное раскрытие одной из двух солнечных батарей произошло «из-за нарушения механической связи крепления ее створки». Было заявлено, что дефект носит единичный характер и что при сборке двух следующих аппаратов «Ресурс-П» и контроля за исполнением операций этому узлу будет уделено особое внимание.

20 июня заместитель главы Роскосмоса Михаил Хайлов заявил, что «Ресурс-П» №3 сможет полностью отработать гарантированный ресурс на орбите, и неисправность не влияет на его производительность. «В настоящий момент, по нашим оценкам, никаких ограничений по использованию спутника нет. Он выведен на солнечно-синхронную орбиту, освещенность там наилучшая. Поэтому даже та неприятная ситуация, которая произошла, не влияет на производительность аппарата и на его гарантийный ресурс», – пояснил М. Н. Хайлов.

Действительно, в каталоге Научного центра оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ), который является оператором КА «Ресурс-П», присутствуют результаты тестовой съемки с «Ресурса-П» №3 за 2 апреля 2016 г. и регулярных съемок, которые начались 20 августа. За сутки аппарат снимал в среднем около 150 000 км<sup>2</sup>, что превышало показатели «Ресурсов-П» №1 и №2 примерно в полтора раза.

Орбитальная группировка «Ресурс-П» состоит из трех КА, выведенных в 2013–2016 гг. на солнечно-синхронные орбиты наклонением 97.28° и условной средней высотой

470 км. «Ресурс-П» №1 изначально находился на орбите с местным временем прохождения нисходящего узла (LTDN) 10:22, а для следующих двух спутников соответствующий параметр, определяемый временем пуска, был выбран равным 11:49. Солнце находится почти точно в плоскости орбит КА «Ресурс-П» №2 и №3, и их наклонение остается практически постоянным; постоянство наклонения в купе с коррекциями высоты обеспечивает и стабильность LTDN.

А вот у первого КА начальный угол между направлением на Солнце и плоскостью орбиты составлял 25°, и из-за солнечных возмущений наклонение орбиты испытывало тенденцию к уменьшению, что нарушало синхронность. За время от запуска 25 июня 2013 г. и до конца августа 2016 г. наклонение уменьшилось с 97.28° до 97.15°, а время прохождения узла «уползло» на отметку 09:39, то есть плоскость орбиты повернулась примерно на 10° к западу. Чтобы «развернуть» тенденцию, в августе были проведены две коррекции наклонения орбиты «Ресурса-П» №1. Первая, тестовая, состоялась 18 августа в 07:03:12 ДМВ с величиной

следствие, два спутника оказались в одной плоскости на одной высоте, но в противоположных точках орбиты, так что трасса витка второго ложилась посередине между трассами витков первого.

В июле были реализованы два маневра КА «Ресурс-П» №2 с целью сокращения отставания по аргументу широты. 12 июля спутник снизился с 469.7 до 465.1 км, а 25 июля вновь поднялся до 469.6 км. Как следствие, теперь он шел с отставанием от напарника на 0.3 витка, то есть примерно на 108°.

По состоянию на 30 сентября 2016 г., трассы трех спутников равномерно перекрывали земную поверхность: между витками идущего впереди «Ресурса-П» №1 последовательно ложились трассы №2 (ближе к левой границе) и №3 (ближе к правой). 6, 14 и 16 октября были проведены очередные коррекции орбит всех трех спутников с целью поддержания штатной высоты полета, уточнения их взаимной конфигурации и оптимизации покрытия.

Отметим, что управление полетом спутников «Ресурс-П» осуществляет ЦУП ЦНИИмаш, а расчеты опасных сближений – созданная в нем Автоматизированная система предупреждения об опасных ситуациях в околоземном космическом пространстве. В среднем за месяц выдается 60–80 предупреждений об опасных сближениях каждого из спутников с другими КА, ракетными ступенями и фрагментами различного происхождения, до расстояния 15 км и ближе, в том числе от одного до пяти предупреждений о сближениях до опасного расстояния 1.5 км. Спутники «Ресурс-П» обладают возможностью уклонения, однако до сих пор прогнозы не давали такой высокой вероятности столкновения, которая бы потребовала увода.

Выступая на Совете главных конструкторов в РКЦ «Прогресс» 29–30 сентября 2016 г., первый заместитель генерального конструктора РКЦ «Прогресс» А. Д. Сторож заявил, что космическая система в составе трех КА «Ресурс-П» готова к проведению летно-конструкторских испытаний. Ранее, 6 сентября, А. Н. Кирилин сообщил, что испытания всех трех аппаратов «в одной связке» планируются в течение ближайших двух месяцев.

Заказчики информации с КА «Ресурс-П» – МЧС России, Минсельхоз, Росреестр, Росгидромет – высоко оценили ее качество. Данные с гиперспектральной аппаратуры активно используются в геологической разведке для картирования горных пород и выявления месторождений полезных ископаемых.

Представители тематических заказчиков выразили заинтересованность в получении



импульса 2 м/с. Вторая, основная, прошла 30 августа в 07:27:05 ДМВ с включением ЖРД на 57 сек и приращением скорости 32.25 м/с. В результате наклонение увеличилось до 97.40°, а плоскость орбиты стала медленно смещаться обратно к востоку.

Синхронизация движения трех спутников между собой обеспечивалась выбором дат коррекции высоты. «Ресурс-П» №1 провел подъем до 470.7 км еще 22 февраля, до запуска «третьего», и этого хватило на девять месяцев. К началу октября условная высота уменьшилась до 469.1 км, и 6 октября был проведен следующий маневр с подъемом до 470.6 км.

Первоначальная синхронизация аппаратов №2 и №3 была достигнута в результате маневра первого из них 24 марта 2016 г. на 6850-м витке полета с подъемом до условной средней высоты 470.7 км, в то время как у второго она равнялась 470.5 км. Как

По состоянию на 30 сентября 2016 г., российская гражданская орбитальная группировка насчитывает семь космических аппаратов наблюдения Земли, находящихся в режиме эксплуатации: спутники ДЗЗ «Ресурс-П» №1, №2 и №3 и «Канопус-В», полярные метеоспутники «Метеор-М» №1 и №2 и геостационарный метеоспутник «Электро-Л» №1. Аппарат «Электро-Л» №2 находится на стадии лётно-конструкторских испытаний и работает в тестовом режиме.

программного обеспечения для обработки снимков, а также в обучающих программах для специалистов своих ведомств. По информации НЦ ОМЗ, данные КА «Ресурс-П» заказывают около 250 организаций, в 2016 г. было получено более 1800 заявок. Уровень использования получаемой информации различный, поэтому с 3 октября в НЦ ОМЗ начнут работу первые обучающие курсы для потребителей информации ДЗЗ.

