

2017

08 (415)

# Н О В О С Т И КОСМОНАВТИКИ



Журнал для профессионалов  
и не только

ISSN 1561-1078



9 771561 107002 >



РОСКОСМОС

# НОВОСТИ КОСМОНАВТИКИ

ЖУРНАЛ ГОСКОРПОРАЦИИ РОСКОСМОС

Основан в августе 1991 г.  
Марининым И. А. в компании «Видеокосмос».

Издается ЦНИИ машиностроения

## Редакционный совет:

**И. А. Комаров** –

генеральный директор

Госкорпорации «РОСКОСМОС»,

**И. Ю. Буренков** –

исполнительный директор по коммуникациям  
Госкорпорации «РОСКОСМОС»,

**А. В. Головкин** –

заместитель главнокомандующего ВКС –  
командующий Космическими войсками,

**О. А. Горшков** –

генеральный директор ФГУП ЦНИИмаш,

**В. А. Джанибеков** –

президент АМКос, летчик-космонавт,

**Н. С. Кирдод** –

вице-президент АМКос,

**В. В. Ковалёнок** –

президент ФКР, летчик-космонавт,

**И. А. Маринин** –

главный редактор «Новостей космонавтики»,

**Р. Пишель** –

глава представительства ЕКА в России,

**Б. Б. Ренский** –

директор «R&K»,

**В. А. Шабалин** –

генеральный директор

ООО «СИНТЕЗ»

## Редакционная коллегия:

**Главный редактор:** Игорь Маринин

**Обозреватель:** Игорь Лисов

**Редакторы:** Игорь Афанасьев,

Андрей Красильников

**Редактор ленты новостей:**

Александр Железняков

**Дизайн и верстка:**

Олег Шинькович, Татьяна Рыбасова

**Литературный редактор:**

Алла Сеницына

**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:**

Москва, ул. Щепкина, д. 42

**Адрес редакции для писем:**

141070, Московская обл., г. Королёв,

ул. Пионерская, д. 4

Телефоны: +7 (926) 997-31-39

+7 (495) 513-46-13

E-mail: LisovIA@tsniimash.ru

DavidovaVV@tsniimash.ru

Web: www.novosti-kosmonavтики.ru

Тираж 1500 экз. Цена свободная

Отпечатано в ООО «МЕДИАКОЛОР»

Подписано в печать 27.07.2017

Журнал издается с августа 1991 г.

Зарегистрирован в Государственном комитете  
РФ по печати № 0110293

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

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

# № 8 (415) 2017

Информационный период  
1–30 июня 2017 г.

## ТОМ 27

### ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

26	Рыжков Е. Второй «Путеводитель» Журавин Ю.
28	Вернуться, чтобы взлететь. В полете – ViaSat 2 и Eutelsat 172B
32	Афанасьев И. Первый орбитальный пуск GSLV Mk.III
37	Журавин Ю. «Протон» поднял гиганта. Стартовал спутник мобильной связи EchoStar 21
40	Лисов И. Китайская рентгеновская обсерватория HXMT
44	Лисов И. «Чжунсин-9А»: еще одна осечка «Великого похода»
46	Кучейко А. Индийский аппарат съемки Земли с спутчиками. Шестой спутник высокоточного зондирования серии Cartosat-2 и 30 малоразмерных полезных нагрузок
53	Красильников А. Третий пуск легкого «Союза»
55	Рыжков Е. Второй спутник спустя 36 лет
57	Афанасьев И. Рутинный полет – новая десятка «Иридиумов» на орбите
60	Мохов В. Пуск по-быстрому. На орбите телекоммуникационные спутники Hellas Sat 3 и GSAT-17

### ПРЕДПРИЯТИЯ. ОРГАНИЗАЦИИ

63	Новые назначения в отрасли
64	Афанасьев И. Новый российский провайдер

### СРЕДСТВА ВЫВЕДЕНИЯ

66	Чёрный И. Приключения напечатанного двигателя
----	---

### СОВЕЩАНИЯ. КОНФЕРЕНЦИИ. ВЫСТАВКИ

68	Розенблюм Л. Ле-Бурже–2017: картина стабильности
71	Смирничевский Л. Секреты «Алмазов» стали доступны всем

### КОСМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА

72	Рыжков Е. Новые изоляционные эксперименты ИМБП
----	--

## В номере:

### ПОКА ВЕРСТАЛСЯ НОМЕР

1	Лисов И. Пока верстался номер...
---	-------------------------------------

### ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

2	Красильников А. Приземление между двух озер
3	Красильников А. Итоги полета 51-й основной экспедиции на МКС
4	Красильников А. Олег Новицкий: «Я очень люблю Белоруссию и не разделяю ее с Россией»
5	Красильников А., Хохлов А. Полет экипажа МКС-51/52 Июнь 2017 года
12	Лисицина К. 60-я сессия COPUOS
13	Афанасьев И. Первый повторный полет «Дракона» Журавин Ю. Грузы SpX-11: пульсаровский «секстант», «музы» для наблюдения Земли и «роза» в рулоне
15	Красильников А. «Прогресс МС-06»: запчасти для «Орланов» и четыре малых спутника
18	Красильников А. «Прогресс МС-06»: запчасти для «Орланов» и четыре малых спутника
22	Лисов И. «Тяньчжоу-1» ушел в автономный полет

### КОСМОНАВТЫ. АСТРОНАВТЫ. ЭКИПАЖИ

23	Лисов И. 22-й набор астронавтов NASA
----	---

### СТРАНИЦА ПАМЯТИ

73	Памяти Анатолия Ивановича Киселёва
----	---------------------------------------

На первой странице обложки: Старт РН «Протон-М» с КА EchoStar 21.

Космодром Байконур, 8 июня 2017 г. Фото С. Сергеева, ЦЭНКИ

На четвертой странице обложки: Заправка РН «Союз-2.1А» с ТКГ  
«Прогресс МС-06». Космодром Байконур, 14 июня 2017 г.

Фото С. Сергеева, ЦЭНКИ

# ПОКА ВЕРСТАЛСЯ НОМЕР...

Из-за повреждения антенны на спутнике-ретрансляторе TDRS-M его запуск откладывается до 3 августа, сообщило **22 июля** NASA.

**20 июля** транспортный грузовой корабль «Прогресс МС-05» отстыковался от стыковочного отсека «Пирс» (СО1) российского сегмента МКС и в ночь на 21 июля был сведен с орбиты над южной частью Тихого океана.

Выступая **19 июля** на конференции по развитию МКС в Вашингтоне, глава компании SpaceX Элон Маск объявил об отмене планов ракетной посадки пилотируемого корабля Dragon на Землю и на Марс. Как следствие, планы отправки корабля этого типа на Марс в 2020 г. придется отложить на неопределенное время, необходимое для создания альтернативной системы мягкой посадки. Он также сообщил о значительных сложностях, с которыми столкнулась разработка тяжелого носителя Falcon Heavy, и предположил, что ее первый пуск вполне может завершиться аварией.

**18 июля** Госкорпорация «Роскосмос» и АКБ «Новикомбанк» подписали соглашение о сотрудничестве по развитию комплексного банковского обслуживания Госкорпорации.

**С 18 по 23 июля** в Жуковском проходил Международный авиационно-космический салон МАКС-2017. Госкорпорация «Роскосмос» представила объединенную экспозицию предприятий ракетно-космической промышленности России, в число которых входили РКК «Энергия», НПО «Энергомаш», РКЦ «Прогресс», АО РКС с дочерними обществами, Корпорация ВНИИЭМ, «Спутниковая система «Гонец», КБ «Арсенал» и МЗ «Арсенал», «Композит», НПО имени С. А. Лавочкина, НПО автоматики и др.

17 июля холдинг «Российские космические системы» объявил о разработке универсальной бортовой телеметрической системы нового поколения, которая будет обеспечивать мониторинг параметров пусков новой РН «Союз-5», перспективной сверхтяжелой ракеты, а также уже существующих РН семейства «Союз» и «Ангара» и космических кораблей «Союз» и «Прогресс».

**17 июля** исполнилось 40 лет со дня первого запуска в беспилотном варианте транспортного корабля снабжения ТКС, созданного в НПО машиностроения под руководством В. Н. Челомея. Корабль, получивший официальное наименование «Космос-929», был выведен на орбиту РН «Протон».

**16 июля** с аэродрома Чкаловский на Байконур отбыли космонавты и астронавты экипажа 52/53-й основной экспедиции на МКС. В основной экипаж входят командир С. Н. Рязанский (Роскосмос) и бортинжене-

ры Рэндольф Брезник (NASA) и Паоло Несполи (ЕКА). Дублиры – Александр Мисуркин (Роскосмос), Марк Ванде Хай (NASA) и Норисигэ Канаи (JAXA).

**15 июля** исполнилось 60 лет со дня создания базы межконтинентальных ракет «Ангара», ставшей впоследствии космодромом Плесецк.



**14 июля** со стартового комплекса 31-й площадки космодрома Байконур осуществлен пуск РН «Союз-2.1А» с РБ «Фрегат-М». На орбиту наклонением 97,4° и высотой 510 км был успешно выведен российский КА дистанционного зондирования Земли «Канопус-В-ИК». Кроме того, на орбиты двух разных высот были доставлены 72 попутных малых спутника, в том числе российские «Маяк», «Искра-МАИ-85», «Экватор-УТЕ-ЮЗГУ» и два МКА-Н.

**13 июля** ЦПК и Роскосмос объявили, что приступают к тестированию кандидатов в отряд космонавтов, заявления которых уже одобрены, и одновременно продолжается прием заявок. Преимущество при отборе будет отдаваться молодым людям, которые «обладают инженерными, техническими и естественно-научными компетенциями».

Указом Президента Российской Федерации от **12 июля** 2017 г. №315 за мужество и высокий профессионализм, проявленный при осуществлении длительного космического полета на Международной космической станции, Герой Российской Федерации, летчик-космонавт РФ, первый заместитель начальника ЦПК имени Ю. А. Гагарина Юрий Маленченко удостоен ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени; Герой Российской Федерации, летчик-космонавт РФ Сергей Волков – орденом «За заслуги перед Отечеством» III степени; Герой Российской Федерации, летчик-космонавт РФ Михаил Корниенко – орденом «За заслуги перед Отечеством» IV степени.

**5 июля** с площадки LC-39А Космического центра имени Кеннеди был осуществлен пуск ракеты-носителя Falcon 9 FT с телекоммуникационным спутником Intelsat-35e.

Пуск успешный: аппарат выведен на расчетную геопереходную орбиту. Первая ступень носителя совершила успешную посадку.

**5 июля** генеральный директор АО ИСС им. М. Ф. Решетнёва Николай Тестоедов сообщил ТАСС о выводе из эксплуатации навигационного спутника «Глонасс-М» №715, который был запущен 24 декабря 2006 г. и проработал в группировке 126 месяцев, перекрыв в полтора раза расчетный срок службы в 84 месяца. Новый КА планируется вывести на орбиту в середине сентября.

**4 июля** Президент России Владимир Путин и Председатель КНР Си Цзиньпин обсудили вопросы сотрудничества в высокотехнологических областях. Как сообщил после встречи В. В. Путин, готовится очередная программа сотрудничества в области космоса на 2018–2022 гг.

Заместитель председателя Правительства РФ Дмитрий Rogozin сообщил **3 июля** в интервью РИА «Новости», что в 2017 г. на космодроме Восточный запланировано два пуска, а в 2018 г. – пять с последующим ростом. Он также напомнил, что первый пуск РН «Ангара-5М» с нового старта на Восточном планируется на 2021 г., а первый пуск новой средней ракеты «Союз-5» с Байконура – на 2022 г., и заявил, что после 2025 г. с Восточного будет запускаться носитель сверхтяжелого класса.

**3 июля** грузовой корабль Dragon был отстыкован от МКС и в тот же день успешно приземлился в расчетном районе Тихого океана.



**2 июля** 2017 г. с космодрома Вэнчэн состоялся пуск ракеты-носителя «Чанчжэн-5» №Y2 с экспериментальным спутником связи «Шицзянь-18». Ракета потерпела аварию из-за отказа в полете одного из двух кислородно-водородных двигателей YF-77 центрального блока. Конкретные причины происшедшего выясняются.

Премьер-министр Канады, выступая **1 июля** в парламенте страны, официально представил двух новых астронавтов Канадского космического агентства. Дженнифер Сайди (Jennifer Sidey) из Кембриджского университета и Джошуа Кутрык (Joshua Kutryk) из Королевских ВВС Канады приступят к общекосмической подготовке вместе с 22-й группой кандидатов в астронавты NASA.

Более подробно о событиях, отмеченных красным цветом, читайте в следующем номере «Новостей космонавтики». Составитель И. Лисов

А. Красильников.  
«Новости космонавтики»  
Фото А. Пантюхина, ЦЭНКИ

## Приземление между двух озер

2 июня в 17:10:30.2 ДМВ в 148 км юго-восточнее казахстанского города Джезказган совершил посадку спускаемый аппарат пилотируемого корабля «Союз МС-03», в котором на Землю после полугодового полета на МКС вернулись «Казбеки» – россиянин Олег Новицкий и француз Тома Песке.

Первоначально их приземление намечалось на 16 мая, но вследствие отсрочки запуска «Союза МС-05» с 29 мая до 28 июля оно было перенесено на 2 июня. С Олегом и Тома должна была вернуться Пегги Уитсон, однако в апреле было принято решение о продлении ее орбитальной вахты на три месяца, и теперь американка возвратится на Землю на «Союзе МС-04» вместе с Фёдором Юрчихиным и Джеком Фишером (НК № 6, 2017, с. 19).

Таким образом, впервые с марта 2010 г. на «Союзе» приземлились два человека, а освободившееся правое кресло на корабле занял грузовой контейнер.

Итак, в 10:32 были закрыты переходные люки между «Союзом МС-03» и Малым исследовательским модулем «Рассвет». В 13:47:04 корабль массой 6705 кг отчалил от станции. МКС массой 408 584 кг осталась на орбите наклонением 51.66°, высотой

403.54×420.63 км и периодом обращения 92.61 мин.

*Новицкий:* Есть [индикация] «Режим ССВП (система стыковки и внутреннего перехода. – А.К.) выполнен», есть расхождение. Есть погасание [индикации] «Сцепки». Есть [индикация] ГСО-1, 2 (готовность системы ориентации. – А.К.). Наблюдаем стыковочный узел, посторонних предметов не обнаружено. Так, а где же колокол? (Обычно после отбытия экипажа на американском сегменте МКС по морской традиции ударяют в колокол. – А.К.) Изображение [станции на дисплее] четкое. Так, *Suqnu* (грузовой корабль, находящийся на нижнем узле модуля Unity)...

*Песке:* Да.

В 13:50:06 «Союз МС-03» с помощью двигателей причаливания и ориентации (ДПО) выдал первый импульс увода от МКС длительностью 8 сек, после чего развернулся по крену и в 13:51:26 выдал второй импульс продолжительностью 15 сек.

*Новицкий:* Есть включение ДПО. Есть отключение двигателей. Есть разворот. [Индикация] ГСО-1 погасла. Есть прекращение разворота. Есть обобщенная ГСО. Есть включение ДПО. Отработали 15 сек. Есть пога-

сание [индикации] БДУСов (блок датчиков угловой скорости. – А.К.), акселерометров. [Индикация] «Наддув [баков комбинированной двигательной установки]» погас.

Поисково-спасательное обеспечение посадки «Союза МС-03» было организовано Росавиацией во взаимодействии с Министерством обороны РФ, Госкорпорацией «Роскосмос», Федеральным медико-биологическим агентством, РКК «Энергия» имени С. П. Королёва и ЦПК имени Ю. А. Гагарина. Работами руководил начальник Управления авиационно-космического поиска и спасания Росавиации Сергей Прусов.

Перед приземлением специалисты Росавиации провели облет района № 6 юго-восточнее Джезказгана, а также районов № 1 и № 2 северо-восточнее Аркалыка, и убедились в их пригодности для посадки космонавтов в основную и резервную даты.

Для обеспечения безопасности возвращения «Союза МС-03» были задействованы более 150 военнослужащих, 12 вертолетов Ми-8, три самолета (два Ан-12 и один Ан-26) и 14 единиц автотехники, в том числе шесть поисково-эвакуационных машин (ПЭМ) повышенной проходимости. При этом два Ми-8 и один Ан-12 прикрывали район приземления при возможном баллистическом спуске, один Ан-26, один Ан-12 и два Ми-8 контролировали траекторию управляемого спуска, восемь Ми-8 и четыре ПЭМ патрулировали штатный район посадки.

В 16:17:09 включился сближающе-корректирующий двигатель «Союза МС-03»: проработал 277 сек и выдал тормозной импульс величиной 128 м/с. Спуск с орбиты прошел по плану.

Корабль приземлился в точке с координатами 47°27'10.92" с.ш., 69°36'58.5" в.д., в 9 км севернее плановой точки (47°22'24" с.ш., 69°37'06" в.д.), которая была уточнена после расстыковки. Длительность полета космонавтов составила 196 сут 17 час 50 мин 18 сек (с учетом секунды, вставленной в счет времени 31 декабря 2016 г.). За две орбитальные командиров-





ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

ки Новицкий набрал в сумме 340 сут 10 час 05 мин 20 сек. Напомним, что для Песке это было первое возвращение из космоса.

Так случилось, что спускаемый аппарат (СА) сел между двумя озерами, в нескольких десятках метрах от одного из них. По видео казалось, что в последний момент перед касанием ветер подул в благоприятную сторону – и корабль не угодил в озеро. После приземления СА упал на бок, а снова надувшийся купол парашюта еще немного протаскил его подальше от озера, пока Олег не отстрелил парашют.

Перед открытием люка подоспевшие вскоре спасатели перекатали лежащий на боку корабль, чтобы ослабевший в невесомости экипаж не висел в нем вниз головой. Из СА поочередно достали Новицкого и Песке и усадили их в кресла. Затем последовал визуальный осмотр космонавтов врачами с измерением пульса и артериального давления крови. Тем временем корабль подняли в вертикальное положение – так легче вытаскивать грузы.

**Новицкий:** Работа прошла штатно. Техника не подвела, благодаря конструкторам. Экипаж чувствует себя хорошо. Наслаждаемся красотой казахстанской степи.

К Олегу подошел первый заместитель генерального конструктора – главный конструктор пилотируемых космических комплексов РКК «Энергия» Сергей Романов. «Сергею Юрьевичу и всему коллективу [РКК «Энергия»] – все прошло замечательно! Спасибо!» – поблагодарил Новицкий.

После этого космонавтов поднесли в креслах к СА, и они оставили на нем свои автографы. Потом «Казбеков» отнесли в развернутую неподалеку оранжевую медицинскую палатку. Начало темнеть, поэтому специалисты установили и зажгли возле корабля лампу.

Затем космонавты на вертолетах Ми-8 убыли в Караганду, откуда Новицкий отправился на самолете Ту-134 на подмосковный аэродром Чкаловский, а Песке на самолете ЕКА – в немецкий Кёльн.

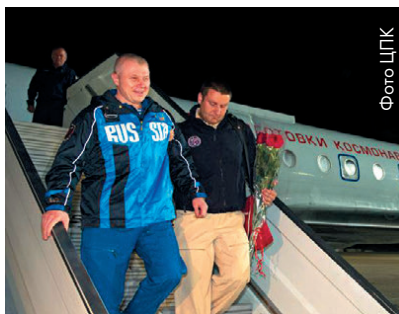


Фото ЦПК



Фото ЕКА

## Итоги полета 51-й основной экспедиции на МКС

### Основные события и участники

**51-я экспедиция** на МКС началась **10 апреля 2017 г.** с расстыковки от станции и посадки пилотируемого корабля «Союз МС-02» с экипажем в составе: командир корабля – космонавт Госкорпорации (ГК) «Роскосмос» Сергей Николаевич Рыжиков, бортинженер-1 – космонавт ГК «Роскосмос» Андрей Иванович Борисенко и бортинженер-2 – астронавт NASA Роберт Шейн Кимброу.

На МКС продолжил полет экипаж в составе: командир станции – астронавт NASA **Пегги Аннетт Уитсон**, бортинженер-4 – космонавт ГК «Роскосмос» **Олег Викторович Новицкий** и бортинженер-5 – астронавт ЕКА, гражданин Французской Республики **Тома Готье Песке**.

20 апреля к МКС причалил «Союз МС-04» с экипажем в составе: командир корабля – космонавт ГК «Роскосмос» **Фёдор Николаевич Юрчихин**, бортинженер-1 – астронавт NASA **Джек Дэвид Фишер**. На станции они стали соответственно бортинженером-1 и -2.

22 апреля с использованием дистанционного манипулятора SSRMS грузовой корабль Cygnus (ОА-7) поймали и присоединили к нижнему порту Узлового модуля Unity.

12 мая Уитсон и Фишер совершили плановый выход в открытый космос из Шлюзового отсека Quest продолжительностью 4 часа 13 мин для замены блока авионики ExPCA на платформе ELC-4 на секции S3 американской

поперечной фермы, тестирования кабеля передачи данных на магнитном спектрометре AMS-02 на секции S3, установки теплозащитного покрытия на гермоадаптере PMA-3 и ремонта экранно-вакуумной теплоизоляции на дистанционном манипуляторе JEM RMS.

16–18 и 25–26 мая с помощью JEM RMS были запущены 35 малых спутников: QBUS-4, HAVELSAT, SOMP2, Icescube, CXBN-2, Kysat-3, Phoenix, X-CubeSat, qbee50-LTU-OC, ALTAIR-1, SHARC, ZA-Aerosat, LINK, CSUNsat-1, Biarri-Point, Spacecube, UPSat, Hoopoe, QBUS-1, UNSW-ECO, NJUST-1, LilacSat-1, DUTHSat, nSIGHT-1, QBITO, Aalto-2, SUSat, SNUSat-1b, PolyITAN-2-SAU, i-INSPIRE-2, SNUSat-1, ExAlta-1, BeEagleSat, QBUS-2 и Aoxiang-1.

23 мая Уитсон и Фишер осуществили внеплановый выход из модуля Quest длительностью 2 час 46 мин с целью замены отказавшего 20 мая модернизированного мульти-

плексора-демультиплексора EPIC MDM EXT-1 на секции S0 и установки двух антенн беспроводной связи EWC на Лабораторном модуле Destiny.

В ходе 51-й экспедиции были проведены две коррекции орбиты станции. Экипаж выполнил эксперименты по российской, американской, европейской, канадской и японской научным программам.

2 июня «Союз МС-03» покинул МКС и приземлился с экипажем в составе: командир корабля – Олег Новицкий и бортинженер-1 – Тома Песке. Продолжительность полета космонавтов составила **196 сут 17 час 50 мин 18 сек** (с учетом секунды, вставленной в счет времени 31 декабря 2016 г.).

На станции остался экипаж 52-й экспедиции в составе: командир МКС – Фёдор Юрчихин, бортинженер-2 – Джек Фишер и бортинженер-3 – Пегги Уитсон.

### Основные динамические операции

Дата и время, UTC	Корабль	Событие
10.04.2017, 07:57:26	TK «Союз МС-02» (11Ф732А48 №732)	Расстыковка от МИМ-2 «Поиск»
10.04.2017, 11:20:21.6	TK «Союз МС-02»	Посадка в 150 км юго-восточнее Джезказгана (Казахстан): 47°22'11.76" с.ш., 69°36'42.06" в.д.
18.04.2017, 15:11:26.1	TKG Cygnus (полет ОА-7)	Запуск из CCAFS (США), СК SLC-41
20.04.2017, 07:13:43.171	TK «Союз МС-04» (11Ф732А48 №735)	Запуск с Байконура (Казахстан), площадка №1, ПУ №5
20.04.2017, 13:18:30	TK «Союз МС-04»	Стыковка к МИМ-2 «Поиск» в автоматическом режиме
22.04.2017, 10:05	TKG Cygnus	Захват манипулятором SSRMS
27.04.2017, 05:10:00	СМ «Звезда» (17КСМ №12801)	Коррекция орбиты МКС
17.05.2017, 21:35:00	СМ «Звезда»	Коррекция орбиты МКС
02.06.2017, 10:47:04	TK «Союз МС-03» (11Ф732А48 №733)	Расстыковка от МИМ-1 «Рассвет»
02.06.2017, 14:10:30.2	TK «Союз МС-03»	Посадка в 148 км юго-восточнее Джезказгана (Казахстан): 47°27'10.92" с.ш., 69°36'58.5" в.д.

Итоги подвел А. Красильников



А. Красильников.  
«Новости космонавтики»

## Олег Новицкий: «Я очень люблю Белоруссию и не разделяю ее с Россией»

Он рассказал, что сейчас, в период своей послеполетной реабилитации, в ЦПК заканчивает эксперименты и исследования, начавшиеся до полета и продолжавшиеся на МКС. «Постоянно какие-то датчики, действия какие-то проходят, анализы идут постоянно, – добавил космонавт. – А так состояние хорошее. Сегодня уже третий день идет, а чувствую себя просто прекрасно. Я осознал, что вернулся на Землю, когда раскрылся парашют».

Олег считает самым неприятным и тяжелым в космическом полете – это расставание с близкими и друзьями на долгий период времени. Не хватало ему и нормальных земных вещей, к примеру, свежего воздуха и леса. Но космонавты умеют справляться с негативными эмоциями: «Помогает работа – она загружает, и ты не думаешь ни о чем лишнем. Постоянно что-то делаешь, выполняешь какие-то задачи и надеешься, что они важные и все-таки пригодятся кому-то».

По его словам, в грузовом контейнере, установленном в правом кресле «Союза МС-03», на Землю были возвращены результаты экспериментов и много станционного оборудования, чтобы специалисты могли посмотреть степень его деградации. «Каждый агрегат, который провел какой-то период на орбите, подвергался воздействию радиации. И они должны посмотреть, как он изнашивается, чтобы планировать на будущее какие-то работы. Сейчас они посмотрят фотоаппаратуру, которую мы вернули, как она деградирует в условиях космоса. [Выяснят], почему отказал тот или иной прибор. Был ли это какой-то брак, хотя это вряд ли, конечно, или отказ произошел из-за того, что агрегат очень долго находился на орбите», – объяснил О. В. Новицкий.

Он сообщил, что вдвоем с Фёдором Юрчихиным выполнял все запланированные работы на российском сегменте МКС: «Если руководство Роскосмоса посчитало, что на данную программу полета достаточно двух человек, то, в принципе, мы вдвоем работали и справлялись со всеми задачами».

Находясь на орбите, Олег сам себе запломбировал зуб. «Зуб не болел. Просто немножко откололся кусочек пломбы, и, чтобы прекратить дальнейшую деградацию материала, пришлось наложить пломбу. Врачи посоветовали, дали рекомендацию, как это лучше сделать. Хотя нас и обучали, но, в любом случае, напоявление здесь не повредит, – поделился он с журналистами. – Они рассказали, показали саму процедуру, показали материал, что с ним нужно делать и как. И я несколько раз ее устанавливал. Это не пломба. Больше похоже на замазывание трещины. Но конкуренцию нашим стоматологам я не составлю, конечно».

Когда астронавтам на американском сегменте станции в конце мая пришлось выполнять внеплановый выход в открытый космос для замены отказавшего модернизированного мультиплексора-демультиплексора EPIC MDM EXT-1 (НК № 7, 2017, с.21-22), то Новицкий оказал содействие

соседям. «Пломбка была серьезная, поэтому они назначили экстренный выход. Но у нас все системы дублированы и троированы, то есть на жизнеспособность самой станции это не повлияло никак. Да, немножко изменили распорядок работы для американских членов экипажа, – сказал он. – Мне добавилась одна работа по помощи в обеспечении выхода, когда они выходили и возвращались обратно. Я помогал устанавливать средство спасения SAFER [на скафандры] и потом демонтировать его обратно, поскольку одному человеку это неудобно делать. Все процедуры этих действий расписаны, каждый знает свои действия и очень сильно на работе экипажа это не сказывается».

В ходе полета Олег снимал и территорию своей малой родины. «Я очень люблю Белоруссию и никак не разделяю с Россией. Для меня это едино – одна земля, один народ. Я там родился, получил образование, у меня там все близкие. Мне очень нравится приезжать туда в отпуск, отдыхать, – признался космонавт. – И, конечно, я старался по максимуму сделать какие-то фотографии Белоруссии, [показать], как она выглядит сверху. Погода и проходы действительно позволяли это делать».

Новицкий пока не думает о третьем космическом полете, хотя у него есть желание выйти в открытый космос. «Ближайшие планы не насчет следующего полета, а когда дочка (младшая дочь Рита. – А.К.) признает наконец-то. Потому что до сих пор не признает, плачет. Надо подождать, пожить дома хоть чуть-чуть», – с улыбкой произнес он.

Олег рассказал, что во время полета взаимоотношения между членами экипажа станции были довольно ровными и дружескими: «Все понимали, где мы находимся. Оттуда нельзя уйти, хлопнуть дверь, где-то переждать, потом вернуться. Все равно придется общаться с этими людьми, поэтому никто не доводил свои отношения до конфликтной ситуации. И в процессе подготовки к полету мы готовимся в составе условных экипажей, то есть с разными людьми, и ты прекрасно понимаешь, что надо уметь ладить с каждым. И это залог маленького успеха в большом деле».

Новицкий отметил, что у него с Юрчихиным очень многие взгляды на какие-то вещи сходятся. «Допустим, у каждого человека есть какой-то свой план. Он у всех немножко разный, ты пытаешься под кого-то подстроиться, кто-то под тебя подстраивается, – разъяснил он. – С Фёдором получалось так, что у нас взгляды на эти вещи совершенно одинаковы. И в этом плане тоже было очень комфортно».

Олег рассказал, что Тома так и не сыграл членам экипажа на саксофоне, который ему привезли на МКС: «Напрямую не сыграл, а на посадке ему уже не до игр было... Ему понравился полет, мне с ним тоже понравилось работать, хороший такой сообразительный человек, молодец».

5 июня в ЦПК имени Ю.А.Гагарина прошла пресс-конференция космонавта Олега Новицкого, на которой он поделился с журналистами своими впечатлениями от прошедшего полета.

«Второй полет проходит как-то более осознанно. Тем более – сам удар посадки. Все движения корабля, работа экипажа более знакома, – отметил он. – Какие-то вопросы я уже рассказывал Тома (Песке. – А.К.), чтобы он ожидал, что будет происходить. Ощущалось это как-то по-другому, поскольку в первом полете были одни ощущения, а сейчас все более знакомо. И была небольшая радость от того, что перед спуском погода в Казахстане хорошая, не такая, как в прошлый раз (в марте 2013 г.; НК № 5, 2013, с.24-26), то есть фотографии будут хорошие. Это очень радовало, потому что с первого полета практически ничего не осталось. И приземлились хорошо, достаточно мягко. Как раз меж двух маленьких озер, то есть аккуратно попали на сухую поверхность. Никому не создали этим проблем. Было здорово!»

Олег признался, что эксперимент «Половой тест» (НК № 11, 2013, с.5), который выполнялся на месте посадки, дался ему нелегко. «Сколько смогли, столько и провели. Сначала положили, а потом по показанию доктор сказал, что хватит, пора лететь домой. Соответственно прекратили все, – пояснил он. – Там нужно было вставать, сохранять равновесие, пройти по какому-то маршруту. Что-то мы сделали, что-то нет. Но опять же, состояние такое в общем было довольно слабое. Сейчас уже намного лучше себя чувствую».

Космонавт назвал человеческий организм чудным созданием, который запоминает на будущее все те состояния, в которых он был: «[Он] очень быстро вспомнил состояние невесомости по прилету [на станцию] и вот сейчас [после возвращения на Землю] так же. В этом плане помогает восстанавливаться очень хорошо. Но в первый раз [мой] внешний вид был не такой, может быть, браваый, как на этот раз, потому что в первый раз мы ждали в [спускаемом] аппарате [прибытия спасателей], порядка 40 минут сидели, и там все-таки было жарко. И когда нас вытащили, то был прямо такой глоток свежего воздуха. Сейчас нас практически сразу вытащили, довольно быстро».

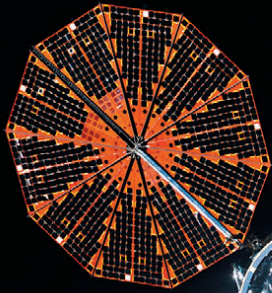
Новицкий заметил, что он и Тома привыкли к своей коллеге по экипажу Пегги Уитсон, которая осталась на станции: «Немножко грустно было оставлять ее там, но это было ее решение о продлении полета».

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

# Полет экипажа МКС-51/52

Июнь 2017 года

ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ



## Экипаж МКС-51:

**Командир** – Пегги Уитсон  
**Бортинженер-1** – Фёдор Юрчихин  
**Бортинженер-2** – Джек Фишер  
**Бортинженер-4** – Олег Новицкий  
**Бортинженер-5** – Тома Песке

## Экипаж МКС-52: (с 2 июня)

**Командир** – Фёдор Юрчихин  
**Бортинженер-2** – Джек Фишер  
**Бортинженер-3** – Пегги Уитсон

## В составе станции на 01.06.2017:

ФГБ «Заря»	УМ Tranquility
УМ Unity	ОМ Cupola
СМ «Звезда»	МИМ-1 «Рассвет»
ЛМ Destiny	МЦМ Leonardo
ШО Quest	НМ ВЕАМ
СО «Пирс»	«Союз МС-03»
УМ Harmony	«Союз МС-04»
ЛМ Columbus	«Прогресс МС-05»
ЭМ Kibo	Cygnus (OA-7)
МИМ-2 «Поиск»	

## «Казбеки» ушли вдвоём

1 июня Олег Новицкий завершил укладку удаляемого оборудования в бытовой отсек и возвращаемого – в спускаемый аппарат (СА) пилотируемого корабля «Союз МС-03». Он также закончил заполнение грузового контейнера, установленного в правом кресле в СА 25 мая вместо ложемента Пегги Уитсон, которая перешла в экипаж «Союза МС-04», чтобы продолжить полет на МКС до сентября (НК №7, 2017, с.18). Вдобавок к этому было осуществлено захолаживание СА перед спуском.

В этот же день в 15:50 UTC Пегги передала командование станцией Фёдору Юрчихину.

– Мы, конечно, будем скучать по Олегу и Тома, – сказала Пегги, сдерживая слезы. – Они исключительные астронавты во всех пониманиях этого слова. Но больше всего мы будем скучать по их чувству юмора и духу товарищества.

– Это было отличное приключение. Просто скажу, что мы с Олегом были действительно горды быть частью такого экипажа и летать с Пегги, – признался Тома Песке. – Пегги – это легенда, но она также абсолютно

невероятный человек для совместной работы или просто пребывания в космосе. Настало время для нас вернуться обратно домой к нашим друзьям и семьям, и мы счастливы. Но это также горьковато-сладкое чувство, потому что мы знаем, что это уникальное место, которое получается посетить только однажды. Это было фантастически, спасибо всем.

– Это честь для меня работать с тобой, Пегги, – отметил Фёдор. – Мы используем твой опыт в космосе, твою душу, твой ум. Самый великолепный человек, удивительный человек. Иногда говорят, что Пегги – это «железная женщина», «стальная женщина». Она удивительная женщина, удивительный человек в космосе. Большое спасибо. И добро пожаловать в 52-ю экспедицию!

**2 июня** космонавты сняли винтовые зажимы со стыка между Малым исследовательским модулем «Рассвет» и кораблем «Союз МС-03», после чего переходные люки были закрыты и проверены на герметичность.

В 10:47:04 «Союз МС-03» с Новицким и Песке (одним словом, «Казбеками») покинул станцию и спустя 3.5 часа его спускаемый аппарат успешно приземлился в центральной части Казахстана (с.1-2).

## Ранний отлет «Лебедя»

Первоначально убытие грузовика Cygnus («Лебедь», «Джон Гленн», миссия OA-7) со станции планировалось на 16 июля. Однако запуск корабля Dragon (миссия SpX-11), который намечался на 1 июня с прилетом на МКС 4-го, пришлось отложить на 3 июня с прибытием 5-го. Поэтому NASA оперативно поменяло план, сдвинув уход «Лебедя» влево на 4 июня. Это стало возможным благодаря тому, что астронавты ранее уже заполнили Cygnus удаляемым оборудованием массой 1950 кг.

2 июня экипаж провел три тренировки по отделению грузовика от дистанционного манипулятора SSRMS на бортовом тренажере ROBOT. В тот же день по командам наземных специалистов манипулятор захватил Cygnus за узел PVGF.

3 июня астронавты установили в «Лебедь» и включили капсулы RED-Data-2, задача которых собрать данные об условиях на корабле во время входа в плотные слои земной атмосферы (НК №6, 2017, с.27). Они также закрыли переходные люки между Узловым модулем Unity и кораблем Cygnus. При проверке функционирования нижнего меха-





низма пристыковки СВМ на модуле Unity замок №1 удалось раскрыть только на 190° из положенных 210°. Экипаж снова открыл люк со стороны модуля Unity и обнаружил, что данный замок уперся в теплозащитное покрытие новой конструкции на «Лебеде»... Астронавты убрали зацепление – и замок дошел до конечного положения.

**4 июня** в 11:05 UTC наземные специалисты с помощью манипулятора SSRMS отсоединили Cuprus от нижнего узла модуля Unity и перевели его в положение для отделения. В 13:10 по командам Джека Фишера грузовик отправился в автономный полет.

– В добрый путь и попутного ветра, корабль «Джон Гленн»! – пожелал Джек.

Затем корабль выполнил двухминутное включение двигателей для увода от МКС. В 17:05 «Лебедь» выдал разгонный импульс величиной 1.4 м/с с целью формирования орбиты для третьего эксперимента Saffire по сжиганию образцов материалов (НК №6, 2017, с.27). Предыдущие два эксперимента состоялись в июне и в ноябре 2016 г. (НК №8, 2016, с.7; №1, 2017, с.11).

Эксперимент Saffire-3 начался в 21:17: он заключался в сжигании такой же тонкой панели размером 40×94 см, состоящей из 75% хлопка и 25% стекловолна, как и в эксперименте Saffire-1. Но на этот раз вентиляторы работали на увеличенной скорости для повышения быстроты потока воздуха в экспериментальной установке. Образец сгорел за 20 минут.

«В ходе Saffire-I мы измерили скорость распространения пламени в том же направлении, что и у воздушного потока, а также в противоположном ему направлении, – пояснил руководитель эксперимента в Исследовательском центре имени Гленна NASA Гэри Рафф (Gary Ruff). – Нам необходимо получить дополнительные данные на другой скорости воздушного потока, используя тот же самый материал, чтобы сравнить с данными компьютерной модели».

По его словам, наибольшим удивлением для ученых стала небольшая скорость распространения пламени на образцах. С одной стороны, это хорошо при настоящем пожаре,

а с другой стороны, при этом меньше дыма, поэтому датчики фиксируют его с задержкой. К тому же при низкоскоростных пожарах образуется больше углекислоты.

В последующие четыре дня с «Лебеда» сбрасывались на Землю данные, полученные во время эксперимента. Всего ученые обрели более 50 Гб данных и 4922 снимка.

В 2019 г. запланированы еще три эксперимента Saffire, в ходе которых будут организовываться более объемные и высокоэнергетичные пожары и тестироваться системы очистки после них. Для этого предполагается понижать давление и увеличивать содержание кислорода в воздухе.

8 июня грузовик с помощью двух маневров поднялся примерно на 80 км выше МКС. В 17:53 и 21:03 из пусковых контейнеров NRCS-D фирмы NanoRacks, находившихся на внешней поверхности «Лебеда», вылетели четыре технологических спутника Lemur-2 компании Spire Global, которые получили собственные имена Jennybarna, Angela, Spirovision и Robmoore.

10 июня грузовик выполнил три понижения орбиты с включением двигателей в 14:50:19 (длительность работы – 285 сек, величина импульса – 25.42 м/с), 16:34:36 (307 сек, 27.62 м/с) и 17:20:25 (85 сек, 7.68 м/с).

**11 июня** в 12:00:47 «Лебедь» выдал еще один тормозной импульс (689 сек, 62.98 м/с). Наконец, в 16:36:59 последовал заключительный импульс (5.5 мин, 30.82 м/с) – для сведения корабля с орбиты. В 17:08 грузовик вошел в плотные слои земной атмосферы и разрушился. Несгоревшие элементы его конструкции упали в южной части Тихого океана, в 3200 км восточнее Новой Зеландии.

### Салфетки-индикаторы для бактерий-экстремофилов

1 июня космонавты в интересах эксперимента «Структура» (получение высококачественных кристаллов рекомбинантных белков) деактивировали процесс кристаллизации в аппаратуре «Луч-2М», содержащей биокристаллизационные кассеты с монокри-

сталлами протеинов, и уложили ее в грузовой контейнер в правом кресле спускаемого аппарата корабля «Союз MS-03» для возвращения на Землю.

6 июня Юрчихин в рамках эксперимента «Кальций» (изучение влияния микрогравитации на растворимость фосфатов кальция в воде) измерил проводимости биоматериалов в двух укладках «Кальций-Э» с помощью автономного цифрового устройства «Кальций-И».

15 июня для эксперимента «Фаген» (определение влияния совокупного солнечного и галактического излучения на генетический аппарат бактериофагов в условиях космического полета) Фёдор включил биотехнологический термостат ТБУ-В №4 на температуру +4°C. На следующий день он перенес из прибывшего грузового корабля «Прогресс MS-06» в термостат укладку МСК №4 с мезенхимальными стволовыми клетками, а аналогичную МСК №5 разместил на панели 328 в Служебном модуле «Звезда».

16 июня Юрчихин поместил на экспонирование на панели 327 модуля «Звезда» две укладки в интересах эксперимента «Пробиовит» (разработка простой и удобной технологии получения активного лечебно-профилактического пробиотического продукта, обладающего иммуномодулирующими свойствами), также доставленные «Прогрессом MS-06».

30 июня Фёдор установил в модуле «Рассвет» и проверил функционирование термостата ТБУ-В №5 на температурах +2°C и +37°C. Новый термостат доставлен «Прогрессом MS-06».

1 июня в Лабораторном модуле Columbus Тома снял четыре контейнера с образцами эксперимента Matiss (исследование антибактериальных свойств материалов в космосе) для возвращения на Землю кораблем «Союз MS-03».

В тот же день экипаж подготовил четыре домика для мышей и перчаточный бокс MSG для эксперимента Rodent Research-5, который изучает изменение костной ткани в невесомости. 7 июня астронавты переместили мышей, прибывших на «Дракон» (SpX-11), в их жилища. 9 июня Джек и Пегги, поместив грызунов на время в перчаточный бокс, сделали им первую инъекцию препарата NELL-1, предназначенного для лечения остеопороза.

В течение месяца экипаж делал регулярные инъекции и следил за порядком в

### Головы отрубашь, а они все растут...

Плоский червь, который провел на борту МКС пять недель, смог отрастить отрубленные головы.

Ученые из американского Университета Тафтса перед отправкой червя на станцию кораблем Dragon ампутировали ему часть тела. На МКС тот жил в специальной емкости, заполненной водой и воздухом. По возвращении из космоса у него на месте отрубленной выросла новая голова. Более того, когда червя ампутировали обе головы, он вновь отрастил их.

Исследователи считают, что необычные свойства червей, которые побывали в условиях микрогравитации, объясняются перенесенным во время полета перепадом температур.



мышинных домика. 21 июня пришлось сменить домик №2 вследствие протечки водяного бака из-за прохудившейся мембраны. 29 июня экипаж подготовил десять грызунов к возвращению на Землю живыми на корабле Dragon в начале июля.