На сентябрьском Совете главных М. Н. Хайлов отметил, что благодаря работе группировки из трех КА «Ресурс-П» значительно снижена зависимость страны от данных иностранных спутников. Например, заявки на съемку территории России от Росреестра в этом году удовлетворены более чем на 70%. Однако необходимо совершенствовать сервисные технологии, делать процесс реализации заявок потребителей прозрачным, сокращать время на обработку информации, активно использовать архивы данных. Участники Совета единодушно признали необходимость максимального сокращения ручных операций, автоматизации планирования целевого использования космической системы, а также технологий первичной и стандартной обработки снимков.

### **ЕТРИС – «единое окно» данных ДЗЗ**

21 сентября пресс-служба АО «Российские космические системы» сообщила, что Единая территориально-распределенная информационная система (ЕТРИС) дистанционного зондирования Земли прошла государственные испытания и в 2016 г. будет введена в штатную эксплуатацию.

ЕТРИС, создаваемая в рамках Федеральной космической программы 2006–2015 годов предприятиями Роскосмоса при участии ведомств-потребителей, является общегосударственным проектом по интеграции в единое геоинформационное пространство всех информационных ресурсов гражданских КА ДЗЗ. Проект объединяет унифицированными техническими стандартами в рамках новой иерархии всю наземную инфраструктуру, обеспечивающую управление целевым применением КА, прием информации, ее обработку и передачу потребителям.

Суть проекта состоит в отказе от сложившейся одноpunktной схемы передачи на Землю спутниковой информации ДЗЗ и последующего ее использования в разрозненных и разобщенных центрах, принадлежащих различным министерствам, ведомствам и отдельным организациям. ЕТРИС создает возможность сброса данных ДЗЗ с каждого КА на большинстве суточных витков на любой из имеющихся приемных пунктов за счет унификации их аппаратного и программного оснащения. «Это позволит в несколько раз

увеличить площадь наблюдаемой поверхности Земли, суточные объемы получаемых данных и оперативность доставки информации потребителям», – говорит главный конструктор направления информационных технологий ДЗЗ АО «Научно-исследовательский институт точных приборов» (НИИ ТП) Павел Лощкарев.

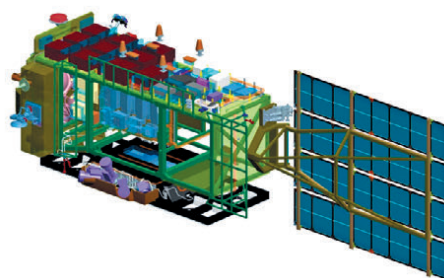
Система координирует работу 13 крупных центров на территории России, от Калининграда до Хабаровска, включая арктическую зону (Мурманск, а в перспективе – Дудинка и Анадырь) с отечественными гражданскими КА ДЗЗ. Она позволит планировать съемку, получать и обрабатывать информацию с космических аппаратов комплексно и без привлечения дополнительных ресурсов, рационально распределяя задачи в соответствии с техническими возможностями каждого элемента системы.

Технические и программные средства ЕТРИС ДЗЗ разработаны АО НИИ ТП, входящим в холдинг «Российские космические системы». Архитектура системы открыта для возможностей применения инновационных технологий работы с информацией ДЗЗ из космоса, установки нового программного обеспечения и расширения номенклатуры технических средств, позволяющих сократить время обработки данных. Предполагается, что уже с 2016 г. предприятия Роскосмоса перейдут от разработки наземных комплексов под каждый новый КА к разработке только недостающих для него элементов уже действующей наземной инфраструктуры ЕТРИС.

В рамках ЕТРИС создан также генеральный каталог хранимых данных ДЗЗ, который объединил все существующие российские архивы космической съемки. Это значительно повышает эффективность использования имеющейся информации ДЗЗ и стимулирует рост интереса отечественных и зарубежных потребителей к российским геоинформационным услугам. «От мелкосерийного производства информации мы переходим к конвейеру, – говорит начальник отдела департамента автоматических космических комплексов и систем Госкорпорации «Роскосмос» Валерий Заичко. – Это расширит возможности использования ДЗЗ в социально-экономических сферах по всей стране. В основе нового подхода лежит хорошо проработанная клиентоориентированная политика, которая позволит нам занять существенную долю быстрорастущего мирового рынка геоинформационных услуг».

### **«Обзор-Р» готовится к старту**

Продолжая работу над КА «Ресурс-П» №4 и №5 для запуска в 2018 и 2019 гг. и перспективным оптико-электронным изделием «Ресурс-ПМ», самарский РКЦ одновременно ведет проект радиолокационного комплекса «Обзор-Р». Первый КА, оснащенный высокодетальным радиолокационным комплексом нового поколения «Касатка-Р», планируется вывести на орбиту в 2019 г. Наилучшее разрешение «Касатки-Р», разработанной НИИ ТП и впервые представленной на форуме «Армия-2016», составляет 30 см. Первый опытный образец комплекса должен быть выпущен к концу 2017 г.



Как доложил на сентябрьском Совете главных ведущий конструктор РКЦ «Прогресс» А. В. Седов, материальная часть для первой лётной машины изготовлена, а большая часть бортовой аппаратуры от смежных предприятий поставлена в РКЦ «Прогресс». С апреля 2016 г. поэтапно проходят электрорадиотехнические испытания первого лётного изделия, ведется отработка экспериментальных установок. Успешно проведены транспортные испытания, начаты стендовые испытания на различные случаи лётной эксплуатации. Участники Совета обсудили программу комплексной экспериментальной отработки этого аппарата и ход изготовления ряда бортовых приборов.

В. П. Седельников, генеральный директор Научно-исследовательского и производственного центра «Природа», одного из основных потребителей космической информации, отметил, что группировки КА «Ресурс-П» и «Обзор-Р» должны дополнять друг друга и обеспечивать сплошное покрытие территории России с качеством разрешения около 1 метра. М. Н. Хайлов подчеркнул, что к решению задачи оптимальной работы на орбите нескольких группировок ДЗЗ необходимо готовиться уже сегодня.





земного и водного транспорта, энергетики, производство малотоннажной и крупнотоннажной химии, коксохимическое производство, разработка оборудования, использующего токи высокой частоты, производство бора и его соединений. «РТ-Химкомпозит» является лидером по объему производства изделий из полимерных композиционных материалов в России.