21–22 июня астронавты проверили и подготовили в японском Экспериментальном модуле Kibo оборудование для следующего эксперимента Multi Omics-Mouse с мышами, прибывающими на «Дракон» (SpX-12) в августе.

2 июня из установки PCRF в стойке Ryutaі в модуле Kibo были извлечены два контейнера с 47 образцами протеинов и переданы российской стороне для спуска «Союзом МС-03». Результаты российско-японского эксперимента «Кристаллизатор»/JAXA-PCG (кристаллизация биологических макромолекул и получение биокристаллических пленок в условиях микрогравитации) помогут разработать лекарства против мультирезистентных бактерий, болезни Альцгеймера, мышечной дистрофии и периодонтита, а также пригодятся при создании заменителя крови.

8 июня экипаж достал из холодильника Frost-2 образцы эксперимента MT PCG, целью которого является получение кристаллов высокого качества в условиях микрогравитации при умеренной температуре.

6 июня астронавты установили четыре вентилируемых контейнера с плодовыми мушками *Drosophila melanogaster* в инкубатор биологического модуля SABL. Эксперимент Fruit Fly Lab-02 изучает влияние длительной космической полета на сердечную функцию мушек, являющихся для ученых удобным модельным организмом.

В этом месяце Пегги Уитсон регулярно обслуживала эксперимент Cardiac Stem Cells (исследование факторов, влияющих на активность стволовых клеток сердца в условиях микрогравитации) в боксе MSG.

Экипаж также выращивал Резуховидку Таля (*Arabidopsis thaliana*) для европейского исследования Seedling Growth-3 (изучение фототропизма в условиях невесомости). Выращенные образцы уложили для возвращения на «Дракон».

20 июня Джек и Пегги собрали образцы бактерий и грибов с поверхностей модулей американского сегмента станции, включая надувной BEAM. 29 июня астронавты вытерли определенные поверхности в моду-

лях Unity, Tranquility и Cupola стерильными влажными салфетками и поместили их в биологическую установку Biolab. Эксперимент Extremophiles поможет определить бактерии-экстремофилы на борту МКС.

5 и 16 июня астронавты обслуживали аппаратуру эксперимента Biophysics-3 по выращиванию высококачественных белковых кристаллов в невесомости.

### Изучение разнообразия стационарной микрофлоры

20 июня Юрчихин в ходе исследования «Электронный нос» (развитие бактериальной и грибной микрофлоры на поверхностях материалов в условиях космического полета) с использованием портативной газовой сенсорной системы E-Nose снял показания в труднодоступных местах за панелями в модуле «Звезда», после чего скопировал полученные данные на лэптоп RSE-Med для сброса на Землю.

23 июня Фёдор в интересах эксперимента «Альгометрия» регистрировал порог болевой чувствительности методом механического раздражения в режимах термоальгометрии и тензоальгометрии после приема пищи.

На следующий день он в рамках исследования «Пилот-Т» (оценка надежности профессиональной деятельности космонавта в длительном космическом полете) выполнил обследование с помощью комплекса «Нейролаб-2010».

1 июня астронавты передали космонавтам для возвращения на Землю «Союзом МС-03» 11 трехмерных пассивных дозиметров эксперимента DOSIS-3D, в ходе которого измерялось радиационное излучение внутри модуля Columbus. По тому же адресу были отправлены датчики мониторинга радиационной обстановки RAM. 2 июня Фишер взял образцы крови для их спуска на «Союзе МС-03».

Весь месяц астронавты регулярно выполняли интерактивные задачи на планшетном компьютере iPad в интересах эксперимента Fine Motor Skills, наблюдающего воздействие микрогравитации на мелкую моторику человека. Каждую неделю они заносили данные о принимаемых лекарствах в специальное приложение на iPad для эксперимента Dose Tracker.

6 июня экипаж установил девять пассивных дозиметров PADLES в модуле Kibo.

### Соглашение между JAXA и компанией PeptiDream

9 июня Японское агентство аэрокосмических исследований JAXA объявило о стратегическом партнерстве с токийской биофармацевтической компанией PeptiDream в интересах продолжения эксперимента JAXA-PCG по выращиванию высококачественных белковых кристаллов в модуле Kibo.

JAXA и PeptiDream уже имели соглашение в прошлом, и новое продлевает его действие на период с августа 2017 по август 2020 г. Кроме того, новый контракт в шесть (!) раз увеличивает количество отправляемых на станцию образцов кристаллов протеина.

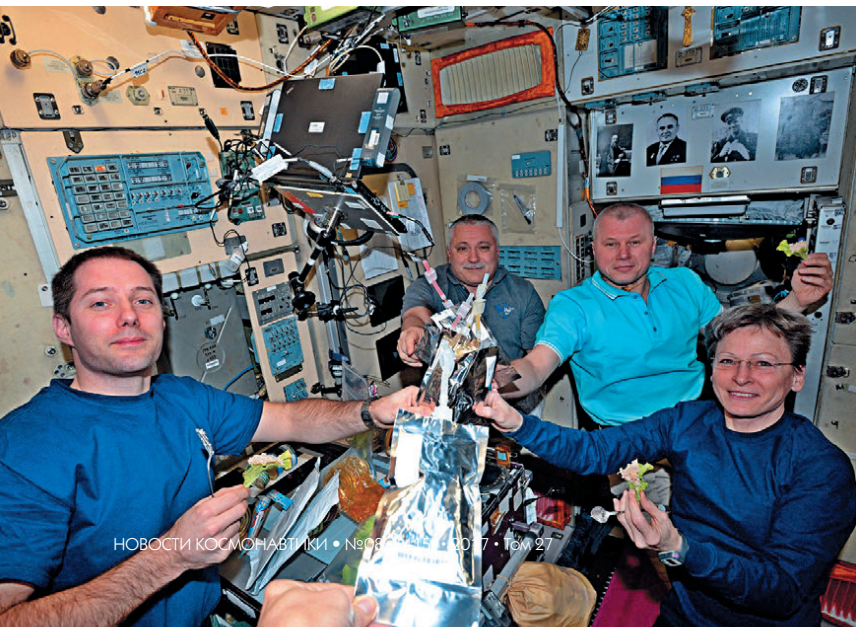
В рамках прошлого соглашения, заключенного 22 февраля 2016 г., JAXA в период с 24 февраля по 8 марта 2017 г. в модуле Kibo кристаллизовало рецептор человеческого эпидермального фактора роста второго типа (HER2) с использованием нестандартного циклического пептида (потенциального лекарственного препарата), предоставленного PeptiDream. Полученные образцы оказались намного качественнее выращенных на Земле.

8 июня Пегги с помощью люксметра провела замеры освещенности в модулях Kibo и Destiny, а 27 июня – в Обзорном модуле Cupola, где пока еще установлены старые люминесцентные лампы, в отличие, например, от модуля Unity, где стоят новые светодиодные светильники. В июне Уитсон заполняла опросники эксперимента Lighting Effects, призванного оценить улучшение циркадных ритмов, сна и когнитивных функций астронавтов при замене на борту МКС люминесцентных ламп на светодиодные с регулируемой интенсивностью и цветом.

12 июня Джек помог Пегги измерить ее антропометрические параметры для исследования Body Measures. 14 июня Фишер выполнил упражнения эксперимента Sprint. 20 июня он при содействии Уитсон сделал ультразвуковое исследование (УЗИ) ногных мышц. Sprint оценивает эффективность тренировок с высокой интенсивностью для компенсации потерь мышечной и костной ткани и изменений сердечно-сосудистой системы.

13 июня экипаж осуществил тест на лэптопе по эксперименту Neuromapping, оценивающему изменения в функционировании головного мозга в космическом полете. Задания делались в двух положениях – в пристегнутом состоянии и в свободном плавании.

▼ Так провозжали космонавтов перед спуском на Землю. Затем люк корабля закрылся...



### Новый космический тренажер

В рамках соглашения о сотрудничестве специалисты Механико-математического факультета МГУ и отдела психологии и психофизиологии Института медико-биологических проблем (ИМБП) РАН создали новую модель космического тренажера. Он разработан в соответствии с планами Госкорпорации «Роскосмос» и РКК «Энергия» по освоению других планет и позволяет моделировать деятельность находящегося на орбите Луны космонавта по дистанционному управлению напланетным ровером.

С помощью тренажера оператор сможет отработать перемещение ровера по поверхности спутника Земли (смоделирован реальный ландшафт) с преодолением естественных препятствий в простых и осложненных условиях (отсутствие связи, плохая видимость). В программу заложена возможность введения короткой задержки связи при управлении напланетным объектом.

Тренажер создан с использованием технологий виртуальной реальности мехмата и отработанных ИМБП в орбитальных полетах параметров оценки качества деятельности космонавта (точность, расход топлива) и психофизиологической «цены» ее достижения.

Испытать тренажер планируется в международном проекте SIRIUS – серии наземных экспериментов в ИМБП по моделированию неблагоприятных факторов космического полета. После отладки программно-математическое обеспечение тренажера и органы его управления используют на борту МКС в совместном эксперименте мехмата и ИМБП.

В тот же день астронавты снимали на видео жизнь на борту станции для исследования Habitability, призванного определить достаточный объем обитаемых модулей для длительных космических полетов.

19 июня Джек начал сбор образцов слюны и проб с тела, а также из атмосферы станции и с поверхностей модулей для эксперимента Microbial Tracking-2, изучающего разнообразие микрофлоры на станции.

23 июня Фишер самостоятельно сделал УЗИ артерий и измерил артериальное давление для канадского исследования Vascular Echo, фиксирующего изменения сердечно-сосудистой системы в невесомости.

26 июня экипаж взял образцы крови и мочи для экспериментов Biochemical Profile, проводимого для создания базы данных биообразцов астронавтов, и Marrow, изучающего воздействие микрогравитации на костный мозг человека. 28 июня астронавты заполнили опросник по потребляемым продуктам питания для исследования Food Acceptability.

### Второй прилет «Дракона»

В начале июня астронавты продолжили начатую в прошлом месяце подготовку к прибытию на МКС грузового корабля Dragon (SpX-11). Напомним, что его возвращаемый аппарат уже использовался в миссии SpX-4 в сентябре–октябре 2014 г.

1 июня экипаж провел тренировку по реагированию на нештатные ситуации, которые могут возникнуть при стыковке «Дракона».

5 июня в 13:52 UTC Джек поймал «Дракона» манипулятором SSRMS.

– Мы хотим поблагодарить все команды на Земле, которые сделали это возможным, – в Хоторне (штаб-квартира компании SpaceX в Калифорнии. – А.К.) и в Хьюстоне, реально со всего мира, начиная от [группы] поддержки в Канаде за замечательную «роботизированную руку» и [группы] поддержки Космического центра имени Кеннеди за запуск и заканчивая бесчисленными организациями, которые подготовили эксперименты и грузы, – сказал Фишер. – Эти люди прислали нам огромное количество научного оборудования и грузов – реальное «топливо» для двигателя инноваций, которым мы называем [наш] дом – МКС. Теперь у нас есть новое поколение транспортных кораблей во главе с такими коммерческими компаниями, как SpaceX. Они строят инфраструктуру, которая несет нас в будущее исследования.

Затем наземные специалисты переместили корабль и в 16:06 пристыковали его к нижнему узлу модуля Harmony. С учетом проблем с откручиванием одного из 16-ти болтов (№1-3) в механизме пристыковки СВМ, возникших при отсоединении предыдущего «Дракона» в марте (НК №5, 2017, с.14), на этот раз хьюстонский ЦУП решил не задействовать его. 12 июня Джек сменил болт на новый.

5 июня экипаж проверил герметичность переходных люков и в 21:41 открыл их. Пегги доложила, что в грузовике чисто и комфортная температура. С помощью пробозаборника АК-1М были взяты образцы воздуха в корабле. После этого астронавты приступили к разгрузочно-погрузочным работам в «Драконе».

27 июня экипаж, готовясь к отбытию грузовика, проверил функционирование блоков связи УКВ-диапазона CUCU и панели ручного управления кораблем ССР. В «Драконе» был заменен литиевый поглотитель углекислого газа.

29 июня астронавты дважды попрактиковались на тренажере ROBoT по отделению корабля от манипулятора SSRMS, а также рассмотрели процедуры по мониторингу ухода «Дракона» и действия на случай потери связи с ЦУП-Х при его отделении.

30 июня из-за плохого прогноза погоды в районе приводнения в Тихом океане NASA решило отложить возвращение грузовика на Землю с 2 на 3 июля. При этом район приводнения был сменен на более благоприятный с точки зрения погодных условий и более близкий к Лонг-Бичу (штат Калифорния).



### Японская камера-робот

9 июня в модуле Kibo экипаж подготовил к работе японскую дистанционную камеру-робот Int-Ball, привезенную на станцию Dragon'ом (SpX-11), а также установил мишень для нее на внутреннем люке шлюзовой камеры модуля Kibo.

Int-Ball представляет собой шарообразную камеру-робот: под управлением ЦУПа в японской Цукубе в реальном режиме времени она фотографирует и снимает видео внутри модуля Kibo и сразу же сбрасывает его наземным специалистам. Детали робота напечатаны на 3D-принтере. Разработчики считают, что робот снизит нагрузку на экипаж по съемке их действий, особенно в «слепых» зонах, недоступных существующим камерам в модуле Kibo.



В последующие дни астронавты обеспечивали тестирование Int-Ball, меняя кабели и перемещая мишень по модулю Kibo.

16 июня экипаж открыл внутренний люк шлюзовой камеры, выдвинул внутрь стол и установил на находящейся на нем многоцелевой экспериментальной платформе МРЕР пусковые контейнеры JSSOD №7 с пятью технологическими спутниками Bird, доставленными «Драконом» (SpX-11). С контейнеров сняли стартовую крышку и надели экранно-вакуумную теплоизоляцию, после чего стол был задвинут обратно в шлюз и внутренний люк закрыт.

29 июня астронавты разгерметизировали шлюзовую камеру. Вынос платформы МРЕР с пусковыми контейнерами JSSOD №7 с помощью японского дистанционного манипулятора JEM RMS и запуск пяти малых спутников намечен на 7 июля.

### Солнечную батарею пришлось отстрелить

С прибытием корабля Dragon (SpX-11) на станцию (05.06.17) ЦУП-Х немедленно приступил к переносу на ее внешнюю поверхность с помощью дистанционного манипулятора SSRMS с ловкой насадкой Dextre научной аппаратуры, доставленной грузовиком в негерметичном отсеке.

Для этого 5 июня мобильный транспортер переехал по американской поперечной ферме из рабочей точки WS4 в точку WS6, а манипулятор SSRMS, находясь на модуле Harmony, экипировался насадкой Dextre. 6 июня по командам с Земли SSRMS, используя первую руку Dextre, вынул из «Драко-

на» платформу MUSES со спектрометром DESIS, предназначенным для наблюдения земной поверхности, и временно поместил ее на платформу EOTP на насадке. Затем манипулятор установил Dextre на узел PDGF-2 Мобильной базовой системы MBS, расположенной на мобильном транспортере.

7 июня SSRMS перешел на узел PDGF-1 системы MBS, и мобильный транспортер переместил его в точку WS2, после чего манипулятор снова надел насадку. 8 июня SSRMS перенес MUSES с платформы EOTP на посадочное место №2 платформы ELC-4 на секции S3. Правда, первая попытка захвата платформы MUSES была неудачной из-за несоосности с первой рукой Dextre. Кроме того, при первом включении с платформы MUSES не поступали квитанции о приеме команд с Земли...

9 июня с помощью Dextre были раскрыты стартовые крепления MUSES. В тот же день сработал предохранитель в шине питания посадочного места №2 на платформе EOTP на Dextre, которое использовалось для временного хранения платформы MUSES. В связи с этим было решено в дальнейшем применять посадочное место №1.

10 июня мобильный транспортер перевез манипулятор с насадкой в точку WS6 – и SSRMS, избавившись от Dextre, сошел с MBS на модуль Harmony. Затем манипулятор снова экипировался насадкой. 11 июня он вытаскил оборудование NICER с навигационной аппаратурой SEXTANT из негерметичного отсека «Дракона» и временно поместил его на платформу EOTP на Dextre. Затем SSRMS поставил насадку на узел PDGF-2 системы MBS, а сам «вскарабкался» на узел PDGF-1 системы MBS.

12 июня мобильный транспортер вернулся обратно в точку WS2, и манипулятор опять надел Dextre. 13 июня SSRMS переме-

стил NICER с платформы EOTP на посадочное место №7 платформы ELC-2 на секции S3. 14 июня была предпринята попытка развернуть NICER в штатную конфигурацию, но этому помешали проблемы со стартовыми замками. Спустя несколько попыток удалось раскрыть три из четырех замков.

15 июня получилось открыть четвертый замок – и на следующий день NICER развернули в штатной конфигурации. Далее последовали проверки функционирования оборудования.

16 июня мобильный транспортер переехал в точку WS6. Манипулятор поставил насадку на узел PDGF-2 системы MBS, сошел на модуль Harmony и снова взял Dextre. 17 июня манипулятор вынул экспериментальную ленточную панель солнечной батареи ROSA из «Дракона» и переместил рулон в безопасное положение для развертывания. Затем первая рука насадки передала ROSA второй руке.

18 июня в 05:45 UTC панель была раскрыта и неделю пробыла в таком положении с целью испытания жесткости структуры и измерения мощности вырабатываемой электроэнергии. 25 июня батарею свернули в рулон с целью возвращения в негерметичный отсек «Дракона» и последующего удаления. Однако панель не удалось зафиксировать в свернутом состоянии. Тогда ее снова раскрыли и свернули – опять замки не сработали. Последовала еще одна безуспешная попытка. Было видно, что панель немного сдвинулась вбок, что мешало ее фиксации. В таком состоянии рулон нельзя было возвращать в «Дракон», а повторные раскрытия и свертывания могли привести к заклиниванию панели в промежуточном состоянии. Поэтому 26 июня для безопасности панель раскрыли в последний раз и в 21:15:15 выбросили в космос.

27 июня манипулятор с помощью первой руки Dextre возвратил адаптер FRAM, на котором ранее находился рулон с панелью ROSA, обратно в негерметичный отсек «Дракона».

### Прибытие «Прогресса»

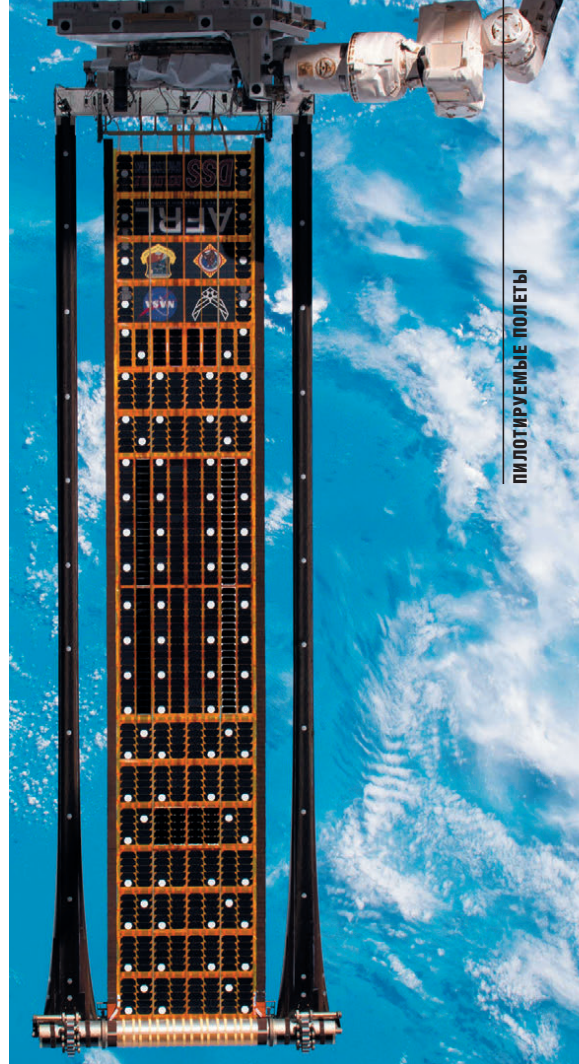
В первой половине июня Фёдор готовил российский сегмент МКС к стыковке грузового корабля «Прогресс МС-06».

8 июня космонавт провел межбортовой тест системы телеоператорного управления (ТОРУ) с «Прогрессом МС-05», находящимся на стыковочном отсеке «Пирс». Он также проверил канал передачи на Землю телевизионной картинке с приближающегося грузовика через американские средства связи.

На следующий день Юрчихин осуществил тренировку по ТОРУ на бортовом тренажере. 15 июня он установил стыковочный механизм на «Прогресс МС-05» и переговорил со специалистами подмосковного ЦУПа об особенностях предстоящей стыковки.

16 июня Фёдор закрыл крышки иллюминаторов модуля «Звезда» для защиты поверхности их стекла от загрязнения. «Прогресс МС-06» причалил к агрегатному отсеку модуля «Звезда» в 11:37:36 UTC.

После проверки герметичности Юрчихин открыл переходные люки между модулем «Звезда» и кораблем, установил на стыке быстросъемные винтовые зажимы, взял пробы воздуха в «Прогрессе МС-06» пробоза-



ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ



▲ Развертывание экспериментальной солнечной батареи ROSA (вверху) и она же в свободном полете

борником АК-1М, законсервировал грузовик и проложил в него воздуховод.

Затем экипаж приступил к разгрузке корабля, в первую очередь – срочных, первоочередных и американских грузов. При переносе оборудования на станцию параллельно обновлялась станционная компьютерная база данных системы инвентаризации.

19 июня Фёдор провел профилактику механизмов герметизации крышек люков между модулем «Звезда» и кораблем «Прогресс МС-06». 20 и 22 июня он обновил бортовую документацию на российском сегменте и на планшетах фирм Apple и Samsung.

22 и 28 июня Юрчихин произвел наддув атмосферы станции кислородом из баллонов первой секции средств подачи кислорода «Прогресса МС-05», а 26 июня поднял быстросъемные винтовые зажимы на стыке между модулем «Пирс» и «Прогрессом МС-05».

На следующий день космонавт занимался укладкой удаляемого оборудования в «Прогресс МС-05», который покинет станцию 20 июля.

### «Земля», испеки-ка мне булочек!»

Бременская компания Bake In Space во взаимодействии с Германским аэрокосмическим центром DLR планирует в 2018 г. привезти на МКС духовку, которая позволит печь хлеб и булочки. Ее протестируют на станции во время полета европейского астронавта Александра Герста.

В настоящее время компания разрабатывает специальное тесто и процесс выпечки, который обеспечит производство хлеба без крошек. А бременская фирма OHV System занимается приспособлением земной духовки к станционным условиям. Достаточно сказать, что мощность космической духовки должна составлять всего 250 Вт – десятую часть от мощности, используемой земной. Кроме того, внешние поверхности космической «печки» нельзя нагревать выше 45°C.

В качестве процесса выпечки разработчики рассматривают так называемый вакуумный вариант, то есть при пониженном давлении внутри духовки. Это позволит печь хлеб и булочки при пониженной температуре, что сделает их более пышными. Сам процесс выпечки будет управляться наземными специалистами и наблюдаться через камеры внутри духовки.



### Россияне на станции работают автономнее соседей

Олег Новицкий, сравнивая работу космонавтов и астронавтов на станции, отмечает небольшую разницу: «Астронавты очень много работают с «Землей», грубо говоря, постоянно в онлайн. Они постоянно [доклаживают на «Землю»]: «Я делаю то-то, я повернул это туда... А мы выходим на «Землю», когда что-то непонятно. Мы работаем более автономно».

Он добавил, что на МКС есть выходные дни, но без работы на станции находиться довольно тоскливо. «Причем в субботу у нас официально «день уборки». Накануне «Земля» нам говорит, где и что мы убираем в эту субботу. Пылесос в руки – и до обеда», – констатировал Новицкий.

### «Автомобиль мы спокойно рассматривали...»

В этом месяце Фёдор наблюдал и снимал Землю для выявления развития природных катаклизмов (эксперимент «Ураган») и оценки экологической обстановки («Экон-М»).

«Весной – наводнения и паводки, летом – пожары, различные явления. Это все мы пытаемся отслеживать, – рассказал Олег Новицкий. – У нас на орбите [есть фотокамера] Nikon D4, сейчас появился D5. Объектив до 1200 мм работал. К примеру, с него автомобиль мы спокойно рассматривали. Опять же, сначала фотографируешь, приближаешь – и потом можешь рассмотреть его».

Новицкому особенно нравилось снимать рассветы и закаты. «Красные, голубые, желтые краски – и при этом черный космос. Мне очень понравилось, что получился Минск как 3D-картинка в лучах заходящего солнца», – признался он.

«Вот юг [России] мы весь хорошо сняли: и горы, и города, и моря наши. У нас очень много задач идет по эксперименту «Экон», – отметил Олег. – В основном мы ищем загрязнения, какие-то вредные выбросы, пожары помогаем обнаружить».

По наблюдениям с орбиты Олег оценил экологическую ситуацию в европейских странах: «Насчет чистоты Европы не сказал бы... Она очень плотно заселена, и поэтому видно тоже хорошо все. У нас [в России] не все так плохо, как говорят».

10–11 июня Юрчихин в рамках эксперимента «Визир» (исследование методов регистрации текущего положения и ориентации переносной научной аппаратуры пилотируемых космических комплексов) через иллюминатор №6 модуля «Звезда» провел наблюдения земной поверхности с помощью системы координатной привязки фотоснимков с использованием ультразвуковых датчиков СКПФ-У.

### Отработка автоматической сборки крупных объектов

10 июня Фёдор в рамках эксперимента «Среда-МКС» (изучение характеристик МКС как среды для исследований) наблюдал за деформацией корпусов модулей российского сегмента под воздействием Солнца.

16 июня он в интересах исследования «Биополимер» (разработка методов получения полимерных материалов, стойких к биокоррозии) перенес контейнер из «Прогресса МС-06» и поместил его на экспонирование на панели 206 в модуле «Звезда».

21 июня Юрчихин в ходе работ по «Плазменному кристаллу-4» (исследование плазменно-пылевых кристаллов и жидкостей в условиях микрогравитации) заменил жесткие диски с данными в оборудовании в модуле Columbus. 23 июня он заправил газом экспериментальную камеру.

20 июня Фишер ненадолго открыл люк в надувной модуль BEAM и заменил внутри него сферический экран толщиной 3.3 мм на активном радиационном дозиметре RAM на новый толщиной 10 мм, также напечатанный на бортовом 3D-принтере AMF. Джек взял пробы воздуха и с поверхностей BEAM пробозаборниками MAS и SSK для последую-

щего анализа наземными специалистами их бактериального состава.

14 июня астронавты разобрались с проблемой при перемещении плунжера №1 подачи топлива в многопользовательской аппаратуре горения топлива MDCA в стойке изучения горения CIR путем смазки его резьбы. Они также заменили воспламенители, волокнистый рукав и два топливных резервуара. 22 апреля ЦУП-Х проверил перемещение плунжера №1. В стойке CIR в настоящее время проводится эксперимент Cool Flames по изучению холодного пламени.

12 июня в печи ELF экипаж сменил картридж с образцами и его застрявший держатель на картридж и держатель нового типа. 28 июня Фишер вновь заменил образцы. Печь ELF применяется для затвердевания материалов с использованием метода электромагнитной левитации. С помощью этой аппаратуры можно измерить теплофизические свойства сплавов с высокой температурой и осуществить затвердевание сплавов с глубоким переохлаждением.

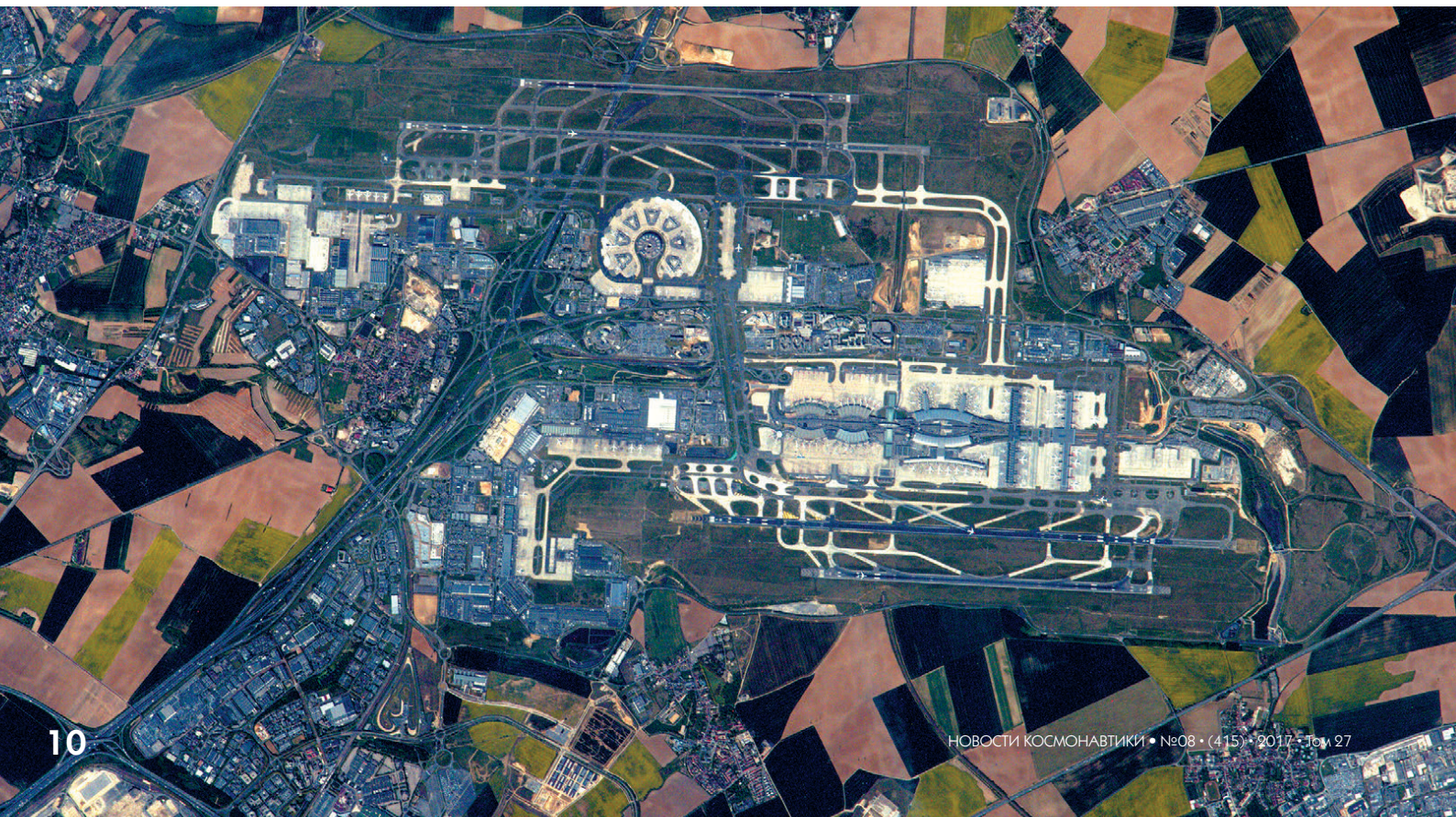
23 июня Пегги осуществила эксперимент SPHERES Halo, в котором каждый микроспутник мог одновременно взаимодействовать с шестью внешними объектами с помощью новых методов управления. Эксперимент исследует возможность автоматической сборки крупных объектов в космосе и удаления космического мусора с орбиты.

### Общение со скаутами

10 июля Юрчихин в рамках телемоста ответил на вопросы юных скаутов из Буффало (штат Нью-Йорк). В тот же день Фишер по телемосту поговорил с посетителями музея Космического центра имени Джонсона NASA в Хьюстоне (штат Техас).

23 июня Фёдор в интересах эксперимента «0 Гагарине из космоса» (открытая передача с борта российского сегмента МКС по радиолобительскому каналу связи на наземные приемные станции радиолобители-

▼ Париж, аэропорт имени Шарля де Голля. Снимок сделан французом Тома Песке с борта МКС еще в апреле 2017 года



## Еще один рекорд Пегги

5 июня в 13:02:56 UTC Пегги Уитсон побила рекорд итальянки Саманты Кристофоретти по длительности космического полета среди женщин (199 сут 16 час 42 мин 43 сек).

Ранее американка уже установила три женских рекорда: по суммарной продолжительности космических полетов, по количеству выходов в открытый космос и по их суммарной длительности. Пегги также является рекордсменом по суммарному налету среди астронавтов США.

лей всего мира фотографий, посвященных жизни и деятельности первого космонавта Юрия Гагарина) пообщался со студентами Уфимского государственного авиационного технического университета с использованием радиостанции Kenwood TM D710 в модуле «Звезда».

## Водоросли – производители водорода и жиров

В июне астронавты проводили в стойках NanoRacks большое количество образовательных экспериментов. Они были посвящены: испытанию смесительных трубок; росту черного толстоголова (*Pimephales promelas*) и ростков сои в условиях микрогравитации; воздействию невесомости на развитие клеточного слизевика диктиостелиума (*Dictyostelium discoideum*), бабочек-репейниц (*Vanessa cardui*) и жаброногов.

7 июня экипаж извлек из морозильника Glacier и установил в стойку NanoRacks-2 в модуле Kibo блок с экспериментом студентов Пекинского технологического института, заключающимся в изучении влияния радиации на участки генов синтетической ДНК, которые кодируют антитела у человека. На следующий день блок был возвращен в морозильник, а 19 июня еще раз на сутки помещен в стойку.

7 июня астронавты достали два модуля из морозильника MELFI и установили их в стойку NanoRacks-1 в модуле Kibo. В одном модуле проводился эксперимент с двумя видами

водорослей с целью определить, продолжат ли они производить водород и жиры при выращивании в условиях микрогравитации. Результаты эксперимента помогут понять перспективы создания биотоплива на орбите и удаления углекислого газа на станциях с помощью биорегенеративных систем.

В другом модуле осуществлялся эксперимент по исследованию возможности переработки отходов с помощью навозного червя (*Eisenia fetida*) и получения биогумуса для будущих космических оранжерей.

8 июня экипаж запустил эксперимент в шести чашках Петри, посвященный изучению воздействия невесомости на разные виды бактерий. Впоследствии Фишер снимал их с помощью микроскопа.

20 и 29 июня астронавты фотографировали укладки эксперимента с семенами растений, а также сообщения и снимки ребят, которые отправили их на орбиту. Семена, побывавшие в космосе, будут высажены на Земле, а школьники получают снимки с МКС себе на память.

## Юбилейный литр реактора Сабатье

1 июня космонавты сменили мочеприемник и фильтр-вставку в ассенизационно-санитарном устройстве (туалет) модуля «Звезда». 27 июня астронавты заменили емкость с консервантом в аналогичном туалете WHC в модуле Tranquility.

2 июня экипаж поменял местами наклейки на позициях переключателя на панели в модуле Unity. Дело в том, что в апреле при проверке установленного нагревателя пищи в стойке с кухней было обнаружено неправильное подключение переключателя: при попытке включения одного нагревателя включался соседний...

27 июня астронавты перенесли блок раздачи питьевой воды из Лабораторного модуля Destiny в стойку с кухней в модуле Unity. Его тестирование прошло без замечаний.



ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

▲ Космический фотоохотник со стажем Фёдор Юрчихин поймал в кадр водопад Виктория на реке Замбези

5 июня «Земле» не удалось привести в чувство газоанализатор МСА в модуле Destiny, вышедший из строя в мае из-за отказа ионного насоса. В тот же день Юрчихин отремонтировал подвес люка между Функционально-грузовым блоком «Заря» и модулем «Звезда» и в последнем проложил кабель 17КС.29Ю8229А-770.

## Туманное будущее МКС после 2024 года

На Всемирной конференции по исследованию космоса GLEX-2017, прошедшей в июне в Пекине, руководители и представители космических агентств в интервью РИА «Новости» заявили, что МКС стала настоящим глобальным проектом, доказав, что, несмотря на политические противоречия, экономические сложности и социальные перемены, разные страны могут эффективно и слаженно работать, делиться опытом, преодолевать сложности и находить компромисс. Вместе с тем они затруднились предсказать будущее станции после 2024 г.

Глава Итальянского космического агентства ASI Роберто Баттистон сказал следующее: «Соглашение по эксплуатации МКС продлено до 2024 г., но что будет дальше – никто точно не знает. Есть идеи по ее коммерциализации, но многие считают, что из-за дороговизны они не реализуются. Срок службы станции может быть продлен, она в хорошем состоянии, но при этом каждый год на ее функционирование замораживаются миллиарды долларов. И тут возникает дилемма: до какого времени можно оставлять эти деньги замороженными – вместо того, чтобы использовать их для создания новой станции? Все это в настоящий момент тщательно обсуждается».

По его словам, NASA уже начало анализировать, сколько МКС сможет просуществовать при определенном уровне обслуживания. «Они хотят продлить срок службы до 2028 г.», – добавил Баттистон.

Представитель JAXA Наоки Сато признался, что и Япония пока не видит четкого будущего МКС. «Это очень сложный вопрос, и мы до сих пор обсуждаем, что должно произойти после 2024 г. Существует множество возможных вариантов: мы можем свести МКС с орбиты после 2024 г., но есть и вероятность продолжения ее использования. В последнем случае нам необходимо сократить расходы на эксплуатацию станции», – подчеркнул он.

Сато отметил, что международное сообщество должно продолжить деятельность на низкой околоземной орбите. «Для этого необходимо использовать МКС – это может быть другая станция или же сокращенная версия МКС, или что-то в этом роде», – пояснил он.

Исполнительный директор по пилотируемым космическим программам Госкорпорации «Роскосмос» Сергей Крикалёв считает, что роль государств в проекте МКС со временем будет уменьшаться. «Я думаю, что полет МКС пока будет продолжаться, все-таки это такая дорогостоящая и хорошо сделанная структура. Возможно, будет больше и больше частных компаний туда входить, будет уменьшаться роль государств», – полагает он.

Генеральный директор Европейского космического агентства Йоханн-Дитрих Вёрнер высказался за создание нового проекта для исследований на низкой околоземной орбите: «Возможно, МКС просуществует до 2029 г., но мы действительно подходим к концу. И после этого нам потребуется что-то новое. Думаю, для низкой орбиты нам нужно что-то такое, куда мы могли бы иметь частый доступ и откуда могли бы быстро возвращаться – быстрее и легче».

Старший советник по исследованиям и космическим операциям NASA Кэтрин Лоурини подчеркнула, что МКС по техническим критериям может успешно функционировать еще не менее десяти лет. «В настоящий момент мы уверены, что оборудование сможет прослужить до 2028 г. Это формальная уверенность, и партнеры по станции будут принимать решение, основанное на определенных критериях», – пояснила она.

Лоурини заметила, что освоение низкой околоземной орбиты представляет собой развивающуюся сферу экономики и перед закрытием проекта МКС необходимо обеспечить существование на орбите коммерческих платформ для дальнейших исследований. «Мы будем сохранять МКС на орбите до тех пор, пока не найдем действительно эффективные пути по совершению плавного перехода для всех пользователей низкой орбиты», – заключила она.

5 июня экипаж проверил обе имеющиеся на станции панели управления велоэргометром CEVIS в модуле Destiny с использованием запасного кабеля питания, пытаясь разобраться с проблемой большого сопротивления при кручении педалей, возникшей в прошлом месяце (НК № 7, 2017, с. 20). Пока без успеха. На корабле Dragon (SpX-12) в августе для тренажера планируется привезти новые эргометр, панель управления и два кабеля питания.

6 июня Фёдор смонтировал точки доступа беспроводной сети Bel Air в модуле «Звезда», протестировал их и настроил для работы с точкой лэптоп RSE-1 и планшет iPad № 7. Он также сменил блок фильтров CO<sub>2</sub> в газоанализаторе ИК0501 в модуле «Звезда».

7 июня Юрчихин переконфигурировал кабели за панелями 228 и 229А в модуле «Звезда». Новую панель 229А доставил «Прогресс МС-06».

9 и 15 июня космонавт измерил парциальное давление углекислоты в модулях российского сегмента с помощью газоанализатора CSA-CP. 26 июня он взял пробы воздуха в модулях «Заря» и «Звезда» с помощью пробозаборников АК-1М.

9 июня астронавты сообщили об отказе блока командной логики CLU на бегущей дорожке Colbert в модуле Tranquility. Помогла его перезагрузка.

11 июня реактор Сабатье в модуле Tranquility произвел 1000-й литр воды с момента первого включения в октябре 2010 г. Напомним, что при помощи катализатора реактор получает воду и метан из углекислого газа и водорода.

13 июня Фёдор обслужил бегущую дорожку БД-2 в модуле «Звезда». На следующий день в модуле «Заря» он продолжил начавшуюся в мае 2014 г. диагностику блока распределения электропитания 11M156M, блока сборных шин БСШ-2 и блока фильтров БФ-2 с целью оценки возможности продления сроков их эксплуатации.

14 июня Юрчихин искал неисправность в блоке автоматики средств перекачки азота в модуле «Заря». По рекомендации специалистов 22 июня он сменил данный блок.

15 июня ЦУП-Х признал, что сепаратор в системе кондиционирования воздуха ССАА в модуле Tranquility нуждается в замене, после того как участились срабатывания датчика утечки воды. В тот же день экипаж сменил изогнутую рукоятку на силовом нагружателе aRED в модуле Tranquility. Новая рукоятка имеет более удобную конструкцию.

21 июня экипаж сменил лэптоп Т61р на лэптоп ZBook в модуле Harmony. Процедура замены лэптопов американского сегмента на новые началась в мае. Лэптоп ZBook работает на 64-битной системе Windows 10.

21 июня ЦУП-М успешно включил мультиплексор-демультиплексор (компьютер) MDM-1 в модуле «Заря», который отказал 10 мая.

26 июня в системе электропитания модуля «Звезда» Фёдор поменял местами аккумуляторные батареи № 1 и № 5. 27–28 июня он вместе с Джемом сменил рукава и штанины на выходном скафандре «Орлан-МК» № 6 и после этого проверил его герметичность. Новые части были привезены на «Прогрессе МС-06».

28 июня выявилась проблема со связью в американском канале S/G-2: звук искажался и был громче, чем в канале S/G-1. Ее удалось решить сменой канала S-диапазона.

29 июня Юрчихин заменил блок нагревателя в системе удаления углекислого газа «Воздух» и шланги в системе регенерации воды из конденсата атмосферной влаги СРВ-К2М в модуле «Звезда». 30 июня он поменял насос Н1 в сменной панели насосов 4СПН2 в контуре обогрева КОБ-2 в системе обеспечения теплового режима модуля «Звезда».

В последний день июня Фёдор обработал элементы конструкции и корпуса модуля «Заря» обеззараживающим препаратом «Фунгистат» для защиты их от появления плесени и микробов.

**16 июня** завершилась 60-я по счету сессия Комитета по использованию космического пространства в мирных целях COPUOS. Встречи Комитета и его подкомитетов проходят трижды в год при содействии Управления по использованию космического пространства в венской штаб-квартире ООН: в феврале на две недели встречается научно-технический подкомитет, в марте – юридический, а в июне на заседании Комитета подводятся итоги.

Основная задача Комитета – создание условий для долгосрочного устойчивого развития космонавтики. Делегаты из 84 стран и ряда межправительственных и некоммерческих организаций отвечают за формирование нового законодательства в области космического права, которое, основываясь на классических документах вроде Договора о космосе (1967), учитывало бы роль глобализации, усиление позиций частных компаний и темпы научного прогресса и предотвратило бы новую гонку вооружений.

Работа Комитета ведется сразу в нескольких форматах. Это панельные дискуссии, регламентированный обмен мнениями, технические презентации и встречи рабочих групп. Фактически заседания Комитета являются форумом для обмена мнениями и информацией на международном уровне. Важно отметить, что активное участие в работе Комитета принимают и традиционно далекие от космонавтики страны, которые сегодня либо активно наверстывают упущенное, либо заинтересованы в использовании космических технологий для улучшения уровня жизни.

В этот раз большое внимание уделили использованию космических систем для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, отметив вклад Австрии, Германии и Китая в распространение информации об актуальных прикладных технологиях среди развивающихся стран, а также обсудили под-



▲ Члены молодежной организации Консультативного совета космического поколения, наблюдавшие за сессией Комитета

готовку к предстоящей в 2018 г. конференции UNISPACE+50.

Большинство технических презентаций прошло в форме мини-отчетов об успехах в области образования, распространения информации и применения космических разработок для решения проблем экологии и здравоохранения. Так, японская астронавтка Тиакки Мукаи рассказала о разработках JAXA, которые помогают сохранить тропические леса, спасти города от загрязнения воздуха и изучить процессы старения. Представители Китая поделились тем, как работает их система мониторинга стихийных бедствий и как продвигается работа над системой навигации Бэйдоу. Василий Гуднов рассказал о спецпроекте «Космос 360», запущенном телеканалом RT при поддержке Госкорпорации «Роскосмос» и РКК «Энергия».

По случаю 60-летия запуска Первого искусственного спутника Земли Роскосмос

организовал выставку в здании Венского международного центра, на которой показали макет спутника и провели экскурсию по МКС в виртуальной реальности для всех желающих.

Особенно стоит отметить участие в заседании представителей Консультативного совета космического поколения SGAC (Space Generation Advisory Council). Напомним, что Совет – это некоммерческая организация, целью которой является объединение студентов и молодых специалистов космической отрасли. Присоединиться к Совету может каждый, кто не достиг 35 лет. SGAC дает возможность участвовать в крупнейших мероприятиях космической отрасли, организует свои конференции и мастер-классы, предлагает гранты на участие в международных мероприятиях, связанных с космической политикой, и проводит неформальные встречи.



## Первый повторный полет «Дракона»

3 июня в 17:07:38 EDT (21:07:38 UTC) с площадки LC-39A Космического центра имени Кеннеди на мысе Канаверал (шт. Флорида, США) стартовая команда компании SpaceX осуществила пуск PH Falcon 9 FT №36 для выполнения миссии CRS SpX-11 (Commercial Resupply Services SpaseX-11). Впервые в полет отправился автоматический грузовой корабль Dragon (серийный номер C106), чей возвращаемый аппарат ранее уже побывал в космосе (в сентябре–октябре 2014 г. во время миссии SpX-4; НК № 11, 2014, с. 30).

Выведение прошло успешно. Примерно через 10.5 мин корабль отделился от последней ступени носителя на околоземной орбите с параметрами:

- наклонение – 51.64°;
- высота в перигее – 199.7 км;
- высота в апогее – 359.2 км;
- период обращения – 90.05 мин.

В каталоге Стратегического командования США Dragon получил номер 42744 и международное обозначение 2017-030A.

Первая ступень (номер B1035) выполнила успешное возвращение и посадку в посадочной зоне LZ-1 (Landing Zone 1) неподалеку от места старта.

### Подготовка и пуск

18 августа 2015 г. старт «Дракона» по программе снабжения МКС с полетным заданием SpX-11 был назначен на 2 июня 2016 г., а через три недели перенесен на 3-й квартал 2016 г. Еще через четыре дня была названа новая дата – 15 августа 2016 г.

16 марта 2016 г. старт вновь перенесли – на 13 января 2017 г., а 24 апреля 2016 г. – уже на 2 февраля. В промежутке между переносами, 18 июля 2016 г., на пресс-конференции было объявлено, что во время миссии SpX-11 или SpX-12 впервые будет повторно использован корпус от уже летавшего корабля.

В сентябре 2016 г. старт пришлось отложить на более поздний срок в связи с необходимостью дополнительных работ после взрыва ракеты Falcon 9, произошедшего 1 сентября во время подготовки к предстартовому огневому испытанию (НК № 11, 2016, с. 32-37).

3 октября появилось неофициальное сообщение, что старт состоится не ранее марта 2017 г. 13 октября на Международном симпозиуме по коммерческим и пилотируемым космическим полетам ISPCS (International Symposium on Commercial and Personal Spaceflight), проходившем в г. Лас-Крусес, Нью-Мексико, директор пилотируемых программ компании SpaceX Бенджамин Рид подтвердил, что во время миссии SpX-11 планируется использовать возвращаемый аппарат от уже летавшего «Дракона».

3 февраля 2017 г. старт сдвинули на период не ранее 9 апреля, а 28 марта в качестве новой даты пуска было названо 14 мая. Но уже в середине апреля объявили, что старт состоится не ранее 31 мая.

Наконец, 28 мая успешно прошли огневые испытания ракеты Falcon 9, кстати, ставшие причиной лесного пожара на о-ве Мерритт, и пуск был намечен на 1 июня в 17:55 EDT – почти точно через год после первоначальной даты. Однако в этот день старт пришлось отсрочить на 3 июня из-за неблагоприятных погодных условий. Опасения метеорологов вызывала облачность – вблизи

места старта шел грозовой фронт. Тем не менее подготовка шла, началась заправка баков носителя, погода вроде бы улучшалась, но... за 25 мин 38 сек до запланированного времени пуска было принято решение об отмене. «Несколько мгновений назад в районе о-ва Мерритт ударила молния, нарушив правила пуска PH Falcon 9, согласно которым в радиусе 10 морских миль (18.5 км) от стартовой площадки не должно быть грозы по меньшей мере за 30 минут до старта», – сообщил ведущий трансляции.

Новое время старта – 3 июня в 17:07:38 EDT – удалось выдержать в точности. В тот день реализовывалась следующая циклограмма подготовки и проведения пуска (табл.).

Эта миссия стала 40-м пуском ракет семейства Falcon с 2006 г., 35-м пуском PH Falcon 9 начиная с 2010 г., 32-м полетом носителя Falcon 9 с мыса Канаверал и юбилейным, 100-м стартом с комплекса LC-39A. Это также был шестой пуск PH Falcon 9 с этого комплекса, 15-й полет версии Falcon 9 FT, 11-я миссия SpaceX по программе CRS, 13-й полет корабля Dragon и девятый пуск с мыса Канаверал в 2017 г. В 11-й раз была успешно выполнена мягкая посадка первой ступени – пятая по счету на наземную площадку LZ-1. Ступень будет повторно использована в одном из следующих пусков PH Falcon 9 FT.

Как уже говорилось, нынешний запуск стал для этого «Дракона» (или, точнее, для его корпуса) вторым. Поэтому, кстати, эмблема миссии SpX-11 была выпущена в форме знака вторичной переработки, которую можно встретить на упаковках некоторых товаров. В отличие от первых ступеней, до этого момента SpaceX не использовала повторно ни одного космического корабля.

5 июня 2017 г., завершив двухсуточный автономный полет, Dragon максимально приблизился к МКС. Астронавты Джек Фишер и Пегги Уитсон, управлявшие манипулятором Canadarm2, захватили корабль в 13:52 UTC, после чего наземная смена пристыковала его к модулю Harmony. На станцию было доставлено 2708 кг грузов, включая научное оборудование, материалы для экспериментов и продукты для экипажа, в том числе в герме-

Время (час: мин:сек)	Событие
- 01:13:00	Руководитель пуска проводит опрос готовности систем
- 01:10:00	Заправка баков ракеты керосином RP-1
- 00:45:00	Заправка баков ракеты жидким кислородом
- 00:07:00	Начало захлаживания двигателей перед пуском
- 00:07:00	Корабль переходит на автономное питание
- 00:02:00	Представитель от BBC проверяет готовность полигона к посадке первой ступени
- 00:01:00	Бортовой компьютер начинает окончательные предстартовые проверки
- 00:01:00	Наддув топливных баков
- 00:00:45	Руководитель полета от SpaceX дает разрешение на пуск
- 00:00:03	Запущена циклограмма включения двигателей первой ступени
- 00:00:00	Старт
00:01:18	Ракета проходит область максимального скоростного напора
00:02:22	Команда на выключение двигателей первой ступени
00:02:25	Разделение первой и второй ступеней
00:02:32	Включение двигателя второй ступени
00:02:38	Начало маневра возврата к старту первой ступени
00:06:10	Начало импульса перед входом в атмосферу первой ступени
00:07:40	Приземление первой ступени
00:09:20	Отключение двигателя второй ступени
00:10:20	Отделение корабля от второй ступени
00:12:00	Развертывание панелей солнечных батарей корабля
02:20:00	Открытие люка отсека навигации и управления



Первым кораблем капсульного типа, выпустившим два рейса в космос, был американский Gemini 2, стартовавший 19 января 1965 г. и 3 ноября 1966 г. Оба полета традиционно классифицируются как суборбитальные, однако в обоих случаях скорость КА при отделении соответствовала местной круговой, а вход в атмосферу и посадка производились по штатной орбитальной схеме.

Повторно использовались также возвращаемые аппараты, созданные НПО машиностроения (СССР) в рамках программы создания орбитальной станции «Алмаз» и пилотируемого корабля ТКС.

тичном отсеке – 1665 кг. По планам, Dragon будет оставаться на орбите до 2 июля, после чего вернется с грузом на Землю.

### Шаги к многократному применению техники

Dragon изначально заявлялся как много-разовый, однако фактически для каждого запуска строился новый грузовой корабль. Это было связано с требованиями контракта NASA. Первоначальное соглашение по программе оказания коммерческих услуг по снабжению CRS (Commercial Resupply Services) предполагало использование в каждой миссии нового аппарата. С какого-то момента условия изменились.

По окончании миссии SpX-4 в ноябре 2014 г. были проведены многочисленные инспекции для выявления поврежденных компонентов корабля, пострадавших после при-воднения из-за контакта с соленой морской водой, и в итоге NASA заявило, что довольно состоянии корабля, вернувшегося из космоса. По словам представителя космического агентства Кирка Ширмана, компания Элона Маска смогла убедить специалистов в том, что по надежности аппарат с повторно используемым корпусом не будет уступать новому.

Более года NASA согласовывало давно предлагаемую возможность повторного пуска уже слетавшего корабля, и процесс сертификации 106-го проводился не по стандартной процедуре, которая применялась для других миссий SpaceX. К. Ширман не уточнил, получило ли агентство скидку от SpaceX за многократное применение «Драко-

на». Известно, что контракт программы CRS предусматривает фиксированную стоимость запуска, однако условия договора оставляют возможность для небольших коррекций цены в зависимости от обстоятельств.

«Корпус использован тот же самый, который летал в первый раз, – пояснил вице-президент SpaceX по обеспечению космических миссий Ганс Кенигсманн во время предстартового брифинга 31 мая. – Большая часть этого «Дракона» уже бывала в космосе». Герметичный отсек возвращаемого аппарата, двигатели, топливные баки, трубопроводы и отдельные блоки бортового радиоэлектронного оборудования остались старыми.

Вместе с тем многие компоненты были заменены. Их список включает теплозащитный лобовой экран, солнечные батареи, некоторые внешние панели и элементы кабельной сети, а также те части, которые подверглись воздействию соленой воды после посадки корабля в Тихий океан. Полностью заново изготовлен негерметичный грузовой отсек («багажник», или «кузов», как его часто называют), поскольку он изначально одноразовый и в каждом полете сгорает в атмосфере.

Следующий Dragon, который должен отправиться к МКС в августе, будет новым. Однако сама компания SpaceX рассматривает возможность использовать повторно все грузовые корабли в дальнейших полетах начиная с SpX-13. Более того, в какой-то момент фирма Элона Маска полностью прекратит выпуск новых грузовых кораблей, чтобы сосредоточиться на пилотируемых Dragon 2, или Crew Dragon. Новый аппарат сможет осуществлять управляемый спуск на сушу, используя для этого собственные двигатели вместо парашютов.

Повторное использование ракетно-космической техники лежит в основе стратегии SpaceX. Первые попытки спасения первых ступеней проводились еще по программе легкого носителя Falcon 1, но ни один ракетный блок после возвращения из космоса даже не был обнаружен в море.

В настоящее время в СМИ появились сообщения, что первую модификацию среднего носителя, известную под обозначением Falcon 9 v1.0, также предполагалось оснастить парашютом для спасения первой ступени. Правда, никаких подтверждений этому факту обычно не приводится.

Между тем обновленная модификация Falcon 9 v1.1, отличающаяся удлиненными баковыми отсеками ступеней, модернизированными двигателями (Merlin-1D вместо Merlin-1C), а также перекомпоновкой хвостового отсека первой ступени, уже имела посадочные опоры («ножки») и решетчатые стабилизаторы, что делало возможным выполнять реактивную посадку с помощью серии включений двигателей. Правда, поначалу попытки приземления первой ступени на самоходную баржу ASDS (Autonomous Spaceport Drone Ship) были неудачны.

Дальнейшие обновления привели к появлению модификации Falcon 9 v1.2, или Falcon 9 Full Thrust (FT): вторую ступень еще более удлинили, двигатели форсировали, а окислитель (жидкий кислород) заправлялся в баки переохлажденным. Уже в первом полете этого носителя было выполнено успешное

возвращение первой ступени с посадкой на мысе Канаверал. С этого момента удачные посадки на баржу (при выполнении высоко-энергетических миссий, таких как запуски на геопереходную орбиту) или в посадочную зону на суше (при запуске аппаратов на низкую околоземную орбиту) стали регулярными.

Тем не менее эксперты и наблюдатели понимали, что спуск и посадка ступени после возвращения из космоса в процессе выведения так и останется дорогостоящим трюком, пока не будет сделан следующий шаг к цели компании SpaceX – снижению затрат на запуски путем многократного использования ракетно-космической техники. И это событие произошло: первый пуск FH Falcon 9 FT с «проверенной в полете» первой ступенью состоялся 30 марта 2017 г. – на орбиту был выведен спутник связи в интересах люксембургской компании SES (HK № 5, 2017, с. 40-44).

Остается добавить, что к концу нынешнего года SpaceX планирует провести целых шесть запусков с использованием восстановленных ступеней FH Falcon 9\*. И решимости у компании хоть отбавляй, как и возможностей: предыдущий пуск состоялся всего две недели назад, а следующий ориентировочно намечен через две недели. То есть SpaceX уплотняет график в соответствии с данным ранее обещанием запускать ракеты каждые две недели.

«Вся цель – снизить стоимость космических полетов и космических перевозок, – комментирует Кенигсманн стремление SpaceX к повторному использованию. – В конечном счете, думаю, мы обеспечим более низкие транспортные расходы и создадим гораздо более дешевый доступ в космос на основе этой технологии». По его словам, компания также стремится спасать и повторно использовать головные обтекатели: «Мы работаем над этим. В конструкцию обтекателя будут внесены изменения, и [после спасения] мы снова проверим их. Это будет сделано в течение еще нескольких миссий».

Что касается кораблей, то в настоящее время Dragon компании SpaceX и Cygnus компании Orbital ATK – два американских КА, предназначенных для регулярного снабжения МКС, наряду с кораблями HTV (Япония) и «Прогресс МС» (Россия). Оба аппарата были разработаны и продемонстрированы в рамках программы NASA по коммерческим орбитальным перевозкам COTS (Commercial Orbital Transportation Services), причем Dragon – единственный из всех автоматических грузовых кораблей снабжения, который способен возвращать груз на Землю в конце полета.

Во время миссии CRS-11 компания SpaceX доказала, что может повторно использовать не только ракетные ступени, но и корабли. Следующая цель – повторный запуск ракеты в течение 24 часов после посадки, когда с вернувшейся ступенью не будет проводиться никаких манипуляций, кроме осмотра и дозаправки.

По сообщениям [spacenews.com](http://spacenews.com), [www.space.com](http://www.space.com), [NasaSpaceFlight.com](http://NasaSpaceFlight.com) и [TheVerge](http://TheVerge)

\* Интересный момент: несмотря на решимость SpaceX, Кирк Ширман ответил, что NASA пока не готово согласиться на использование для своих запусков ракет, подвергнутых такой «реновации».



# Грузы SpX-11:

# пульсаровский «секстант», «музы» для наблюдения Земли и «роза» в рулоне



**Д**рагон в миссии SpX-11 (или SpaceX CRS-11) доставил на МКС грузы для обеспечения работы 52-й и 53-й экспедиций. Суммарная масса грузов, доставленных в спускаемом аппарате и негерметичном грузовом отсеке корабля, на сей раз была 2708 кг – почти на 200 кг больше, чем во время предыдущей миссии SpX-10 в феврале (табл. 1). При этом целую тонну весило доставляемое оборудование в негерметичном отсеке – второй результат за историю полетов Dragon.

В миссии SpX-11 установлен рекорд по доставке на корабле Dragon оборудования и материалов для научных исследований и экспериментов – 1069 кг (табл. 2). До сих пор больше всего «науки» привозил Dragon в миссии SpX-9 – 930 кг.

◆ экспериментальная солнечная батарея ROSA массой 325 кг.

Установки NICER и MUSES предназначались для переноса на Основную ферму ITS американского сегмента МКС. Панель ROSA после испытаний планировалось вернуть в «багажник» корабля, чтобы она сгорела вместе с ним при сходе с орбиты.

*Астрофизическая установка NICER (Neutron Star Interior Composition Explorer) – внешняя полезная нагрузка, которая будет установлена на транспортно-складской платформе ELC2 на секции S3 правого борта Основной фермы ITS. Она предназначена для исследования природы и физических свойств нейтронных звезд в мягком рентгеновском диапазоне.*

Нейтронные звезды – это сверхплотные космические образования, которые могут иметь диаметр всего в несколько десятков километров, а массу – в два раза больше массы Солнца. Это одни из самых горячих объектов, обладающие наивысшей стабильной плотностью, известной в природе. NICER будет регистрировать исходящие от нейтронных звезд тепловые и нетепловые выбросы в мягкой рентгеновской полосе с энергией фотонов 0.2–12 кэВ и длиной волны выше 0.2–0.1 нм.

Основной блок аппаратуры включает массив из 56 рентгеновских «концентраторов» и кремниевых дрейфовых детекторов. Каждый «концентратор» собирает рентгеновские лучи на секторе небесной сферы площадью 30 квадратных угловых минут и фокусирует их на своем детекторе. Детектор обнаруживает отдельные фотоны, определяя их энергию с хорошим спектральным разрешением (несколько процентов) и фиксируя с высокой точностью время их обнаружения (среднеквадратичное отклонение не более 100 мс). Аппаратура также регистрирует направление их прилета, для чего в ее состав включен GPS-приемник.

Планируется также наблюдать пульсации излучения нейтронных звезд, вызванные их очень быстрым вращением – до нескольких сотен оборотов в секунду (благодаря этим пульсациям нейтронные звезды получили название «пульсары»). Эти данные позволят изучить характер процессов, протекающих внутри этих объектов. Во время каждого витка МКС NICER будет проводить

наблюдения двух-четырех объектов. Основная программа работы NICER рассчитана на более чем 15 млн секунд наблюдений в течение 18 месяцев.

Аппаратура NICER разработана совместно Центром космических полетов имени Годдарда и Массачусетским технологическим институтом. После извлечения NICER из «багажника» Dragon и установки на платформе ELC2, выполненных 11–13 июня, 14 июня аппаратура была включена, а на следующий день состоялись ее первые контрольные тесты. Наконец, 17 июня прошли первые тестовые наблюдения источника Serpens X-1 в созвездии Змеи. После калибровки инструмента 13 июля планируется начать основную научную программу наблюдений. Первые результаты от NICER ожидаются уже к концу лета 2017 г.

В состав NICER входит также *аппаратура SEXTANT (Station Explorer for X-ray Timing and Navigation Technology)* для отработки методов определения местоположения объекта в космосе на основе регистрации излучения пульсаров, которые будут служить «навигационными маяками». Для этого будет использоваться имеющаяся база данных частот вращения и расположения известных

▼ Астрофизическая установка NICER

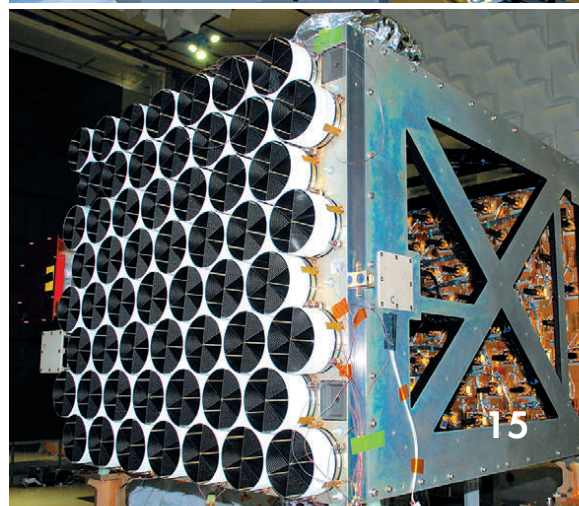
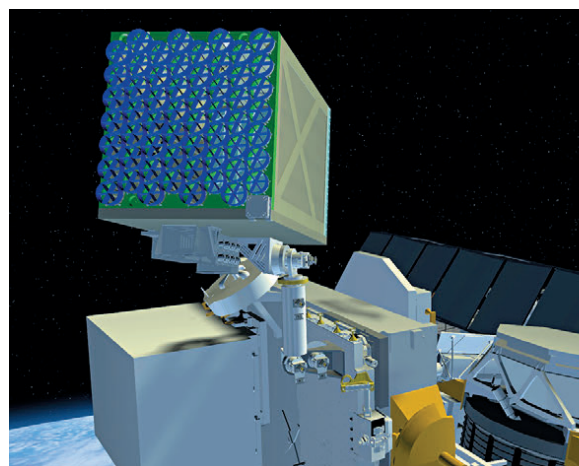


Табл. 1. Полеты кораблей Dragon

Дата старта	Полет	Масса доставленных на МКС грузов в СА, кг *	Масса доставленных грузов в негерметичном отсеке, кг	Общая масса грузов, кг	Масса возвращенных на Землю грузов в СА, кг *
Максимально возможная загрузка				3310	2500
22.05.2012	SpaceX C2+	520	0	520	660
08.10.2012	SpaceX CRS-1	454	0	454	905
01.03.2013	SpaceX CRS-2	677	372	1049	1370
18.04.2014	SpaceX CRS-3	2118	600	2718	1563
21.09.2014	SpaceX CRS-4	1626	589	2215	1486
16.12.2014	SpaceX CRS-5	2395	494	2889	1662
13.04.2015	SpaceX CRS-6	2015	0	2015	1317
28.06.2015**	SpaceX CRS-7	1952	526	2478	675***
08.04.2016	SpaceX CRS-8	1723	1413	3136	~1590
18.07.2016	SpaceX CRS-9	1790	467	2257	~1550
19.02.2017	SpaceX CRS-10	1530	960	2490	1652
03.06.2017	SpaceX CRS-11	1706	1002	2708	~1900***

Данные NASA и SpaceX. \* С учетом массы упаковки. \*\* Авария РН. \*\*\* План.

## Негерметичные грузы

Ломя традиции, начнем описание доставляемого оборудования с того, что располагалось в «багажнике» Dragon, – это были наиболее интересные грузы:

- ◆ прибор NICER с навигационной аппаратурой SEXTANT общей массой 372 кг;
- ◆ платформа MUSES с многоканальным спектрометром DESIS общей массой 305 кг;

Табл. 2. Номенклатура грузов в миссии SpaceX CRS-11

Тип грузов	Масса, кг
<b>Грузы в спускаемом аппарате</b>	
Оборудование и материалы для научных исследований	1069
Грузы для экипажа	242
Оборудование для служебных систем американского сегмента МКС	199
Оборудование для работ в открытом космосе	56
Электронное и компьютерное оборудование, фото- и видеоаппаратура	27
<b>Итого герметичные грузы (без массы упаковки)</b>	<b>1593</b>
Масса упаковки для герметичных грузов	113
<b>Итого герметичные грузы (с массой упаковки)</b>	<b>1706</b>
<b>Грузы в негерметичном грузовом отсеке</b>	
Грузы в негерметичном грузовом отсеке	1002
<b>Всего в миссии SpaceX CRS-11 (с массой упаковки)</b>	<b>2708</b>



▲ Платформа MUSES

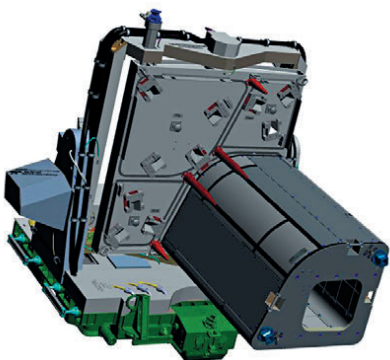
пульсаров. На базе аппаратуры SEXTANT в будущем, возможно, будет создана перспективная навигационная система КА, обладающая точностью 5 км. Этот метод будет особенно востребован для межпланетных полетов.

Аппаратура SEXTANT разработана Центром космических полетов имени Годдарда. В некоторых сообщениях СМИ утверждалось, что это первый подобный навигационный комплекс на орбите. Однако приоритет в этой области принадлежит Китаю, запустившему 9 ноября 2016 г. экспериментальный КА «Майчун син шиянь взйсин» (脉冲星试验卫星 – экспериментальный спутник по пульсарам) с навигационной аппаратурой XPNAV-1, регистрирующей излучение рентгеновских пульсаров. Заявленная точность китайской аппаратуры около 60 м, но многие эксперты ставят ее под сомнение.

Внешняя многопользовательская платформа для дистанционного зондирования MUSES (Multiple User System for Earth Sensing) предназначена для размещения на ней аппаратуры наблюдения поверхности и атмосферы Земли. Это могут быть гиперспектральные сканеры, цифровые камеры высокого разрешения, лидары, радары, магнитные датчики, а также прецизионные датчики местоположения и другое оборудование. Платформа позволяет автономно наводить установленное на ней оборудование на нужную область наблюдения, для чего оснащена двумя приводами с углом поворота каждого  $\pm 25^\circ$ . Точность наведения не хуже  $30''$ , что при высоте орбиты 400 км дает ошибку 58 м на поверхности Земли.

Для определения текущего положения платформа оснащена звездным датчиком и миниатюрным инерционным измерительным блоком. Для установленного на ней оборудования она обеспечивает электропитание и передачу данных в объеме до 225 Гбит в сутки с максимальной скоростью 100 Мбит/с. Габариты самой платформы – 850×850 мм, масса – 217 кг. Она разработана американ-

▼ Спектрометр DESIS на платформе MUSES



ской компанией Teledyne Brown Engineering (Хантсвилл, шт. Алабама).

На MUSES могут одновременно устанавливаться четыре устройства – два больших (крепёжная площадка 460×920 мм, масса до 100 кг, энергопотребление – 224 Вт при постоянном токе напряжением 28 В) и два малых (250×920 мм, до 50 кг, 112 Вт). Штатное место изделия на МКС – на транспортно-складской платформе ELC4 на секции S3 правого борта Основной фермы ITS, куда оно было перенесено 7–8 июня. Сервер MUSES находится в научной стойке EXPRESS №6 в Лабораторном модуле Destiny и обеспечивает хранение данных от нагрузок на MUSES и их сброс на Землю.

Платформа была запущена вместе с первой своей нагрузкой – гиперспектральным 235-канальным спектрометром DESIS (DLR Earth Sensing Imaging Spectrometer), разработанным Германским аэрокосмическим центром DLR. Он работает в спектральном диапазоне 400–1000 нм (видимая и ближняя инфракрасная область) на 235 каналах и предназначен для наблюдения за изменениями в экосистемах планеты, состоянием лесов и сельскохозяйственных земель. Телескоп DESIS с фокусным расстоянием 320 мм собран на основе трех анастигматических зеркал из полированного металла. С помощью собственного поворотного зеркала направление наблюдения DESIS может меняться в диапазоне  $\pm 15^\circ$ , то есть с учетом возможности поворота платформы MUSES суммарный угол возможного обзора спектрометра составит  $\pm 40^\circ$ . Съемка с его помощью начнется в этом году.

По завершении эксплуатации спектрометра на МКС прибор планируется вернуть на Землю для оценки влияния на его компоненты факторов космического полета. Масса DESIS – 88 кг, габариты – 430×190×135 мм.

Экспериментальная установка ROSA (Roll-Out Solar Array) предназначена для отработки технологии развертывания в космосе гибких солнечных батарей, отличающихся компактностью и низкой массой при повышенной мощности вырабатываемой электроэнергии. В настоящее время подавляющее большинство КА используют большие жесткие солнечные батареи, которые необходимо укладывать вдоль корпуса КА при запуске и развертывать после выхода на орбиту. Дополнительную массу добавляют системы наведения панелей на Солнце. Гибкие панели солнечных батарей ROSA более компактны при запуске, сами разворачиваются на орбите, а также могут сворачиваться в стартовую конфигурацию, что имеет значение для аппаратов, возвращающихся на Землю, или для КА с большими панелями СБ, которые нужно складывать при выполнении энергичных маневров в космосе.

Проект ROSA разработан совместно NASA и компаниями Deployable Space Systems и Space Systems/Loral при финансовом участии Военно-воздушных сил США. ВВС на тех же технологиях, что и ROSA, разрабатывают аналогичную конструкцию гибкой СБ в рамках проекта RAPDAR (Roll Out and Passive Deployed Array). Она использует технологию эластичных композиционных материалов

с эффектом памяти EMC (Elastic Memory Composites) и тонкопленочные фотоэлектрические преобразователи, рассчитанные на выработку электроэнергии мощностью от 20 до 50 кВт при весовом коэффициенте 50–250 Вт/кг.

Экспериментальная панель ROSA состоит из 336 секций (24×14 секций), каждая из которых включает 30 фотоэлектрических преобразователей (6×5 ФЭПов). Габариты панели в развернутом состоянии – 6.0×13.7 м. В свернутом состоянии она наматывается на барабан, имея в диаметре лишь 0.6 м. Основными силовыми элементами панели являются два лонжерона в виде прорезиненных трубок из материала EMC. Между лонжеронами закреплены планки, на которые крепится полотно гибких ФЭП. При свертывании панели на барабан лонжероны сплющиваются. Для раскрытия СБ не требуется никаких приводов:



▲ Экспериментальная панель ROSA

лонжероны самостоятельно распрямляются за счет накопленной энергии деформации.

Эксперимент с ROSA рассчитан на неделю. Установка будет захвачена дистанционным манипулятором Canadarm2 или Dextre, выведена из «багажника» Dragon и отведена на максимальное расстояние от станции, где и будет проводиться раскрытие СБ. В ходе эксперимента будет регистрироваться динамика раскрытия СБ, ее стабильность в развернутом состоянии, влияние на ее форму перепадов температур на солнечной и теневой части витка, а также напряжение и сила вырабатываемого тока. Батарея способна давать электроэнергию номинальной мощностью 20 кВт.

Конструкцию СБ на базе проекта ROSA планируется применять в новых межпланетных миссиях, в том числе к Луне, Марсу и астероидам, а также на коммерческих и военных КА, включая мощные коммуникационные спутники.

### Герметичные грузы

В возвращаемом аппарате Dragon'a при запуске находились два контейнера для транспортировки животных AEM-T (Animal Enclosure Module-Transporter). В них находились 40 «мышенавтов» – самок домашних мышей-альбиносов инбредной (происходящей от скрещивания родственных особей) линии BALB/c в возрасте 30–40 недель – по двадцать штук в каждом AEM-T. Мышки предназначались для пятого эксперимента с грызунами на МКС RR-5 (Rodent Research 5). Предыдущие «мышенавты» стартовали на Dragon CRS-4, -6, -8 и -10. Все они участвовали в различных биологических экспериментах – от исследования внутричерепного

давления до метода профилактики атрофии скелетных мышц.

В эксперименте RR-5 будет изучаться влияние нового медицинского препарата NELL-1 для профилактики остеопороза – предотвращения потери костной ткани и восстановления костей. Все мышек перенесут в клетку для содержания животных в космосе AEM-X (Animal Enclosure Module-Extra), находящуюся на МКС в научной стойке EXPRESS в модуле Destiny. Экипаж ежедневно будет наблюдать за грызунами, снимать и передавать видеокадры на Землю. 20 мышек через неделю после старта и затем через каждые две недели будут получать подкожные инъекции препарата NELL-1 и внутривенные инъекции костных маркеров. Другие 20 останутся без лекарства, получая только инъекции костных маркеров. Особой из второй партии регулярно будут переносить в перчаточный ящик MSG (Microgravity Sciences Glovebox), где животные будут сначала анестезированы путем внутривенной инъекции кетамина/ксиласина, а затем у них будут забирать контрольные пробы крови, мышц и костей.

Примерно через четыре недели полета половину мышей (10 получавших NELL-1 и 10 лишенных препарата) астронавты посадят в транспортный контейнер AEM-T, перенесут его на Dragon, который вернет их на Землю. Вскоре после возвращения им проведут двуэнергетическую рентгеновскую абсорбциометрию (ДРА) для оценки минеральной плотности костей. Мышам, которым не повезло вернуться на Землю живыми, сделают ДРА на борту МКС. Их полет продлится девять недель, когда им повторно сделают ДРА, после чего астронавты их умертвят, возьмут у них очередные пробы крови, мышц и костей, и все это вместе с трупиками поместят в морозильник для дальнейшего возвращения на Землю и детального исследования.

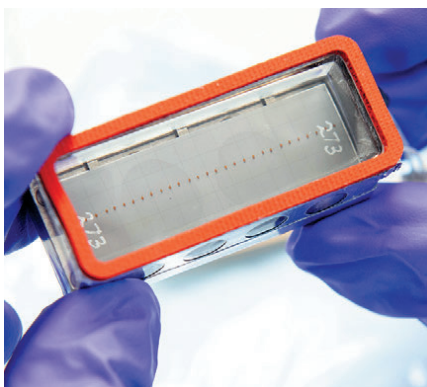
Мышки, которые живыми вернутся на Dragon'е на Землю, какое-то время будут жить в нормальных условиях, чтобы ученые могли изучить их восстановление после полета. Однако и им не суждено прожить долго: после очередного ДРА их усыпят для исследования их органов и сравнения с органами «мышьнавтов», летавших 9 недель. Если исследования NELL-1 пройдут успешно, то после тестирования на людях-добровольцах этот препарат будет рекомендован как астронавтам, так и больным остеопорозом на Земле.

Для биологического эксперимента FFL-2 (Fruit Fly Lab-2) на станцию прибыла партия плодовых мушек – дрозофил фруктовых (лат. *Drosophila Melanogaster*). Эксперимент позволит ученым определить, как невесомость и другие факторы космического полета воздействуют на этих насекомых. Эта информация пригодится при подготовке долгосрочного космического полета человека – с особым упором на болезни, поскольку около 77% генов, связанных с болезнями человека, имеют близкие совпадения в геноме плодовых мух. Фруктовые мушки идеально подходят для изучения влияния невесомости на биологические процессы с учетом их короткого срока жизни, что позволяет изучать всю биологическую систему с рождения, ее рост, размножение и старение в течение нескольких поколений.

В центре внимания FFL-2 будет болезнь сердца. Эксперимент позволит изучить клеточные и генетические механизмы, вызывающие проблемы с сердцем во время космического полета, что невозможно с участием человека. В нем будут участвовать два разных штамма дрозофил: один из них имеет мутацию ионного канала, которая вызывает аритмии, похожие на аритмии людей, а второй – с мутацией в мышечном миозине, который вызывает у человека сердечную дилатацию – увеличение объема камер сердца без изменения толщины сердечной стенки.

В ходе FFL-2 будут исследованы сердечные клетки для выявления структурных аномалий, а также предпринята попытка количественного определения изменений экспрессии кардиогена с использованием 30 сердец дрозофил для полного анализа экспрессии генов.

Для эксперимента на Dragon'е доставлены шесть вентилируемых ящиков с мушками в контейнере VFB (Vented Fly Box), где предусмотрено все для содержания насекомых и обеспечения их всем необходимым в течение одного месяца. За это время дрозофилы будут развиваться во взрослых особей и



▲ Семена арабидопсиса для эксперимента Seedling Growth-3, который будет проводиться на установке EMCS

размножаться. Живые «космические мухи» возвратятся на этом же корабле на Землю для исследований.

Среди других доставленных научных грузов:

- ◆ *аппаратура CapriBRIC* (Capillary Brine Residual in Containment) для отработки пассивного капиллярного метода регенерации воды из урины (определение эффективности капилляров различных форм, глубины и длины контактной зоны), а также новых методов удаления из атмосферы углекислого газа с применением капилляров – для создания более эффективного, надежного и легкого оборудования перспективных космических систем жизнеобеспечения;

- ◆ *биореактор PCG-6* (Protein Crystal Growth) для изучения роста высококачественных кристаллов ацетилхолинэстеразы – важного для медицины белка, который содержится в синапсах и применяется для борьбы с заболеваниями нервной системы человека, – с целью улучшения качества фармацевтических продуктов на Земле;

- ◆ материалы для биологического эксперимента *Cardiac Stem Cells* («Сердечные стволовые клетки») по инкубации в биореакторе SABL (Space Automated Bioproduct Lab) стволовых клеток сердца; его цель –

оценить влияние на них факторов космического полета и доказать теорию ускорения процесса старения человека в невесомости;

- ◆ новые модули с образцами для очередного эксперимента с коллоидами *ACE-T-6* (Advanced Colloids Experiment Temperature-6), которые установят в стойке с микроскопом LMM (Light Microscopy Module) для наблюдения кинетики роста из коллоидов микроструктур в гелях и кремах.

На Dragon'е прибыло также оборудование для очередной серии *студенческих экспериментов*, проводимых при поддержке компании NanoRacks и Центра содействия развитию космических наук CASIS (Center for the Advancement of Science in Space):

- ◆ *NanoRacks-NDC-BMS-Vermicomposting* – по изучению эффективности переработки на орбите органических отходов земляными червями (в данном случае – навозными червями, лат. *Eisenia fetida*) в вермикомпост, применимый в дальнейшем для выращивания в космосе сельскохозяйственных культур;

- ◆ *NanoRacks-JAMSS-2 Lagrange-1* (также проходит как эксперимент *Tomatosphere-II*) – по изучению влияния факторов космического полета на семена томатов, размещенных в стандартном модуле NanoRacks 1.5U (100×100×150 мм), которые после возвращения на Землю будут пророщены и сравнены с выросшими на Земле растениями;

- ◆ *NanoRacks-NDC-CHS-The Green Machine* – по изучению возможности получения на орбите биотоплива из жиров, перерабатываемых двумя различными штаммами водорослей;

- ◆ набор из 24 школьных и студенческих экспериментов *NanoRacks-NCESSE-Odyssey*, включая исследование влияния невесомости на растения, водоросли, бактерии, полимеры, изучение развития на орбите многоклеточных организмов, наблюдение за химическими и физическими процессами в условиях невесомости, оценку эффективности антибиотика с учетом аллергических реакций;

- ◆ набор из 12 экспериментов *VCHS Student Experiments*, подготовленных учащимися католической средней школы Valley Christian High School (г. Сан-Хосе, шт. Калифорния), среди них – исследование влияния факторов космического полета на высококачественные пищевые питательные вещества, наблюдение за ферментацией микробов, контроль роста специального бактериального штамма.

Для доставки на МКС материалов для экспериментов, требующих низких температур, на Dragon'е стояли два морозильника Polar, запитанных от бортовой сети корабля.

Освободившееся в возвращаемом аппарате место планируется занять отправляемыми на Землю грузами (примерно 1900 кг). Из этой массы около трети придется на результаты проведенных на МКС экспериментов. Для возвращения на Землю образцов исследований, замороженных на станции, в возвращаемом аппарате разместят четыре морозильника Polar. Остальные две трети возвращаемой массы – личные посылки от членов экипажа, вышедшее из строя или требующие ремонта оборудование, другие уже ненужные на борту вещи и просто мусор.

По материалам NASA, SpaceX, NanoRacks, CASIS



Фото С. Сергеева, ЦЭНКИ

А. Красильников.  
«Новости космонавтики»

## «Прогресс МС-06»:

### запчасти для «Орланов» и четыре малых спутника

**14** июня в 12:20:13.013 ДМВ (09:20:13 UTC) с 6-й пусковой установки 31-й площадки космодрома Байконур стартовыми расчетами предприятий ракетно-космической промышленности России был проведен пуск ракеты-носителя «Союз-2.1А» (14А14-1А №У15000-028) с транспортным грузовым кораблем «Прогресс МС-06» (11Ф615А61 № 436).

В 12:29:01.553 ДМВ корабль отделился от третьей ступени носителя и оказался на орбите с параметрами (по данным Службы баллистико-навигационного обеспечения ЦУП ЦНИИМаш; в скобках – расчетные значения):

- наклонение – 51.66° (51.67±0.03);
- минимальная высота – 192.98 км (193±2);
- максимальная высота – 241.33 км (240±7);
- период обращения – 88.55 мин (88.54±0.05).

В каталоге Стратегического командования США грузовик получил номер **42756** и международное обозначение **2017-033А**. В графике сборки и эксплуатации МКС его полету присвоили индекс 67Р.



Фото О. Урусова, ЦЭНКИ

Это был 1469-й пуск ракеты космического назначения с Байконура с целью выведения полезного груза на околоземную орбиту или отлетную траекторию, 390-й старт с 6-й пусковой установки (из них 14 суборбитальных), 189-й запуск в рамках программы МКС и 158-й полет корабля семейства «Прогресс».

Стартовая масса грузовика равнялась 7276 кг, в том числе 881 кг топлива в баках комбинированной двигательной установки.

Осуществленный запуск стал первым для кораблей «Прогресс» на носителе «Союз-2.1А» после завершения лётно-конструкторских испытаний (ЛКИ) ракетно-космического комплекса «Союз-2.1А» с «Прогрессом». Напомним, что в ходе ЛКИ были проведены четыре пуска, один из которых закончился аварией в апреле 2015 г. (НК № 6, 2015, с. 17-21).

В феврале 2017 г. «Прогресс» в последний раз стартовал на «Союзе-У» (НК № 6, 2017, с. 21-23), и теперь почти все «Прогрессы» будут летать на «Союзе-2.1А». Исключением станет грузовой корабль-модуль «Прогресс МС-УМ» с Узловым модулем «Причал», который отправится к МКС с помощью «Союза-2.1Б». Кроме того, часть «Прогрессов» планируется запускать на «Союзах-ФГ» (НК № 6, 2017, с. 23), в частности «Прогресс МС-10» в октябре 2018 г.

После аварийного запуска «Прогресса МС-04» в декабре 2016 г. (НК № 2, 2017, с. 8-11) было принято решение вернуть с Байконура третью ступень «Союза-2.1А» под «Прогресс МС-06» в самарский РКЦ «Прогресс» для замены на ней двигательной установки 11Д55 (РД-0110) на перепроверенную на Воронежском механическом заводе.

### Мягкое соприкосновение и крепкие объятия

Год назад планировалось, что Многоцелевой лабораторный модуль «Наука» будет запущен на станцию в декабре 2017 г. Соответственно «Прогресс МС-06» должен был сменить «Прогресс МС-05» на Стыковочном отсеке «Пирс» для того, чтобы перед прибытием «Науки» отстыковать «Пирс» от нижнего узла переходного отсека Служебного модуля «Звезда» и свести его с орбиты.

Однако ремонт «Науки» значительно осложнился – и старт модуля был отложен на 2018 г. (НК № 6, 2017, с. 21; № 7, 2017, с. 19). Поэтому было решено оставить «Прогресс МС-05» на «Пирсе» до 20 июля, а «Прогресс МС-06» стыковать к агрегатному отсеку модуля «Звезда».