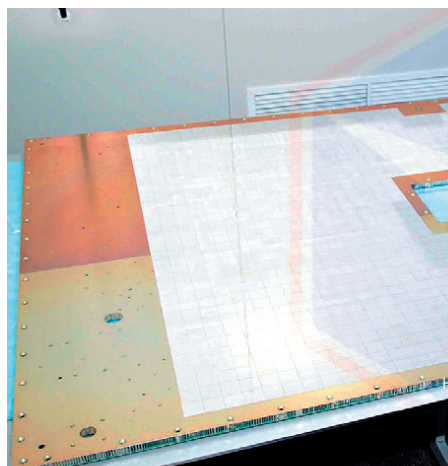
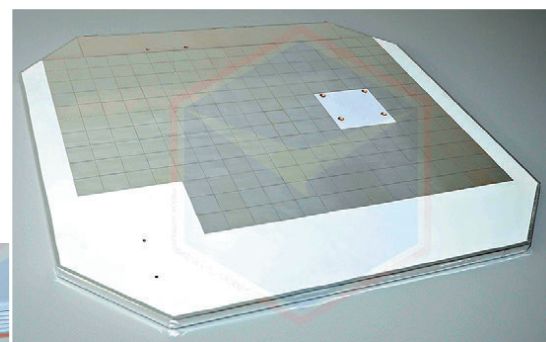
Научный потенциал «РТ-Химкомпозит» позволил создать и внедрить ряд передовых разработок, среди которых – крупногабаритные конструкции из композитов с полимерной матрицей для авиационной и космических отраслей. В частности, холдинг производит крупногабаритные углепластиковые обечайки головных обтекателей, отсеков ступеней, гаргротов, деталей приборных отсеков РН «Протон-М», «Рокот» и «Ангара». Кроме того, предприятиями «РТ-Химкомпозит» разработаны высокопрочные синтетические волокна. Одним из достижений в данной области является нить из сверхвысокомолекулярного полиэтилена для создания сверхлегких композиционных материалов, сочетающих высокие механические свойства и стойкость к ударным воздействиям.

Основные секторы рынка конструкций из ПКМ для холдинга – оборонно-промышленный комплекс, транспорт, строительство и энергетика. Динамика роста этих секторов рынка как в России, так и в мире высокая и такой сохранится в среднесрочной перспективе.

ПКМ для ракетно-космической техники нового поколения должны соответствовать высоким требованиям по прочности, износостойкости, устойчивости к перепадам температур. Благодаря использованию углепластика специалисты холдинга смогли существенно снизить общий вес КА.

Холдинг «РТ-Химкомпозит» работает не только с российскими предприятиями. В рамках программы Союзного государства России и Белоруссии разработаны волокна из сверхвысокомолекулярного полиэтилена с конкурентными характеристиками для производства новых сверхлегких высокопрочных ПКМ.

▼ **Пример продукции ОНПП «Технология»:** тепловые сотопанели космических аппаратов – трехслойные конструкции с алюминиевым сотовым наполнителем и алюминиевыми или углепластиковыми обшивками



## И ВНОВЬ – КОМПОЗИТЫ

И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»

## ДЛЯ КОСМОСА

**24** сентября на 11-й Международной выставке и научной конференции по гидроавиации «Гидроавиасалон-2016»\* Холдинговая компания АО «РТ-Химические технологии и композиционные материалы» («РТ-Химкомпозит») и ФГУП «НПО имени С.А. Лавочкина» подписали Соглашение о сотрудничестве, в рамках которого стороны осуществляют проекты общей стоимостью более 300 млн руб по созданию новых космических изделий.

Соглашение предусматривает взаимодействие научно-производственных предприятий в сфере разработок и производства тепловых сотовых панелей и композиционных конструкций космического назначения. Вместе с соглашением был подписан план совместных работ до 2017 г., устанавлива-

ющий количество и номенклатуру изготавливаемых изделий. Согласно плану Обнинское научно-производственное предприятие (ОНПП) «Технология» – ведущее предприятие холдинга «РТ-Химкомпозит» – выполнит заказы для программных КА научного, метеорологического и прикладного назначения.

Генеральный директор «РТ-Химкомпозит» К. Ю. Шубский рассказал, что компании намерены объединить свои знания и компетенции, развивать уже начатые и осваивать новые проекты для космоса: «Сотрудничество наших предприятий доказало свою эффективность и привело к созданию новых композиционных конструкций и изделий на их основе. Объединяя наши знания, компетенции, мы намерены развивать уже начатые и осваивать новые проекты для космоса. Общий объем совместных проектов мы оцениваем более чем в 300 млн рублей».

АО «РТ-Химкомпозит»\*\* было образовано 5 мая 2009 г. и входит в структуру Государственной корпорации «Ростех». Ныне это один из лидеров российской промышленности в сфере полимерных композиционных материалов (ПКМ). Создавая новые материалы, уникальные конструкции и технологии, холдинг серийно производит высокотехнологичную продукцию для космоса, авиации, энергетики, наземного и водного транспорта.

Основное направление деятельности компании – научные исследования и инновационные разработки в области создания полимерных композиционных материалов и готовой продукции из них, серийное производство наукоемкой продукции для космоса, авиации, военной техники и вооружения, на-

\* Прошла с 22 по 25 сентября в г. Геленджик на территориях испытательно-экспериментальной базы Таганрогского авиационного научно-технического комплекса (ТАНТК) имени Г. М. Бериева и аэропорта «Геленджик». В рамках программы выставки состоялись конференции, презентации и пресс-конференции организаций-участников, семинары и круглые столы, затрагивающие актуальные проблемы всех направлений салона.

\*\* Кроме ОНПП «Технология», в состав холдинга входят 10 предприятий, среди которых – Московский машиностроительный экспериментальный завод – композиционные технологии (ОАО «ММЭЗ-КТ»), Государственный ордена Трудового Красного Знамени Научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений (ФГУП «ГНИИХТЭОС»), Научно-исследовательский институт синтетического волокна с экспериментальным заводом (ОАО «ВНИИСВ») и другие.

# Конгресс США не выделял денег на марсианскую экспедицию

**26** сентября известное сетевое издание Lenta.ru опубликовало под заголовком «Конгресс США определил сроки и бюджет пилотируемой миссии на Марс» сообщение, замечательное тем, что оно абсолютно не соответствует действительности.

Основное содержание заметки укладывается в четыре предложения: «Сенат США одобрил закон, предусматривающий отправку американских астронавтов к Марсу. В документе прописаны сроки миссии и объем финансирования... Бюджет пилотируемой миссии на Марс составляет 19,5 миллиарда долларов. Согласно законопроекту, первый гражданин США должен оказаться на Красной планете в ближайшие 25 лет».

Далее автор пишет, что в принятом документе «впервые законодательно закреплено намерение Соединенных Штатов отправить человека на Марс. Его одобрение, как отмечает республиканец из Техаса Тед Круз, связано с желанием сенаторов оградить NASA от произвола в космической политике».

Правдой из сказанного является лишь причина появления документа. Сенатор Тед Круз, который внес законопроект S.3346, действительно преследовал цель «зафиксировать» приоритеты деятельности США в пилотируемом космосе на период смены администрации после президентских выборов 8 ноября 2016 г. Все остальное – плод безудержной фантазии, основанной на полном непонимании порядка утверждения американского бюджета и содержания рассматриваемого документа, прямая ссылка на который дана автором заметки.

Во-первых, в США не существует практики утверждения финансирования на несколько лет вперед и нет аналога наших федеральных целевых программ. Бюджет утверждается только на один очередной

финансовый год отдельными актами по нескольким группам министерств и ведомств.