Для сближения со станцией «Прогресс МС-06» использовал двухсуточную схему. 14 июня на 3-м витке полета с использованием сближающе-корректирующего двигателя (СКД) он выполнил двухимпульсный маневр. Двигатель включился в 15:51:14 (время работы – 81.3 сек, величина импульса – 32.49 м/с) и 16:28:53 ДМВ (71.7 сек, 28.89 м/с). В результате корабль перешел на орбиту наклонением 51.66°, высотой 305.98×326.06 км и периодом обращения 90.68 мин.

15 июня в 13:55:17 на 18-м витке СКД запустился вновь, проработав 9 сек и выдав импульс 3.66 м/с. После этого грузовик

На «Прогрессе МС-07», запуск которого планируется на 12 октября, предполагается отработать двухвитковую (трехчасовую) схему сближения с МКС перед ее внедрением на «Союзах МС» (НК № 6, 2017, с. 13).

Перечень грузов корабля «Прогресс МС-06»	
Наименование	Масса, кг
<b>В грузовом отсеке:</b>	<b>1312</b>
Средства обеспечения газового состава (поглотители П-16, укладка с пробозаборниками АК-1М, газоанализатор углекислоты ГЛ2106, электронагреватель, фильтр для газоанализатора)	27
Средства водообеспечения (емкости с водой и обеззараживающим раствором, вставка-уловитель, разделитель для блока разделения и перекачки конденсата, блоки колонок очистки, принадлежности для системы «Родник», комплект шлангов для системы регенерации воды из конденсата атмосферной влаги СРВ-К2М, фильтр-разделитель, фильтр-реактор, отделитель, емкость для конденсата атмосферной влаги)	369
Средства санитарно-гигиенического обеспечения (кладовки и салфетки для асептично-санитарного устройства, емкости с консервантом, контейнеры для твердых отходов, указатели заполнения и переходник емкостей для воды, мочеприемники, комплект шлангов, дозатор консерванта и воды, насос-сепаратор, фильтр-вставка, воздушный фильтр, приемник, сигнализатор, мягкие контейнеры для бытовых отходов, воронка, одноразовый сборник)	90.6
Средства медицинского обеспечения (комплект устройств фиксации электродов, тренировочно-нагрузочный костюм ТНК-У-1М, силовой нагрузочный НС-1М, комплекс медицинской аппаратуры КМА-01, медицинские укладки, втулки (сайлен-блок), вентуфли, укладка «Защита-ОПС», белье, средства гигиены)	144
Средства обеспечения питанием (контейнеры с рационами питания, наборы свежих продуктов, салфетки для средств приема пищи, комплект клапанов, пакеты для пищевых отходов)	192
Средства индивидуальной защиты (литиевые поглотительные патроны ЛП-10М, кислородные баллоны БК-3М, емкости 5ПТ с водой, укладка запасных инструментов и принадлежностей ЗИП-2М, укладка со сменными элементами, обложки ног и укладки рукавов для скафандров «Орлан-МК»)	119
Система обеспечения теплового режима (сменные кассеты для пылефильтров, мановакуумметр ВК-316М, компрессорная установка, сменный блок, баллоны КВО)	43
Система электропитания (аккумуляторная батарея)	77
Система телефонно-телеграфной связи (гигиенические чехлы)	2
Аппаратура связи в радиолобительском диапазоне длин волн «Спутник» (антенный щиток, комплект кабелей)	0.6
Средства технического обслуживания и ремонта (мешки для контейнеров, инструментальный пояс, укладка с киперной лентой, нож космонавта, поручни-переходы, устройства фиксации, укладка с инструментом для внутрикорабельной деятельности)	41
Элементы конструкции и дополнительное оборудование (панель 229А, крошшеины)	3
Комплекс средств поддержки экипажа (бортовая документация, посылки для экипажа, фотокамера Nikon-D5, аккумулятор Nikon EN-EL18, пальчиковые батарейки, жесткий диск, картридер, кабели для видеоконфликса LIV, кабель и переходники для аппаратуры HDTU)	30
Комплекс целевых грузов (оборудование и расходные материалы для научных экспериментов «Биодеградация», «Биополимер», «Визир», «Импакт», «Пилот», «Плазменный кристалл-4», «Пробивит», «Профилактика-2», «Тест» и «Фаген», малые спутники «Танюша-ЮЗГУ» № 1 и № 2, «Сфера-53» и ТНС-0 № 2)	64
Оборудование для функционально-грузового блока «Заря» (специальное запоминающее устройство СЗУ-ЦУ8, блок автоматики средств перекачки азота)	6
Оборудование для Малого исследовательского модуля «Рассвет» (панель и детали регулировки для системы регенерации воды из урины СРВ-У-РС, биотехнологический термостат ТБУ)	19
Оборудование для Малого исследовательского модуля «Поиск» (подкосы для выносного рабочего места)	14
Американские грузы (посылка для экипажа, два блока мониторов для анализатора продуктов горения CSA-CP, костюм водного охлаждения с воздуховодами для скафандра EMU, четыре баллона с углекислым газом для эксперимента SPHERES, укладка с оборудованием предпочтения экипажа для внекорабельной деятельности, американские предметы обеспечения для российских космонавтов)	71
<b>В отсеке компонентов дозаправки:</b>	<b>1087</b>
Топливо в баках системы дозаправки	620
Газ в баллонах средств подачи кислорода (воздух – 23 кг, кислород – 24 кг)	47
Питьевая вода в баках системы «Родник»	420
<b>Всего:</b>	<b>2399</b>

оказался на орбите наклонением 51.66°, высотой 317.49×330.85 км и периодом обращения 90.81 мин.

**16 июня** «Прогресс МС-06» самостоятельно провел остальные маневры подъема орбиты, сближения и причаливания и в 14:37:36 в автоматическом режиме прича-

лил к станции. Это была 165-я стыковка, осуществленная кораблями типа «Прогресс», и 70-я – с МКС, которая в этот момент находилась на орбите наклонением 51.66°, высотой 404.64×419.46 км и периодом обращения 92.60 мин.

«Всем спасибо за надежную технику», – поблагодарил «Землю» Фёдор Юрчихин. Подмосковный ЦУП поинтересовался, почувствовал ли экипаж удар, находясь в модуле «Звезда» перед дисплеем и пультом системы телеоператорного управления грузовиком. «Конечно, почувствовали, но удар был мягкий. Я бы даже сказал, что это было мягкое соприкосновение, мягче, чем когда-либо. Грузовой корабль теперь в нежных, но очень крепких объятиях станции», – поэтично выразился космонавт.

### Космонавты любят поострее

В «Прогресс МС-06» по просьбе экипажа уложили свежие фрукты и овощи, в том числе 15 кг яблок, аджику, горчицу, столовый хрен и 20 упаковок сырокопченых колбасок «Пиколини» – десять со вкусом «Пармезан» и десять со вкусом «Хамон».

Первоначально на грузовике на станцию планировалось отправить созданный в подмосковном НПП «Звезда» скафандр нового поколения «Орлан-МКС» № 5 для выходов в открытый космос (НК № 10, 2015, с.10; № 12, 2016, с.22). Таким образом, на МКС оказалось бы два «Орлана-МКС» (скафандр № 4 привез «Прогресс МС-05» в феврале), и Фёдор Юрчихин с Сергеем Рязанским испытали бы их во время выхода 17 августа.

Позже было принято решение отложить доставку скафандра № 5 на конец 2017 – начало 2018 гг. (то есть на «Прогресс МС-07» или «Прогресс МС-08»), а вместо него отправить на «Прогрессе МС-06» два комплекта рукавов и штанин для замены их на скафандрах предыдущего поколения – «Орлан-МК» № 4 и № 6, ресурс которых уже давно закончился.

В июне экипаж обновит рукава и штанины на «Орлане-МК» № 6, в котором в августе пойдет Рязанский, а испытанием «Орлана-МКС» № 4 займется Юрчихин.

На замену «Орлану-МКС» № 3, утраченному при аварийном запуске «Прогресса МС-04», НПП «Звезда» к концу 2018 г. должно изготовить скафандр № 6.

«Прогресс МС-06» привез на МКС четыре малых спутника: «Танюша-ЮЗГУ» № 1 и № 2, «Сфера-53» и ТНС-0 № 2. Их запустят Фёдор и Сергей вручную в августовском выходе вместе с аппаратом «Томск-ТПУ-120», который был доставлен на станцию еще в апреле 2016 г. «Прогрессом МС-02» (НК № 5, 2016, с.27-28).

Два наноспутника «Танюша-ЮЗГУ» созданы студентами и молодыми учеными курского Юго-Западного государственного университета совместно со специалистами РКК «Энергия» имени С.П. Королёва. В рамках эксперимента «Радиоскаф» они получили обозначение РС-6 и РС-7. В течение двух лет намечается отправить на орбиту еще две пары таких же спутников.

После запуска спутники образуют автономную интеллектуальную группировку малых космических аппаратов. Их выведение будет приурочено к 60-летию запуска Первого искусственного спутника Земли и 160-летию основоположника космонавтики

Константина Эдуардовича Циолковского. В связи с этим аппараты будут с интервалом в три минуты передавать на Землю в радиолобительском диапазоне длин волн поздравления на русском, английском, испанском и китайском языках.

Первой задачей пары наноспутников будет достижение их автономной самоорганизации и взаимодействия для оценки возможности включения в группировку большего числа аппаратов. В дальнейшем предполагается обеспечить возможность распределенного приема радиосигнала.

«Спутники оснащены инерциальной навигационной системой, которая отображает их положение в пространстве. Мы хотим проверить, будут ли они работать так же хорошо и вращаться в вакууме так же правильно, как мы рассчитали в земных условиях», – сказал главный конструктор проекта Егор Шиленьков.

«Танюша-ЮЗГУ» будут передавать на Землю телеметрию, обмениваться данными между собой, передавать информацию о расположении по отношению друг к другу и

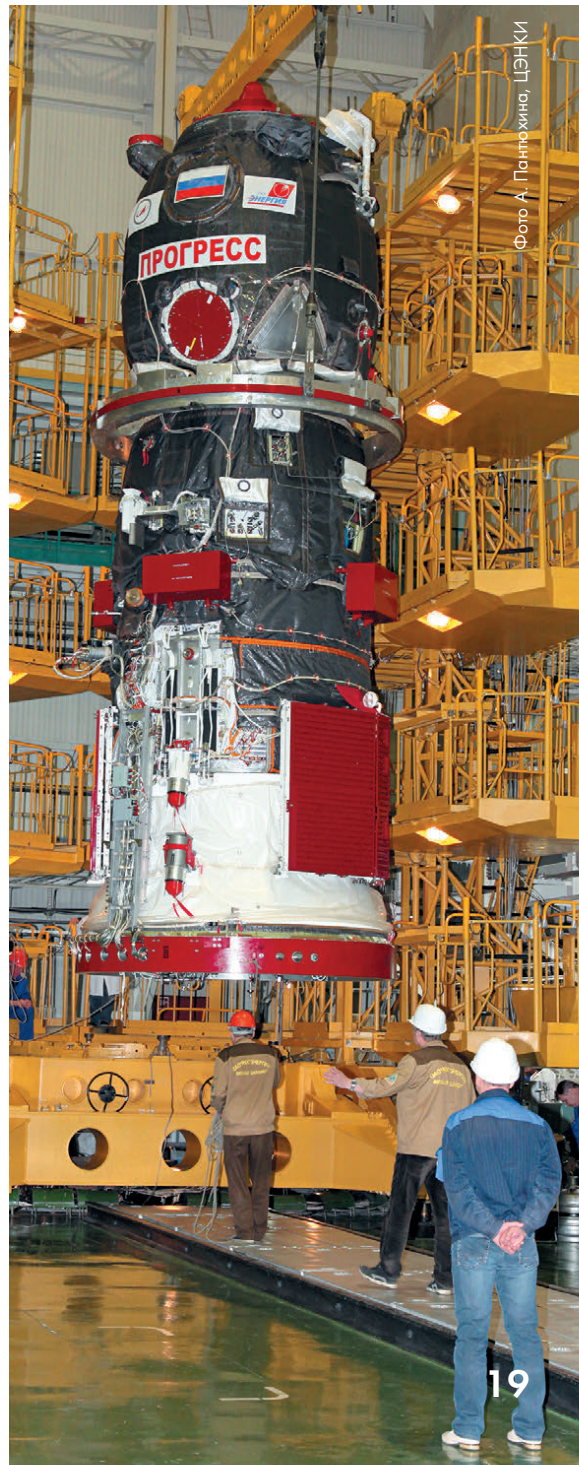
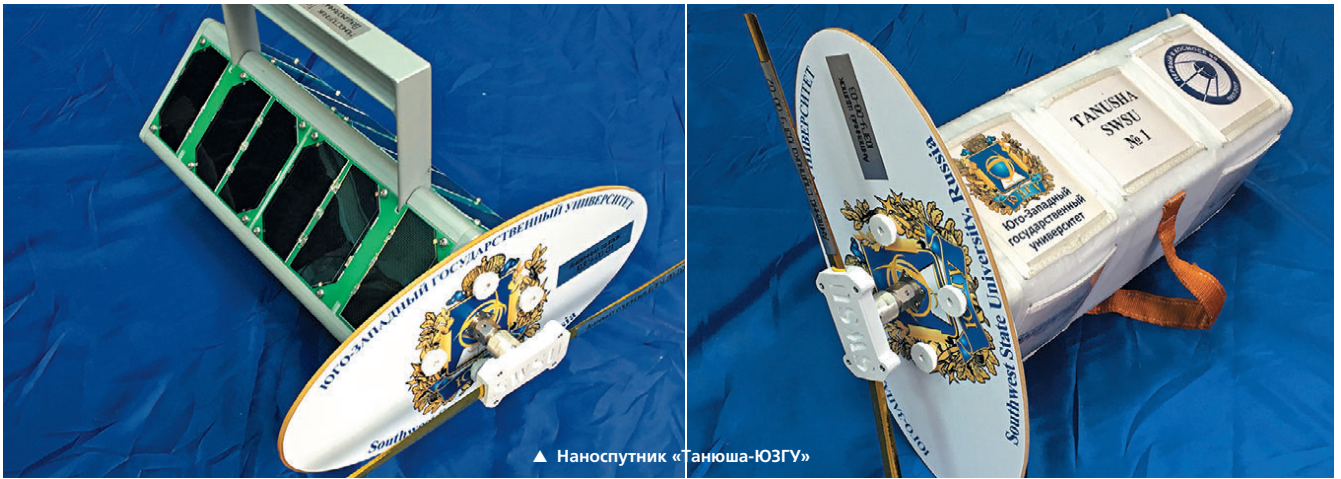


Фото А. Панюхино, ЦЭНКИ



▲ Наноспутник «Танюша-ЮЗГУ»

снимать земную поверхность. «Внутри стоит микроЭВМ, установлена полная циклограмма работы, которая автоматизирует процесс отправки сигнала, проведения эксперимента, взаимосвязи между спутниками и с наземной станцией, которая установлена у нас в университете», – отметил ответственный исполнитель проекта Антон Луценко.

Второй задачей малых аппаратов является измерение плотности космической среды с использованием прибора, разработанного в ЮЗГУ, что позволит актуализировать параметры для расчета баллистики спутников и оптимизировать математическую модель траектории их движения.

«Мы рады, что нашли такой университет, где работают с душой, а не формально», – признался главный специалист РКК «Энергия», правнук К.Э. Циолковского Сергей Самбуров.

Калибровочный аппарат «Сфера-53» аналогичен спутнику с таким же названием, доставленному на МКС «Прогрессом М-16М» и запущенному вручную во время выхода Геннадием Падалкой в августе 2012 г. (НК № 10, 2012, с. 22, 29). Тогда сообщалось, что аппарат представляет собой калибровочную металлическую сферу диаметром 53 см и массой 7.96 кг и предназначен для отработки математических методов учета атмосферного сопротивления в интересах эксперимента «Вектор-Т».

Наноспутник ТНС-0 № 2 (заводской № 7559560555) создан московским предприятием «Российские космические системы» (РКС). НК рассказывали о нем в № 6, 2016, с. 41.

Спутник построен на базе унифицированной платформы, которая специально разработана в РКС и которую в будущем планируется использовать для изготовления целой серии отечественных малоразмерных космических аппаратов. Масса платформы ТНС-0 № 2 с системой связи, солнечными батареями и системой ориентации составляет 4 кг. При этом наноспутник может брать на борт до 6 кг полезной нагрузки.

В полете на ТНС-0 № 2 намечается впервые испытать в космических условиях созданные в РКС приборы: экспериментальную аппаратуру спутниковой навигации по сигналам ГЛОНАСС, солнечные датчики, бортовой вычислитель и систему электропитания.

Доступ к управлению аппаратом получат специалисты и студенты Российского университета дружбы народов.

Напомним, что в марте 2005 г. с борта МКС был запущен наноспутник ТНС-0 № 1, во время полета которого прошли испытания более десяти технологий и приборов (НК № 4, 2005, с. 28; № 5, 2005, с. 21-23).

Грузовик также привез на станцию силовую нагрузку НС-1М, предназначенный для выполнения космонавтами силовых физиче-

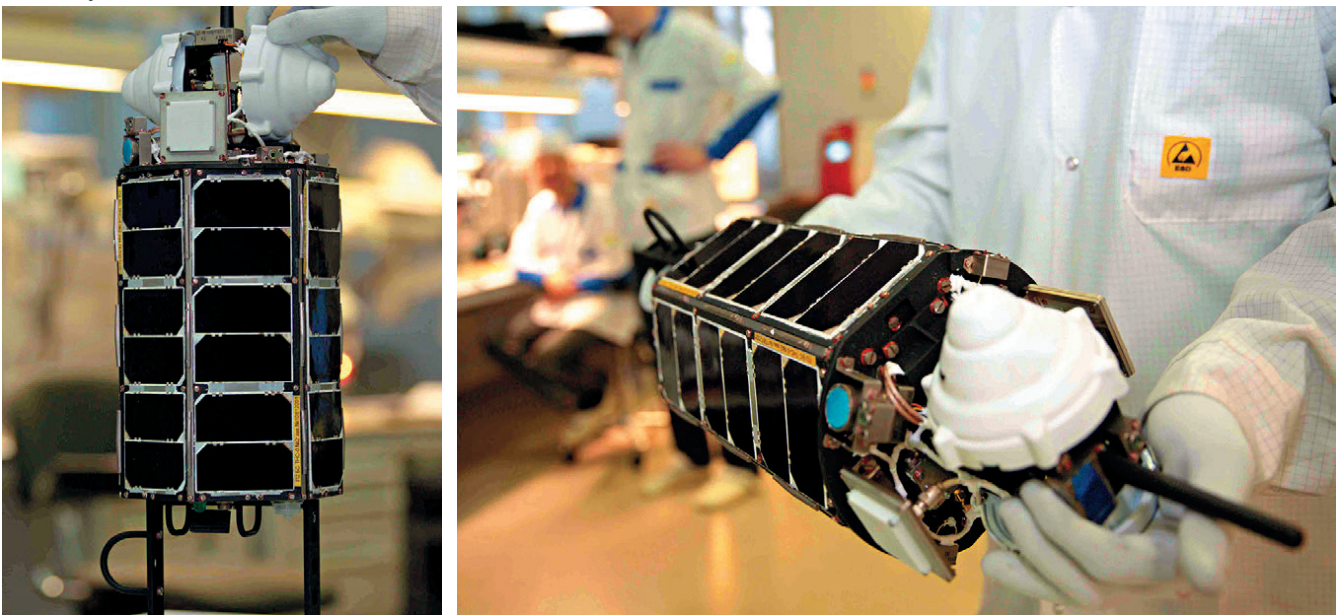
ских упражнений. Он модернизирован с учетом эксплуатации аналогичного тренажера, доставленного на МКС в феврале 2014 г. (НК № 4, 2014, с. 15-16). Старый НС-1М будет удален со станции после того, как Рязанский установит новый нагрузочный на велотренажере ВБ-3М в модуле «Звезда» и протестирует его.

В рамках эксперимента «Профилактика-2» (исследование механизмов действия и эффективности различных режимов физической нагрузки в условиях длительных космических полетов на состояние общей и физической работоспособности космонавтов) Институт медико-биологических проблем РАН отправил на корабле уникальный компенсатор опорной разгрузки (КОР), или так называемые «космические ботинки».

У человека имеется сенсорная система, которая реагирует на изменение гравитации. Ее роль выполняют рецепторы глубокой кожной чувствительности (тельца Фатера-Пачини), большое скопление которых находится на подошвах стоп. Рецепторы воспринимают не вес тела, а силу реакции опоры, равную весу по величине и противоположную по направлению, поэтому называются рецепторами опоры.

В условиях невесомости вследствие устранения опоры развиваются сенсомоторные нарушения, включающие атонию и атрофию позно-тонической мускулатуры, перцептивные феномены и атаксию.

▼ Наноспутник ТНС-0 № 2 создан в холдинге «Российские космические системы»





▲ «Космические ботинки» – компенсатор опорной разгрузки

Сотрудники отдела сенсомоторной физиологии и профилактики ИМБП выяснили, что механическое воздействие силы реакции опоры передается через нервную систему и влияет на активность клеток головного и спинного мозга. В результате в зависимости от силы реакции опоры включаются или выключаются системы, ответственные за контроль и управление двигательной активностью и мышечно-суставным аппаратом, нормализующие мышечный тонус и корректирующие работу позно-тонической системы. В связи с этим ученые высказали предположение, что развитие сенсомоторных нарушений может быть предотвращено применением «искусственных» опорных раздражений.

Так вот прибор КОР как раз и позволяет стимулировать опорные зоны стоп в режиме естественной ходьбы человека. Он имитирует показатели физического воздействия на стопу при ходьбе – величину давления и временные характеристики (длительность импульса,

интервалы между воздействиями на пяточную и плюсневую опорные зоны и интервалы между воздействиями на правую и левую ноги).

Прибор представляет собой специальные ботинки, в стельки которых с помощью насоса нагнетается воздух. Стельки раздуваются – и у космонавта создается ощущение, что он опирается ногами на какую-то поверхность. Предполагается, что КОР испытает на орбите Рязанский, который принимал участие в создании этого прибора.

Стоит отметить, что компенсатор используется и на Земле (подошвенный имитатор опорной нагрузки «КОРвит»), помогая лечению и реабилитации больных с глубокими моторными нарушениями вследствие детского церебрального паралича, инсульта, черепно-мозговой и спинальной травм.

*По материалам ГК «Роскосмос», РКК «Энергия», ЦУП ЦНИИмаш, РКС, ИМБП, ЮЗГУ, ТАСС, РИА «Новости» и Интерфакс*



Фото С. Сергеева, ЦЭНКИ

### Трагедия на месте падения боковушки «Союза»

14 июня после падения одного из боковых блоков первой ступени ракеты-носителя «Союз-2.1А», запустившей «Прогресс МС-06», в безлюдной местности в 20 км юго-западнее села Талап Улытауского района Карагандинской области Казахстана произошло загорание сухой травы. Сложные метеоусловия (температура +34°C, ветер с порывами до 15 м/с) привели к быстрому распространению огня. Степь горела в районе трассы Джезказган – Кзыл-Орда, в 40 км западнее Джезказгана.

Возгорание было локализовано в 22:20 ДМВ и ликвидировано в 00:31 15 июня. Общая площадь степного пожара составила 10 000 га. В его ликвидации были задействованы 61 человек и 22 единицы техники, в том числе российской.

К несчастью, при тушении пожара получил смертельные ожоги и скончался водитель КамАЗа 53-летний гражданин Казахстана Юрий Андреевич Хатюшин. Его машину накрыло пламенем из-за сильного порыва ветра. Погибший был сотрудником базы №1 Центра эксплуатации районов падения ВПК «НПО машиностроения», которая отвечает за работы по сбору отделяемых частей ракет-носителей.

Его коллега – слесарь механосборочных работ 49-летний Вячеслав Павлович Тыц был госпитализирован с ожогами 45% тела в центральную больницу Джезказгана, а позже на вертолете перевезен в Центр травматологии и ортопедии имени Макажанова в Караганде. 30 июня он скончался.

В период с 21 по 28 июня в Карагандинской области работала комиссия из представи-

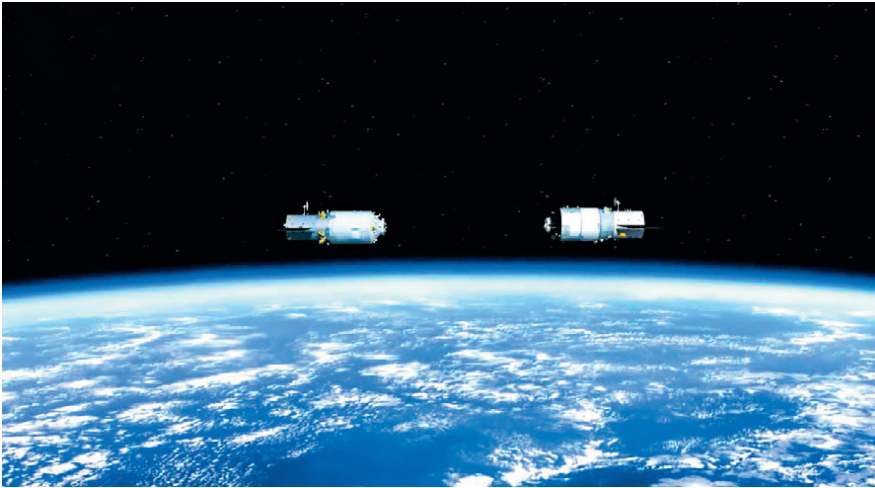


телей Госкорпорации «Роскосмос», ВПК «НПО машиностроения», Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан и администрации области. Она пришла к выводу о техногенном характере возгорания в условиях сложной погодной обстановки.

Во избежание повторения подобной ситуации Роскосмос в тесном взаимодействии с казахстанскими госструктурами ввел дополнительные меры, направленные на предотвращение возможных негативных последствий пусков: проведение российскими космическими средствами съемки районов падения до и сразу после пуска; осуществление облета района падения после запуска; привлечение сил и средств Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан к оперативному ту-

шению возникающих пожаров; техническое обеспечение наземной поисковой группы ВПК «НПО машиностроения» путем привлечения дополнительной пожарной техники и технических специалистов ЦЭНКИ по работе с беспилотными летательными аппаратами (БЛА) типа «Орлан».

С помощью БЛА в режиме реального времени планируется обеспечивать фото- и видеосъемку местности до 60 км с привязкой обнаруженных фрагментов ракеты-носителя с точностью до 20 см. Кроме того, для обеспечения качественной радиосвязью специалисты ВПК «НПО машиностроения» реконструировали антенное поле в Джезказгане, а также закупили и модернизировали прямо-передающие устройства и средства защиты персонала наземной поисковой группы.



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

## «Тяньчжоу-1»

### ушел в автономный полет

**21** июня китайский грузовой корабль «Тяньчжоу-1» завершил первый этап совместной работы с лабораторией «Тяньгун-2» и начал трехмесячный автономный полет.

Как мы уже сообщали, «Тяньчжоу-1» был запущен с космодрома Вэньчан 20 апреля 2017 г. в 19:42 по пекинскому времени (11:42 UTC) и 22 апреля в 12:16 успешно пристыковался к единственному стыковочному узлу на переднем, экспериментальном отсеке «Тяньгуна-2». В течение 23–27 апреля впервые в китайской практике была проведена дозаправка топливных баков лаборатории из баков корабля (НК № 6, 2017, с. 37–41).

13 июня был начат и 15 июня в 18:28 завершился второй эксперимент по дозаправке баков двигательной установки лаборатории «Тяньгун-2».

По состоянию на 16 июня, орбитальный комплекс «Тяньгун-2» – «Тяньчжоу-1» находился на орбите с условной высотой 376.8×391.2 км\*. По отношению к дню первой стыковки орбита пролегла примерно на 1 км ниже из-за естественного торможения в верхних слоях атмосферы.

18 июня приблизительно в 03:51 пекинского времени была произведена коррекция орбиты связки с подъемом до 379.2×393.3 км.

19 июня в 09:37 в соответствии с заданной пекинским ЦУПом программой состоялась расстыковка, после которой «Тяньчжоу-1» поэтапно отошел от «Тяньгуна-2» назад на 5 км и на этой дистанции выполнил зависание продолжительностью 90 мин. Когда было получено подтверждение нор-

мального состояния обоих КА, лаборатория «Тяньгун-2» произвела разворот на 180° по рысканью и сориентировалась стыковочным узлом вперед по вектору скорости.

После этого «Тяньчжоу-1» осуществил облет лаборатории, занял позицию в 5 км впереди нее и также развернулся на 180° по рысканью – стыковочным узлом навстречу цели. Грузовой корабль последовательно приблизился до отметок 400 м, 120 м и 30 м и в 14:55 пекинского времени вновь пристыковался к «Тяньгуну-2». Тем самым была подтверждена на практике возможность подхода корабля с любого направления, существенная для планирования полета долговременной космической станции «Тяньгун».

21 июня примерно в 01:01 была произведена еще одна коррекция орбиты связки с подъемом до 390.9×396.6 км.

21 июня в 09:16 ЦУП выдал инструкции на расстыковку, и в 09:47 корабль во второй раз отстыковался от лаборатории. «Тяньчжоу» отошел вперед на расстояние 120 м, дождался проверки штатного функционирования систем и выдал импульс увода. По американским данным, перигей орбиты корабля поднялся на 1.8 км, а апогей остался практически неизменным. В результате «Тяньчжоу» стал медленно отставать от «Тяньгуна» в орбитальном движении.

Таким образом, после двух месяцев совместной работы начался период автономного полета «Тяньчжоу-1». В этот период из пускового контейнера на надирной стороне «Тяньчжоу-1» должен быть выведен кубсат «Сылу-1» (丝路一号, «Шелковый путь») – экспериментальный аппарат дистанционного зондирования массой 4.5 кг.

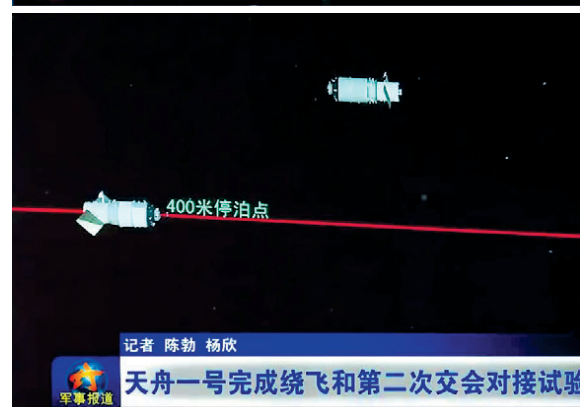
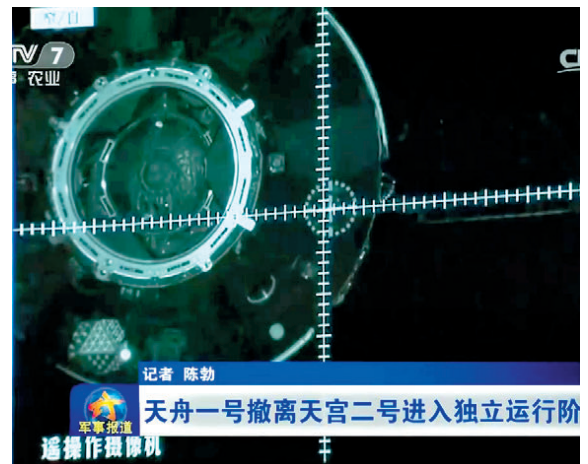
Во время автономного полета научная и экспериментальная аппаратура грузового корабля «Тяньчжоу-1» будет использоваться для запланированных исследований, включая регистрацию гамма-всплесков, высокоточные измерения ускорений КА для подтверждения или уточнения ньютоновского закона всемирного тяготения и др.

Большая серия экспериментов на клеточном биореакторе Шанхайского института технической физики началась за сутки до старта и была завершена еще в совместном полете – 23 мая. Эта установка имела в своем составе два экспериментальных контейнера – для образцов на субстрате и свободно плавающих в питательном растворе – с шестью микрокамерами на базе микроскопа для флуоресцентной съемки.

Всего в реакторе находилось 15 образцов клеток млекопитающих, в том числе стволовые клетки человеческого эмбриона и печени, клетки костной ткани и остеобласты. Видеозапись показала, например, как клетки печени постепенно растут, а их гладкая сферическая поверхность со временем становится неровной. Биологи видят в этом доказательство возможности роста и развития стволовых клеток печени в условиях микрогравитации.

Известно также, что эксперимент по изучению двухфазных систем, включая процессы испарения и конденсации жидкости в невесомости, механизмы массообмена и теплопереноса на границе газ–жидкость, успешно стартовал 30 апреля.

Планируется, что через три месяца корабль пристыкуется к «Тяньгуну-2» в третий и последний раз. На этот раз будет отрабатываться сближение по «быстрой» схеме, сходной с внедренной в России для полетов кораблей «Союз» и «Прогресс» к МКС.



\* Здесь и далее приводятся условные высоты в перигее и апогее над сферой радиусом 6378.14 км, полученные прямым пересчетом из двух содержащихся в двухстрочных элементах Космического командования США величин – среднего движения и эксцентриситета. Этот же набор элементов при моделировании полного витка дает фактические высоты над сферой 377.2×390.0 км и над земным эллипсоидом – 377.5×394.4 км.



7 июня NASA объявило состав 22-й группы кандидатов в астронавты. В отряд, базирующийся в Космическом центре имени Джонсона, отобрано 12 человек: семь мужчин и пять женщин.

В объявлении о наборе, опубликованном 14 декабря 2015 г., NASA обещало будущим астронавтам полеты на четырех типах космических аппаратов – Международной космической станции, корабле Orion и двух кораблях частных фирм – с перспективой «проложить путь к Красной планете». Неудивительно, что к 16 февраля 2016 г. было получено рекордное число заявлений – свыше 18300. Оно оказалось почти втрое больше, чем при отборе 21-й группы в 2013 г., когда желающих насчитывалось 6372, и в два с лишним раза перекрыло рекорд первого набора эры шаттлов в 1978 г., когда из 8079 желающих было отобрано 35 кандидатов.

На сей раз конкурс был куда более жестким, а процедура отсева заняла более года. На собеседование и обследование в Хьюстон в августе–ноябре 2016 г. вызвали семь групп претендентов по 20 человек в каждой. Второй этап обследования наиболее перспективных лиц начался в январе 2017 г. NASA обещало отобрать от 8 до 14 человек и в итоге остановилось на 12 «исключительно одаренных» кандидатах, представляющих весь спектр расового и языкового разнообразия современных США, причем с явным профессиональным уклоном в область морской службы и морских исследований. Все они были представлены публике 7 июня 2017 г. на пресс-конференции в Хьюстоне в присутствии вице-президента США Майкла Пенса, исполняющего обязанности администратора NASA Роберта Лайтфута и руководства Центра Джонсона.

В число счастливых вошли:

**Кейла Баррон (Kayla Barron)**, 29 лет, лейтенант ВМС США. Кейла Сакс (Sax) родилась в г. Покателло в штате Айдахо, выросла в Ричланде, штат Вашингтон. В 2010 г. окончила Военно-морскую академию со степенью бакалавра по системотехнике, в 2011 г. – британский Кембриджский университет со степенью магистра по ядерной технике за работу по ториевым реакторам нового поколения. Служила в качестве офицера на подводной лодке USS Maine класса Ohio, участвовала в трех походах по программе стратегического сдерживания. В отряд принята с должности флаг-адьютанта начальника Военно-морской академии. За мужем за Томом Барроном.

**Мэттью Доминик (Matthew Dominick)**, 35 лет, лейтенант-командер ВМС США. Уроженец г. Уит-Ридж, Колорадо. Обучался в Университете Сан-Диего на военную стипендию, в 2005 г. получил степень бакалавра по электротехнике и пошел служить. После летной подготовки в Пенсаколе (Флорида) в 2007 г. стал морским летчиком и получил назначение в 106-ю штурмовую эскадрилью на авиастанции Ошина в Вирджинии, где перешел на F/A-18E. В составе 143-й штурмовой эскадрильи совершил два боевых похода в Аравийское море, участвовал в операции «Несокрушимая свобода» (61 боевой вылет, имеет боевые награды). Затем обучался в Аспирантуре ВМС США (магистр по системотехнике) и Школе летчиков-испытателей



И. Лисов.  
«Новости космонавтики»

## 22-й набор астронавтов NASA

ВМС США. С 2013 по 2016 г. – летчик-испытатель 23-й эскадрильи испытаний и оценок, летал на F/A-18A/B/C/D, F/A-18E/F и EA-18G, занимался вопросами обеспечения точного захода и посадки на авианосец. С 2016 г. служил в 115-й истребительно-штурмовой эскадрилье на базе Ацуги (Япония); 25 мая, когда ему сообщили об отборе, находился в походе на авианосце USS Ronald Reagan. Общий налет свыше 1600 часов на 28 типах летательных аппаратов, 400 штатных и почти 200 испытательных посадок на авианосец. Женат на Фейт Доминик, в семье две дочери.

**Зина Кардман (Zena Cardman)**, 29 лет, океанограф. Родилась в г. Урбана (Иллинойс), считает своей родиной Уилльямсбург (Вирджиния). В Университете Северной Каролины защитила степени бакалавра наук по биологии и магистра по океанологии. Осенью 2008 г. участвовала в качестве помощника судового механика в шестинедельном походе на учебной бригадине Robert C. Seamans Ассоциации морского образования. Научные интересы – гидротермальные и подповерхностные сообщества микроорганизмов, в частности в пещерах и в отложениях морского дна. Участвовала в ряде океанографических и антарктических экспедиций, в том

числе в работах NASA в Британской Колумбии (озеро Павильон-Лейк, 2008–2015 гг.), в Айдахо и на Гавайях. На момент отбора – исследователь Национального научного фонда в Университете штата Пеннсилвания. Обручена с Майлзом Саундерсом.

**Джонни Ким (Jonny Kim)**, 33 года, медик. Родился в Лос-Анжелесе в семье корейского происхождения. В 2002 г. после школы поступил на службу в ВМС США, прошел специальную подготовку и служил в 3-й команде специального назначения SEAL в Сан-Диего в качестве оператора специальных средств. В двух командировках на Ближний Восток участвовал в более чем 100 боевых операциях как штурман, наводчик, снайпер и врач, имеет боевые награды. В 2009–2012 гг. обучался на военную стипендию в Университете Сан-Диего и окончил его с отличием (бакалавр по математике), затем был переведен в Медицинскую службу и в 2016 г. в Гарвардском университете получил степень доктора медицины. На момент отбора был интерном в Главном госпитале Массачусеттса.

**Робб Кулин (Robb Kulin)**, 33 года, инженер компании СрасеХ. Первый в отряде астронавтов уроженец Аляски (г. Анкоридж). Высшее образование получил в Уни-



Кейла Баррон



Мэттью Доминик



Зина Кардман



Джонни Ким



Робб Кулин



Джасмин Могбели

верситете Денвера (бакалавр, механика) и Университете Калифорнии в Сан-Диего (магистр, материаловедение; доктор, инженерное дело). В послужном списке – работа рыболовом в Чигнике (Аляска) и бурильщиком льда в Антарктиде на Западно-Антарктическом щите и ледниках Тейлора. С 2011 г. сотрудник компании Space Exploration Technologies – глава технической группы руководителя пусков и старший менеджер по летной надежности.

**Джасмин Могбели (Jasmin Moghbeli)**, 33 года, майор Корпуса морской пехоты США. Родилась в Бад-Наухайме (ФРГ) в семье иранского происхождения, выросла в г. Болдуин, штат Нью-Йорк. По окончании Массачусеттского технологического института со степенью бакалавра по аэрокосмической технике и информатике пошла на действительную службу. Вертолетчик, свыше 1600 часов налета, участвовала в трех командировках в составе 13-й и 31-й экспедиционных групп на авианосцах и в составе 367-й легкой ударной эскадрильи в провинции Гильменд (Афганистан). Совершила на машинах Super Cobra 150 боевых вылетов, имеет боевые награды. В 2012 г. окончила Школу летчиков-испытателей ВМС США с отличием и Аспирантуру ВМС со степенью магистра по авиационной технике. На момент отбора служила в 1-й эскадрилье оперативных испытаний и оценки Корпуса морской пехоты на базе Юма (Аризона), испытывала вертолеты H-1.

**Лорал О'Хара (Loral O'Hara)**, 34 года, океанограф. Родилась в Хьюстоне, выросла в г. Шугар-Лэнд (Техас), где в 2001 г. окончила среднюю школу. Будучи студенткой, О'Хара участвовала в программе NASA, связанной с полетами на лаборатории невесомости KC-135, стажировалась в Академии NASA при Центре космически полетов имени Годдарда и при Лаборатории реактивного движения. Получив в 2005 г. степень бакалавра по аэрокосмической технике в Университете Канзаса, она в 2006–2007 гг. успела поработать инженером проекта в компании Rocketplane Limited в Оклахома-Сити, а в 2009 г. окончила Университет Пёрдью со степенью магистра по аэронавтике и астронавтике. Будучи инженером-исследователем Океанографического института в Вудс-Холле, в 2009–2013 гг. приняла активное участие в модернизации обитаемого подводного аппарата Alvin в части механических систем и системотехники, а также в его сертификации. В последнее время Лорал занималась проек-

том дистанционно управляемого подводного робота Jason в качестве инженера, механика экспедиции и специалиста по обработке данных. Кроме того, с 2015 г. она работала проектантом в компании Stone Aerospace (Остин, Техас).

**Фрэнк Рубио (Frank Rubio)**, 41 год, майор Армии США. Родился в Лос-Анжелесе в испаноговорящей семье, вырос в Майами, его мать живет в Сальвадоре. Выпускник Военной академии Вест-Пойнт с дипломом бакалавра по международным отношениям. Вертолетчик, служил командиром взвода роты А 2-го батальона 82-го авиаполка, затем командиром роты А 2-го батальона 3-го авиаполка. В качестве пилота UH-60 Blackhawk налетал более 1100 часов, в том числе свыше 600 часов в боевой обстановке в условиях непосредственной опасности в Боснии, Афганистане и Ираке. Имеет боевые награды. Выпускник Командно-штабного колледжа Армии США. Был направлен в Межвидовой медицинский университет в Бетесде (Мэриленд), окончил его со степенью доктора медицины, стажировался в армейском госпитале в Форт-Беннинге (Джорджия), имеет квалификацию семейного и летного врача. Служил летным врачом в Редстоунском арсенале, а на момент отбора был батальонным врачом 3-го батальона 10-й группы специальных сил (авиадесантной) Армии США. Женат на Деборе Рубио, у них четверо детей.

**Джессика Уоткинс (Jessica Watkins)**, 29 лет, инженер. Родилась в Гейтерсберге (Мэриленд), считает своей родиной г. Лафайетт (штат Колорадо). Окончила Стэнфордский университет со степенью бакалавра в области геологии и экологии и Университет Калифорнии в Лос-Анжелесе со степенью доктора геологии. Ее диссертация

была посвящена механизму крупномасштабных оползней на Марсе и Земле. Студентом и докторантом Джессика подрабатывала в Исследовательском центре имени Эймса и в Лаборатории реактивного движения. В 2009 г. она была главным геологом 86-й смены марсианской станции MDRS, в 2011 г. – членом научной группы станции-аналога Desert RATS в Хьюстоне. Участвовала в создании марсохода Curiosity и в ежедневном планировании его работы. На момент отбора – исследователь-постдок в Отделении геологии и планетологии Калифорнийского технологического института.