Во-вторых, законопроект S.3346, внесенный 15 сентября Крузом совместно с еще пятью сенаторами, прошел утверждение 22 сентября лишь в комитете по торговле, науке и транспорту Сената. Верхняя палата в полном составе за него не голосовала, а если бы и проголосовала, этого тоже было бы мало, так как билль должен быть также утвержден Палатой представителей Конгресса, согласован – в случае разногласий – представителями двух палат и подписан президентом США. По состоянию на 10 октября 2016 г., когда законодатели разъехались по своим штатам, ни одна из этих стадий законодательного процесса не была пройдена – законопроект Круза оказался «мертв по прибытии».

В-третьих, сумма в 19,5 млрд \$ на программу, обеспечивающую высадку астронавтов на Марсе через 25 лет, смехотворно мала. Она приблизительно равна годовому бюджету NASA, и, как мы увидим, это совпадение не случайно.

В-четвертых, билль Теда Круза называется National Aeronautics and Space Administration Transition Authorization Act of 2016, что означает «Законопроект 2016 г. о разрешении финансирования NASA на переходный период». Подобные билли, даже если они обретают силу закона и даже если содержат росписи денежных сумм, не являются для Министерства финансов США основанием для перечисления средств ведомствам. Это чисто политический инструмент регулирования их деятельности, с помощью которого Конгресс может устанавливать приоритеты, требовать отчетности, запрещать те или иные действия (например, сотрудничество в космических программах между США и КНР), и только. Вносят их, как правило, каждый год, однако лишь изредка подобные законы проходят всю процедуру и становятся публичными законами (Public Law), выражающими волю Конгресса, на которые вынуждены далее ориентироваться Администрация в целом и ведомства в частности. Последний такой закон в отношении NASA был принят Конгрессом в 2010 г.

Деньги на счета NASA и других распорядителей бюджета перечисляются на основании законов о выделении средств (Appropriations Bill). Они формируются на основе бюджетных запросов Администрации США, подаваемых в Конгресс в начале февраля каждого года, корректируются созданными специально для этого комите-

тами по ассигнованиям обеих палат и после долгого и тяжелого согласования, как правило, с большим опозданием относительно 1 октября, даты начала финансового года, утверждаются и публикуются.

В-пятых, из текста законопроекта следует, что сумму в 19,508 млрд \$ предполагается выделить не целевым образом на экспедицию на Марс, а на все программы NASA на 2017 финансовый год (ф.г.). Эта сумма и ее распределение по разделам незначительно отличаются от запроса Администрации в рамках стандартного бюджетного процесса, что иллюстрируется таблицей.

В-шестых и последних, в тексте билля действительно выражается «понимание Конгресса» относительно того, что США совместно с зарубежными партнерами, научными учреждениями и промышленными фирмами должны «расширить сферу деятельности человечества на дальний космос, включая окололунное пространство, Луну, поверхность и луны Марса и далее». В нем объявляется одной из целей NASA «мирное заселение области космоса или другого небесного тела» и создание «жизнеспособной космической экономики» в XXI веке. Однако нигде в тексте не ставится 25-летний срок; авторы лишь констатируют и подтверждают ведущиеся в США работы с целью организации «серии полетов на Марс или в его окрестности в 2030-е годы» и предписывают принять необходимые решения и планы не позднее 30 июня 2020 г. и вести исследование и освоение Марса «в сроки, возможные с точки зрения технической и финансовой» и «без излишних задержек».

Итак, за закон об отправке американских астронавтов на Марс в течение ближайших 25 лет выдается не принятое и не имеющее юридических последствий предложение выделить NASA ничем не примечательную сумму на ближайший год. А что же происходит с «настоящими» бюджетными законами?

Да то же, что и обычно: ни один из 11 биллей не прошел через Конгресс, и 1 октября страна вступила в 2017 ф.г. без утвержденного бюджета. 28 сентября обе палаты спешно утвердили резолюцию о продлении финансирования, которую 29 сентября подписал президент Барак Обама. Став законом, она позволит вести финансирование министерств и ведомств на уровне завершившегося 2016 ф.г. вплоть до 9 декабря 2016 г., когда уже новый состав Конгресса примет – опять же по традиции – объединенный бюджетный закон на 2017 ф.г.

Сопоставление проекта бюджета NASA на 2017 ф.г. с законопроектом Т. Круза (суммы в млн \$)

Статья расходов	Запрос 2017 ф.г.	Билль S.3346
Всего	19025.1	19508.0
1. Наука	5600.5	5395.0
2. Аэронавтика	790.4	601.0
3. Космическая техника	826.7	686.5
4. Исследование и освоение космоса	3336.9	4532.0
5. Эксплуатация космических систем	5075.8	4950.7
6. Образование	100.1	108.0
7. Обеспечение	2836.8	2796.7
8. Строительство и охрана окружающей среды	419.8	400.0
9. Управление генерального инспектора	38.1	38.1

Примечание. В левом столбце указана сумма запрошенных дискреционных и обязательных расходов.

# О космонавтах

С. Шамсутдинов.  
«Новости космонавтики»

## Юрий Маленченко – первый заместитель начальника ЦПК

2 сентября 2016 г. приказом начальника ЦПК Юрий Иванович Маленченко был назначен начальником 1-го управления ЦПК и освобожден от должности инструктора-космонавта-испытателя 1-го класса, выйдя из числа действующих космонавтов. А уже 21 октября 2016 г. он стал первым заместителем начальника ЦПК.

Юрий Маленченко родился 22 декабря 1961 г. в Светловодске Кировоградской области, УССР. В 1983 г. с отличием окончил Харьковское ВВАУЛ имени С.И. Грицевца, а в 1993 г. – ВВИА имени Н.Е. Жуковского (заочно).



6 октября 1987 г. Ю. И. Маленченко был зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (ныне ФГБУ НИИ ЦПК) в возрасте неполных 26 лет. Он состоял в отряде и являлся действующим космонавтом 29 лет!

Юрий Иванович стал вторым российским космонавтом, выполнившим шесть космических полетов (после Сергея Крикалёва). По суммарному налету в космосе (свыше 827 суток) он занимает второе место в мире (вслед за Геннадием Падалкой). Ю.И. Маленченко один раз – в 1994 г. – работал на борту орбитального комплекса «Мир», а в последующем выполнил пять полетов на МКС. Он пять раз был командиром кораблей «Союз» трех типов («Союз ТМ», «Союз ТМА» и «Союз ТМА-М»), а в 2000 г. – специалистом полета в составе экипажа «Атлантика».

Летчик-космонавт РФ, полковник запаса Ю.И. Маленченко награжден медалью «Золотая Звезда» Героя Российской Федерации, медалью Народного Героя Республики Казахстан, орденами «За военные заслуги», «За заслуги перед Отечеством» IV и III степени, медалями «За отличие в военной службе» III, II и I степени, медалью «За воинскую доблесть» I степени, а также медалями NASA.