**Боб Хайнз (Bob Hines)**, 42 года, пилот-исследователь NASA. Родился 11 января 1975 г. в г. Файеттвилл (Северная Каролина), вырос в Гаррисберге (Пеннсилвания). В 1997 г. окончил Бостонский университет со степенью бакалавра по аэрокосмической технике, в 1999 г. – Школу подготовки офицеров ВВС США. 12 лет прослужил в ВВС на авиабазах Коламбус, Сеймур-Джонсон и Лейкенхит. Участник боевых действий в Ираке и Афганистане (76 вылетов, имеет награды). Выпускник Школы летчиков-испытателей ВВС США (2008) со степенью магистра по летным испытаниям и Университета Алабамы (2010) со степенью магистра по аэрокосмической технике. В 2008–2011 гг. служил летчиком-испытателем на авиабазе Эглин, летал на F-15C/D/E и на U-28 в составе Сил специальных операций. С 2011 г. в Воздушном резерве в качестве офицера планирования на авиастанции Форт-Уорт в Техасе, летчик-испытатель Федеральной авиационной администрации. С 2012 г. – пилот-исследователь Директората летных операций Космического центра имени Джонсона. Общий налет более 3500 часов на 41 типе летательных аппаратов. Женат на Келли Хайнз, в семье трое детей.

**Уоррен «Вуди» Хобург (Warren 'Woody' Hoburg)**, 31 год, ассистент профессора в Массачусеттском технологическом институте MIT. Родился и вырос в Питтсбурге (Пеннсилвания). Окончил MIT со степенью бакалавра, защитил диссертацию доктора по электротехнике и информатике в Университете Калифорнии в Беркли, работал в отделении коммерческих самолетов компании Boeing над программным обеспечением производства композитных изделий, затем в 2009–2013 гг. – исследователем на грант Национального научного фонда, а в свободное время – руководителем группы спасателей Йосемитского национального парка и горноспасателей района Сан-Фран-



Лорал О'Хара



Фрэнк Рубио



Джессика Уоткинс



Боб Хайнз



Уоррен «Вуди» Хобург



Раджа Чэри

циско. На момент отбора читал в MIT лекции по динамике полета и технике летательных аппаратов и возглавлял исследовательскую группу, разработавшую пакет GPKit для геометрического программирования. Гражданская жена Хобурга – Полина Анисеева, выпускница Технологического института (С.-Петербург) и MIT, специалист по биоэлектронике, доцент, заместитель директора Лаборатории электроники MIT.

По состоянию на 1 июля 2017 г., в американском отряде находятся 43 активных астронавта, отобранных в период с 1996 по 2009 г. Еще 36 человек из числа бывших астронавтов занимают руководящие посты и не годны для назначения в экипажи. К отряду считаются прикомандированными 19 активных астронавтов из стран ЕКА, Канады и Японии.



▲ Патрик Форрестер

Главой отдела астронавтов в статусе астронавта-менеджера 2 июня 2017 г. был назначен Патрик Форрестер. Он сменил на этом посту Кристофера Кэссиди, который после двух лет офисной работы восстановил свой летный статус.

Наблюдатели отмечают, что 43 активных астронавта – это намного больше, чем необходимо NASA для обеспечения текущей программы полетов на МКС, когда на орбиту ежегодно отправляются всего четыре американца. Разовая покупка сверх плана пяти мест на «Союзах» у российской стороны через посредство компании Boeing не делает погоду, а предстоящая пересадка с «Союзов» на американские транспортные корабли CST-100 и Crew Dragon не внесет принципиальных изменений в количество полетов и мест.

Реальную перспективу обещает лишь ввод в строй в 2021 г. корабля Orion для полетов к Луне и в дальний космос, однако и их ко-

личество в первое десятилетие вряд ли будет больше одного в год. Всего, по оценке А. Маккензи (A. J. Mackenzie), опубликованной в The Space Review, с 2018 по 2029 г. американцам достанется 93 человеко-места, из которых часть уже занята, а часть с неизбежностью отойдет астронавтам, летящим повторно.

Между тем к настоящему времени из 43 человек опыт космического полета имеют лишь 31. Из девяти астронавтов 20-го набора (2009 г.) слетали лишь пятеро, а остальные четверо находятся на непосредственной подготовке к полету и должны стартовать в период между сентябрем 2017 и ноябрем 2018 г.

Далее, из восьми астронавтов 21-го набора (2013 г.) назначение в основной экипаж имеет лишь Тайлер Хейг, который полетит в сентябре 2018 г. в 43-летнем возрасте. На подготовке в ЦПК с 5 июня находится Анна МакКлейн, которую планируется назначить в дублирующий экипаж «Союза МС-11», а затем в основной экипаж «Союза МС-13» со стартом в сентябре 2019 г. Остальным шестерым еще предстоит первое назначение в дублирующий экипаж, и при сложившихся условиях они вряд ли слетают ранее 2021 г.

И лишь после этого настанет черед 12 астронавтов набора 2017 г., последний из которых при сохранении существующего положения, то есть при условии продления эксплуатации МКС с 2024 до 2028 г., поднимется на орбиту где-то в 2025–2026 гг. Иначе говоря, все это время срок между датой отбора и датой полета будет только увеличиваться.

Разумеется, подобную ситуацию предвидели давно. Еще до того, как погибла «Колумбия», стало ясно, что шаттлы с их экипажами по пять-семь человек скоро перестанут летать по шесть раз в год, и была нарушена устоявшаяся традиция проводить набор астронавтов раз в два года. Последний регулярный набор состоялся в 2000 г., и после него численность отряда достигла 149 человек. Следующий был объявлен на 2002 г., но уже в процессе обследования кандидатов был

Командно-штабного колледжа Армии США в Форт-Ливенуорте. Участник операции «Свобода Ирака», где воевал на F-15E, и командировок в Южную Корею. Имеет боевые награды и более 2000 часов налета на F-15, F-16, F-18 и F-35. Последние два года исполнял должность командира 461-й эскадрильи летных испытаний ВВС США на авиабазе Эдвардс и директора Объединенной испытательной команды истребителя-бомбардировщика F-35, которую оставил 9 июня 2017 г. в связи с отбором в астронавты. Представлен к званию полковника. Женат на Холли Шаффлер Чэри, трое детей.

Кандидаты нового набора будут зачислены на должности в Центре Джонсона в августе 2017 г. Как и в наборе 2013 г., они не делятся на пилотов и специалистов полета: с прекращением эксплуатации шаттлов смысл в таком разделении отпал, и NASA старается готовить универсальных специалистов. Ожидается, что за два года новички пройдут курс общекомической подготовки, включающей изучение космических аппаратов и их систем, осваивают внекорабельную деятельность, выработают навыки коллективной работы и изучат русский язык.

заморожен и в апреле 2002 г. отменен. Последующие наборы состоялись в 2004, 2009, 2013 и 2017 гг., с интервалами в 4–5 лет, но и это не спасло от переизбытка астронавтов.

Проводить новый набор в ближайшие годы, например в 2021 г., необходимости нет – за исключением того, что нужно сохранить специалистов Центра Джонсона, занимающихся общекомической подготовкой кандидатов. Впрочем, такая же ситуация и в российском отряде.

А тем временем 28 апреля 2017 г. из NASA ушла живая легенда агентства – Анна Фишер (Anna L. Fisher). Она была отобрана в 1978 г. в числе 35 астронавтов системы Space Shuttle и слетала всего один раз – в ноябре 1984 г. (миссия 51-A). Ее назначили в полет 61-C, а затем перевели на 61-H, который не состоялся из-за гибели «Челленджера». В 1988–1996 гг. Анна находилась в долгосрочном отпуске для воспитания детей (ее муж Уильям Фишер также был астронавтом, но набора 1980 года). Вернувшись, она занимала административные должности в отделе астронавтов, в том числе возглавляла отделение МКС, а в последнее время работала оператором связи со станцией.

16 июня отработал последний день в агентстве Ричард Мастраккио (Richard A. Mastracchio). NASA сообщило о его отставке 22 июня, но еще до этого, 19 июня, компания Orbital ATK объявила о приеме его на работу в Группу космических систем на должность старшего оперативного директора по услугам коммерческого снабжения МКС. Помимо текущих грузовых операций, экс-астронавт будет руководить перспективными работами фирмы за пределами низкой околоземной орбиты.

Р. Мастраккио был отобран в отряд астронавтов в 1996 г. и выполнил четыре космических полета – три коротких на шаттлах (STS-106, STS-118 и STS-131) по программе сборки и снабжения МКС и один полугодовой на самой станции в составе 38-й и 39-й основных экспедиций в 2014 г.

# Второй «Путеводитель»

## Система и спутник

Необходимость развертывания квазизенитной спутниковой системы QZSS (Quasi-Zenith Satellite System) продиктована развитием современной тенденции использования навигационных технологий в системах автомобильной навигации, смартфонах и «обычных» мобильных телефонах. Автомобильные навигаторы и мобильные аппараты, обладая удобным функционалом, используют навигационные сервисы для определения местоположения объектов в пространстве. В этих услугах остро нуждаются службы МЧС, выполняющие задачи предупреждения стихийных бедствий и принятия экстренных адекватных мер при реагировании на чрезвычайные ситуации.

Американская спутниковая навигационная система GPS не гарантирует стабильного и полного охвата всех частей Японии, обладающих сложным рельефом, что и послужило поводом к созданию QZSS. Японская система дополняет американскую, улучшая ее доступность и точность местопределения при использовании стандартных приемных устройств и позволяя вычислять местоположение приемника с точностью вплоть до 1–3 см на специальной наземной аппаратуре, обрабатывающей дополнительные сигналы QZSS. Зона охвата системы включает Японию и части Азии и Океании, близкие по долготе к Стране восходящего солнца.

Намерение создать спутниковую систему, дополняющую GPS на японской территории, высказала в начале 2000-х компания Mitsubishi Electric. По мнению авторов идеи, с повышением точности координат расширяются возможности применения спутниковой навигации в практических задачах (например, роботизированные автомобили могут точно ехать по своей полосе, зная координаты дорожной разметки).

«Определение положения с помощью GPS может давать ошибку до 10 м из-за ошибок различных типов, – объясняет Юки Сато, инженер Центра разработки перспективных технологий в компании Mitsubishi Electric. – А в Японии сигнал GPS часто блокируется горами и небоскребами, так что во многих местах он просто недоступен». Действительно, между небоскребами в центре Токио поймать сигнал от нескольких американских спутников одновременно практически невозможно.

Правительство Японии одобрило создание квазизенитной спутниковой системы в 2002 г. Согласно первоначальному плану, орбитальная группировка должна была со-

стоять из трех КА на эллиптических геосинхронных орбитах наклонением  $43 \pm 4^\circ$  в трех орбитальных плоскостях, разнесенных на  $120^\circ$  по долготе восходящего узла. Благодаря синхронизации времен прохождения узлов все три спутника должны были двигаться друг за другом по общей траектории, похожей на асимметричную цифру «восемь», у которой нижняя петля значительно больше верхней. Таким образом, в любой момент по крайней мере один из них должен был находиться над территорией Японии в пределах  $30^\circ$  от зенита, что критически важно для навигации в мегаполисах. Спутники сменяли бы друг через восемь часов.

Первый экспериментальный аппарат QZSS, разработка которого обошлась в 40 млрд иен (около 360 млн \$ по современному курсу), был запущен 11 сентября 2010 г. (НК № 11, 2010, с.28-29). 30 сентября 2011 г. на заседании Кабинета министров было принято решение приступить к срочному созданию оперативной системы из четырех КА с последующим наращиванием группировки до семи спутников.

В марте 2013 г. правительство выделило Mitsubishi Electric 50.2 млрд иен (около 452 млн \$) на проектирование и изготовление трех дополнительных спутников. Еще 117.2 млрд иен (1055 млн \$) пошли на строительство наземной инфраструктуры и эксплуатацию ее в течение 15 лет. Управление системой с 28 февраля 2017 г. передано частной компании Quazi-Zenith Satellite System Services, созданной специально для этой цели.

В апреле 2016 г. были установлены сроки запуска трех дополнительных КА в 2017 г., замены QZS-1 в 2020 г. и запуска еще трех спутников для окончательного развертывания группировки на рубеже 2023–2024 гг. Таким образом, до конца 2017 г. реализуется этап, включающий эскизное и детальное проектирование (2013–2014), комплектацию системы (2015–2017), а также отработку технологий, проверку работы аппаратов и саму эксплуатацию. С 2018 г. начинается второй этап работы QZSS с предоставлением пользователям общедоступных услуг (open service).

Развертываемая в 2017 г. группировка включает три спутника на наклонной эллиптической суточной орбите (существующий QZS-1, новые QZS-2 и -4) и один на геостационарной (QZS-3). Они построены на платформе DS2000 и близки по конструкции. В транспортном положении КА имеет в высоту 6.5 м и в ширину 2.8 м. Две солнечные батареи размером 19 м дают 5300 Вт мощности. Наклонные спутники имеют стартовую массу около 4000 кг, из которых платформа составляет 1180 кг и полезная нагрузка 370 кг. Геостационарный КА имеет стартовую массу 4700 кг, из которых на платформу приходится 1215 кг, а на полезную нагрузку – 475 кг.

На основании данных по работе первого спутника японские инженеры облегчили аппарат (в частности, уменьшили размеры СБ), а за счет сэкономленных объемов увеличили массу топлива и соответственно срок службы с 12 до 15 лет.



Е. Рыжков специально для «Новостей космонавтики»

**1** июня в 09:17:46 по токийскому времени (00:17:46 UTC) со второй пусковой установки комплекса Йосинобу Космического центра Танэгасима стартовые расчеты фирмы MHI (Mitsubishi Heavy Industries Ltd.) при участии Японского агентства аэрокосмических исследований JAXA осуществили пуск ракеты-носителя H-IIA (номер F34, вариант 202) с навигационным спутником QZS-2, получившим также наименование «Митибики» № 2 (みちびき2号機\*, Michibiki № 2).

Полет носителя проходил штатно, через 28 мин 21 сек после старта КА отделился от второй ступени и вышел на расчетную орбиту с параметрами:

- наклонение –  $31.74^\circ$ ;
- высота в перигее – 287 км;
- высота в апогее – 35438 км;
- период обращения – 624.3 мин.

В каталоге Стратегического командования США спутник получил номер **42738** и международное обозначение **2017-028A**.

Циклограмма состоявшегося пуска приведена в таблице 1.

\* «Указывающий путь», или «показывающий дорогу», «направляющий куда-либо».

Табл. 1. Фактическая циклограмма запуска QZS-2

Время* (мин:сек)	Событие
00:00	Старт
01:33	Завершение работы твердотопливных ускорителей
01:46	Отделение твердотопливных ускорителей
04:07	Сброс головного обтекателя
06:36	Команда на отключение двигателя первой ступени MECO
06:44	Разделение ступеней
06:53	Первое включение тяги двигателя второй ступени SEL1
12:27	Первое выключение двигателя второй ступени SEC01
24:33	Второе включение тяги двигателя второй ступени SEL12
27:31	Второе выключение двигателя второй ступени SEC02
28:21	Отделение КА

\* Замерено по результатам быстрого послеполетного анализа.

**Табл. 2. Сравнение QZSS и GPS (по многочастотности в гражданских целях)**

Дата	Общее число спутников	GPS	Michibiki
Октябрь 2016 г.	18 (в т.ч. 13 с L5)	17 (12 с L5)	1
2018 г.	25 (18 с L5)	21 (14 с L5)	4
2023 г.	38 (31 с L5)	31 (24 с L5)	7

На спутниках QZSS установлены рубидиевый стандарт частоты и аппаратура формирования навигационных и корректирующих сигналов. Четыре основных навигационных сигнала соответствуют по структуре американским гражданским сигналам L1 (C/A), L1C, L2C и L5, передаются на частотах 1575.42, 1227.60 и 1176.45 МГц соответственно и могут использоваться современными GPS-приемниками.

Запускаемые ныне американские аппараты многочастотные, как и японские «Митибики». Это позволяет снизить ионосферную погрешность и улучшить точность местопределения (табл. 2).

Сигнал L1-SAIF (также L1S) является разновидностью американского сигнала спутникового дополнения SBAS и обеспечивает контроль целостности навигационных систем и коррекцию ошибок местоположения пользователя с доведением точности определения координат до субметровой. Навигационное сообщение генерирует специализированный центр, обрабатывающий текущие двухчастотные измерения на наземных станциях японской сети GEONET и определяющий поправки к часам и эфемеридам наблюдаемых навигационных спутников и ионосферную поправку в зоне обслуживания (табл. 3). Вместо него могут передаваться короткие сообщения.

Шестой сигнал LEX (L6, 1278.75 МГц, совместим с Galileo E6) с повышенной до 2 кбит/с скоростью передачи навигационного сообщения используется для высокоточных (10 см и лучше) геодезических измерений.

На спутниках 2017 г. дополнительно введен сигнал L5S для передачи навигационных поправок, а на геостационарном КА QZS-3 – еще и сигнал L1Sb в американском стандарте SBAS для передачи поправок на весь Азиатско-Тихоокеанский регион.

### Знакомство общественности со вторым аппаратом

5 апреля 2017 г. второй «Митибики» был представлен общественности на испытательном стенде в Космическом центре Цукуба (префектура Ибараки, г. Цукуба).

В тот же день была организована пресс-конференция, где выступил советник Морияма Хиромити (Moriyama Hiromichi), глава стратегического отдела по квазизенитной спутниковой системе, входящего в канцелярию по продвижению стратегии освоения космоса японского Кабинета министров. Господин Морияма разъяснил некоторые особенности спутника: «Япония начнет первой в мире отправлять уточненные навигационные сигналы субметрового и сантиметрового классов», а также «в случае стихийных бедствий возьмет на себя осуществление связи между убежищами и штабами по управлению в условиях стихийных бедствий». Он привел примеры практического применения «Митибики» (дорожное движение, сельское хозяйство, логистика,

строительная сфера и тому подобное), а также пояснил: «...как и все страны, мы ведем конструктивную работу по технологиям спутниковой навигации, которые лягут в основу такого производства следующего поколения, как «Интернет вещей»».

Перед журналистами выступил также господин Ясунори Футаги (Yasunori Futagi) из компании Mitsubishi Electric, являющийся начальником секции квазизенитных спутниковых систем отдела космических систем на заводе в г. Камакура (префектура Канагава), а по совместительству – менеджером проекта «Митибики» №2. Господин Ясунори вкратце рассказал о втором, третьем и четвертом аппаратах серии и сравнил их с первым.

19 апреля на заводе, расположенном в селе Тобисима (уезд Ама, префектура Айти, регион Тюбу), Mitsubishi Heavy Industries показала журналистам центральный блок ракеты H-IIA перед его отправкой морским путем и по суше в Танэгасиму.



▲ Навигационный аппарат Michibiki-2 готов к старту

Во время запуска японцы первыми в мире реализовали «наш [общий] обратный отсчет» по Интернету. Идея была такой. Свыше 1700 человек из 48 организаций и объединений сфотографировали детей в различных научных музеях Японии на фоне обратного отсчета, а при настоящем запуске голосовая дорожка обратного отсчета была записана с помощью детских голосов. Предполагается, что работа QZS-2 поможет в жизни японских граждан в широком ключе, поэтому потомки, на которых ляжет ответственность за будущее, а именно нынешние дети, были выбраны в качестве действующих исполнителей. Поэтому основная цель состояла в том, чтобы дать детям возможность соприкоснуться с наукой, космосом, передовыми технологиями Японии, развить понимание и интерес. При запуске следующего аппарата «общий отсчет» тоже будет проводиться.

### Результаты и перспективы

Для запуска второго и четвертого аппарата применяется ракета в варианте H-IIA 202 с двумя ускорителями SRB-A. А вот третий спутник доставит на орбиту вариант H-IIA 204, оснащенный четырьмя ускорителями SRB-A.

**Табл. 3. Сравнение QZSS и GPS (доступность в зоне обслуживания)**

Период	Всего спутников	GPS	Michibiki
До 2017 г.	6–8		0.7 (из 1)
2018–2022 гг.	8–10	5–7 (группировка из 31 аппарата)	3 (из 4)
После 2023 г.	10–12		5 (из 7)

На послепусковой встрече с журналистами уполномоченный руководитель МНП – глава объединенного оборонного и космического сегмента господин Наохио Абэ (Naohiko Abe) сделал доклад касательно прошедшего пуска, после чего глава JAXA Наоки Окумура устно выразил благодарность всем сопричастным лицам и выразил желание продолжать сотрудничество по развитию спутниковой навигации.

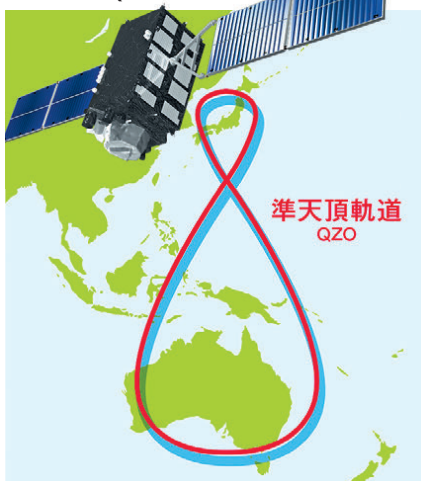
Дальше слово взял госминистр по особым миссиям (космическая политика) Кабинета министров Японии господин Ёсукэ Цурухо (Yosuke Tsuruho). Господин Ёсукэ заявил, что успех данной миссии «позволил сделать еще один шаг на пути к развертыванию квазизенитной спутниковой системы из четырех аппаратов» и что «благодаря этому с 2018 г. начнется полноценная эксплуатация системы и предоставление услуг, поэтому [нам] хочется спокойно и уверенно запустить третий и четвертый квазизенитные спутники в этом году».

В заключение встречи советник Морияма подытожил: «Уже сейчас новейшие смартфоны и автомобильные навигаторы начинают ловить и обрабатывать сигналы от «Митибики», а после открытия спутникового сервиса сигналы будут поступать с орбиты 24 часа в сутки, вследствие чего повысится точность местопределения и проявит себя практический эффект от эксплуатации системы».

В период с 1 по 5 июня QZS-2 поднялся с орбиты выведения на круговую почти синхронную орбиту наклонением 44.76°, а к 18 июня превратил ее в рабочую орбиту высотой 32620×38960 км. В настоящее время у первого аппарата наклонение 40.85° и высота 32610×38960 км. Обе «восьмерки» имеют ось симметрии на долготе 136–138°.

Запуск «Митибики» №3 в позицию 127° в.д. стоит в планах на 11 августа между 14:00 и 23:00 по местному времени. Пусковой период продлится до 30 сентября 2017 г. Четвертый спутник готовится к запуску тоже в этом году.

▼ Проекция траектории двух КА системы QZS



# Вернуться, чтобы взлететь

## В полете – ViaSat 2 и Eutelsat 172B

### Четырехкратный перелет через Атлантику

Первоначально этот пуск планировался на 25 апреля. Подготовка к нему началась 11 марта, как обычно, со сборки РН, которая завершилась к 14 марта. Тремя днями позже, 17 марта, с предприятия компании Boeing Satellite Systems в Эль-Сегундо (шт. Калифорния) в Гвианский космический центр был доставлен КА ViaSat 2, который поставили для подготовки в монтажно-испытательный корпус S5. 20 марта из Тулузы вылетел самолет Ан-124-100 «Руслан» российской компании «Волга-Днепр» со спутником Eutelsat 172B на борту. На следующий день он приземлился в Международном аэропорту имени Феликса Эбуэ города Кайенны – административного центра Французской Гвианы.

Однако 20 марта в этом заморском департаменте Франции начались массовые акции протеста: на многих предприятиях были объявлены забастовки, дороги перекрывались блокпостами. 21 марта в аэропорту Кайенны были отменены все рейсы. Российский «Руслан», перелетевший со спутником Атлантический океан, смог совершить в Гвиане посадку, но остался на стоянке без обслуживания. Так самолет простоял в аэропорту неделю. «Волга-Днепр» решила с компанией – поставщиком КА Airbus Defence and Space (ADS), что делать в такой ситуации. Из-за забастовки и перекрытых дорог шансов на доставку КА в космический центр не было; хорошо еще, что системы самолета обеспечивали для спутника, так и оставшегося в контейнере в грузовом отсеке Ан-124-100, необходимый температурный режим и вентиляцию. Наконец, 28 марта в Airbus Defence and Space поняли, что ждать скорого разрешения ситуации во Французской Гвиане не приходится и надо возвращать КА на завод-изготовитель.

Российский «Руслан» взлетел из Кайенны и сначала взял курс на запад, совершив короткий бросок в соседний Суринам. Там в Международном аэропорту имени Йохана Адольфа Пенгеля суринамской столицы Парамарибо (также известный как аэропорт Парамарибо-Зандерай) «Руслан» дозаправили, после чего он смог совершить обратный перелет через океан. 30 марта самолет совершил посадку в Тулузе.

Только 21 апреля представители французского правительства подписали с протестующими соглашения, которое позволило прекратить забастовки во Французской Гвиане и убрать блокпосты на дорогах. 24 апреля в Гвианском космическом центре возобновились работы, а 26 апреля Arianespace объявила, что старт миссии VA237 состоится 1 июня. Днем позже в аэропорту Кайенны вновь совершил посадку «Волга-днепровский» «Руслан» с Eutelsat 172B на борту. Но на сей раз контейнер со спутником сразу же выгрузили из грузового отсека лайнера и в тот же день перевезли в МИК S5.

Стоит отметить, что, хотя на всех снимках самолета четко читалось название компании-

перевозчика, в сообщениях Arianespace и зарубежных СМИ российская принадлежность воздушного судна вообще не отмечалась – его называли просто «Antonov». Это имя созвучно с названием украинской компании «Авиалинии Антонова», во флоте которой также есть несколько построенных в советское время «Русланов». Европейцы в последние годы упорно стараются не афишировать свое сотрудничество с находящейся под санкциями Россией, но неизменно пользуются услугами «Волги-Днепра». А в СМИ и пресс-службах компаний стараются, чтобы на снимках не был виден хвост самолета, где нанесен российский флаг.

24 мая, после завершения сборки головной части, было объявлено, что пуск состоится в течение часового окна между 23:45 UTC 1 июня и 00:45 UTC 2 июня. РН Ariane 5ECA производства ADS имела бортовой номер L590. Верхним при запуске был КА ViaSat 2, который через адаптер крепился к верхнему шпангоуту переходника Sylva 5A. Внутри переходника размещался КА Eutelsat 172B. При суммарной массе двух КА около 9969 кг общая масса полезной нагрузки в миссии VA237 (включая адаптеры и переходник) составила 10 865 кг – новый рекорд грузоподъемности для РН Ariane 5ECA. Прежнее достижение равнялось 10 735 кг и было продемонстрировано при запуске 24 августа 2016 г. миссии VA232 (КА Intelsat 33e и Intelsat 36).

Интересно, что с момента начала эксплуатации этого типа носителя его грузоподъемность возросла уже на 1500 кг. По словам главы Arianespace Стефана Исраэля (Stéphane Israël), к 2019 г. планируется увеличить максимальную массу полезной нагрузки РН еще на 250 кг.

Пуск состоялся в момент открытия стартового окна. Выведение проводилось по стандартной баллистической схеме с одним включением двигателя второй ступени ESC-A. Так Eutelsat 172B в четвертый раз пролетел над Атлантическим океаном: трижды на борту «Руслана» и теперь на Ariane 5ECA. Аппарат ViaSat 2 отделился от головного блока через 29 мин 19 сек после контакта подъема, переходник Sylva 5A – через 31 мин 48 сек, КА Eutelsat 172B – через 41 мин 40 сек.

После успешного отделения обоих КА было объявлено, что следующий старт Ariane 5ECA (миссия VA238) состоится уже в этом месяце – 28 июня. Arianespace нужно наверстывать отставание от прежнего графика, вызванное забастовками.

### ViaSat-2 – провайдер идет на транс-Атлантику

Постоянно растущий в мире спрос на широкополосный доступ стал очевидным фактом. Для предоставления таких услуг используют главным образом КА с транспондерами Ka-диапазона (18–40 ГГц), поскольку он позволяет увеличить скорость передачи данных за счет более высокой несущей частоты, чем традиционные телекоммуникационные

Ю. Журавин.  
«Новости космонавтики»

1 июня в 20:45:07 по времени Французской Гвианы (23:45:07 UTC) со стартового комплекса ELA3 Гвианского космического центра (ГКЦ) стартовой командой компании Arianespace выполнен пуск РН Ariane 5ECA (миссия VA237). Криогенная вторая ступень ESC-A вывела на геопереходную орбиту два телекоммуникационных КА – ViaSat 2, изготовленный по заказу американской компании ViaSat Inc., и Eutelsat 172B для европейского оператора Eutelsat S.A. (штаб квартира в Париже, Франция).

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

- наклонение – 6.00° (6.00°);
- высота в перигее – 249.0 км (248.9 км);
- высота в апогее – 35 860 км (35 848 км).

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

Номер	Обозначение	Название	Параметры орбиты			
			i	Нр, км	На, км	Р, мин
42740	2017-029A	ViaSat 2	6.02°	238	35744	628.3
42741	2017-029B	Eutelsat 172B	6.02°	242	35709	627.7
42742	2017-029C	Ariane 5 R/B	6.05°	238	35782	629.1
42743	2017-029D	Sylva 5A	6.02°	235	35707	627.6



диапазоны C (6/4 ГГц) и Ku (14/11 ГГц). Общая используемая в развитых странах пропускная способность каналов за последнее время демонстрировала стабильный рост, удваиваясь примерно каждые два-три года. Поэтому уже присутствующие на рынке операторы услуг широкополосного доступа стараются с опережением расширять свои возможности, чтобы удовлетворить растущий спрос.

Не является исключением в этой тенденции и американская компания ViaSat Inc. (штаб-квартира в г. Карлсбад, шт. Калифорния). 19 октября 2011 г. с помощью РН «Протон-М» был выведен на орбиту ее первый КА ViaSat 1 производства компании Space Systems/Loral, который затем был переведен в орбитальную позицию 115° з.д. В марте следующего года с его помощью началось предоставление услуг спутниковой широкополосной связи в Ka-диапазоне на территории США и Канады. Через полтора года эксплуатации КА стало ясно, что надежды на улучшение экономических показателей, связанных с запуском ViaSat 1 (его к 31 марта 2013 г. использовали около 285 тыс абонентов), начали оправдываться в части оказания услуг для государственного сектора и в то же время оставляли желать лучшего в коммерческом секторе. По состо-

янию на 31 марта 2013 г., спутник использовали около 285 000 абонентов, хотя он был рассчитан на удовлетворение потребностей 1.0–1.5 млн пользователей. Доходы компании в государственном секторе выросли на 35.6% – до 527.8 млн \$, а в коммерческом секторе – на 25.1% – до 314.9 млн \$.

Окрыленная успехом, ViaSat Inc. решила дальше развивать проект. Компания сразу проектировала свою спутниковую систему таким образом, чтобы наращивать ее возможности при росте спроса на нее, повышая скорость обслуживания и обеспечивая большую пропускную способность. Ее следующей целью стал вывод на орбиту КА, имеющего удвоенную пропускную способность по сравнению с первым (ViaSat 1, по официальным данным, имел общую пропускную способность около 130 Гбит/с). Чтобы улучшить качество предлагаемых услуг, новый спутник компании планировалось оснастить аппаратурой, способной значительно увеличить скорость передачи данных для конкретного абонента (сообщалось, что на ViaSat 1 она могла составлять до 2–8 Мбит/с).

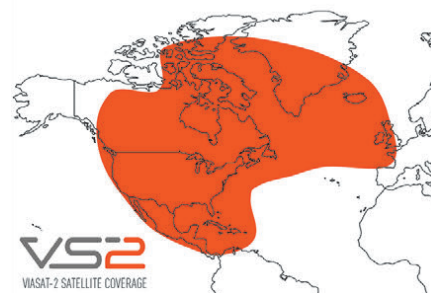
Ставя столь амбициозные цели, компания посчитала возможным выйти на новые для себя рынки. Раньше системы «космического Интернета» ориентировались, главным образом, на пользователей в удаленных районах, не имеющих возможности подключения к наземному кабелю. Однако быстрый рост числа частных пользователей широкополосного доступа в Сеть, начавшийся в США после запуска сервиса ViaSat Inc., менее всего был вызван притоком сельских пользователей. Поэтому теперь фирма намерена конкурировать с наземными широкополосными IP-провайдерами. Она декларирует, что при наличии новых КА около 40% ее новых абонентов-резидентов, даже если будут иметь другие альтернативные способы доступа в Интернет, предпочтут все же спутниковые каналы ViaSat Inc.

Планы компании предусматривали и расширение географии предоставления услуг, и привлечение пользователей из Центральной Америки, Карибского бассейна и из северной части Южной Америки. ViaSat Inc. также решила включить в сферу своей деятельности пользователей в зоне Атлантического океана – на воздушных и морских судах, на нефтяных и газовых платформах. Для привлечения нескольких тысяч таких мобильных клиентов компания для начала организовала сеть Ku-диапазона, арендовав каналы связи на других телекоммуникационных КА. Кроме того,

ViaSat Inc. вознамерилась создать «цифровой канал» между Северной Америкой и Европой.

При этом новые КА должны были сохранить прежнее преимущество спутниковых систем: возможность гибкого изменения зоны охвата в зависимости от колебаний спроса. Чтобы еще больше расширить число своих пользователей, компания решила предлагать комбинированные терминалы Ku/Ka-диапазонов. Конечной целью ViaSat Inc. стало увеличение охвата пользователей в семь раз.

Новая сеть ViaSat Inc. должна была формироваться «внахлест» на уже существующие сети компании – подобно тому, как сегодня в сфере сотовой связи мобильные беспроводные сети 4G LTE идут поверх предыдущих 2G и 3G.

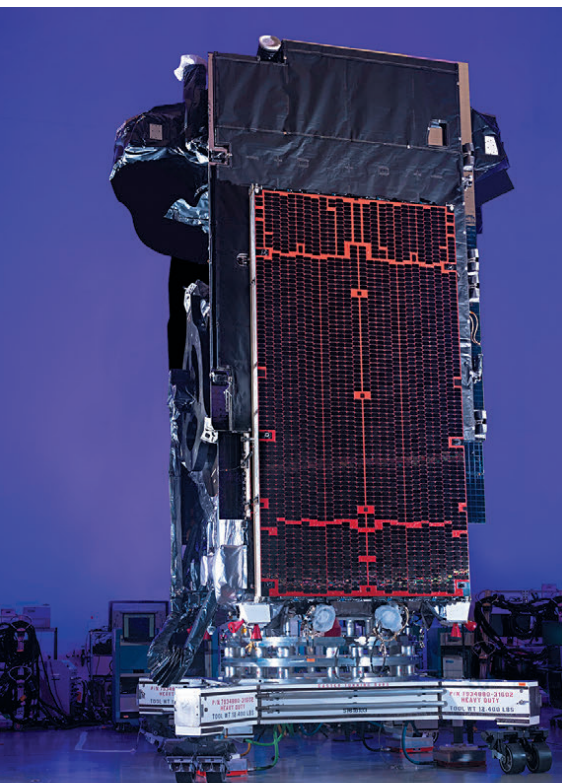


▲ Зона покрытия ретрансляторов КА ViaSat 2

Первым шагом по пути к реализации таких планов стал заказ аппарата ViaSat 2. Контракт на изготовление спутника и его полезной нагрузки был подписан в мае 2013 г. с компанией Boeing Satellite Systems. Общая стоимость программы создания ViaSat 2 – изготовление, запуск, страховка и наземная инфраструктура – составила около 625 млн \$, на 25% дороже, чем стоил проект ViaSat 1. В январе 2015 г. ViaSat Inc. заключила контракт с американской компанией SpaceX на запуск нового КА на РН Falcon Heavy. Однако после взрыва РН Falcon 9 в полете в июне 2015 г. и задержки с созданием тяжелой версии носителя, в феврале 2016 г. было анонсировано новое соглашение с Arianespace о запуске на РН Ariane 5ECA в 2017 г. ViaSat 2, а в 2019 г. – одного из КА серии ViaSat 3.

ViaSat 2 собран на базе платформы BSS-702HP. Стартовая масса КА – 6418 кг, габариты при запуске – 6×3×2 м. Система ориентации трехосная. Система электропитания включает две 6-секционные панели солнечных батарей с размахом после развертывания 48.16 м. После запуска они обеспечат мощность электропитания 18.2 кВт, а к концу расчетного 14-летнего срока эксплуатации – не менее 16.1 кВт.

В норме на этой платформе для перевода на геостационарную орбиту используется двухкомпонентный апогейный ЖРД типа R-4D. Для небольших коррекций орбиты, компенсации дрейфа на геостационаре и маневров предназначены четыре осевых двигателя тягой 22 Н и четыре радиальных тягой по 10 Н с вытеснительной системой подачи топлива, а для удержания КА в точке стояния будут использоваться четыре ионных двигателя типа XIPS-25 с тягой 0.165 Н и удельным импульсом 3500 сек, работающие на ксеноне (их энергопотребление 1.3–4.5 кВт).



Фактически ViaSat-2 доводился по довольно хитрой схеме. Сначала он поднял апогей до 54 400 км, затратив на это 220 м/с характеристической скорости, а затем провел совмещенные маневры подъема перигея и снижения наклонения, на которые ушло еще около 770 м/с. В результате 14 июня аппарат оказался на квазисинхронной орбите наклонением 0,33° и высотой 16 370×54 450 км с периодом обращения 1417 мин. Между 22 июня и 3 июля он стабилизировался в условной точке 89° з. д., и с тех пор занимается доведением орбиты до круговой.

Полезная нагрузка КА работает в Ка-диапазоне: линия «Земля–КА» использует частоты 28.1–29.1 и 29.5–30.0 ГГц, «КА–Земля» – 18.3–19.3 и 19.7–20.2 ГГц. Ее общая пропускная способность составляет более чем 300 Гбит/с. Орбитальная позиция ViaSat 2 в точке 69.9° з. д. позволит обеспечить охват всего региона Атлантики, Северной, Центральной и Южной Америки, Западной Европы.

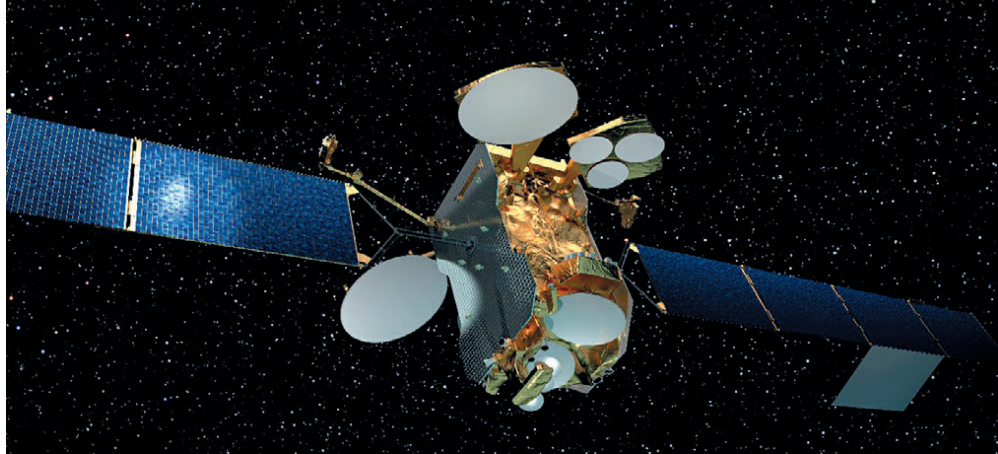
«Это не спутник с перенаправляемыми лучами и не спутник с точечными лучами, который предлагает обслуживание в определенном месте, в зоне его обслуживания, – пояснил исполнительный директор ViaSat Inc. Марк Данкберг (Mark Dankberg). – Наш аппарат – повсеместный спутник, который предлагает улучшение в разы по сравнению с существующими проектами».



▲ Пользовательский набор – ресивер + антенна, работает в Ка-диапазоне, обеспечивая прием до 60 Мбит/с и передачу до 20 Мбит/с

В дальнейшем ViaSat Inc. планирует вывести на орбиту три КА следующего, третьего, поколения, которые обеспечат глобальный охват. Первые два КА для системы уже были заказаны в июле 2016 г. опять же у Boeing на базе платформы BSS-702HP. Их теперь планируется вывести на орбиту в 2020 г. или позже: один – с помощью РН семейства Ariane 5, другой – на Falcon Heavy. ViaSat 3 Americas будут работать на регион Северной и Южной Америки, второй ViaSat 3 EMEA – на Европу, Ближний Восток и Африку. Третий КА ViaSat 3 Asia, который еще не заказан, обеспечит предоставление услуг в Азиатско-Тихоокеанском регионе.

Система ViaSat 3 позволит обеспечить глобальный высокоскоростной доступ в Интернет и просмотр потокового видео высокой четкости 4K со скоростью 100 Мбит/с. Планируется, что система предоставит авиапассажирам в полете интернет-доступ и потоковое видео на скоростях в сотни мегабит в секунду. Пользователям в океане на кораблях и морских платформах, где можно ставить антенны большего диаметра, станет доступна скорость до 1 Гбит/с.



### Eutelsat 172B – европейский «электрический» спутник

Спутник Eutelsat 172B почти вдвое легче, чем ViaSat 2, но не менее интересен. Изготовитель аппарата Airbus Defence and Space объявила его, ни много ни мало, «первым полностью электрическим телекоммуникационным КА во всем мире». Это первый спутник, собранный на основе новой эрбасовской платформы EuroStar E3000EOR (от Electric Orbit Raising – поднимающий орбиту с помощью электричества). Иначе говоря, весь процесс доведения Eutelsat 172B с геопереходной орбиты, на которую его вывела РН, на геостационар будет проводиться только с помощью электрореактивных двигателей (ЭРД). Это дает значительное преимущество в массе КА по сравнению с выведением с помощью традиционных химических ЖРД.

Eutelsat 172B использует пять двигателей СПД-140DU (в зарубежном обозначении SPT-140DU), созданных в ОКБ «Факел» в Калининграде. Предприятие «Факел», основанное еще в 1955 г. как Двигательная лаборатория Академии наук СССР и преобразованное в 1962 г. в ОКБ, является одним из ведущих мировых производителей стационарных плазменных двигателей (СПД). Впервые два СПД-60\* были установлены и испытаны на КА «Метеор», запущенном 29 декабря 1971 г. В начале 1980-х «Факел» начал серийно производить двигатели СПД-60, СПД-70, а затем и СПД-100. Первым КА с СПД-70 стал геостационарный спутник «Гейзер» №1, стартовавший в мае 1982 г. В январе 1994 г. новой моделью СПД-100 оснастили КА «Галс» №1.

В начале 1990-х годов в связи с развалом СССР на «факеловские» двигатели практически не поступало заказов. В то же время ОКБ открыло для себя зарубежный рынок. Летом 1996 г. было принято постановление Правительства РФ, разрешающее использовать продукцию предприятия на иностранных КА. Сегодня ОКБ «Факел» тесно сотрудничает не только со многими российскими предприятиями, но и с такими зарубежными компаниями, как Airbus Defence and Space, Thales Alenia Space, OHV System AG, Israel Aerospace Industries и Space Systems/Loral. В связи с ростом потребностей современной космонавтики, увеличением сроков активного существования современных и перспективных геостационарных спутников, усложнением решаемых задач бортовой ДУ, ужесточением требований к двигателям по эффектив-

\* Число после аббревиатуры СПД означало наружный диаметр ускорительного канала двигателя.