## Космонавты-депутаты

18 сентября 2016 г. состоялись выборы депутатов Государственной Думы Федерального собрания Российской Федерации седьмого созыва. В качестве кандидатов в депутаты на этих выборах были зарегистрированы шесть летчиков-космонавтов.

От партии «Единая Россия» баллотировались пятеро: Валентина Владимировна Терешкова (по списку региональной группы от Ярославской области), Роман Юрьевич Романенко (по списку региональной группы от Оренбургской области; будучи депутатом Госдумы шестого созыва, Р.Ю. Романенко представлял Амурскую область), а также три действующих космонавта отряда ЦПК – Елена Олеговна Серова (по одномандатному

избирательному округу № 119 Коломенского района Московской области), Максим Викторович Сураев (по одномандатному округу № 117 Балашихинского района Московской области) и Антон Николаевич Шкаплеров (по списку от города Севастополь).

От Коммунистической партии Российской Федерации (КПРФ) избиралась Светлана Евгеньевна Савицкая (по общефедеральному списку партии).

По итогам выборов депутатами Госдумы седьмого созыва стали пять космонавтов – не прошел только А.Н. Шкаплеров. 5 октября 2016 г. они приступили к работе в следующих должностях и комитетах Госдумы:

– С.Е. Савицкая – заместитель председателя комитета ГД по обороне; член комиссии ГД по рассмотрению расходов федерального бюджета, направленных на обеспечение национальной обороны, национальной безопасности и правоохранительной деятельности;

– В.В. Терешкова – заместитель председателя комитета ГД по федеративному устройству и вопросам местного самоуправления;

– Р.Ю. Романенко – член комитета ГД по обороне; член комиссии ГД по рассмотрению расходов федерального бюджета, направленных на обеспечение национальной обороны, национальной безопасности и правоохранительной деятельности;

– Е.О. Серова – заместитель председателя комитета ГД по экологии и охране окружающей среды;

– М.В. Сураев – член комитета ГД по транспорту и строительству.

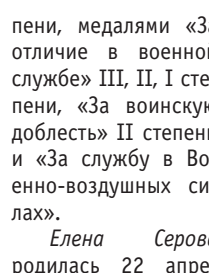
Редакция *НК* поздравляет космонавтов с избранием в Государственную Думу РФ и желает им плодотворной и успешной законодательной деятельности.

23 сентября 2016 г. приказом начальника ЦПК инструктор-космонавт-испытатель 2-го класса Максим Сураев и космонавт-испытатель 3-го класса Елена Серова были освобождены от этих должностей и уволены из ЦПК в связи с избранием депутатами Государственной Думы РФ.

Максим Сураев родился 24 мая 1972 г. в Челябинске, РСФСР. В 1994 г. с отличием окончил Качинское ВВАУЛ имени А.Ф. Яковлева, в 1997 г. – Военно-воздушную инженерную академию имени Н.Е. Жуковского (с отличием), в 2007 г. – Российскую академию государственной службы при Президенте РФ.

В отряде космонавтов РГНИИ ЦПК (ФГБУ НИИ ЦПК) с 1997 г. Совершил два космических полета общей продолжительностью более 334 суток; выполнил два выхода в открытый космос. Первый полет – с 30 сентября 2009 г. по 18 марта 2010 г. командиром ТК «Союз ТМА-16» и бортинженером МКС-21/22. Второй – с 28 мая по 10 ноября 2014 г. командиром ТК «Союз ТМА-13М» и МКС-41, бортинженером МКС-40.

Летчик-космонавт РФ, полковник запаса М.В. Сураев награжден медалью «Золотая Звезда» Героя Российской Федерации, орденом «За заслуги перед Отечеством» IV сте-



пени, медалями «За отличие в военной службе» III, II, I степени, «За воинскую доблесть» II степени и «За службу в Военно-воздушных силах».

Елена Серова родилась 22 апреля 1976 г. в поселке Воздвиженка Уссурийского района Приморского края, РСФСР. В 2001 г. окончила Московский авиационный институт (МАИ) имени С.Орджоникидзе, в 2003 г. – Московскую государственную академию приборостроения и информатики, в 2008 г. – аспирантуру РКК «Энергия».

В 2006 г. Е.О. Серова была зачислена в отряд космонавтов РКК «Энергия», а в 2011 г. переведена в отряд космонавтов ФГБУ НИИ ЦПК. Выполнила единственный космический полет (длительностью более 167 суток) с 26 сентября 2014 г. по 12 марта 2015 г. бортинженером ТК «Союз ТМА-14М» и экипажа МКС-41/42.

Награждена медалью «Золотая Звезда» Героя Российской Федерации, имеет почетное звание «Летчик-космонавт Российской Федерации».

По состоянию на 30 сентября 2016 г., в отряде ЦПК состоит 31 действующий космонавт. Кроме того, в РКК «Энергия» на должностях инструктора-космонавта-испытателя 1-го класса находятся Александр Калери и Павел Виноградов.

## Сообщение

✓ 12 сентября астронавт Канадского космического агентства Давид Сен-Жак был представлен руководству и сотрудникам ЦПК имени Ю.А. Гагарина и приступил к изучению систем транспортного пилотируемого корабля. Будущему бортинженеру экипажа МКС-58/59 предстоит изучение русского языка, конструкции и систем корабля «Союз МС» и российского сегмента МКС. Д. Сен-Жак ознакомится также с элементами медико-биологической подготовки, а специалисты ЦПК проведут с астронавтом тренировки по действиям в случае посадки в различных климато-географических зонах. – П.П.



16 сентября 2016 г. скончался бывший космонавт-испытатель ЦПК имени Ю.А.Гагарина, полковник в отставке Анатолий Иванович Дедков.

Как он прожил свою жизнь? Что успел за отведенные ему 72 года? Осуществил ли свою мечту? Был ли счастлив? О чем думал в последние годы своей жизни?

Он много учился: сначала Высшее военное авиационное училище (Харьков), затем три курса МАИ, Военно-воздушная академия имени Ю.А.Гагарина. По окончании училища служил старшим летчиком в Группе советских войск в Германии (ГСВГ). За плечами – 13 освоённых типов самолетов, 2676 часов налета, звание военного летчика 1-го класса. Анатолий стремился к новым знаниям и навыкам, понимая, что только хорошо образованный человек может найти интересную ответственную работу, достичь высоких результатов.

В космонавты он пошел, так как хотел испытать себя как человека, как мужчину, как летчика. Он стал одним из тех, кто подавал большие надежды, правда, по мнению Н.П.Каманина, был несколько слабее Анатолия Березового и Владимира Джанибекова. Прошел ОКП, получил назначение на программу ЭПАС, однако почему-то не попал в состав ни одного из экипажей.

В 1975 г. начал подготовку к полету на долговременную орбитальную станцию «Салют-6» по программе первой экспедиции посещения, и практически сразу – назначение командиром в дублирующий экипаж. Не вмешай провидение, не переформируй руководство экипажи после неудачного полета «Союза-25», и полетели бы они с Юрием Пономарёвым в качестве очередной экспедиции. Возможно, не на «Союзе», а на «Союзе Т». Но судьба все решила иначе. Экипаж был расформирован.