ности, надежности и совместимости с аппаратурой КА возникают новые направления исследований и дальнейшего совершенствования электрореактивных ДУ.

Ксенонные двигатели СПД-140DU, установленные на Eutelsat 172B, были созданы на базе однорежимного двигателя СПД-140 и двухрежимного СПД-140Д с номинальной мощностью 4.5 кВт, наружным диаметром ускорительного канала 140 мм и шириной канала 20 мм. Двухрежимный СПД-140Д разрабатывался в рамках ОКР «Двигатели-ТМ» Федеральной космической программы России. Он состоит из анодного и одного или двух катодных блоков.

Для двигателей СПД-140 и СПД-140Д ОКБ «Факел» разработало катод типа КН-15, способный обеспечить работу двигателя СПД-140Д на двух режимах – с большой тягой и с высоким удельным импульсом тяги. На режиме работы с большой тягой двигатель имеет удельный импульс около 18 000 м/с, расход ксенона составляет около 15 мг/с. Поэтому, например, за 2500 час работы при доведении КА на ГСО двигатель может выработать 135 кг ксенона и создать суммарный импульс тяги 2.43 МН·с. На втором режиме тяга в полтора раза ниже, но удельный импульс СПД-100Д достигает 27 500 м/с, так что он будет расходовать лишь 6 мг/с и выработает примерно 150 кг ксенона за 7000 час работы. На втором режиме двигатель может быть использован для решения задачи стабилизации орбиты геостационарного КА после выведения на ГСО.

По расчетам ОКБ «Факел», маршевая двигательная установка всего с двумя СПД-140Д уже позволила бы высвободить 1000–1500 кг массы геостационарного КА





для полезной нагрузки при времени выведения 2–3 месяца. В свою очередь, по заявлениям Airbus Defence and Space, использование ЭРД вместо химических ЖРД на платформе EuroStar E3000EOR дает экономию 40% массы КА.

Этим запасом клиенты смогут распорядиться по своему усмотрению. Можно увеличить массу полезной нагрузки при сохранении общей стартовой массы КА, а можно сократить стоимость пусковых услуг – более легкие КА можно запускать на более легких и соответственно более дешевых РН. Единственная «плата» за весь этот выигрыш – время на перевод КА на геостационар из-за небольшой величины тяги ЭРД: в случае с Eutelsat 172B эта операция займет примерно четыре месяца.

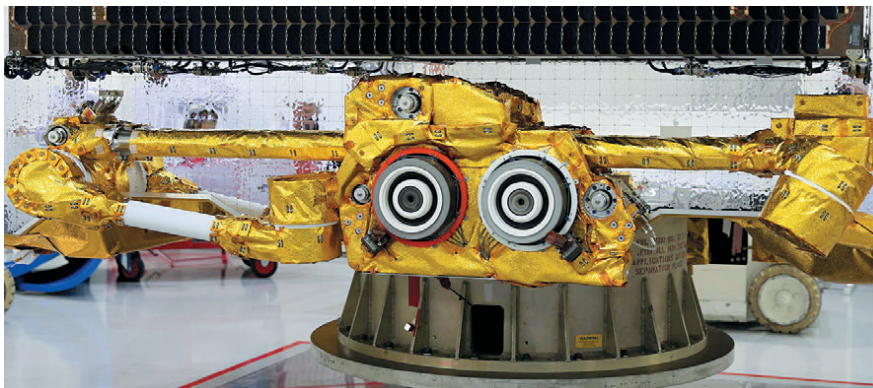
Особенностью платформы E3000EOR является то, что СПД-140DU крепятся на двух манипуляторах, позволяющих управлять ориентацией двигателей и направлением их тяги. Это дает возможность не разворачивать весь КА в ходе коррекции орбиты, сохраняя требуемое направление антенн и панелей солнечных батарей спутника.

Помимо ЭРД, на E3000EOR используется еще несколько инновационных технологий и новых решений, позволяющих объявить его «полностью электрическим». В частности, мульти-лучевой усилитель МРА (Multi-Port Amplifier) обеспечивает в соответствии с текущей потребностью гибкое распределение мощности электропитания между 11 лучами, формируемыми транспондерами Eutelsat 172B.

Создание «полностью электрической платформы» Airbus было поддержано как Европейским космическим агентством в целом, так и рядом национальных агентств, в частности Франции и Великобритании. На сегодня, помимо Eutelsat 172B, уже контрактованы еще пять КА на базе E3000EOR: по два компаниями SES и Inmarsat и еще один Министерством обороны Франции.

В общем E3000EOR – это хорошая модернизация базовой платформы EuroStar E3000, но вот с «первым в мире» Airbus перестарался. Уже два года как начались запуски геостационарных телекоммуникационных КА, собранных на основе новой модификации платформы BSS-702SP компании Boeing Satellite Systems. На ней установлены четыре ксеноновых ионных двухрежимных ЭРД XIPS-25 компании L-3 Communications, которые также обеспечивают перевод КА с геопереходной на геостационарную орбиту. На сегодня уже запущены пять таких «полностью электрических» спутников от Boeing, причем два из них принадлежат Eutelsat S.A. – Eutelsat 115 West B и Eutelsat 117 West B. В общем обычная ситуация PR-войны между традиционными соперниками в воздухе и космосе – Airbus и Boeing, знаменитыми «А» и «Б».

Что же касается Eutelsat 172B, то контракт на его производство был подписан Eutelsat S.A. с Airbus Defence and Space в июле 2014 г. Стартовая масса КА составила 3551 кг, стартовые габариты – 3.7х3.0х5.4 м. Система электропитания КА включает две 4-секционные панели солнечных батарей с размахом после полного развертывания 39.3 м. Они должны вырабатывать электро-



Основные параметры двигателя СПД-140Д (прототип двигателя СПД-140DU)

Режим	С большой тягой	С высоким удельным импульсом тяги
Потребляемая мощность, Вт	4 500	4 800
Разрядное напряжение, В	300	800
Ток разряда, А	15.0	6.0
Тяга, мН	290	180
Удельный импульс, м/с	17 700	27 500
Проектный ресурс, ч	11 000	Не менее 7 000
КПД, %	53	55
Масса, кг	Не более 8.5	
Габаритные размеры, мм	317х270х109	

энергию мощностью 13 кВт. Срок расчетной эксплуатации КА – не менее 15 лет.

Расчетная точка стояния Eutelsat 172B, как это следует из его названия, – 172° в.д. Там сейчас уже работает Eutelsat 172A, запущенный в декабре 2005 г. под именем AMC-23. Новый КА несет полезную нагрузку трех типов:

- ◆ 14 транспондеров С-диапазона (6/4 ГГц) с предоставлением услуг государственным и коммерческим пользователям в Юго-Восточной Азии, Австралии, на Аляске, западном побережье США, Гавайях и в Тихоокеанском регионе;

- ◆ 36 стандартных транспондеров Ku-диапазона (14/12 ГГц), формирующих пять лучей – для северо-востока Азии и для определенных районов Тихого океана – северного, юго-восточного, юго-западного и южного. Эти транспондеры будут использоваться для непосредственного телевидения, передачи видео и данных, обеспечения работы сотовых операторов (для звонков между разными регионами), создания корпоративных сетей;

- ◆ 11 транспондеров Ku-диапазона типа HTS (High Throughput Satellite) с пропускной способностью 1.8 Гбит/с для предоставления широкополосных услуг на коммерческих самолетах, летящих по азиатским и транстихоокеанским маршрутам. Передатчики рассчитаны на работу, в первую очередь, с бортовыми пользовательскими терминалами компании Panasonic Avionics Corp, обеспечивающей во время авиарейсов выход в Интернет и просмотр прямых телетрансляций. Эти же транспондеры могут использоваться и для предоставления таких же услуг на морских кораблях. Для работы с перенацеливаемыми лучами этих транспондеров и предназначена мультилучевая аппаратура МРА.

6 июня ОКБ «Факел» объявило об успешном первом включении СПД-140DU и начале летных испытаний этих двигателей. Сайт Airbus отразил 9 июня о начале перевода спутника на геостационар, подтвердив полное развертывание панелей солнечных батарей и выполнение нескольких маневров. Судя по ор-

битальным элементам, процесс начался с небольшого подъема орбиты – до 460х35 740 км, после чего за период с 9 июня по 17 июля аппарат набрал уже 7140х45 090 км. С учетом «длинной» схемы перевода на геостационар начало коммерческой эксплуатации Eutelsat 172B намечено на 4-й квартал 2017 г.

На момент запуска Eutelsat 172B орбитальный флот Eutelsat состоял из 39 КА, обеспечивая ему третье место в мире среди космических телекоммуникационных компаний. Спутники располагаются на геостационарной орбите между 116.8° з.д. и 172° в.д. Компания планомерно проводит модернизацию своего флота, при этом демонстрируя приверженность новому, «электрическому», способу перехода на геостационар.

На 2018 г. намечен вывод в позицию 7° в.д. КА Eutelsat 7C с 44 транспондерами Ku-диапазона для работы на рынках Европы, Турции, Ближнего Востока и Африки. Аппарат построит компания Space Systems/Loral на базе платформы SSL-1300, но без химического апогейного двигателя, вместо которого будут стоять четыре «факеловских» двухрежимных двигателя СПД-100Д. Кроме него, в 2018 г. запланирован запуск в точку 5° з.д. КА Eutelsat 5 West B для видеорынков Европы и Северной Африки. Его собирает компания Orbital ATK на базе «электризированной» платформы Star-2e, на которой, правда, помимо четырех ЭРД XR-5 компании Aerojet Rocketdyne, стоит еще обычный «химический» апогейный ЖРД BT-4 японской компании IHI Aerospace.

В 2019 г. планируется запуск КА с полезной нагрузкой Ka-диапазона для предоставления широкополосных услуг на территории Африки к югу от Сахары, пока условно называемый Eutelsat African Broadband Satellite. Его строит Thales Alenia Space на базе платформы Spacebus-Neo, спутник будет оснащен двигательной установкой из четырех ЭРД PPS-5000 компании SNECMA, созданных на базе технологий СПД-100Д, приобретенных у ОКБ «Факел».

В том же 2019 г. на орбиту планируется вывести еще КА, называемый Eutelsat Quantum, – первый спутник нового поколения, обладающий «гибкой, адаптируемой, реагирующей на потребности и высокопроизводительной» полезной нагрузкой Ku-диапазона. Основным подрядчиком по его изготовлению является опять Airbus Defence and Space. Видимо, и этот спутник будет иметь ЭРД для перевода на рабочую орбиту.

По информации Ariespace, Airbus Defence and Space, Eutelsat, Boeing Satellite Systems, ViaSat Inc.



# Первый орбитальный пуск

## GSLV Mk.III

И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»

### Новый носитель – самый мощный

GSLV Mk.III (что означает Mark III – третий вариант) разрабатывался для обеспечения полной автономности Индии от иностранных компаний – провайдеров пусковых услуг в деле запуска самых современных и тяжелых КА на орбиты и траектории с любыми параметрами, а также выполнения национальной программы создания пилотируемого космического корабля для полета по низкой околоземной орбите.

Носитель, ранее также упоминавшийся как LVM3, специалисты ISRO относят к наиболее мощному представителю космических средств выведения третьего поколения.

Ракеты первого поколения SLV (Satellite Launch Vehicle) и ASLV (Augmented Satellite Launch Vehicle) позволили Индии проложить дорогу к самостоятельным исследованиям космического пространства. Первый индийский орбитальный пуск состоялся в июле 1980 г. с помощью четырехступенчатой SLV, которая вывела в космос спутник Rohini (RS-1). Это была вторая попытка: предыдущий пуск в августе 1979 г. потерпел неудачу вследствие отказа системы управления вектором тяги на второй ступени. После запуска RS-1 ракета SLV летала еще два раза: один раз успешно и один раз нет.

Для увеличения возможностей своей первой ракеты ISRO разработала пятиступенчатый расширенный вариант ASLV, добавив по сторонам ракеты два твердотопливных ускорителя на базе двигателя первой ступени SLV – они работали в качестве первой ступени нового носителя. В качестве «центрального блока» (от второй до пятой ступеней) служила слегка модифицированная SLV. В четырех пусках с марта 1987 г. по май 1994 г. ASLV стартовала четыре раза: два пуска были аварийными, один – частично успешным и лишь один – полностью успешным. Низкая надежность ракеты привела к тому, что индийские специалисты прекратили развитие линии SLV-ASLV и переклонулись на разработку более крупных ракет второго поколения.

Новый четырехступенчатый «гибридный» носитель полярных спутников PSLV (Polar Satellite Launch Vehicle), сочетающий в себе твердотопливные и жидкостные ступени и ускорители, впервые стартовал в сентябре 1993 г. Несмотря на неудачу первого полета и частичную аварию при первом оперативном пуске четыре года спустя, со временем PSLV превратился в настоящую «рабочую лошадку» индийской космической программы. На сегодня он имеет несколько вариантов и используется чаще других ракет: с его помощью осуществлено 39 запусков, в том числе лунного зонда «Чандраян» и искусственного спутника Марса «Мангальян».

PSLV стал основой для носителя геосинхронных спутников GSLV (Geosynchronous Satellite Launch Vehicle) в конфигурациях

Mk.I и Mk.II. Для этого стартовые твердотопливные ускорители заменили более крупными жидкостными, а третью и четвертую ступени PSLV – одной криогенной верхней ступенью. В GSLV Mk.I для этой цели служил кислородно-водородный блок 12КРБ с двигателем КВД-1М, поставляемый из России, в GSLV Mk.II блок и двигатель заменили полностью индийскими – CUS-12 и затем CUS-15.

После первого пуска в апреле 2001 г. GSLV долго не мог добиться стабильных показателей надежности. Первый полет носителя не удался, хотя при втором и третьем пусках полезная нагрузка была успешно выведена на орбиту. Начиная с четвертого пуска в июле 2006 г. ракета попала в «черную полосу»: в одном из пусков доставила полезную нагрузку на более низкую, чем планировалось, орбиту, а три миссии были вообще сорваны. После этого индийские специалисты провели углубленные работы по повышению надежности средства выведения, и с января 2014 г. GSLV Mk.II совершила четыре успешных полета подряд.

Несмотря на ряд технологических прорывов (например, освоение технологий использования жидкого водорода), носители GSLV Mk.I и Mk.II (их относят к переходным вариантам между вторым и третьим поколениями) не могли конкурировать по грузоподъемности с основными игроками коммерческого рынка запусков. Ракета была способна доставить на геопереходную орбиту аппарат массой не более 2500 кг, в то время как на рынок выходили заметно более тяжелые КА. Разработка более мощного носителя, призванного обеспечить Индии независимый доступ на геостационар, началась в конце 1990-х годов. Облик нового средства выведения третьего поколения был сформирован к началу XXI века (НК №12, 2003, с.60-61).



**5** июня в 17:28 по местному времени (11:58 UTC) со второго стартового комплекса SLP (Second Launch Pad) Космического центра имени Сатиша Дхавана на острове Шрихарикота вблизи побережья штата Андхра-Прадеш расчеты Индийской организации космических исследований ISRO (Indian Space Research Organisation) осуществили первый орбитальный пуск ракеты-носителя GSLV Mk. III (миссия D1 в рамках программы разработки) с экспериментальным аппаратом связи GSAT-19, принадлежащим ISRO.

Выведение проходило в режиме, близком к штатному. Спустя примерно 16 минут после старта спутник был доставлен на геопереходную орбиту с параметрами (в скобках указаны расчетные значения):

- наклонение – 21.67° (21.5°);
- высота в перигее – 168 км (170);
- высота в апогее – 34 547 км (35 975);
- период обращения – 604.4 мин.

После выхода на орбиту спутник помещен в каталог Стратегического командования США номер 42747 и международное обозначение 2017-031A.

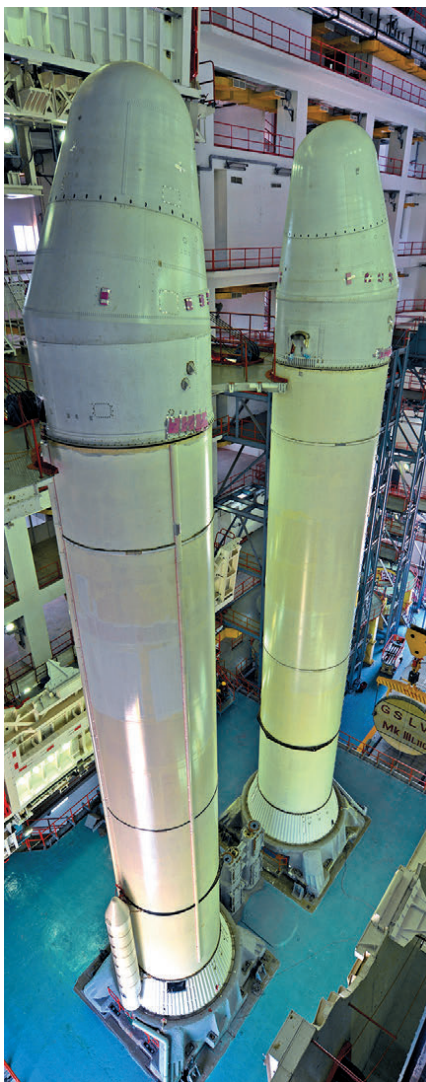
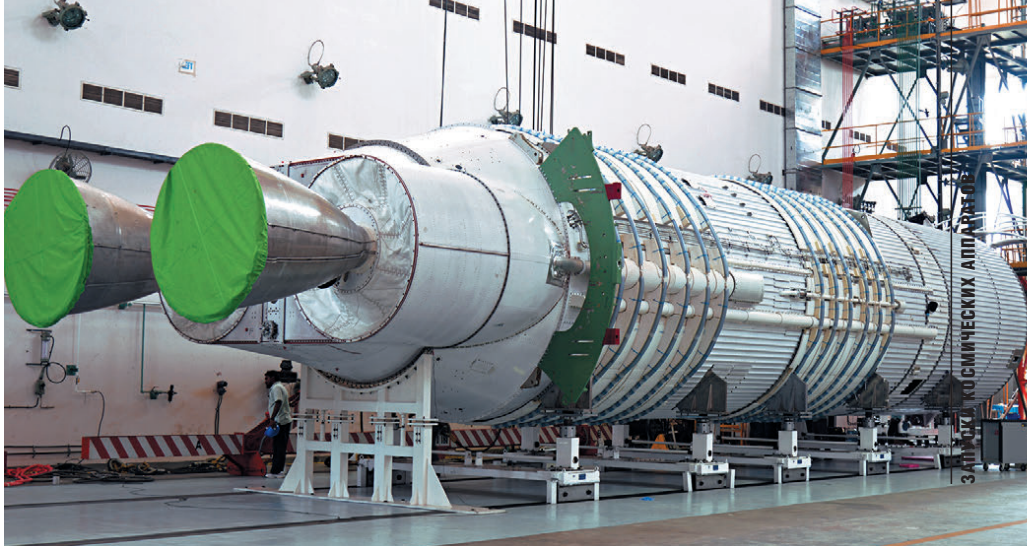
Несмотря на общее название с предшественниками, GSLV Mk.III – совершенно новый носитель. Внешне эта довольно «толстенная» трехступенчатая ракета напоминает европейскую Ariane 5, но по принципиальной схеме повторяет американские Titan III и Titan IV: со старта включаются два мощных твердотопливных ускорителя S200, установленных по обеим сторонам центрального блока L110. Последний оснащен двумя двигателями Vikas\*, запускающимися в полете на большой высоте и работающими на долгохранимом топливе «четыреокись азота – несимметричный диметилгидразин». Интересно, что верхние узлы крепления ускорителей монтируются на межступенчатом переходнике, внутри которого расположен двигатель CE-20 разгонного блока C25, работающий на жидком кислороде и жидком водороде, а собственно ступень стоит выше. Венчает всю конструкцию надкалиберный головной обтекатель. Подробное техническое описание GSLV Mk.III приведено в НК № 2, 2015, с.65-66.

Когда в 2001 г. началась полномасштабная разработка GSLV Mk.III, предполагалось, что первые полеты состоятся в 2009–2010 гг. Однако вскоре стало очевидно, что индийским инженерам необходимо преодолеть ряд серьезных препятствий до того, как ракета выйдет на летные испытания. В первую очередь речь шла о разработке относительно крупной криогенной ступени C25 с двигателем повторного запуска CE-20. Баки ступени, покрытые специальной теплоизоляцией, вмещают до 27.8 т компонентов топлива с рабочими температурами -253°C (горючее) и -195°C (окислитель), диаметр блока составляет 4 м, длина – 13.5 м. Двигатель развивает тягу 186 кН (примерно 19 тс) при удельном импульсе 443 сек в вакууме.

Несмотря на то, что, с точки зрения разработчиков, ступень является увеличенным вариантом блока CUS (Cryogenic Upper Stage) носителя GSLV Mk.II, сроки ее создания непомерно растянулись. Хотя как предыдущие, так и нынешнее индийское правительство, возглавляемое премьер-министром Нарендрой Модии (Narendra Damodardas Modi), поддерживало программу развития космической индустрии, создавалось очень щекотливое положение: работы продолжались почти полтора десятилетия, но конца-края им не было видно.

Из-за безнадёжного отставания от графика ISRO предпochла PR-шаг, выполнив 18 декабря 2014 г. суборбитальный испытательный полет прототипа GSLV Mk.III, в котором вместо штатной ступени C25 стоял ее габаритно-весовой имитатор. Миссия получила обозначение LVM3.X и включала полет по баллистической траектории прототипа возвращаемого аппарата будущего индийского пилотируемого космического корабля CARE (Crew Module Atmospheric Re-entry Experiment). В полете также проверялась прочность конструкции ракеты и демонстрировались работа твердотопливных ускорителей, ступени L110, этапы разделе-

\* Строятся в Индии по лицензии на основе французского двигателя Viking, который использовался для запуска РН семейства Ariane с 1 по 4 в течение 25-летней карьеры, закончившейся в 2004 г.



▲ Центральный блок (L110) ракеты-носителя GSLV Mk.III  
 ◀ Слева – твердотопливные ускорители S200

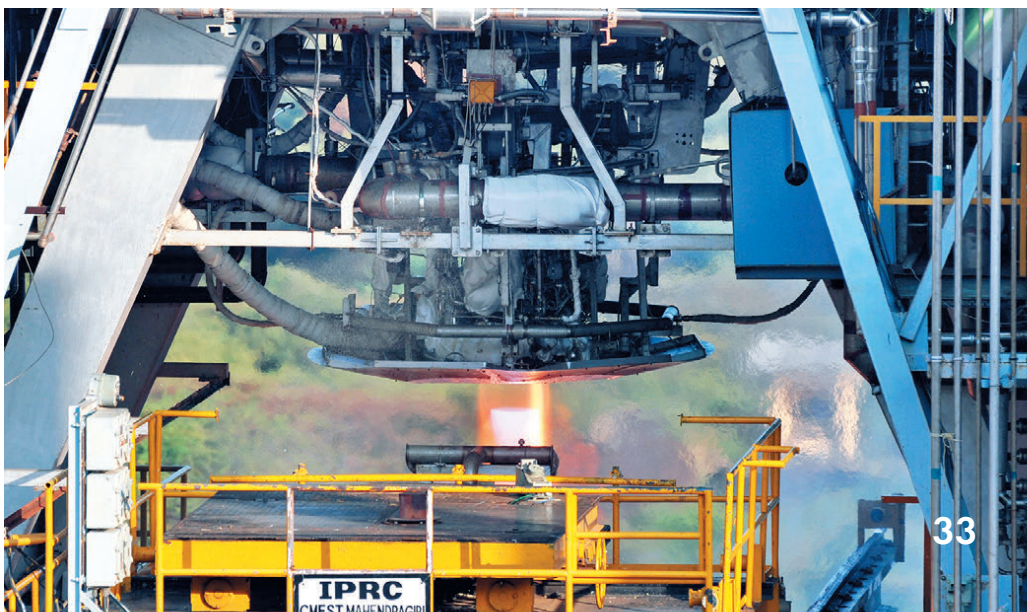
ния ступеней, сброса обтекателя и отделения полезного груза.

Начальный этап летных испытаний показал, что стартовые ускорители и первая ступень «ядра» новой ракеты функционируют нормально, но инженеры определили некоторые области, где требуются улучшения. По результатам первого полета конструкцию доработали. Внешними отличиями первой полной GSLV Mk.III от прототипа стали оживальная носовая часть композитного головного обтекателя – его масса была 1389 кг против 1250 кг в экспериментальном пуске – и новые обтекатели (носовые конуса) стартовых ускорителей. Последние вместо формы прямого конуса стали наклонными, с вершинами, приближенными к поверхности «ядра». Данные решения направлены на снижение аэродинамического сопротивления и термодинамических нагрузок в зоне интерференции ускорителей и центрального блока.

Несмотря на то, что успешные испытания индийской криогенной ступени в составе GSLV Mk.II подтвердили освоение технологий использования жидкого водорода, по двигателю CE-20 полной уверенности не было.

Специалисты понимали, что новая ступень и мощный кислородно-водородный двигатель – ключевые элементы успеха всей программы нового носителя. Директор комплекса исследования двигательных установок IPRC (ISRO Propulsion Research Complex) П. В. Венкатакришнан (P. V. Venkatakrishnan)

▼ Огневые испытания криогенного двигателя CE-20 19 февраля 2016 г.





ЗАПУСК КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

рассказывает, что на их создание ушло 15 лет. Впервые идея подобной разработки появилась в 1997 г., но фактически начать работы удалось только через пять лет – в 2002 г.

Путь к первому полету GSLV Mk.III в полной комплектации открывали успешные стендовые испытания ступени C25, но они затягивались. 19 февраля 2016 г. был проведен третий и последний прожиг при атмосферном давлении длительностью 640 сек. 3 декабря в ходе высотных испытаний (на стенде, имитирующем полет в верхних слоях атмосферы) CE-20 проработал 25 сек. 25 января 2017 г. прошли успешные наземные огневые испытания всей криогенной ступени продолжительностью 50 сек при имитации высотных условий. Наконец, 17 февраля 2017 г. прожиг длительностью 640 сек на стенде в Махендрагири показал, что характеристики ступени соответствуют ожидаемым показателям. Путь на орбиту был свободен.

### **Первый орбитальный, который завершился немного не так, как планировали**

Летом 2016 г. первая попытка пуска GSLV Mk.III в полной комплектации планировалась на декабрь. Сборка носителя началась в сентябре, однако полет не мог состояться до завершения огневых стендовых испытаний всей ступени C25. В ноябре стало известно об отсрочке старта на 1-й квартал, в декабре прозвучала дата 20 января, но к концу месяца, после первого «высотного» прожига, было объявлено о переносе на март. В январе он сдвинулся на апрель, а 23 марта, уже после завершающего прожига, прошла последняя отсрочка на конец мая – начало

июня. 1 мая на космодром отправили спутник GSAT-19. 10 мая была названа конкретная дата старта – 5 июня; она осталась неизменной.

26 мая ISRO опубликовала координаты опасных зон – вокруг старта и под падение стартовых твердотопливных ускорителей, головного обтекателя и ступени L110. 29 мая ракету на самоходной платформе доставили на вторую стартовую площадку SLP Космического центра имени Сатиша Дхавана, и дата 5 июня была объявлена официально.

В настоящее время космодром на острове Шрихарикота содержит две стартовые площадки – первую FLP (First Launch Pad, введена в строй в 1993 г.) и вторую SLP (Second Launch Pad, введена в строй в 2005 г.). Пуски носителей первого поколения SLV и ASLV выполнялись с более старых площадок к югу от ныне действующих стартовых комплексов. FLP используется в основном для пуска ракет PSLV; SLP обслуживает как PSLV, так и GSLV – для этой площадки пуск 5 июня был 21-м по счету. Для расширения пусковых возможностей запланирована постройка третьего старта TLP (Third Launch Pad).

Обратный отсчет к пуску D1 продолжительностью 25.5 часа был запущен 4 июня в 15:58 IST и прошел гладко. В расчетное время два мощнейших ускорителя S200 длиной 26.2 м, диаметром 3.2 м и пиковой тягой 5150 кН (525 тс) каждый легко оторвали 640-тонную ракету от земли. В каждом ускорителе сгорали по 205 т твердого топлива, состоящего из перхлората аммония (окислитель), полибутиадена с конечными гидроксильными группами (горючее-связка) и алюминиевой пудры (энергетическая добавка). Ускорители еще работали, когда на 115-й секунде полета на высоте 41 км и скорости 1635 м/с включились два двигателя Vikas 2 ступени L110 тягой 78 тс каждый. Совместное функционирование ускорителей и центрального блока продолжалось до T+141.2 сек, когда первые отделились.

На участке работы основной ступени («ядра») GSLV Mk.III в T+225.7 сек, на высоте около 115 км, отделился головной обтекатель. Двигатели блока L110 продолжали работу до T+317.6 сек, а через секунду на высоте 168 км ступени разделились. Двигатель CE-20 включился еще через две секунды – в T+320.8 сек. Он должен был проработать 10 мин 43 сек – и эти 643 секунды все глаза в Центре управления полетами были устремлены на экран, демонстрирующий таблицу с изменяющимися параметрами ступени и значениями траектории.

Самый мощный в истории ISRO криогенный двигатель функционировал в полете, причем делал это успешно! Завершение миссии было встречено бурными аплодисментами руководителей и участников космической программы, наблюдавших за пуском из Центра управления. Однако вполне выяснилось, что точность выведения идеальной не была.

По объявленному плану полета криогенная ступень C25 должна была увеличить скорость с 4426 м/с в момент включения до 10 233 м/с в момент выключения, то есть на 5807 м/с. Дисплеи Центра управления показывали, что ступень ускоряется немного быстрее, чем прогнозировалось при ком-

пьютерном моделировании миссии. Само по себе такое положение не редкость, особенно для совершенно новой ракеты, с которой до этого выполнялись только теоретические имитации полета: причиной могла быть, например, несколько большая тяга ЖРД.

Верхняя ступень проработала 624.8 сек – на 18 сек меньше, чем планировалось. ISRO не опубликовало фактическую орбиту выведения, однако она стала известна из орбитальных элементов американского Объединенного центра космических операций (Joint Space Operations Center). Как оказалось, GSAT-19 отделился от ракетного блока на орбите наклонением 21.67° и высотой 168×34 547 км, имея высоту в апогее на 1400 км ниже по сравнению с расчетной орбитой высотой 170×35 975 км.

Это соответствовало недобору скорости в 24 м/с – не особенно драматичному, но достаточному, чтобы изменить планируемую схему довыведения КА на геостационар, включающую три последовательных маневра подъема перигея и снижения наклонения. Потребовалась одна дополнительная коррекция с целью доведения начальной орбиты до расчетной. GSAT-19 включил свой апогейный двигатель 6 июня в 08:33 UTC во втором перигее. Проработав 116 сек, ЖРД скомпенсировал ошибку носителя и перевел КА на орбиту наклонением 21.56° и высотой 173×35 938 км.

Теперь можно было вернуться к стандартной трехимпульсной схеме перехода на геостационар. Апогейный двигатель снова включился 7 июня в 10:14 UTC и отработал 5538 сек, увеличив скорость КА примерно на 870 м/с и доставив его на орбиту наклонением 7.02° и высотой 10 287×35 840 км. Второй импульс перехода начался 9 июня в 04:25 UTC, продолжался 3469 сек и обеспечил приращение скорости еще 710 м/с. После этого маневра спутник оказался на орбите наклонением 0.79° и высотой 30 208×35 875 км. Третий и последний маневр перехода состоялся 10 июня в 02:29 UTC и продолжался 488 сек с приращением скорости около 110 м/с. В результате КА вышел на околоstationарную орбиту дрейфа наклонением 0.10° и высотой 35 470×35 869 км.

В тот же день ISRO сообщила, что в 10:45 UTC спутник успешно развернул оба крыла солнечных батарей, к 13:17 перевел в рабочее положение два антенных отражателя, а в 14:12 перешел в режим трехосной стабилизации. «Теперь GSAT-19 дрейфует к точке стояния и проходит орбитальные испытания и калибровки аппаратуры», – прокомментировали специалисты. К 20 июня индийский КА был стабилизирован в позиции 82.5° в.д.

По заверениям инженеров ISRO, дополнительный маневр для компенсации неточности выведения будет иметь незначительные последствия или вообще никаких последствий. Консервативные расчеты показывают, что запаса топлива достаточно для работы спутника в течение почти 12 лет, тогда как расчетный срок его активного существования – на два года меньше. Тем не менее неточный выход на орбиту заставит инженеров ISRO настраивать алгоритм управления GSLV Mk.III с учетом фактиче-

ских показателей работы C25 и уточнять реакцию носителя на реальные полетные характеристики, чтобы в последующих пусках выведение было более точным.

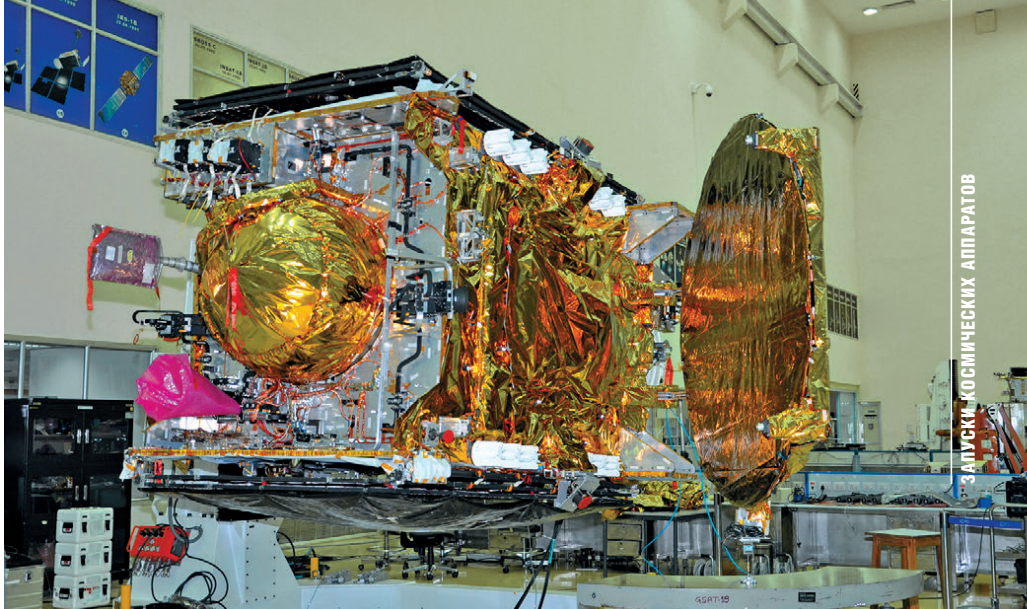
### Индийский экспериментальный спутник

По словам К. Сивана (K. Sivan), директора Космического центра имени Викрама Сарабхаи (Vikram Sarabhai Space Centre), обладание собственной тяжелой ракетой-носителем и спутниками с высокой пропускной способностью – «жизненная необходимость для страны». Эти две технологии «способны коренным образом направить эффективное использование космической техники на благо рядового гражданина государства».

Основное назначение миссии GSAT-19 – испытание и демонстрация технологий для создания новых систем, которые предполагается использовать на будущих индийских геостационарных спутниках связи: мини-атюрных тепловых труб, предназначенных для улучшения характеристик систем обеспечения теплового режима, микроэлектромеханических (MEMS) акселерометров и волоконно-оптических гироскопов, предназначенных для определения положения КА в пространстве, а также литий-ионных аккумуляторных батарей индийского производства.

GSAT-19 был построен специалистами Спутникового центра ISAC (ISRO Satellite Centre) в Бангалоре, штат Карнатака, в сотрудничестве с Центром космических приложений SAC (Space Applications Centre) в Ахмедабаде, штат Гуджарат, на базе унифицированной модульной платформы I-3K разработки ISRO с трехосной стабилизацией. Это самый тяжелый спутник, который Индия когда-либо запускала на любую орбиту с использованием собственных носителей. Аппарат, который будет размещен в точке стояния 74° в. д., рассчитан на 10 лет службы.

GSAT-19 имеет сухую массу 1394 кг при стартовой массе 3136 кг. В транспортной конфигурации КА имеет размеры 2.0×1.77×3.1 м. На орбите раскрываются два трехпанельных «крыла» солнечных батарей (СБ) размахом около 13 м и два антенных от-



ражателя диаметром по 2 м. Еще одна антенна диаметром 1.4 м выдвигается на рычаге из «надирного» торца спутника.

Конструкция платформы включает центральный силовой цилиндр из армированного углеродным волокном полимера, который воспринимает нагрузки при выведении. Внутри него монтируются топливные баки бортовой двигательной установки. Цилиндр также выступает в качестве «хребта» для монтажа радиальных алюминиевых сотовых панелей, которые содержат различные компоненты подсистем и блоки электроники, а также обеспечивают сопряжение с внешними панелями и развешиваемыми элементами.

Система электропитания включает СБ, покрытые фотоэлектрическими преобразователями с тройным переходом, способными генерировать 4.5 кВт электроэнергии, и буферный литий-ионный аккумулятор емкостью 100 А·ч.

Спутниковый центр ISAC разработал для GSAT-19 шину передачи энергии. Согласно заявлению производителя, применение нового устройства существенно снизит потери энергии и обеспечит приемлемое тепловыделение на всем протяжении активного существования космического аппарата. Кроме этого, новое устройство позволит ISRO осуществлять разработку и производство КА повышенной емкости (более 50 транспондеров на аппарат, передаваемая по шине мощность более 10 кВт). Конструкция шины учитывает требования по электросовместимости, что потенциально должно привести к общему повышению надежности функционирования аппарата.

Трехосная система стабилизации основана на приборах ориентации на Солнце и Землю, звездных, инерциальных и гироскопических датчиках. Исполнительными органами являются маховики, магнитные катушки и реактивные сопла. Новым для индийского КА является использование волоконно-оптических гироскопов и MEMS-акселерометров для измерения скоростей и ускорений по трем осям в течение активной фазы полета (при работе ракетных двигателей). MEMS-приборы используют вибрационную систему (гироскопическую структуру) с кремниевым кольцом, закрепленным на конструкции, в которой вибрация индуцируется посредством небольшого электрического тока. Боковое движение кольца, вызванное кориолисо-

вой силой, можно измерить, чтобы получить сигнал, пропорциональный скорости движения вдоль чувствительной оси.

Двигательная установка GSAT-19 включает стандартный для ряда спутниковых проектов ISRO апогейный жидкостный двигатель LAM (Liquid Apogee Motor) тягой 440 Н (44.87 кгс), а также восемь микродвигателей тягой по 22 Н (2.2 кгс) и восемь тягой по 10 Н (1.0 кгс). Все они работают на долгохраняемых самовоспламеняющихся компонентах топлива – MON-3 (смесь 97% четырехоксида азота и 3% окиси азота) в качестве окислителя и несимметричный диметилгидразин в качестве горючего, которые вытесняются из баков сжатым гелием высокого давления.

Работая при давлении подачи компонентов от 0.9 до 2.0 МПа, соотношении компонентов в смеси (окислитель/горючее) 1.65:1 и коэффициенте расширения сопла 160, LAM обеспечивает удельный импульс 315 сек. Топливо подается через титановую коаксиальную вихревую форсунку в камеру сгорания, выполненную из ниобиевого сплава и охлаждаемую радиационно. Для сопряжения смесительного элемента с камерой использована электронно-лучевая сварка. Двигатель сертифицирован для непрерывной работы продолжительностью до 3000 сек (но, как мы видели выше, выдерживает и вдвое больше) и общего ресурса свыше 23542 сек.

Микродвигатели тягой 22 Н также используют коаксиальную титановую вихревую форсунку и ниобиевую камеру сгорания и работают в режиме продувки при давлении подачи 0.68 МПа, при коэффициенте расширения сопла 100, обеспечивая удельный импульс 285 сек. Каждый микродвигатель рассчитан на 300 000 рабочих циклов, так как в основном работает в импульсном режиме (минимальная длительность импульса 8 мс обеспечивает минимальный импульс 65 мН·с), но может выдерживать непрерывную работу длительностью до 10 000 сек, имея общий ресурс 70 000 сек.

Микродвигатели тягой 10 Н похожи на своих собратьев тягой 22 Н. Они используют аналогичные форсунки вихревого типа, но выполненные из ниобиевого сплава. Сопло с коэффициентом расширения 200 обеспечивает удельный импульс 285 сек и минимальный импульс 30 мН·с. Микродвигатели могут функционировать как непрерывно, так и в импульсном режиме.





Коммуникационный пакет GSAT-19 включает четыре «перекрестных» транспондера диапазонов Ka/Ku в канале от наземной станции к пользователю, и четыре транспондера диапазонов Ku/Ka для обратного канала. Полезная нагрузка образует мощные лучи с высокой (до 4 Гбит/с) пропускной способностью для различных служб интенсивной передачи данных. Для передачи командно-телеметрической информации применен экспериментальный транспондер диапазона Ku, работающий через управляемую антенну диаметром 1.4 м.

В качестве вспомогательной полезной нагрузки спутник несет геостационарный радиационный спектрометр GRASP (Geostationary Radiation Spectrometer), которому будет поручено измерять поток заряженных частиц в режиме геостационарной орбиты и оценивать их влияние на спутниковую электронику.

## Перспективы

«Мы смогли успешно вывести спутник на орбиту, и я использую эту возможность, чтобы поздравить всю команду, которая неустанно работала несколько десятилетий, и в частности с 2012 г., над этой программой. Большой успех с первой попытки – GSLV Mk.III успешно вывела GSAT-19, спутник нового поколения на орбиту», – заявил после запуска директор ISRO Алул Силин Киран Кумар (Alur Silin Kiran Kumar).

По словам руководителя ISRO, запуск GSLV Mk.III – это «большой рывок для нашей космической отрасли... До конца текущего

года мы проведем еще один испытательный запуск GSLV Mk.III и еще более увеличим нагрузку». Он уверен, что новая ракета позволит в перспективе полностью отказаться от услуг других государств при запуске крупных индийских спутников.

«Новая индийская ракета-носитель со стартовой массой 640 т теперь регулярно будет выводить на орбиту аппараты массой в 4000 кг\*, – подчеркнул глава ISRO. – Более того, с таким носителем Индия может рассчитывать на большую долю на международном космическом рынке, который составляет 300 млрд \$ в год».

«Я уверен, что успешная миссия ракеты GSLV Mk.III D1 положит начало третьему поколению средств выведения ISRO, обладающих более высокой грузоподъемностью», – заявил после пуска П. Кунхиришнан (P. Kunhikrishnan), директор Космического центра имени Сатиша Дхавана. Он также добавил, что спутники серии GSAT «приведут к созданию значительно более высокопроизводительных аппаратов в будущем».

Индийские эксперты подчеркивают, что первый орбитальный пуск ракеты третьего поколения GSLV Mk.III, состоявшийся 5 июня, – это огромный шаг на пути страны к достижению независимости в космосе – стратегической цели Индии. До сих пор полезная нагрузка индийских носителей на ГПО ограничивалась значением 2200 кг, теперь же государство сможет создавать и самостоятельно запускать полноценные геостационарные спутники связи.

Миссия GSAT-19 продемонстрировала способность ISRO выводить на орбиту более тяжелые КА, которые космическое агентство Индии исторически поручало французскому провайдеру пусковых услуг – компании Arianespace. С 2000 г. индийские спутники массой более 2500 кг выводились на орбиту, как правило, на флагманской ракете Arianespace – Ariane 5.

В конечном счете ISRO намерена перенести все запуски индийских спутников на свои собственные средства выведения, а также планирует предлагать на коммерческий рынок запуски на обеих версиях GSLV после того, как носители полностью докажут свою эффективность.