До 1983 г. А.И.Дедков готовился в группе, несколько лет ждал назначения в экипаж. Затем был сменным руководителем группы управления полетом. Потом он ушел из ЦПК, работал в должности начальника оперативной группы одного из воздушных пунктов управления Главкома ВВС. А когда уволился из армии (1994 г.), то вернулся в ЦПК. Работал в отделе по подготовке космонавтов, затем инженером-электриком в одном из отделов 1-го управления РГНИИ ЦПК.

Как ни печально, под воздействием неблагоприятных обстоятельств он сломался, стал нарушать дисциплину. Не стоит его осуждать за это. Все люди разные – кто-то выдерживает удары судьбы, становясь еще сильнее, а кто-то не может устоять. Говорят, нам посылаются только те трудности, которые мы способны перенести. Видимо, в случае с Анатолием Ивановичем произошла ошибка, и ему досталось испытание, оказавшее выше его сил. Испытание, с которого и началось его разочарование в жизни.

Во время нашей последней встречи он рассказал: «После того, как наш с Юрой Пономарёвым экипаж расформировали, ожидая назначения, и видя, что его нет, я все время думал, что академик Глушко плохо ко мне относится. Я переломил свою скромность и попытался попасть к нему на прием, чтобы доказать обратное. Его помощник, поговорив со мной, обещал, что все передаст и по-



## Анатолий Иванович Дедков

24.07.1944 – 16.09.2016

просит академика о моем назначении в один из ближайших экипажей. Обрадованный, я поехал домой. Это было в конце 1982 г., а в апреле 1983 г. меня отчисляют из отряда космонавтов и переводят на другую работу. Я так и не понял, за что со мной так поступили. Через много лет после этого ко мне пришел ты – сын генерального конструктора. Видя твою заинтересованность в написании книги о нас, не полетевших в космос, я стал выяснять, что же случилось на самом деле. Ведь не мог же сын того, кто плохо ко мне относился, так переживать и беспокоиться за меня. Выяснил, что на самом деле этот помощник, с которым я тогда говорил, передал академику, что к нему приходил космонавт Дедков и просил о назначении в экипаж. А не назначают его потому, что он плохой и никак не может от него избавиться...»

Никто не назвет слабым человека, который, готовясь к полетам, занимался испытанием космической техники, постоянно рисковал жизнью и здоровьем во время испытаний скафандров в высотной барокамере, отработывая выходы в открытый космос

на летающей лаборатории и многочисленным методикам по выживанию в различных климатических условиях (Крайний Север, степь, море, горы), мужественно испытывал новые средства жизнеобеспечения. Однако не эти трудности сломали его, заставили все бросить и уйти из отряда. Причиной краха, видимо, стала покинувшая его надежда на космический полет – после обмана М.И.Яремича, того самого помощника академика В.П.Глушко. Именно благодаря «заступничеству» этого «товарища» Дедкова перевели на другую должность, что и стало непосильным для него ударом. Рухнувшая мечта, наказание без вины...

Прекрасный человек, замечательный отец и муж. А как он любил свою внучку! Как только она появлялась, Анатолий Иванович просто расцветал от счастья и становился моложе на несколько лет. Было очень интересно наблюдать за тем, как он с общался с ребенком, играл, радовался. Зачастую, наблюдая эту трогательную картину, трудно было сдержать слезы.

На прощание он мне сказал: «Я напрасно прожил свою жизнь. Не сделал ничего из того, что задумал, и переломал судьбы своих родных и близких... Если бы ты знал, как мне тяжело... – он поднял на меня глаза, в них были слезы. – Если бы не вы – авторы справочника, я бы давно уже ушел. Ведь своей книгой вы продлили мне жизнь, подарив возможность почувствовать себя космонавтом...»

Несколько лет назад, к 100-летию ВВС, его товарищ по набору Ю.Ф.Исаулов спрашивал меня, кому из космонавтов следует вручить юбилейную медаль. Составляя список, я внес в него и А.И.Дедкова, а затем лично вручил медаль Анатолию Ивановичу. Помню, как он был счастлив, что про него помнят.

В заключение приведу слова А.И.Дедкова, написанные им на память в моем экземпляре справочника «Советские и российские космонавты 1960–2000»: «Саше за доброе космическое дело и благородный вклад в популяризацию космонавтики. С уважением, А.Дедков. 22.11.2002». – А.Г.

Редакция журнала «Новости космонавтики» разделяет чувство утраты, охватившее семью Анатолия Ивановича в связи со смертью этого прекрасного человека.

ОТРЯД ЦПК ВВС

Дата и место рождения: 24 июля 1944, дер. Лучин Рогачевского р-на Гомельской обл., Белорусская ССР (Белоруссия).  
Национальность: белорус.

**ДЕДКОВ**

*Саше за доброе космическое дело и благородный вклад в популяризацию космонавтики*

**ДЕДКОВ Анатолий Иванович**

**Опыта космических полетов не имеет**

*22.11.2002 А.Г.*

таллов, апробацию пищи и другие исследования. В гидролаборатории проводил монтажные и демонтажные работы в скафандре, отработывая различные нештатные ситуации. Принимал участие в тренировках, проводившихся в различных климатических условиях (крайний север, степь, море, горы), и испытываях новых средств жизнеобеспечения. Выполнил плановые полеты на учебно-боевых и боевых самолетах различных типов и модификаций (Л-29, Л-39, МиГ-21У, МиГ-21СМ, МиГ-21СМТ, МиГ-21БИС), а также полеты на специальных самолетах.

Сен. 1975 – окт. 1977 – проходил подготовку к полету на ДОС «Салют-6» в качестве командира второго экипажа по программе 1-й экспедиции посещения, вместе с Ю.Пономарёвым. После неудачного полета экипажа корабля «Союз-25» экипаж Дедков-Пономарев был расформирован.

15 сентября 2016 г. ушел из жизни работник ракетно-космической отрасли, энтузиаст космонавтики Олег Алексеевич Соколов. Для близких он был любимым человеком, основой семьи. Для товарищей – надежным другом, готовым бескорыстно помочь в любой ситуации. Для коллег и всех, кто его знал по профессиональной деятельности, – талантливым инженером-испытателем, конструктором-ракетостроителем, аналитиком отечественной и международной космонавтики.

Недописанными остались несколько научных статей, посвященных ракетостроительной отрасли, непрочитанным – подготовленный для астронавтического конгресса IAC-2016 доклад, не состоявшаяся встреча с коллегами... Но осталось многое – то, что он успел сделать, добиться, то, что он любил и чем жил.