Для варианта Mk.III следующая миссия D2 вряд ли состоится в 2017 г. Она предварительно намечена на январь 2018 г. со спутником GSAT-20 на новой спутниковой платформе. Если он пройдет успешно, третья ракета будет считаться эксплуатационной.

П. В. Венкитакришнан (P. V. Venkitakrishnan), директор Комплекса исследования двигательных установок ISRO Propulsion Research Complex, сказал после запуска, что GSLV Mk.III может завоевать международный рынок запусков в течение нескольких лет.

«Когда [носитель] заработает, а это будет определено через пару лет, Индия сможет сосредоточиться на запуске даже американских спутников, – сказал Венкитакришнан, добавив, что почти все компоненты

ракеты имеют индийское происхождение. – Это недорогое приобретение. Мы всегда делаем что-то дешевле, чем могут сделать другие. У нас есть такая технология».

GSLV Mk.III планируется использовать для национальной пилотируемой программы и межпланетных исследовательских программ\*\*, что позволит Индии воплотить давнюю мечту о посылке в космос индийских астронавтов и создании собственной орбитальной станции.

«Теперь у нас есть все возможности для создания космической станции, надо лишь определить сроки и получить финансирование», – заявил Киран Кумар. По его словам, Индия до сих пор не приступила к пилотируемым полетам в космос только потому, что у страны не было РН с достаточной грузоподъемностью, «но теперь этот вопрос практически решен: при условии одобрения программы правительством на отправку человека в космос понадобится всего семь лет».

Индия намерена запускать одну Mk.III и две Mk.II ежегодно, для чего потребуются закончить строительство и оснастить оборудованием второе здание вертикальной сборки на космодроме Шрихарикота.

А пока разработка и испытания нового носителя идут, ISRO все еще полагается на Arianespace для проведения космических пусков, выходящих за рамки возможностей Индии. Следующий спутник агентства GSAT-17 стартовал 28 июня с помощью ракеты Ariane 5 в рамках сдвоенного запуска вместе с КА Europasat/Hellas Sat-3 (см. с. 60-62).

Дальнейшее развитие нового средства выведения предполагает замену Vikas 2 второй ступени на так называемый «полукриогенный» жидкостный двигатель. Под этим термином в Индии подразумевают ЖРД, работающий на жидком кислороде и керосине. Сейчас в разработке ISRO находится двигатель SCE-200 с ожидаемыми показателями тяги около 2000 кН (чуть более 200 тс) в вакууме. Его планируют применять на будущих тяжелых и многоразовых индийских ракетах, а до этого использовать в качестве маршевого двигателя на первой ступени SC160 ракеты GSLV Mk.III, заменив ею нынешнюю ступень L110. Такая модернизация позволит увеличить массу выводимой на геопереходную орбиту полезной нагрузки до 6200 кг, что сопоставимо с возможностями таких ракет, как Ariane 62, «Протон-М» и Falcon 9 с многоразовой первой ступенью. В сочетании с более чем умеренными стоимостными показателями, характерными для индийских ракет, GSLV Mk.III вполне может претендовать на заметное место на пусковом рынке.

Разработка GSLV Mk.III, начатая в 2002 г., оценивается всего в 29 млрд рупий (примерно 450 млн \$). Отвечая на вопрос о стоимости пуска, Киран Кумар сказал, что не может назвать точное число «по соображениям бизнеса», но сообщил, что изготовление GSAT-19 и его запуск в сумме обошлись дешевле, чем ISRO заплатило Arianespace в 2016 г. за доставку на орбиту спутника INSAT-3DR – около 8 млрд рупий (124 млн \$). В прессе фигурируют оценки стоимости запуска КА массой 3500 кг на Mk.III в пределах 3–4 млрд рупий (46–62 млн \$), то есть на уровне американской SpaceX и даже ниже.

\* Заявленная грузоподъемность GSLV Mk.III на низкую орбиту – 10000 кг.

\*\* В частности, лунный проект «Чандраян-2» изначально планировалось запустить с помощью GSLV Mk.III. Правда, из-за задержек с созданием нового «тяжелого» носителя программа в дальнейшем «переехала» на ракету GSLV Mk.II.

# «Протон» поднял гиганта

## Стартовал спутник мобильной связи EchoStar 21

**8** июня в 06:45:47 ДМВ (03:45:47 UTC) с 24-й пусковой установки 81-й стартовой площадки космодрома Байконур состоялся пуск РН «Протон-М» (серийный номер 937-02) с разгонным блоком «Бриз-М» (№99571) и аппаратом спутниковой мобильной связи EchoStar 21, принадлежащим американскому оператору Dish Network Corporation. Отделение КА от РБ состоялось через 9 час 13 мин после старта, то есть около 15:58 ДМВ (12:58 UTC) на геопереходной высокоэллиптической орбите.

По данным Стратегического командования (СК) США, параметры орбиты КА после отделения от РБ составили:

- наклонение – 30.66°;
- высота в перигее – 2232 км;
- высота в апогее – 35 793 км;
- период обращения – 671.1 мин.

В каталоге СК США спутнику EchoStar 21 присвоены номер **42749** и международное обозначение **2017-032A**.

### Летний пуск, но через год

Этот пуск «Протона-М» стал первым после годового перерыва, вызванного проблемами с качеством производства компонентов РН. Предыдущий раз российский тяжелый носитель стартовал 9 июня 2016 г. с КА Intelsat 31.

По первоначальным планам, объявленным пресс-службой Госкорпорации «Роскосмос», пуск «Протона-М» с EchoStar 21 должен был состояться в 1-м квартале 2016 г., потом был назначен на конец июня, но не состоялся. 30 июня Роскосмос объявил о переносе старта на 29 августа из-за аномальной работы двигательной установки второй ступени РН «Протон-М» при запуске 9 июня КА Intelsat 31. Сбой произошел незадолго до штатного выключения ДУ, и спутник удалось вывести на близкую к расчетной орбиту. Тем не менее по результатам пуска была сформирована комиссия, которая должна была разобраться в случившемся. Однако быстро найти причину аномалии и устранить воз-

можность повторения подобной ситуации на последующих носителях не удалось. А пока работала комиссия, откладывалась и доставка на космодром нового спутника.

25 июля 2016 г. появилось сообщение пресс-службы Роскосмоса о переносе запуска EchoStar 21 предварительно на 10 октября. 1 сентября Госкорпорация еще раз скорректировала эту дату, объявив о переносе старта на 23 ноября. 8 ноября провайдер пусковых услуг «Протона» – компания International Launch Services (ILS) – сообщил о планах провести запуск EchoStar 21 в декабре, что сдвигало начало предоставления услуг мобильной связи этим КА на территории Европы на 1-й квартал 2017 г. Это, по информации ILS, могло привести к штрафам со стороны Европейского Союза.

22 ноября пресс-служба ГКНПЦ имени М.В. Хруничева сообщила, что КА EchoStar 21 в этот день был доставлен на Байконур, а его старт назначен на 22 декабря. 28 ноября Центр Хруничева объявил о доставке РН «Протон-М» и разгонного блока «Бриз-М» на космодром. До сих пор РБ обычно привозили воздушным транспортом, однако на сей раз «Бриз» прибыл в составе поезда вместе с ракетой.

7 декабря агентство «Интерфакс» сообщило со ссылкой на источник на космодроме: «В связи с возникшими техническими проблемами на ракетно-космическом комплексе «Протон-М»/«Бриз-М» подготовка к запуску EchoStar 21 идет с отставанием от графика. Он уже не может состояться в сроки, намеченные в манифесте пуска на 22 декабря. Возможен перенос пуска на 26 или 28 декабря». 19 декабря Центр Хруничева официально сообщил: «Операции пусковой кампании идут в соответствии с графиком. Запуск ракеты космического назначения «Протон-М» предполагается 28 декабря 2016 г. в 19:02:54 ДМВ».

Все шло к тому, что на этот раз пуск состоится. Было даже объявлено время трансляции старта на сайте Роскосмоса. Однако 23 декабря Центр Хруничева выпустил новое сооб-

щение: «Для проведения дополнительных проверок систем РН и РБ государственная комиссия приняла решение о переносе даты пуска РН «Протон-М» с КА связи EchoStar 21. Дата пуска будет объявлена дополнительно».

Этот перенос активно обсуждался в российских и зарубежных СМИ, так что через три дня пресс-службе ГКНПЦ даже пришлось выпустить новое сообщение для прессы: «В соответствии с решением Государственной комиссии, на космодроме Байконур продолжают дополнительные проверки систем РН «Протон-М». Работы идут в соответствии с регламентом и по графику. Все сообщения, которые появились в последнее время, со ссылками на различные источники не имеют отношения к действительности».

В СМИ же обсуждалась версия о том, что в декабре, после очередных выборочных стендовых испытаний серийного двигателя второй ступени «Протона-М», был выявлен факт применения при его сборке припоя не той марки, которая была указана в конструкторской документации. По неофициальным на тот момент заявлениям представителей предприятий космической отрасли, получив такое заключение, Роскосмос принял решение отозвать все двигатели для второй и третьей ступеней «Протона» производства Воронежского механического завода (ВМЗ), выпущенные за последние несколько лет, для детального исследования.

Вскоре эта информация получила официальное подтверждение. 25 января 2017 г. пресс-служба Роскосмоса сообщила: «Задержки пусков РН «Протон-М» связаны с дополнительными испытаниями и проверкой качества продукции в отрасли. Госкорпорация «Роскосмос» решила проверить двигатели всех РН «Протон-М» из-за припоя с содержанием драгоценных металлов, который не соответствует документации» (подробнее об этой проблеме – в НК № 5, 2017, с. 52-55.).

После этого неофициально назывались различные даты возобновления пусков «Протона», от середины апреля и далее. Но лишь 6 мая на космодром прибыл состав с



РН, на второй и третьей ступенях которой стояли перевернутые воронкообразные двигатели, а 30 мая пресс-служба Центра Хруничева официально сообщила, что пуск запланирован на **8 июня** в 06:45 ДМВ.

В этот день в расчетное время старт наконец состоялся. Выведение проходило по стандартной баллистической схеме с пятью включениями маршевого двигателя РБ «Бриз-М» и завершилось успешно.

По предварительным планам, в 2017 г. должны состояться еще пять стартов «Протона-М», два из них – по коммерческим программам для вывода на орбиту КА Amazonas 5 и AsiaSat 9.

### Спутниковый «мобильник» S-диапазона

Запуск EchoStar 21 по сути символизировал новый этап развертывания системы, ранее известной как TerreStar. Ее концепция была разработана компанией American Mobile Satellite Corp. (AMSC), учрежденной в 1988 г. Первоначально планировалось использовать для связи L-диапазон (1.0–1.3 ГГц). К участию в этом проекте подключилась канадская компания Telesat Mobile Inc. (TMI). Для обеспечения услуг мобильной связи пользователям на территории США, Канады и части Центральной Америки партнеры

▼ Вот такие смартфоны для системы TerreStar были выпущены в 2010 году. Для приема спутникового сигнала к телефону пристыковывался антенный модуль



запустили два КА: в апреле 1995 г. AMSC 1 (он же M-Sat 2), в апреле 1996 г. – M-Sat 1 (он же AMSC 2). Спутники компенсировали существовавший тогда недостаток наземных ретрансляционных станций сотовой связи, заполнив разрывы между зонами их работы.

В 2000 г. AMSC была переименована в Motient Corp., а год спустя опять же совместно с TMI создала совместное предприятие Mobile Satellite Ventures (MSV) для эксплуатации системы AMSC/M-Sat. В том же 2001 г. партнеры начали разработку нового проекта подвижной связи уже в S-диапазоне (2.0–2.2 ГГц), названного TerreStar. Он также должен был восполнять «пробелы» обычной сотовой связи на территории Канады, США (включая Аляску и Гавайи), Пуэрто-Рико и американских Виргинских островов.

В 2003 г. у проектов появился новый инвестор – американская компания Hughes Communications Inc. (HCI), после чего TerreStar и HCI образовали две компании – провайдера систем:

- ◆ TerreStar Networks Inc. для системы S-диапазона TerreStar,
- ◆ SkyTerra Communications для системы L-диапазона MSV.

В 2006 г. партнеры распределили приоритеты в своей деятельности: TerreStar Networks стала филиалом Motient, к которой перешло 61% ее акций, доля Motient в капитале SkyTerra составила 45%, и ей же принадлежало 17% MSV. Основным акционером SkyTerra Communications осталась HCI. В 2007 г. Motient стала называться TerreStar Corp., в 2008 г. MSV получила имя SkyTerra LP, а перспективные спутники L-диапазона MSV – SkyTerra.

А пока шли все эти процессы, в апреле 2005 г. TerreStar Networks заказала у компании Space Systems/Loral (SS/L) аппарат TerreStar 1, а в августе 2006 г. – идентичный ему КА TerreStar 2. Оба КА планировалось вывести в орбитальную позицию 111° з.д. При подписании контракта на изготовление TerreStar 1 планировалось, что его запуск состоится в конце 2007 г., однако из-за разных технических проблем КА стартовал лишь 1 июля 2009 г. Имея стартовую массу 6910 кг, он был объявлен «самым крупным коммерческим телекоммуникационным спутником, запущенным когда-либо». Старт TerreStar 2 тогда планировался на 2010 г.

Параллельно шло создание наземного сегмента системы и выпуск абонентского оборудования. В сентябре 2008 г. TerreStar Networks представила прототип смартфона, разработанный финской компанией Elektrobit для системы TerreStar. 14 января 2010 г. TerreStar объявила, что Федеральная комиссия по связи США одобрила развертывание компанией наземной беспроводной сети с эксплуатацией тех же частот S-диапазона, что и используемые КА TerreStar 1.

TerreStar Corp. также намеревалась продвигать свою систему в Европу. Для выхода на этот рынок была зарегистрирована компания TerreStar Global Ltd. Она провела переговоры с Европейской комиссией о получении права использовать полосы в панъевропейском S-диапазоне для подвижной спутниковой связи, а в качестве «приманки» в фев-

рале 2008 г. TerreStar Global предварительно договорилась с французским отделением компании EADS Astrium (ныне – Airbus Group) об изготовлении КА TerreStar 3. Его старт планировался на 2011 г. в точку 15° в.д.

### Возрождение через банкротство

Между тем ни маркетинговая политика, ни новые технологии не позволили компании TerreStar избежать судьбы пионеров сотово-спутниковой связи – Iridium и Globalstar, оказавшихся на грани фактического банкротства и обслуживающих сейчас лишь военные и государственные структуры. Задержки в развертывании системы TerreStar, более низкий спрос на нее в США, чем ожидалось, не позволили достичь планировавшихся прибылей.

Встал вопрос об исполнении обязательств перед кредиторами: долг перед ними достиг 1.6 млрд \$. Крупнейшим из кредиторов была компания Hughes Communications, планы которой предусматривали продолжение работ по проекту.

Для разрешения проблемы нашлась законодательная лазейка: статья 11 Кодекса США о банкротстве с 2005 г. предусматривает возможность реструктуризации долга компании, находящейся в состоянии банкротства, при согласии основных обеспеченных кредиторов. Сначала в соответствии с этой статьей 19 октября 2010 г. о банкротстве-реструктуризации объявила TerreStar Networks и ее 12 филиалов при поддержке крупнейшего кредитора – HCI. Кредитор согласился обменять 940 млн \$ долга на 97% акций компании. Этот план, наряду с дополнительным займом должника в размере 75 млн \$, был утвержден в ноябре 2010 г. 16 февраля 2011 г. по тому же пути пошла и головная управляющая компания TerreStar Corp. Во время банкротства-реструктуризации компания продолжила свою деятельность, предоставляя услуги абонентам сети.

В декабре 2010 г. в процесс банкротства попыталась вмешаться некоммерческая благотворительная организация A Human Right. Ее основатель Коста Грамматис (Kosta Grammatis) объявил о намерении выкупить КА TerreStar 1 для «улучшения условий существования человечества и доступа к глобальной информации, являющегося одним из прав человека». Грамматис предложил использовать спутник для предоставления бесплатного Интернета на территории Африки. A Human Right организовала фонд и собрала почти 150 тыс \$ для разработки бизнес-плана, получения необходимых лицензий, составления предложения на покупку КА и для найма инженерно-технического персонала. Собственно, на этом этапе все и закончилось. Привлечь к финансированию покупки КА сильные коммуникационные компании и корпорации мира, как рассчитывала A Human Right, не удалось.

Тем временем поменялся главный инвестор проекта: в 2011 г. Hughes Communications была приобретена компанией EchoStar Corporation за 1.3 млрд \$. Новый инвестор оставил в силе планы прежнего в отношении TerreStar. 29 марта 2012 г. реорганизация по банкротству вступила в силу, и все обыкновенные акции TerreStar Networks были



аннулированы с нулевой стоимостью. Сама же компания-банкрот перешла в собственность корпорации Dish Network Corp., являющейся дочерним предприятием EchoStar Corp.

В связи с изменением владельца поменялись и названия КА. TerreStar 1 стал EchoStar T1 (иногда используется обозначение T-1). Изготавливаемый в Пало-Альто TerreStar 2 сначала превратился в EchoStar T2, а затем – в EchoStar 21.

Оператором КА является компания EchoStar Mobile Ltd. со штаб-квартирой в Дублине (Ирландия), являющаяся подразделением EchoStar Corporation.

### Самая тяжелая нагрузка для «Протона»

Для изготовления EchoStar 21 была использована базовая платформа LS-1300Ω (или LS-1300 Omega) – самая тяжелая в линейке LS-1300. Стартовая масса КА составила 6871 кг. Он оказался на 39 кг легче своего предшественника TerreStar 1, но для «Протона» – самым тяжелым полезным грузом, выводимым на геопереходную орбиту. Стартовые габариты КА – 7.6х3.6х2.8 м. Система электропитания имеет мощность 14.2 кВт в конце расчетного 15-летнего срока существования. Она включает две шестисекционные панели солнечных батарей («удлинённый лораловский крест») с размахом после развертывания 32.44 м.

Для перевода КА на геостационар предназначен апогейный двухкомпонентный двигатель семейства R-4D. Удержание КА в точке стояния, маневры, сброс кинетического момента обеспечиваются 12 двухкомпонентными двигателями малой тяги и двумя модулями стационарных плазменных двигателей SPT-100. Для обеспечения трехосной стабилизации предназначены четыре маховика.

Полезная нагрузка EchoStar 21 двухдиапазонная: Ка-диапазон используется для связи с наземными станциями сопряжения, S-диапазон – для связи с мобильными терминалами.

Пользователи с помощью своих смартфонов смогут либо связываться со спутником напрямую, либо использовать наземную сотовую сеть, которая через станции сопряжения также имеет выход на КА.

Для связи с наземной станцией в Ка-диапазоне на КА стоит транспондер и стандартная жесткая параболическая антенна диаметром 2.4 м. Для связи с пользователями в S-диапазоне на КА используются два транспондера, каждый с полосой пропускания 10 МГц. Канал «Земля–КА» работает на частотах 2000–2020 МГц, канал «КА–Земля» – на 2180–2200 МГц.

К указанным транспондерам подключена антенна с параболическим отражателем диаметром 18.29 м. Это одна из крупнейших антенн, до сих пор установленная на коммерческие КА. Ее изготовила Harris Corp. (г. Мельбурн, шт. Флорида, США) – ведущая компания в США по производству антенн большого диаметра для спутниковой связи. Основа отражателя – раскладная конструкция из углепластиковых стержней, на которую натянута сетка с золотым покрытием.



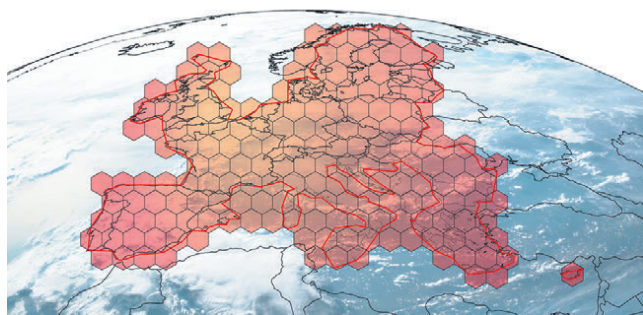
▲ EchoStar 21 и разгонный блок «Бриз-М» на заключительных операциях перед накаткой обтекателя

Как мы помним, в 2009 г. TerreStar 2 планировалось вывести в ту же точку, что и TerreStar 1, – 111° з.д. Однако со сменой инвестора/владельца планы скорректировали. Очевидно, переговоры, которые вела еще компания TerreStar с европейскими телекоммуникационными компаниями в конце 2000-х годов, завершились успехом. Для американского рынка вполне хватало одного EchoStar T1, поэтому заказывать третий спутник у Airbus не потребовалось, а на европейский «фронт» был перенацелен EchoStar 21.

интересах защиты населения и помощи в условиях стихийных бедствий, межмашинного взаимодействия и «Интернета вещей». Связь 4G позволит поддерживать интернет-протоколы End-To-End IP и All-IP, передавать потоковое видео, а также повысит скорость передачи данных.

Пользователями системы должны стать коммерческие и государственные абоненты, которые либо находятся в так называемых «мертвых зонах», где затруднено предоставление услуг обычной сотовой связи, либо перемещаются на различных видах транспорта (включая самолеты).

Пользовательские терминалы, разработанные Hughes Network Systems, имеют размер обычного смартфона без большой спутниковой антенны, которую использовали ранее развернутые гибридные системы спутниковой и сотовой связи. В их число входят спутниковые телефоны стандарта ETSI GMR-13G, позволяющие беспроводным мобильным устройствам связываться через спутник, а также носимые терминалы данных для двусторонней связи, функционирующие в режиме «горячей точки» мобильной спутниковой связи и поддерживающие все современные IP-службы, включая телефонию и передачу данных поколения 3G/4G.



▲ Зоны работы ретрансляторов S-диапазона спутника EchoStar 21

По информации Роскосмоса, ГКНПЦ им. М. В. Хруничева, ILS, EchoStar, SS/L, Bentley Walker

▼ Газогенератор ДУ 2-й ступени РН «Протон-М» в районе падения №327 на Алтае

22 сентября 2016 г. EchoStar Corp. объявила о намерении разместить EchoStar 21 в орбитальной позиции 10.25° в.д. для предоставления услуг на территории Европы. К этому времени компания EchoStar уже вышла на европейский рынок с услугами мобильной связи в S-диапазоне. Она арендовала мощности полезной нагрузки спутника Eutelsat 10A (он же W2A, канал «КА–Земля» работает на частотах 2170–2200 МГц) европейской корпорации Eutelsat SA, который расположен в точке 10.25° в.д.

Перед запуском EchoStar 21 прошел выбор его европейского дистрибьютора. 17 декабря 2016 г. EchoStar объявила, что им станет британская компания Bentley Walker (штаб-квартира расположена на острове Хейлинг вблизи Портсмута) – один из крупнейших европейских продавцов спутникового интернет-оборудования.

К 22 июня 2017 г. EchoStar 21 был доведен на геостационар и стабилизирован в расчетной точке 10.25° в.д. Задачей КА станет предоставление услуг IP-телефонии и узкополосной мобильной спутниковой связи поколения 4G на территории Европы в



# Китайская рентгеновская обсерватория НХМТ



И. Лисов.  
«Новости космонавтики»

**15** июня в 11:00 по пекинскому времени (19:00 UTC) со стартового комплекса № 94 Центра космических запусков Цзюцюань был произведен пуск РН «Чанчжэн-4В» (CZ-4B № Y31) с рентгеновской обсерваторией НХМТ, получившей незадолго до старта имя «Хуэйянь» (慧眼)\*, и тремя попутными малыми спутниками – двумя китайскими и одним аргентинским.

Табл. 1. Данные на запущенные аппараты

Наименование	Номер	Межд. обозн.	Параметры начальной орбиты			
			i	Нр, км	На, км	P, мин
НХМТ	42758	2017-034A	43.02°	536.6	546.1	95.36
Чжухай-1 №01	42759	2017-034B	43.02°	534.2	550.6	95.33
Чжухай-1 №02	42761	2017-034D	43.02°	534.0	550.7	95.32
NuSat-3	42760	2017-034C	43.02°	535.4	552.3	95.34
Третья ступень	42762	2017-034E	43.12°	268.1	541.3	92.56

Номера и международные обозначения, присвоенные четырем спутникам и 3-й ступени носителя в каталоге Стратегического командования США, а также начальные параметры их орбиты приведены в таблице 1.

\* «Прозорливость», в официальном английском переводе – *Insight*. Как и во всех подобных случаях, написание первого слога хуэй изменено ради благозвучия.

## Космическая наука – новый приоритет Китая

Техническое обозначение НХМТ запущенного КА расшифровывается как Hard X-Ray Modulation Telescope – модуляционный телескоп жесткого рентгеновского диапазона. Спутник, предназначенный для обзора неба в диапазоне энергий от 1 до 250 кэВ, является четвертым в ряду китайских научно-исследовательских КА, созданных за последние годы.

17 декабря 2015 г. Китай дебютировал в сфере фундаментальных научных проектов, доставив на орбиту КА DAMPE (Dark Matter Particle Exploration, собственное имя – «Укун») для регистрации частиц высоких энергий и поиска признаков «темной материи».

16 августа 2016 г. состоялся запуск КА QSS (Quantum Science Satellite, названный «Мо-цзы» в честь философа и этика древнего Китая) с задачей изучения явления квантовой запутанности и построения экспериментальной системы связи с его использованием.

22 декабря 2016 г. был выведен на орбиту научно-экспериментальный спутник «Таньсат» для глобального мониторинга концентрации двуокси углерода в атмосфере.

Перечисленные аппараты вместе с возвращаемым спутником «Шицзянь-10», стартовавшим 6 апреля 2016 г. с аппаратурой для исследований в области космической биологии и технологии, составляют пятерку проектов из Программы стратегических приоритетов в области космической науки, утвержденной Госсоветом КНР в марте 2010 г. И хотя запуски большинства из них оказались за пределами 12-й пятилетки (2011–2015), реализация Программы стала большим шагом к становлению Китая как самостоятельной державы в области фундаментальных научных исследований в космосе.

В настоящее время ведется разработка второй группы научных космических проектов со сроками запуска около 2020 г. В это число вошли совместная с ЕКА обсерватория космической погоды SMILE, аппарат для наблюдения круговорота воды в глобальном масштабе WCOM, спутник для исследования магнитосферы, ионосферы и термосферы MIT, эйнштейновский зонд EP и перспективная космическая солнечная обсерватория ASO-S.

Кроме того, совместно с французским Национальным центром космических исследований ведется разработка спутника для мониторинга переменных космических объектов SVOM. Два из четырех научных инструментов поставляет французская сторона, два – китайская.

В декабре 2016 г. Национальный центр космической науки (NSSC) Китая объявил конкурс космических проектов на перспективу ближайших 10–15 лет. От 54 научно-исследовательских институтов было получено 136 предложений, из которых комиссия во главе с академиком Оуяном Цзюянем выбрала 80 для дальнейшей изучения.

Авторы этих проектов получили на 2017 г. финансирование и должны будут представить более подробные обоснования, на основании которых пройдет следующий раунд отбора. Как сказал генеральный директор NSSC У Ци, планируется отобрать примерно треть предложений для проработки в рамках фазы А проекта в течение 1–2 лет. Таким образом, к концу 2019 г. Китай будет располагать 25–30 проектами, пригодными к практической реализации.

## К истории проекта НХМТ

Модуляционный телескоп жесткого рентгеновского диапазона НХМТ в первую очередь должен провести обзор всего неба с высоким временным и энергетическим разрешением в широком диапазоне энергий от 1 до 250 кэВ. В ходе обзора предполагается картировать диффузное рентгеновское излучение, выделив фоновую составляющую и излучение плоскости и центра Галактики, а также обнаружить примерно 1000 новых источников, более слабых и быстропеременных, чем известные. В их число входят активные галактические ядра, квазары, массивные черные дыры и объекты галактического фона; возможно, будут найдены и объекты новых типов, для которых удастся получить существенные ограничения на их свойства в широком диапазоне энергий.

В режиме точечных наблюдений будут изучаться уже известные объекты: активные галактические ядра, в особенности II типа, блазары, рентгеновские двойные звезды с их аккреционными дисками и джетами, остатки сверхновых (нетепловое излучение, ускорение частиц на связанных с ними ударных волнах), мягкие гамма-репитеры (молодые нейтронные звезды с сильным магнитным полем), магнетары, источники гамма-всплесков, а также скопления галактик (с перспективной определения их происхождения).

Значительный научный интерес представляет и изучение черных дыр. Жесткое рентгеновское излучение, которое генерируется вблизи горизонта событий и обладает высокой «пробивной силой», представляется важным средством изучения динамики вещества и физических процессов, происходящих в экстремальных условиях с высокой плотностью вещества и энергии, мощными электромагнитными полями и сильным гравитационным полем.

НХМТ будет также вести периодическое сканирование полосы вдоль галактической плоскости и области Магеллановых облаков, осуществляя поиск новых транзиентных источников и мониторинг диффузного фона.

Совершенно новой задачей спутника станет наблюдение областей, из которых специализированными гравитационными обсерваториями зарегистрирован приход гравитационных волн. В 2016 г. дважды – 11 февраля и 15 июня – было объявлено о регистрации такого события наземной обсерваторией LIGO. Предполагается, что источником в обоих случаях было слияние двух черных дыр.

Первое событие в действительности имело место 14 сентября 2015 г., причем спустя 0.4 сек после прихода гравитационной волны американская гамма-обсерватория Fermi зарегистрировала слабый гамма-всплеск продолжительностью порядка секунды. Больше его никто не заметил, и пока не ясно, связано ли одно событие с другим.

Надежное обнаружение в различных диапазонах электромагнитных сигналов, сопровождающих приход гравитационной волны, сыграло бы важную роль в определении природы их источников. «Если НХМТ сможет обнаружить электромагнитный сигнал, соответствующий гравитационным волнам, это будет его самое удивительное открытие», – говорит научный руководитель проекта Чжан Шуаннань.

Аппарат планируется также использовать для проверки возможности автономной навигации по рентгеновским пульсарам. Напомним, что в ноябре 2016 г. с этой же целью был запущен специализированный КА XPNAV (НК № 1, 2017, с.33-37).

Первоначальными участниками проекта НХМТ были Институт физики высоких энергий (ИФЭП) Китайской АН и Центр астрофизики Университета Цинхуа. В его основу был положен принцип прямой демодуляции для построения изображений источников в жестком рентгеновском диапазоне, который выдвинули в 1993 г. академик Ли Тибэй (李惕碛) и профессор У Мэй (吴枚). В апреле 2000 г. обсерватория вошла в список основных государственных проектов в области фундаментальных исследований («программа 973») и получила финансирование от Министерства науки и технологий, Китайской академии наук и Университета Цинхуа. К 2004 г. в рамках фазы А был изготовлен наземный прототип телескопа высоких энергий и выполнены испытания прибора на аэростатах.

Реализация проекта, однако, задерживалась, так как в этот период основные усилия и средства Китая были направлены на разработку и летные испытания пилотируемого космического корабля «Шэньчжоу» и на создание различных космических систем прикладного назначения. Для увеличения научной привлекательности НХМТ в 2005 и 2006 г. в состав полезной нагрузки были введены два дополнительных прибора для регистрации рентгеновского излучения низких и средних энергий. В западных публикациях они фигурируют под именами SXI (Soft X-Ray Imager) и IEXD (Intermediate Energy X-ray Detector), но сами разработчики предпочитают для этих двух космических телескопов иероглифическую запись

(低能望远镜 и中能望远镜) и условные обозначения LE и ME. В создании прибора ME участвовали специалисты британского Университета Саутгемптона, а опыт разработки LE китайцы почерпнули в Лаборатории Резерфорда.

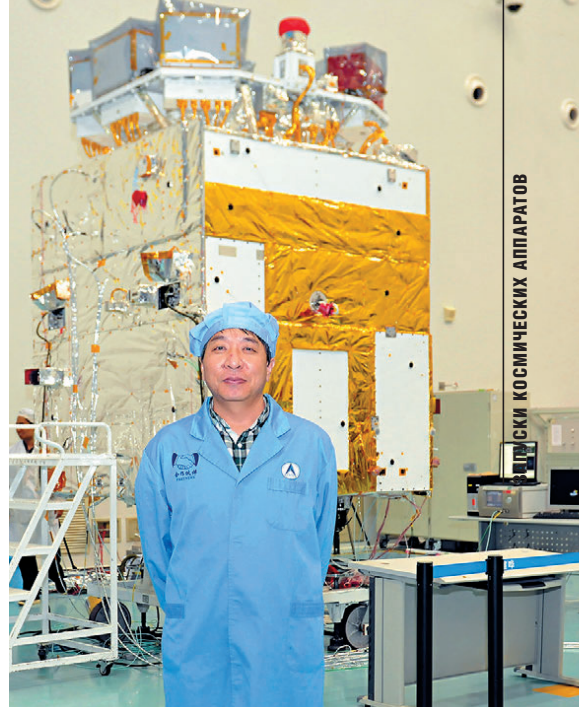
В 2008 г. профессор Китайской АН, бывший заместитель директора ИФЭП 94-летняя Хэ Цзэхуэй (何泽慧) дважды обращалась к премьеру КНР Вэню Цзябао с просьбой обратить внимание на проект НХМТ и дать ему «зеленый свет».

Проект был утвержден к реализации совместным решением Государственного управления оборонной науки, техники и промышленности и Министерства финансов КНР в марте 2011 г. Разработку КА поручили Китайской исследовательской академии космической техники CAST. Носитель изготовила Шанхайская исследовательская академия космической техники. За управление КА в полете отвечает Сианьский центр мониторинга и управления спутниками. Структуры Китайской АН (ИФЭП, NSSC, Институт дистанционного зондирования и цифровой Земли) составляют программу наблюдений и ведут прием и обработку научной информации.

Научным руководителем проекта НХМТ является директор Лаборатории физики элементарных частиц и астрономии Института физики высоких энергий Китайской АН Чжан Шуаннань (张双南), сменивший на этом посту академика Ли Тибэя, которому уже исполнилось 78 лет. Административный руководитель и главный конструктор спутника – Пань Тэн (潘腾). Созданием полезной нагрузки и наземной прикладной системы руководил Ван Хуаньюй (王焕玉), главными конструкторами были соответственно профессор Лу Фанцзюнь (卢方军) и Мэн Синь (孟新). За разработку и изготовление рентгеновских приборов высокой, средней и низкой энергии соответственно отвечали Лю Цунчжань (刘聪展), Цао Сюэляй (曹学蕾) и Чэнь Юн (陈勇).

В 2012 г. в рамках фазы В проекта изготовили два макета спутника и полезной нагрузки: один – для механических и тепловых испытаний, второй – для электрических. Все эти испытания завершились весной и летом 2013 г. Квалификационная модель – наземный прототип КА – была изготовлена и испытана в течение 2013 г., что позволило провести 16 декабря критическую защиту проекта. Тем самым проект спутника был окончательно утвержден, и было дано разрешение на изготовление летного экземпляра КА (фаза С).

Запуск планировался на конец 2015 г., однако изготовление обсерватории затянулось, главным образом из-за проблем с импортными компонентами для научной аппаратуры, заказанными на Украине и в Италии. В октябре 2015 г. специалисты приступили к стыковочным испытаниям модуля полезной нагрузки со служебным блоком, однако первый еще не имел двух из трех блоков детекторов прибора ME из-за большого процента брака при производстве чувствительных элементов для



▲ Главный конструктор полезной нагрузки телескопа НХМТ Лу Фанцзюнь и его дитяще

них. Сам служебный модуль передали на испытания в январе 2016 г.

В начале мая полезная нагрузка была полностью укомплектована, а ее официальная приемка состоялась 8 августа 2016 г. Тем временем уже в конце мая начались вакуумные испытания полностью собранного КА.

Предполагалось, что к концу сентября спутник будет готов, а в конце ноября 2016 г. состоится старт с космодрома Цзюцюань. Однако 1 сентября потерпела аварию ракета CZ-4С, сходная по конструкции с CZ-4В, что, по-видимому, повлекло задержку еще на семь месяцев.

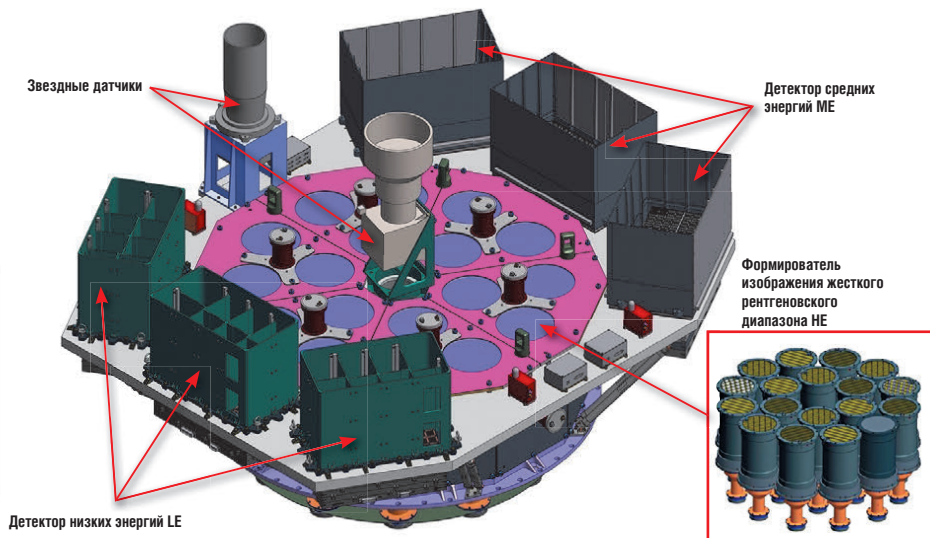
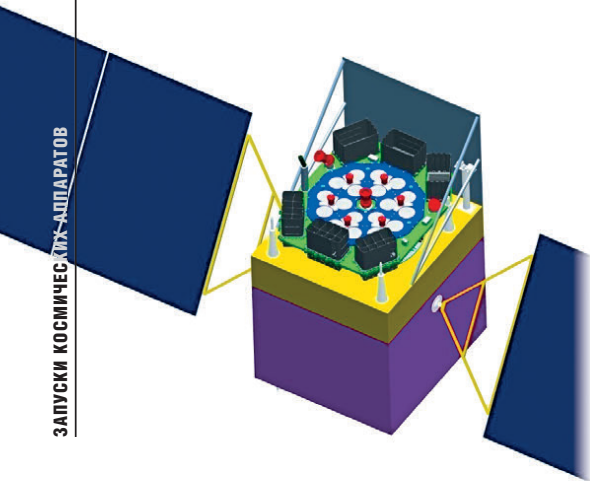
Аппарат был доставлен на полигон 23 апреля, а ракета – в мае 2017 г., причем последняя была оснащена новым двигателем третьей ступени YF-40С собственного производства 6-й академии Китайской корпорации космической науки и техники CASC\*. Еще одной особенностью CZ-4В №Y31 стала работа телеметрического передатчика на первой ступени после разделения со второй ступенью. В ближайшей перспективе это позволит более точно предсказывать место падения и быстрее находить фрагменты ступени, а в дальнейшем может использоваться для управляемого возвращения первой ступени.

### Модуляционный рентгеновский телескоп

В основу проекта КА положен отработанный и хорошо себя зарекомендовавший служебный блок спутника оптико-электронного наблюдения «Цзюань-2», на одной из панелей которого смонтирован модуль полезной нагрузки габаритными размерами 1.90×1.65×1.00 м. Габариты КА в целом примерно 2.0×2.0×2.8 м, стартовая масса близка к 2500 кг, из них полезная нагрузка – 981 кг. Электропитание поступает от двух трехсекционных панелей солнечных батарей с одноступенным приводом.

\* На CZ-4С, погибшей в 2016 г., был установлен двигатель двукратного включения YF-40А, также разработанный 6-й академией CASC, но выпускавшийся на 111-м заводе конкурирующей Китайской корпорации космической науки и промышленности CASC.





▲ Космический рентгеновский телескоп ХММТ и его научная аппаратура

Трехосная система ориентации обеспечивает наведение и стабилизацию с точностью  $0.1^\circ$  и определение фактического пространственного положения с точностью  $0.01^\circ$ . Аппарат реализует режимы сканирования небесной сферы, сканирования малой области и точечного наблюдения.

Основной прибор ХММТ – формирователь изображения жесткого рентгеновского диапазона с условным обозначением HE (High Energy) – имеет в своем составе 18 блоков с фосвич-детекторами типа NaI(Tl)/CsI(Na) суммарной собирающей площадью  $5104 \text{ см}^2$  и регистрирует рентгеновские кванты в диапазоне энергий 20–250 кэВ.

Индивидуальный детектор с входным отверстием диаметром 190 мм имеет после алюминиевого или бериллиевого экрана два чувствительных слоя – внешний из йодида натрия толщиной 3.5 мм и внутренний из йодида цезия толщиной 40 мм, после которых за кварцевым стеклом стоит фотоумножитель для счета попаданий. Из 18 детекторов 15 имеют «щелевое» поле зрения  $1.14 \times 5.71^\circ$ , два – полное  $5.71 \times 5.71^\circ$  для регистрации рентгеновского фона, а один заблокирован 2-миллиметровым танталовым экраном и служит для измерения темнового тока аппаратуры. Над плоскостью с 18 крышками детекторов возвышаются шесть «столбиков» датчиков антисовпадений.

Детекторы средних (ME) и низких (LE) энергий с механическими коллиматорами скомпонованы в виде двух групп блоков, расположенных вокруг основного прибора.

Аппаратура ME регистрирует излучение в диапазоне 5–30 кэВ с использованием 432 датчиков размера  $2 \times 2$  на кремниевых фотодиодах типа Si-PIN и имеет собирающую площадь  $952 \text{ см}^2$ . Детекторы организованы по восемь в одном модуле; шесть модулей образуют одно приемное устройство, а три устройства – один блок.

Табл. 2. Характеристики научной аппаратуры ХММТ

Параметр	HE	ME	LE
Площадь детекторов, $\text{см}^2$	5100	952	384
Материал детекторов	NaI/CsI	Si-PIN	SCD
Энергетический диапазон, кэВ	20–250 (NaI) 40–600 (CsI)	5–30	0.8–15
Энергетическое разрешение, %	19	10	2.5
Временное разрешение, мкс	25	180	1000
Поле зрения одного модуля	$5.7^\circ \times 1.1^\circ$ , $5.7^\circ \times 5.7^\circ$ , темновой	$4^\circ \times 1^\circ$ , $4^\circ \times 4^\circ$ , темновой	$6^\circ \times 1.6^\circ$ , $6^\circ \times 4^\circ$ , $60^\circ \times 3^\circ$ , темновой
Поток данных, кбит/с	300	3000	3000
Рабочая температура	$+18 \pm 1^\circ\text{C}$	$-40 \dots -20^\circ\text{C}$	$-80 \dots -45^\circ\text{C}$

Блоки LE построены на элементах типа SCD (Swept Charge Device) и рассчитаны на диапазон энергий 1–15 кэВ при собирающей площади  $384 \text{ см}^2$ . Каждый из трех блоков имеет по восемь коллиматорных ячеек, содержащих по четыре детектора. Из 32 детекторов каждого блока шесть имеют поле зрения  $4 \times 6^\circ$ , двадцать –  $1.6 \times 6^\circ$ , два заблокированы для измерения темнового тока, и еще две пары принимают кванты из широкого поля зрения  $60 \times 3^\circ$ .