Олег Алексеевич родился 27 октября 1945 г. в Москве, но его детство и юность прошли в небольшом красивом городе Мичуринске Тамбовской области. В детстве, как и многие советские мальчишки, Олег Алексеевич строил модели самолетов и планеров. Это могло привести его в авиацию, но, по его собственным воспоминаниям, в 12 лет, прочитав научно-фантастический роман И. А. Ефремова «Туманность Андромеды», он навсегда «заболел» космическими полетами и начал «стремиться к небу». Свою первую действующую модель космической ракеты он построил в 1958 г.

В 1962 г., окончив школу с золотой медалью, Олег поступил в Московский авиационный институт (МАИ). Выбор факультета был предопределен: конечно, только тот, который мог обеспечить прорыв в космос, – факультет двигателей летательных аппаратов. Началась увлекательная студенческая жизнь: он был старостой группы, участвовал в мотогонках, вместе со студенческим строительным отрядом «поднимал» целину, прыгал с парашютом, писал студенческие песни и, конечно, учился – мечта о покорении космоса не оставляла его. Его курсовой работой 5-го курса стала разработка кислородно-водородного ракетного двигателя, а дипломной – проект «ракетного ранца», который он блестяще выполнил и защитил.

Первое же распределение после окончания МАИ – в Тураевское машиностроительное конструкторское бюро (ТМКБ) «Союз» – позволило Олегу Алексеевичу принять самое активное участие в развитии ракетостроения. Несмотря на молодость, он проектировал и обеспечивал летные испытания ракет Х-22, Х-22Б, Х-28, занимался разработкой дистанционно-управляемого аппарата Е8 («Луноход»). Далее последовало участие в лунной программе Н-1 – Л-1, командировки на Байконур, в Капустин Яр и в многочисленных КБ Советского Союза.

В 1969 г. Олег Алексеевич встретил свою будущую супругу и влюбился в нее, как он сам говорил, с первого взгляда и на всю жизнь. В том же году они поженились и прожили вместе 47 лет, родив и воспитав двоих сыновей.



## Олег Алексеевич Соколов

27.10.1945 – 15.09.2016

Карьера Олега Алексеевича не всегда складывалась гладко: по ряду причин в 1972 г. он принял решение пройти военную службу в рядах Вооруженных сил и подал рапорт о назначении в Ракетные войска стратегического назначения (РВСН), однако волею случая был направлен в вертолетный полк в качестве техника регулировки двигателей. «Стремление к небу» не оставило его и здесь: он выучился пилотировать Ми-24, освоил профессию бортинженера, стал летать на вертолетах. Незримый «ангел-хранитель» берег Олега Алексеевича: три раза он попал в авиакатастрофы и оставался жив. Один из ярчайших эпизодов: он остался единственным выжившим в подбитом вертолете, когда выполнял «интернациональный долг» в арабо-израильском конфликте в октябре 1973 г. Награждение орденом Красной Звезды, сирийским орденом «За военные заслуги» и присвоение звания капитана ВС СССР явились достойным завершением этого эпизода.

В 1975 г. после того, как в одной из аварий был поврежден правый глаз, Олег Алексеевич вернулся к гражданской работе. И снова – проектирование двигателей космических аппаратов, работа в ТМКБ «Союз», Московском институте теплотехники, КБ «Салют», ГКНПЦ имени М. В. Хруничева, компании «Воздушный старт», создание ракетных микродвигателей, получивших применение в различных сферах как военного, так и гражданского ракетостроения, участие в программе противодействия «Стратегической орбитальной инициативе» (СОИ), работа над «Рокотом», «Нарядом»...

Последние годы жизни Олег Алексеевич посвятил международной и аналитической деятельности. Сотрудничая с рядом международных организаций, он обеспечи-

вал сопровождение международных контрактов Центра Хруничева, «Воздушного старта», способствовал продвижению на международный рынок коммерческих пусков «Протона» и других космических разработок. Доклады Олега Алексеевича, посвященные решению проблем международного сотрудничества в области освоения космоса, хорошо помнят его товарищи и коллеги из разных стран мира, которые он посетил в последний период жизни.

Следует упомянуть его личные качества, главными из которых были доброта и любовь к близким, родным, друзьям. Огромная эрудиция – он мог провести любую экскурсию в любом техническом музее мира лучше любого экскурсовода. Ответственность и потрясающий профессионализм. И, конечно, его мечта, воплотившаяся в стремлении к небу – стремлении, определившем его яркую, насыщенную жизнь.

Олег Алексеевич многое успел в жизни: активно работал и немало добился в одной из самых насыщенных событиями отраслей – ракетостроении; всегда гордился тем, что построил крепкую семью, воспитал сыновей, увидел внука и внучку, всю жизнь хранил теплые отношения с друзьями, товарищами по работе. Он успел написать и издать под псевдонимом О. Н. Замятин книгу, которую назвал «Мы стремились к небу... Воспоминания российского аэрокосмического инженера». В этой книге Олег Алексеевич описал свою жизнь так, как мог только он: емко, выпукло, детально и в то же время красиво, искрометно, с юмором. Будучи свидетелем и участником многих триумфов и драматических событий в отечественной космонавтике, автор через призму собственной биографии рассказывает ее историю, показывает состязание научных идей, атмосферу поиска технических решений на фоне ключевых событий в стране, щедро делясь своими впечатлениями и эксклюзивными оценками с читателем.

*Редакция журнала «Новости космонавтики» выражает искренние соболезнования семье Олега Алексеевича. Многие годы он был другом нашей редакции, принимал активное участие в ее работе, помогал чем только мог, консультировал, писал статьи. Таким добрым и отзывчивым Олег Алексеевич останется в нашей памяти.*

20 сентября в возрасте 72 лет от рака костного мозга скончался бывший инженер NASA Джон 'Джек' Гарман (John 'Jack' Garman). При подготовке экспедиций на Луну 24-летний Гарман отвечал за оценку возможных ошибок навигационного компьютера лунного модуля с точки зрения безопасности полета. Во время посадки лунного модуля Apollo 11 с Нилом Армстронгом и Баззом Олдрином именно он, основываясь на знаниях компьютерной системы лунного модуля и на опыте предполетных тренировок, рекомендовал оператору Стивену Бейлсу игнорировать оба сообщения об ошибках и продолжать снижение и посадку. – А.Ж.

**5 сентября 2016 г.** в больнице близ своего дома на о-ве Мерритт-Айленд (штат Флорида) в возрасте 85 лет после непродолжительной болезни скончался нелетавший астронавт-ученый из 4-го набора NASA Дуэйн Эдгар «Док» Грейвлин (Duane Edgar 'Doc' Graveline).

Дуэйн Грейвлин родился 2 марта 1931 г. в г. Ньюпорт (Вермонт) и в 1948 г. там же окончил среднюю школу. В июне 1952 г. он получил степень бакалавра по биологии в Университете Вермонта, в 1955 г. – степень доктора медицины в Медицинском колледже того же университета.

В 1955 г. Дуэйн поступил на службу в ВВС США. В 1955–1956 гг. в интернатуре Медицинского центра имени Уолтера Рида Армии США он прошел подготовку по основным клиническим дисциплинам и в 1956–1957 гг. служил главным авиационным врачом на авиабазе Келли (Техас).

Дополнительную подготовку Дуэйн прошел в Школе авиационной медицины, получив квалификацию летного врача, в Школе ядерной медицины и Школе ракетной медицины на мысе Канаверал, а в 1958 г. получил еще и степень магистра в области общественного здравоохранения в Школе гигиены Университета имени Джо-на Хопкинса.

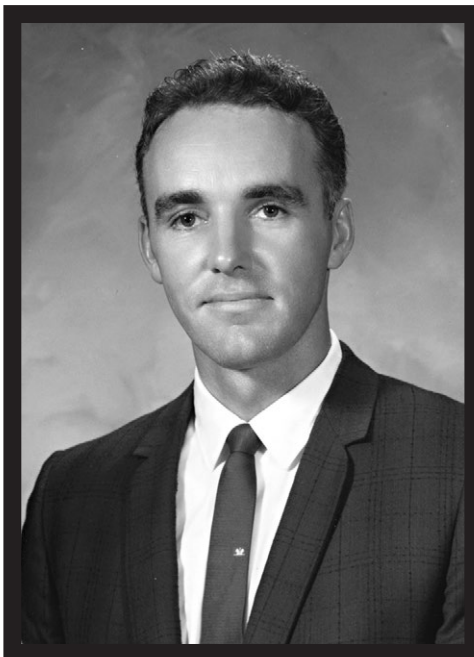
Становление Грейвлина как специалиста совпало с началом Космической эры. «У всего есть свое начало, – вспоминал он позже, – и я думаю, что для меня все началось со Спутника. С этого момента я делал всё, что мог, чтобы не сходить с траектории, ведущей в космос».

Закончив клиническую ординатуру по специальности «Аэрокосмическая медицина» в Школе авиационной и космической медицины ВВС США, в июле 1960 г. Грейвлин получил назначение в Исследовательскую лабораторию аэрокосмической медицины ВВС США на авиабазе Райт-Паттерсон в Дейтоне (Огайо), где изучал действие невесомости на организм человека и противодействие ему.

Уже в 1960 г. он участвовал в важном и тяжелом эксперименте по водной иммерсии: надев резиновый костюм, Дуэйн в течение недели плавал в бассейне с водой. Исследуя его организм, медики зафиксировали атрофию мышц, потерю кальция и другие симптомы, а сам испытуемый при выходе из бассейна чувствовал физическую слабость и неясность сознания. Кстати, именно ему принадлежала идея устройства для создания отрицательного давления на нижнюю часть тела, реализованного под именем LBNP на станции Skylab и ОДНТ «Чибис» в советской космической программе.

Дуэйна привлекли также к медицинскому контролю американских космических полетов. В течение нескольких лет, начиная с полета шимпанзе Эноса (MA-5) в ноябре 1961 г. и до первых миссий Gemini, его регулярно командировали на пункты и корабли слежения для оперативной оценки состояния астронавтов на орбите.

В июле 1962 г. Грейвлин возглавил группу анализа по медицинским данным советских космонавтов на авиабазе Брукс в Сан-Антонио (Техас). Изучая записи телеме-



## Дуэйн Эдгар Грейвлин

02.03.1931 – 05.09.2016

трических сигналов с «Востоков», он сумел найти в них информацию о частоте дыхания и сердечных сокращений, передававшихся в незашифрованном виде.

В марте 1965 г., находясь в командировке на корабле Rose Knot Victor в Тихом океане перед полетом Gemini 3, он узнал о старте «Восхода-2». Грейвлин попросил настроить аппаратуру корабля на советские частоты, подключил другие станции NASA и в реальном времени «слушал» выход Алексея Леонова в открытый космос.

В 1964–1965 гг. майор Грейвлин служил начальником управления анализа данных по советской космической биологии и медицине в Отделе изучения зарубежной техники ВВС США. В июне 1965 г., перед самым отбором, он уволился из ВВС и был принят на должность летного врача в Центре пилотируемых космических кораблей в Хьюстоне.

28 июня 1965 г. Дуэйн Грейвлин был зачислен в отряд астронавтов NASA в первой группе ученых-астронавтов и, поскольку он имел лишь права частного пилота, получил направление на годовую летную подготовку на реактивных машинах на авиабазе Уильямс в Аризоне. Однако его карьера астронавта рухнула, не успев начаться.

В июле жена астронавта Кэрол Джейн подала на развод, мотивируя свою просьбу «бурными и неконтролируемыми вспышками гнева» мужа. Ни сам развод, ни его причина никак не соответствовали тщательно формируемому в общественном мнении безупречному образу астронавта. Дик Слейтон, руководивший в Хьюстоне Отделом операций летных экипажей, увидел в этом дополнительную опасность: отвлечение от выполнения обязанностей астронавта. Именно он недвусмысленно рекомендовал Грейвлину уйти по-хорошему.

18 августа того же года NASA объявило, что Грейвлин покидает отряд по «личным

причинам», которые так и не были детализированы. Таким образом, Дуэйн провел в отряде астронавтов меньше двух месяцев, поставив в этом смысле отрицательный «рекорд», и стал первым отобранным астронавтом, не совершившим ни одного полета, – естественно, кроме погибших. Дуэйн даже не попал на групповой фотоснимок 4-го набора NASA. Кстати, из пяти остальных ученых Кёртис Майкел ушел в 1969 г. ввиду несогласия с политикой NASA, Харрисон Шмитт побывал на Луне, а трое слетали на «Скайлэбе».

До ноября 1965 г. Грейвлин продолжал работать в Отделе летных врачей Центра пилотируемых космических полетов, а затем вернулся на родину в Вермонт и открыл частную практику в г. Бёрлингтон. Некоторое время он также работал в министерстве здравоохранения штата, а с 1975 г. находился на службе в Национальной гвардии Вермонта в качестве авиационного врача, дослужившись до полковника.

В 1981 г. Грейвлин ненадолго вернулся в NASA и возглавил медицинский отдел в Космическом центре имени Кеннеди, обеспечивая выполнение четырех испытательных полетов шаттла «Колумбия», но уже через полгода уехал обратно в Вермонт. Он занимался врачебной практикой с перерывами до 1994 г., а позднее работал подменным врачом в различных клиниках. Его врачебную лицензию приостановили в 1987 г. за утрату большой партии наркотического вещества демерол и окончательно отозвали в 1994 г. по обвинению в сексуальных контактах с несовершеннолетними.

Грейвлин – автор 15 книг мемуарного, научно-популярного и научно-фантастического жанра. Популярность приобрела его книга «Липитор – похититель памяти», посвященная опасному побочному воздействию препаратов из группы статинов для снижения уровня холестерина. Дуэйн Грейвлин написал три книги на эту тему после того, как сам испытал временную утрату памяти в результате приема липитора.

Дуэйн Грейвлин был женат шесть раз и оставил после себя пятерых взрослых детей. – Л.Р.