ХММТ также имеет возможность детектирования гамма-всплесков путем регистрации жесткого рентгеновского и мягкого гамма-излучения в диапазоне от 200 кэВ до 3 МэВ. Для этого используется специальный режим цезиевого детектора основного инструмента HE. С учетом большой собирающей площади (в 10 раз выше, чем у датчика гамма-всплесков на Fermi) ожидается, что за год при работе как в обычном, так и в специальном режиме будет обнаруживаться порядка 200 гамма-всплесков.

На верхней панели модуля полезной нагрузки смонтированы два звездных датчика для привязки наблюдений приборов рентгеновского диапазона. Положения источников определяются с точностью лучше  $1'$ .

Боковой экран обеспечивает защиту аппаратуры от прямого солнечного излучения и необходимый тепловой режим для датчиков низких энергий.

Помимо трех основных инструментов, ХММТ оснащен аппаратурой мониторинга свойств космической среды SEM, которая включает твердотельные космические телескопы для получения спектров протонов и электронов высоких энергий и 16 датчиков для определения направления прихода частиц.

Полезная нагрузка создана специалистами ИНЕР (головная организация, разработчик трех основных приборов), NSSC (монитор космической среды), Университета Цинхуа (датчики антисовпадений для телескопа высоких энергий) и Пекинского педагогического университета.

Орбита КА наклонением  $43^\circ$  и высотой 550 км выбрана так, чтобы она полностью проходила под радиационными поясами Земли, а научная аппаратура в минимальной степени подвергалась воздействию энергичных частиц в зоне Бразильской магнитной аномалии. В то же время такая высота обеспечивает значительный срок баллистического существования, позволяя установить продолжительность работы КА в четыре года.

16 июня в 10:46:25 пекинского времени на 16-м витке наземная станция Каши в Синьцзяне впервые приняла с ХММТ большой объем информации – 2.1 Гбайт за сеанс продолжительностью 4 мин 55 сек. Помимо нее, прием научных данных будут вести станции Миунь в районе Пекина и Санья на Хайнане, также принадлежащие Институту дистанционного зондирования и цифровой Земли.

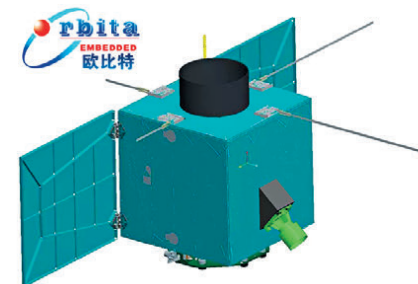
Первые 50 Мбайт научных данных с монитора космической среды SEM поступили в Национальный центр космической науки 16 июня в 10:58 пекинского времени. Первое включение основных инструментов ХММТ планировалось на пятый день полета сроком на пять суток в порядке общих функциональных испытаний. В реальности датчики рентгеновского излучения низких и средних энергий были включены 19 июня, а основной телескоп жесткого рентгеновского излучения – 21 июня.

Следующие 140 суток отводятся на проверку характеристик и орбитальную калибровку аппаратуры. Ожидается, что ХММТ начнет наблюдения по основной программе в ноябре 2017 г.

Для внешних наблюдателей будет выделено около 30% наблюдательного времени при сканировании и мониторинге галактической плоскости, а также до 50% времени детектора HE для регистрации гамма-всплесков.

### Чжухайские попутчики

Два спутника «Чжухай-1» (珠海一号) принадлежат базирующейся в Чжухае частной компании «Оубит кунчи гунчэн гуфэнь юсянь гунсы» (欧比特控制工程股份有限公司, английское самоназвание – Orbita Control Engineering Co. Ltd.), которая намерена в течение ближайших двух-трех лет вернуть орбитальную группировку в составе 18 спутников – 12 для видеосъемки Земли, четыре для гиперспектральной съемки и два



микроспутника с радиолокатором синтезированной апертуры – и самостоятельно управлять ими с целью создать развитую отрасль спутниковых данных в провинции Гуандун.

Группировка должна стать основой спутниковой космической информационной платформы компании Orbita, обеспечивая круглосуточное всепогодное видовое, гиперспектральное и радиолокационное наблюдение за поверхностью Земли и безбарьерный доступ к полученным данным. В полном виде она обеспечит съемку всей поверхности Земли за пятеро суток с возможностью контроля «горячих точек» до трех раз в сутки. Материалы съемки интересуют как гражданских, так и военных заказчиков.

Проект «Чжухай-1» включен в 2016 г. в перечень крупных инфраструктурных проектов провинции Гуандун и поддержан Национальной комиссией по развитию и реформам, выделившей финансирование из специального фонда.

Руководителем спутникового проекта компании Orbita является Цзян Сяохуа (蒋晓华). Хотя фирма и рекламирует себя как первую частную компанию, создающую флот микро- и наноспутников и управляющую ими, с началом развертывания ее опередили Компания спутниковых технологий «Чангун» в провинции Цзилинь (НК № 12, 2015) и Чжэцзянская компания электронной техники «Личжуй» (НК № 1, 2017).

Запущенные аппараты имеют технические обозначения OVS-1A и -1B, что, вероятно, означает Orbita Video Satellite, и составляют первую, экспериментальную, пару видеоспутников. Следующие десять КА будут отличаться от них пространственным разрешением и другими параметрами (табл. 3).

Аппараты типа OVS-1 разработаны Спутниковой компанией «Дунфанхун» (航天东方红卫星股份有限公司) на базе собственной микронаноспутниковой платформы высокой степени интеграции и низкой стоимости в соответствии с контрактом, подписанным в декабре 2015 г. Аппарат со стартовой массой 55 кг выполнен в виде параллелепипеда размерами 494×499×630 мм с двумя откидными панелями солнечных

Табл. 4. Радиолобительские станции

Параметр	КА «Чжухай-1»	
	«Чжухай-1» № 01	«Чжухай-1» № 02
Радиолобительская станция	CAS-4A	CAS-4B
Частота радиомаяка, МГц	145,855	145,910
Частота телеметрического канала, МГц	145,835	145,890
Линейный транспондер, МГц	435,220	435,280
	145,870	149,925
Позывные КА	BJ1SK	BJ1SL

батарей. Спутник имеет высокоточную трехосную систему ориентации и стабилизации с возможностью бокового отклонения оптической оси (совпадает с осью +Y спутника) в широких пределах.

Целевая аппаратура разработана в августе 2016 г. в 508-м институте CAST под руководством Ху Юнфу (胡永富) и может вести точечную и полосовую съемку. Аппарат снимает фиксированную область площадью 8.1×6.1 км на CMOS-матрицу размером 4096×3072 с элементами по 5.5 мкм, что дает теоретическое пространственное разрешение 1.98 м. Спутник способен снять за одну секунду две такие области, что порождает поток данных 72 Мбит/с. Бортовая аппаратура обеспечивает высококачественное и эффективное сжатие видеоданных, снижая зависимость от наземных станций. Заявлено, что два КА типа OVS-1 могут отснять всю территорию Земли с двухметровым разрешением за 156 суток.

На спутниках размещены радиолобительские станции CAS-4A и CAS-4B, сходные по составу с аппаратурой на спутниках группы «Сиван-2» (XW-2, НК № 11, 2015). Они включают две четвертьволновые штыревые антенны (приемную и передающую), линейный транспондер УКВ-диапазона (UHF/VHF) с выходной мощностью 100 мВт, телеметрический передатчик такой же мощности, работающий в стандарте AX.25 на скорости 4800 бит/с, и радиомаяки мощностью 50 мВт.

Уже 16 июня были опубликованы первые снимки и видеозаписи с OVS-1B, запечатлевшие китайский порт Далянь. 22 июня к нему добавились снимки Рима, Осаки и авиабазы в Сеуле.

### ÑuSat-3

Третьим попутчиком НХМТ стал ÑuSat-3, третий микроспутник аргентинской фирмы Satellogic S.A., известный также под именами NewSat 3 и Milanesat и входящий в группировку Aleph 1. Два первых аппарата этого типа, предназначенные для фото- и видеосъемки Земли, были выведены на орбиту 30 мая 2016 г. вместе с китайским КА «Цзюань-3» № 02 (НК № 7, 2016). Четвертый и пятый должны быть запущены в августе вместе с китайско-итальянским аппаратом «Чжанхэн-1» для поиска электромагнитных предвестников землетрясений, а шестой спутник – до конца 2017 г.

В течение следующих 18 месяцев Satellogic намерена запустить еще от 12 до 18 КА, изготовленных на ее предприятии в Монтевидео (Уругвай), с последующим ростом численности группировки до 25, 100 и 300 спутников. Их основная задача – коммерческая съемка земной поверхности в видимом и ближнем ИК-диапазоне (400–900 нм)

с разрешением 1 м с минимальным временем повторного просмотра – вплоть до 5 минут.

ÑuSat-3 массой 37 кг и размерами 40×43×75 см сходен с двумя первыми КА серии. Аппарат построен вокруг оптической системы большого диаметра, обеспечивающей съемку в полосе шириной 5 км с метровым разрешением, причем как панхроматическую, так и мультиспектральную в пяти полосах (400–690, 400–510, 510–580, 580–690, 750–900 нм). В любом из диапазонов возможна также видеосъемка с шириной кадра 720, 1080 или 4000 элементов продолжительностью до 2 мин.



Спутники этого типа также оснащаются гиперспектрометром (до 600 каналов в диапазоне 400–900 нм) с пространственным разрешением 30 м в полосе 150 км и ИК-камерой теплового диапазона (8–14 мкм) с разрешением 90 м в полосе 92 км.

Бортовой радиокомплекс включает командную радиополосу S-диапазона (2080 МГц), телеметрический канал X-диапазона (8030 МГц) и канал сброса целевой информации X-диапазона (8050–8100 МГц). Ожидаемый срок активного существования КА – три года.

26 июня компания Эмилиано Каргимана (Emiliano Kargieman), насчитывающая в настоящее время 90 сотрудников, объявила о привлечении 27 млн \$ на дополнение состава группировки аппаратами гиперспектральной съемки. Основную долю средств внесли китайский инвестиционный фонд Tencent, бразильский фонд венчурного капитала Pitanga и американский CrunchFund.

▼ Селфи со спутником ÑuSat-3 (на заднем плане)



Табл. 3. Проектные данные спутников оптического наблюдения группировки «Чжухай-1»

Параметр	OVS-1	OVS-2	HS
Количество КА	2	10	4
Масса КА, кг	50	80–100	80–100
Возможность маневров	Однократно	Дважды	Дважды
Командно-измерительная система	USB/UV	USB/UV	USB/UV
Мощность системы электропитания, Вт	60–80	100–180	100–180
Поток данных, Мбит/с	80	300	300
Емкость запоминающего устройства, Гбит	256	2048	2048
Суточная производительность, млн км <sup>2</sup>		0.84	2.6
Режимы съемки	Точечный, полосовой	Точечный, площадной	Площадной
Пространственное разрешение, м	1.98	0.9	Лучше 5.0
Полоса захвата, км	8.1	3.6	Более 140
Спектральный диапазон, нм			350–1100
Количество спектральных полос			32
Площадь съемки, км	8.1×6.1; 8.1×35.64	2.7×3.6; 2.7×25; 25×2500	140×0.24; 140×2500
Частота видеокладов, 1/сек	20	25	
Продолжительность видеозаписи, сек	90	120	

Примечание: Разрешение и размеры изображений даны для высоты 500 км.



**19** июня в 00:11:04 пекинского времени (18 июня в 16:11:04 UTC) со стартового комплекса №2 Центра космических запусков Сичан был произведен пуск РН «Чанчжэн-3В» (CZ-3В №Y28) с китайским телекоммуникационным спутником «Чжунсин-9А».

В результате нештатной работы системы управления носителя КА был выведен на нерасчетную орбиту с параметрами:

- наклонение – 25.68°;
- минимальная высота – 192 км;
- максимальная высота – 16356 км;
- период обращения – 293.4 мин.

Запуск классифицируется как аварийный орбитальный. Аппарат удалось довести на геостационар, но с потерей значительной части ресурса.

Это был 249-й пуск РН семейства «Чанчжэн» («Великий поход»), в том числе 40-й для CZ-3В, и 265-й пуск в истории китайских носителей вообще. В каталоге Стратегического командования США спутник получил номер 42763 и международное обозначение 2017-035A.

### Китайский вещатель

«Чжунсин-9А» (中星9A, Chinasat-9A) спроектирован и изготовлен Отделением телекоммуникационных спутников Китайской исследовательской академии космической техники CAST, являющейся подразделением Китайской корпорации космической науки и техники CASC. Административным руководителем и главным конструктором КА является Вэй Цян (魏强).

И. Лисов.  
«Новости космонавтики»

## «Чжунсин-9А»: еще одна осечка «Великого похода»

Спутник массой около 5200 кг построен на платформе DFH-4 и оснащен полезной нагрузкой Ku-диапазона, состоящей из 18 транспондеров стандартной ширины полосы (36 МГц) и четырех транспондеров с полосой 54 МГц. Каналы «Земля–борт» занимают полосу 17.3–17.8 ГГц, каналы «борт–Земля» – 11.7–12.2 ГГц. Максимальная эквивалентная изотропно излучаемая мощность составляет 57.5 дБ-Вт.

Основное назначение КА – непосредственное радио- и телевизионное вещание, передача цифрового видео и оказание широкополосных мультимедийных услуг, в том числе в области информационного («новые СМИ») и развлекательного («индустрия прямых эфиров») вещания. Основной луч покрывает территорию Китая, включая Гонконг, Макао и Тайвань. Спутник имеет также специальный луч, охватывающий владения КНР в Южно-Китайском море.

Аппарат должен эксплуатироваться еще одним подразделением CASC – китайским оператором спутниковой связи «Чжунго вэйтун цзитуан юсянь гунсы» (中国卫通集团有限公司), более известным под англоязычным именем China Satellite Communications Co. Ltd., или China Satcom.



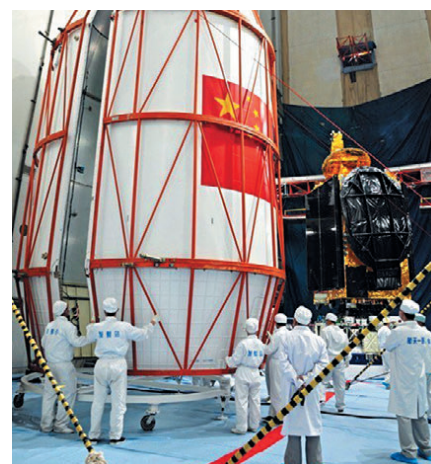
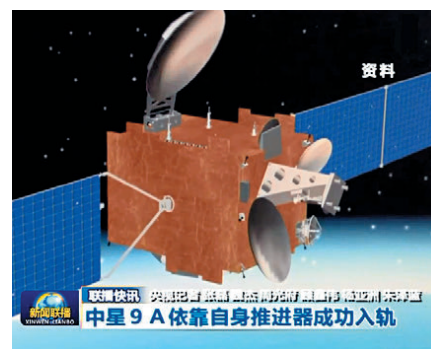
Изначально, однако, заказчиком аппарата была другая фирма – «Синьно вэйсин тунсинь юсянь гунсы» (鑫诺卫星通信有限公司), она же Sino Satellite Communications (Sinosat).

Именно она в 2002 г. заказала CAST самый первый аппарат на платформе DFH-4, назвав его SinoSat-2, что при записи китайскими иероглифами превратилось в 鑫诺二号 («Синьно-2»). Это был аппарат непосредственного телевидения с таким же, как и у запущенного 19 июня, составом полезной нагрузки. «Синьно-2» вывели на орбиту 29 октября 2006 г., однако он вышел из строя сразу же после прихода в точку стояния 92.2° в.д. и впоследствии был заменен в ней покупным аппаратом «Чжунсин-9».

После утраты «Синьно-2» компания Sinosat успела заказать CAST аналогичный по характеристикам аппарат «Синьно-4» (鑫诺四号). Предполагалось, что он также будет запущен в точку 92.2° в.д. в 2009 г., обеспечивая телевизионное и радиовещание и цифровые широкополосные мультимедийные услуги. Однако после объединения в октябре 2007 г. китайских спутниковых операторов и запуска в июне 2008 г. заказанного Chinasat'ом КА «Чжунсин-9» выяснилось, что спрос на услуги в области непосредственного телевидения пока не оправдывает изготовления второго аппарата. В результате сроки запуска несколько раз откладывались, а в 2010 г. проект «Синьно-4» был заморожен. Почти готовый аппарат поместили на хранение, и до октября 2015 г. в китайских источниках о нем не упоминалось.

В 2016 г. разработку реанимировали уже под новым названием «Чжунсин-9А» и с новой рабочей точкой 101.4° в.д., ранее не использовавшейся китайскими аппаратами. 30 ноября президент China Satcom Чжо Чао (卓超) заявил, что в 2017 г. будет запущено три телекоммуникационных спутника – «Чжунсин-16», «Чжунсин-6С» и «Чжунсин-9А».

Первая неофициальная информация о сроках запуска КА «Чжунсин-9А» появилась в начале мая и была подтверждена 13 мая сообщением Синьхуа о доставке КА в Сичан для старта в июне. Точная дата и приблизительное время стали известны 14 июня с публикацией предупреждений об ограничении полетов в районе космодрома и в зонах падения ступеней.



21 июня председатель Научно-технического комитета Китайской исследовательской академии ракет-носителей CALT академик Лун Лэхао, в прошлом главный конструктор ракет семейства CZ-3A, заявил, что причиной неудачи стал нескомпенсированный разворот третьей ступени на этапе между первым и вторым включением ее ЖРД. Начавшийся разворот ступени по крену должен был быть «погашен» в порядке обратной связи выдачей команды на разворот в противоположную сторону, однако она не была выполнена должным образом.

Лун Лэхао также отметил, что теперь на доведение КА требуется примерно 20 суток, а ценой ошибки будет сокращение срока активного существования примерно на десять лет.

Сообщение от 6 июля уточнило, что непосредственной причиной аварии стал отказ одного из двигателей ориентации третьей ступени по каналу крена во время полета по опорной орбите перед вторым включением маршевого двигателя.

В настоящее время солнечные батареи и антенны КА раскрыты, состояние систем спутника нормальное. Заинтересованные стороны предпринимают эффективные меры».

Еще через несколько часов Космическое командование США выдало первые наборы орбитальных параметров на спутник и на третью ступень, и стало ясно, что в целом повторился исход запуска КА Palapa-D1, состоявшегося 31 августа 2009 г. (НК № 10, 2009, с.32-33). Тогда индонезийский аппарат европейского производства был выведен на орбиту наклонением 22.35° и высотой 217×21 135 км. Восемь лет спустя CZ-3B отработал сходным образом, но параметры начальной орбиты оказались еще хуже: наклонение составило 25.68°, а высота – 192×16 356 км.

Баллистические оценки показывали, что при простейшем варианте маневрирования (подъем апогея до 35 800 км, затем подъем перигея с одновременным снижением наклонения) от КА потребуются затраты характеристической скорости около 2320 м/с, и существенно уменьшить эту величину за счет более хитрых схем не удастся.

Типовая геопереходная орбита при запуске с Сичана тяжелых КА на платформе DFH-4 с наклонением 28.5° и апогеем 35 800 км требует от спутника суммарного импульса скорости на доведение около 1830 м/с. При использовании орбиты выведения суперсинхронного типа высотой 200×42 000 км эта

потребность сокращается до 1720 м/с. По неофициальной информации, такая начальная орбита планировалась и для «Чжунсина-9А», и ей соответствовал бортовой запас топлива на доведение. Таким образом, аппарату предстояло потратить дополнительно 600 м/с из того ресурса, который в норме остается на удержание в точке стояния на протяжении 15 лет службы.

Ясно было, что без сокращения последнего не обойтись, но многие эксперты высказывались в том духе, что спутник вообще не удастся «вытянуть». Специалистов Сичанского центра мониторинга и управления КА, однако, мнение паникеров не интересовало – совместно с разработчиками КА они рассчитали схему необходимых маневров и обеспечили их проведение.

6 июля китайские СМИ сообщили, что доведение КА «Чжунсин-9А» успешно завершилось после десяти проведенных коррекций; 5 июля спутник был стабилизирован в расчетной точке стояния 101.4° в.д., что позволило начать его тестирование. Американское Стратегическое командование подтвердило успех 8 июля, выпустив после 20-суточной паузы соответствующий набор орбитальных элементов.

Из репортажей китайского телевидения стало ясно, что проведенные маневры

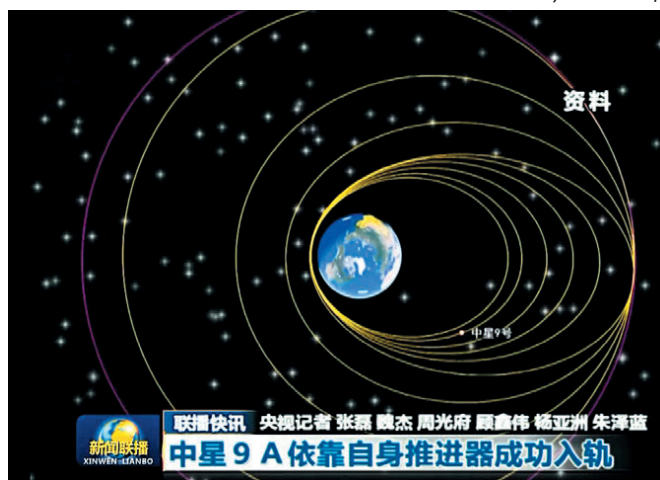
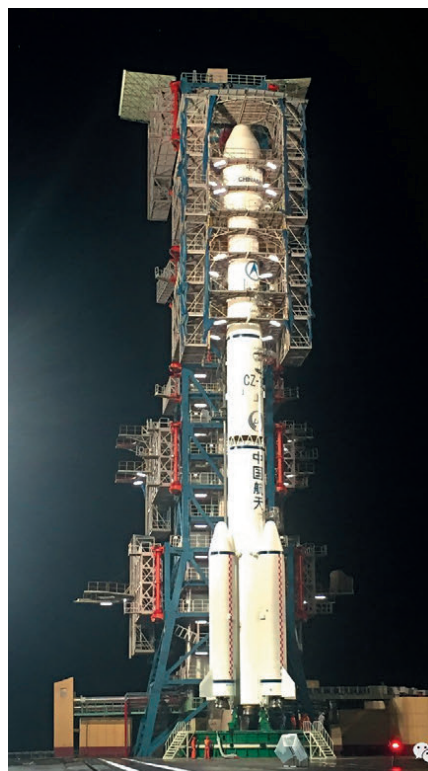
Из 40 пусков ракет CZ-3В нескольких модификаций один (первый) закончился катастрофической аварией 15 февраля 1996 г. с падением носителя в технической зоне космодрома Сичан, в двух не была достигнута расчетная орбита, а 37 прошли полностью успешно.

Обращает на себя внимание тот факт, что обе ракеты, не выполнившие полетное задание, были запущены после длительного хранения. Авария 2009 г. прилась на долю носителя с заводским номером Y8, который изначально был изготовлен для запуска в 1998 г. спутника «Чжунсин-8». Ракета Y28, судя по заводскому номеру, могла бы стартовать в начале 2014 г.; в реальной жизни до нее успели улететь изделия Y29, с Y31 по Y39 и даже Y42 и Y43.

включали пять перигейных импульсов, в результате которых апогей удалось довести до 35 800 км, три комбинированных импульса в апогее для подъема перигея и снижения наклонения, и еще два включения для задания скорости и направления дрейфа вдоль стационара и для стабилизации в заданной точке. В результате 2 июля КА достиг около-стационарной орбиты и 5 июля около 21:00 пекинского времени прибыл в рабочую позицию.

Добавим, что ближайшие планы China Satcom до аварии включали запуск в сентябре 2017 г. спутника «Чжунсин-6С» с 25 транспондерами С-диапазона в точку 130° в.д. Вероятно, дата этого запуска сдвинется по результатам расследования до реализации необходимых мер.

В начале 2019 г. планируется запуск на модернизированной CZ-3В спутника «Чжунсин-18», который должен сменить «Чжунсин-6В» в орбитальной позиции 115.5° в.д. Новый КА будет нести 30 транспондеров Ku-диапазона, два приемопередатчика Ka-диапазона для вещательной службы, а также формировать 14 пользовательских точечных лучей Ka-диапазона для широкополосных услуг.



▲ Для перевода КА на рабочую орбиту потребовалось дополнительно пять перигейных импульсов

## Спасение «Чжунсина»

Внутреннее обозначение пуска было «операция 07-79», хотя предыдущий старт с Сичана в апреле с КА «Шицзянь-13» проходил под номером 07-77. Можно предположить, что пропущенный номер 07-78 принадлежит носителю CZ-2С, отправленному в Сичан еще в марте 2017 г. (НК № 6, 2017, с.47), который по неизвестным причинам до сих пор не использован.

Как обычно, старт гражданского аппарата спустя несколько минут после события был подтвержден неофициально – записями о «громе» и «землетрясении» в Сичане в китайском твиттере Вэйбо. Примерно через 45 минут после пуска ожидалось официальное сообщение агентства Синьхуа, однако оно не поступило ни через час, ни через пять, ни через десять. И лишь в середине дня 19 июня на сайте ведомственной газеты «Чжунго хантянь бао» появилось следующее короткое сообщение:

«19 июня 2017 г. в Китае в Центре космических запусков Сичан был произведен пуск РН CZ-3В со спутником радио- и телевизионного вещания «Чжунсин-9А». Вследствие ненормальной работы третьей ступени носителя аппарат не был выведен на запланированную орбиту. Конкретные причины выясняются».

А. Кучейко специально для «Новостей космонавтики»

# Индийский аппарат съемки Земли с попутчиками

## Шестой спутник высокодетального зондирования серии Cartosat-2 и 30 малоразмерных полезных нагрузок

**23** июня 2017 г. в 09:29 по местному времени (03:59 UTC) с первого стартового комплекса Индийского космического центра имени Сатиша Джавана (Шрихарикота, штат Андхра-Прадеш) специалисты Индийской организации космических исследований ISRO осуществили пуск ракеты-носителя PSLV-C38. В результате группового запуска на орбиту выведен индийский спутник съемки Земли Cartosat-2E и 30 малоразмерных попутных полезных нагрузок (ПН). «Попутчики» принадлежат Индии (один КА) и 15 зарубежным странам, в том числе США (10 КА), Австралии (три), Италии (три), Британии (два), Австрии, Германии, Китаю, Латвии, Литве, Словакии, Чехии, Чили, Финляндии, Франции, Японии (все – по одному). Общая масса полезного груза, включая пусковые контейнеры кубсатов, составила 955 кг. Запущенный кубсат skCube (размерность 1U) стал первым космическим аппаратом, созданным в Словакии.

Запуск C38 планировался на апрель-май, но основная полезная нагрузка дважды менялась: первоначально запланированный КА видовой разведки Cartosat-2D перешел на РН C37 и ускоренно стартовал 15 февраля 2017 г., а перешедшие с C37 два секретных КА EMISat и SPaDEx в очередной раз были сдвинуты на более поздний срок, уступив место для Cartosat-2E (его старт ускорен на полгода относительно первоначальных планов). Точную дату пуска назвали 5 июня после успешного старта GSLV Mk.III. Спутник был отправлен на космодром 9 июня.

Тем временем госкорпорация ANTRIX (коммерческое крыло Организации космических исследований ISRO) подписала контракты на запуск 29 иностранных КА, причем часть малых спутников перешла на PSLV C38 из манифеста запусков американской РН Falcon 9, что индийцы справедливо относят к своим успехам на быстро растущем рынке запусков наноспутников.

Предстартовый отчет был начат 22 июня и прошел штатно за 28 часов. Старт

C38 осуществлен по традиционной для индийских полярных запусков программе прямого выведения с выполнением маневра dog leg («собачья нога»), называемого так вследствие изменения азимута полета с юго-восточного на юго-западный для облета острова Шри-Ланка. Отсечка двигателей четвертой ступени произошла на высоте 509.8 км на отметке T+15 мин 58 сек. В T+16 мин 41 сек отделился Cartosat-2E, спустя 10 секунд – NIUSAT и далее в период до T+23 мин 19 сек – остальные 29 микро- и наноспутников.

В дальнейшем четвертая ступень PS4 выполнила три включения двигателями. Через 58 мин после старта включением на 6 сек ступень перешла на орбиту высотой 515×342 км, еще через 46 минут второе включение длительностью 6 сек обеспечило перевод ступени на круговую орбиту высотой ~350 км. И, наконец, третье включение длительностью 40 сек, выполненное через девять витков в узле орбиты, было направлено на изменение наклона орбиты с 96.91° до 94.61°. В результате трех включений отработаны операции по выводу ПН на орбиты различной высотой и наклоном с последующим уводом ступени с орбиты.

Групповой запуск прошел успешно: все спутники выведены на близкие по параметрам солнечно-синхронные орбиты высотой около 505 км, наклоном 97.45° и временем пересечения экватора внисходящем узле 09:30. Номера

спутников в каталоге Стратегического командования США, их международные обозначения и параметры начальных орбит приведены в таблице 1.

Уже традиционно все основные полетные операции регистрировались с помощью бортовых видеокамер. Для приема телеметрии во время выведения и на первом витке привлекались средства слежения командно-измерительного комплекса ISTRAC организации ISRO, а также арендуемые норвежские станции Свальбард и Тролль. Впервые слежение за полетом РН из района Бенгальского залива осуществляло судно

Табл. 1. Баллистические итоги запуска

Наименование	Гос. принадлежность	Масса, кг	Номер	Межд. обозн.	Параметры начальной орбиты			
					i	Нр, км	На, км	P, мин
Cartosat-2E	Индия	712	42767	2017-036C	97.45°	505.8	523.3	94.930
NIUSAT	Индия	15	42766	2017-036B	97.45°	503.6	517.7	94.834
CE-SAT-1	Япония	50	42769	2017-036E	97.45°	503.7	516.6	94.824
Max Valier	Италия	16	42778	2017-036P	97.45°	502.5	512.5	94.778
Venta-1	Латвия, Германия	7.5	42791	2017-036AC	97.45°	501.8	509.7	94.750
CICERO-6 (6U)	США	10	42793	2017-036AE	97.45°	500.8	508.7	94.736
Четыре КА Lemur-2 (3U)	США	4×4	42771-42774	2017-036G...036K	97.45°	503.7	516.2	94.819
Четыре КА Lemur-2 (3U)	США	4×4	42779-42782	2017-036L...036T	97.45°	503.1	511.7	94.774
Red Diamond (3U)	Британия	6	42783	2017-036U	97.45°	503.0	510.8	94.766
Green Diamond (3U)	Британия	6	42785	2017-036W	97.45°	502.8	510.7	94.764
Blue Diamond (3U)	Британия	6	42786	2017-036X	97.45°	502.6	510.5	94.761
LituanicaSAT-2 (QB50-LT01, 3U)	Литва	4	42768	2017-036D	97.45°	503.7	517.0	94.829
InflateSail (QB50-GB06, 3U)	Британия	4	42770	2017-036F	97.45°	502.8	515.7	94.809
URSA MAIOR (QB50-IT02, 3U)	Италия	4	42776	2017-036M	97.45°	503.0	514.9	94.801
COMPASS-2 (QB50-DE04, 3U)	Германия	4	42777	2017-036N	97.45°	502.9	513.3	94.786
UCLSat (QB50-GB03, 2U)	Британия	2	42765	2017-036A	97.45°	494.8	518.2	94.766
Pegasus (QB50-AT03, 2U)	Австрия	2	42784	2017-036V	97.45°	502.9	510.8	94.765
NUDTSat (QB50-BE06, 2U)	Бельгия, КНР	2	42788	2017-036Z	97.45°	502.8	509.8	94.760
VZLUSat-1 (QB50-CZ03, 2U)	Чехия	2	42790	2017-036AB	97.45°	502.0	510.0	94.753
Aalto-1 (3U)	Финляндия	4	42775	2017-036L	97.45°	503.0	515.2	94.803
SUCHAI-1 (1U)	Чили	1	42787	2017-036Y	97.45°	502.5	510.4	94.760
skCube (1U)	Словакия	1	42789	2017-036AA	97.45°	502.5	510.0	94.757
Robusta-1B (1U)	Франция	1	42792	2017-036AD	97.45°	501.8	509.6	94.750
D-SAT (3U)	Италия	4.5	42794	2017-036AF	97.45°	499.9	508.7	94.731
Tuyak-53b (3U)	США		42795	2017-036AG	97.45°	499.7	508.5	94.728

Примечание: из соображений экономии для каждой четверки КА Lemur-2 показана только одна орбита.



Sagar Manjusha, оснащенное новой станцией слежения Ship Borne Transportable (SBT) с антенной диаметром 4.6 м. В перспективе транспортируемая судовая станция предназначена для обеспечения запусков межпланетных аппаратов Индии.

Старт PSLV-C38 стал 40-м с 1993 г. и 17-м в конфигурации XL (с шестью твердотопливными ускорителями) стартовой массой 320 т. В 2017 г. Индия осуществила уже четыре запуска, два из них – с помощью PSLV.

После запуска центр ISRO в Бангалоре принял управление полетом основной ПН – КА Cartosat-2E. 26 июня, на третьи сутки после запуска, центр обработки данных ДЗЗ NRSC в Хайдерабаде опубликовал первые изображения, полученные бортовыми камерами нового спутника с пространственным разрешением 0.6 м в панхроматическом режиме и 1.6 м в мультиспектральном режиме. Среди объектов съемки был калибровочный полигон в районе Шаднагара, объекты на территории Индии, Катара и Египта. Специалисты центра NRSC отметили, что качество полученных изображений лучше, чем у аналогичных КА-предшественников. Президент Индии поздравил участников программы Cartosat-2E правительственной телеграммой.

### Индийская система высокодетального наблюдения

В результате успешного запуска КА Cartosat-2E Индия завершила обновление национальной системы высокодетальной съемки двойного назначения: три усовершенствованных КА Cartosat-2C, -2D, -2E (иногда их обозначают Cartosat-2 Series 1, 2, 3) с мультиспектральными оптоэлектронными системами (ОЭС) субметрового разрешения заменят на орбите три КА Cartosat-2, -2A, -2B с панхроматическими ИОГ, запущенных ранее – в 2007, 2008 и 2010 гг. (подробнее – в НК № 3, 2007; № 6, 2008; № 9, 2010 и № 8, 2016).

Интересной особенностью стала усложненная подготовка запуска двух спутников новой «тройки» относительно ранее опубликованных планов. В ряде источников указано, что серия из трех усовершенствованных КА возникла в связи с задержками в разработке КА третьего поколения Cartosat-3, который создается на базе новой космической платформы для обеспечения съемки с разрешением до 0.25 м. Однако по бюджетным документам Департамента космоса Индии упоминается программа Cartosat-3 появились одновременно с Cartosat-2C (первого КА из второй «тройки») в 2012–2013 финансовых годах. Более вероятным побудительным мотивом могла стать потребность в срочном наращивании возможности национальной системы видовой разведки. Вариант запуска усовершенствованной «тройки» на базе отработанной платформы позволял решить задачу в сжатые сроки и с умеренными финансовыми затратами. В итоге спутники второй «тройки» (-2C, -2D, -2E) изготавливались в среднем за год и все они были запущены в течение одного года, тогда как на запуск КА первой «тройки» (-2, -2A, -2B) ушло три с половиной года.

Анализ функционирования сформированной системы из шести КА Cartosat-2 позволяет говорить о наращивании системы



▲ Спутник Cartosat-2E

ДЗЗ с перспективой замены старых КА на новые. Эксплуатация первой «тройки» продолжается уже далеко за пределами пятилетних сроков активного существования, что подтверждается регулярно выполняемыми коррекциями орбиты.

Следует отметить, что по баллистическому построению две системы «троек» слабо связаны друг с другом. Первая «тройка» – Cartosat-2, -2A, -2B – равномерно разнесена по фазовому углу в одной плоскости утренней солнечно-синхронной орбиты (ССО) высотой 633 км и временем пересечения 09:30. Вторая «тройка» также размещена в одной плоскости утренней ССО (время экватора 09:30), но с высотой 508 км. Cartosat-2E выполнил маневр на рабочую высоту 17 июля, но равномерное распределение по фазовому углу еще не достигнуто.

В зарубежных многоспутниковых системах ДЗЗ США, Израиля и Кореи обычно применяют ССО с разным временем пересечения экватора для лучших условий контроля объектов в течение суток.

Анализ динамики запуска космических КА ДЗЗ показывает, что после почти четырехлетнего перерыва Индия приступила к наращиванию своей группировки: за последние два года на ССО выведены сразу пять индийских КА ДЗЗ, в результате численность группировки доведена до 14 КА на низких орбитах (табл. 2). Кроме того, еще четыре метеоспутника – Kalpana-1, INSAT-3A, -3D, -3DR – работают на ГСО.

В Индии принята экономичная практика двойного использования

однотипных КА серии Cartosat-2 для задач видовой разведки, а также в гражданских и коммерческих целях. Организация ISRO изготавливает все аппараты в своих космических центрах, но обычно один КА из «тройки» финансируется как гражданский из бюджета Департамента космоса (Department of Space, DoS), а два других КА «тройки» – из необъявленных статей бюджета. С учетом изложенной методики можно полагать, что в интересах силовых ведомств в целях видовой разведки изготовлены и запущены КА Cartosat-2A, -2B и -2C, -2D. В интересах гражданских и коммерческих задач по бюджету DoS выведены два спутника – Cartosat-2 и -2E.

Вопросы взаимного использования ресурсов разных спутников «троек» в печати не освещаются, но центр ДЗЗ NRSC (входит в структуру ISRO) ведет каталог съемки всех КА Cartosat-2. Можно полагать, что ресурсы всех спутников доступны центру NRSC и силовым ведомствам по взаимно согласованным регламентам.

### Шестой спутник серии Cartosat-2

Детальное описание конструкции спутников второй «тройки» по-прежнему отсутствует. Все КА серии Cartosat-2 изготовлены в Спутниковом центре ISAC (ISRO Satellite Centre) в Бангалоре, а полезная нагрузка – в Центре космических приложений SAC (Space Applications Centre) в Ахмедабаде. В качестве базовой использовалась среднеразмерная платформа IRS-II, имеющая форму шестигранной призмы (2.5×2.4 м) и стабилизированная в полете по трем осям.

Электроснабжение обеспечивают две двухсекционные солнечные батареи площадью

Табл. 2. 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
<b>Многоцелевые КА разведки природных ресурсов</b>							
Resourcesat-2	20.04.2011	PSLV-C17	1206	820	LISS-3 LISS-4 AWIFS	23.5 5.6 56–70	140 70 740
Resourcesat-2A	06.12.2016	PSLV-C36	1235	820	LISS-3 LISS-4 AWIFS	23.5 5.6 56–70	140 70 740
<b>Картографический КА</b>							
Cartosat-1 (IRS-P5)	05.05.2005	PSLV-C6	1560	621	PAN-A PAN-F	2.5	28 (стерео) 55 (моно)
<b>Радиолокационные КА с многофункциональными РСА</b>							
Risat-2*	20.04.2009	PSLV-C10	300	612	РСА X-диапазона	1–50	10–240
Risat-1	26.04.2012	PSLV-C19	1850	543	РСА HRSAR С-диапазона	1–50	10–220
<b>Океанографические КА</b>							
Oceansat-2	23.09.2009	PSLV-C14	960	723	OCM SCAT	230–360 50000	1420 1400
ScatSat-1	26.09.2016	PSLV-C35	370	723	OSCAT	25000	1400
<b>КА изучения тропических циклонов и климата</b>							
Megha-Tropiques	12.10.2011	PSLV-C18	960	873	MADRAS SAPHIR SCARAB	6000–40000 10000 40000	1700 1700 2240
<b>КА высокодетальной съемки видовой разведки и двойного назначения</b>							
Cartosat-2	10.01.2007	PSLV-C7	650	633	PAN	0.8	9.6
Cartosat-2A*	28.04.2008	PSLV-C9	690	633	PAN	0.8	9.6
Cartosat-2B*	12.07.2010	PSLV-C15	694	633	PAN	0.8	9.6
Cartosat-2C*	22.06.2016	PSLV-C34	728	508	PAN MX EMV	0.64 1.6–2 –	10 10 –
Cartosat-2D*	15.02.2017	PSLV-C37	714	508	PAN MX EMV	0.64 1.6–2 –	10 10 –
Cartosat-2E	23.06.2017	PSLV-C38	712	508	PAN MX EMV	0.64 1.6–2 –	10 10 –

Примечания

1. Спутники Cartosat-2A, -B, -C и -D и Risat-2 являются аппаратами видовой разведки и используются в интересах Минобороны Индии.
2. Не учтен КА SARAL с альтиметром Ka-диапазона частот ALTIKA.



▲ Доха, столица Катара. Снимок сделан 26 июня 2017 г. индийским аппаратом Cartosat-2E

4.64 м<sup>2</sup> и мощностью 986 Вт, а также два литий-ионных аккумулятора емкостью 36 А·ч. На платформе применены штатные звездные датчики и маховики, двигательная установка на гидразине (запас топлива до 75 кг) для коррекции параметров орбиты, магнитные системы разгрузки маховиков и 12-канальная аппаратура спутниковой навигации SPS собственной разработки. Расчетный срок активной эксплуатации составляет 5 лет, но спутники первой «тройки» уже успешно отработали полтора-два срока.

Для обеспечения глобальной съемки аппарат оснащен двумя твердотельными запоминающими устройствами общей емкостью 600 Гбит и аппаратурой передачи данных по радиолиниям в X-диапазоне частот со скоростью 320 Мбит/с через независимо управляемые антенны передачи данных на Землю. В системе передачи данных применяется сжатие информации на основе дискретного вейвлет-преобразования и шифрование данных по стандарту AES.

Вероятно, в качестве базовой применяется ОЭС PAN спутников первой серии с осевым зеркальным телескопом Ричи-Кретьяна с фокусным расстоянием 5.6 м, относительным отверстием 1:8 и с линзовым корректором. Поступающий на апертуру ОЭС пучок света делится на три фокальные плоскости, в которых размещены: сборки панхроматических ПЗС-матриц PAN с временной задержкой накопления (ВЗН) длиной более 16 000 детекторов (две линейки длиной по 8000 элементов размером 7 мкм), четыре мультиспектральные матрицы MX с ВЗН и матрицы двух экспериментальных видеокамер EvM («Event Monitor»). В материалах ISRO описано, что черно-белая камера EvM1 обеспечивает видеосъемку с разрешением 0.5 м в поле кадра размером 1×1 км<sup>2</sup>, а цветная камера EvM2 – с разрешением 0.4 м в кадре 0.3×0.2 км<sup>2</sup>, однако указанные параметры требуют критического отношения. Сюжеты, снятые бортовыми видеокамерами, еще ни разу не были опубликованы.

Усовершенствованные спутники второй «тройки» – Cartosat-2C, -2D и -2E, в отличие от предшественников, оснащены улучшенной ОЭС:

◆ кроме панхроматической камеры PAN, установлены мультиспектральная четырех-

Табл. 3. Сравнительные характеристики аппаратов различных «троек»

Параметры	Серии КА		
	Cartosat-2, -2A, -2B	Cartosat-2C, -2D, -2E	Cartosat-3, -3A, -3B
Годы запуска	2007, 2008, 2010	2016 и 2017	2018, 2019, 2020
Высота орбиты, км	633	508	453
Время пересечения экватора	09:30	09:30	10:30
Масса, кг	690	720	1500
Наименование ОЭС	PAN	PAN, MX, EvM	PAN, MX, MIR
Пространственное разрешение, м			
– режим PAN	0.8–1	0.60–0.65	0.25
– режим MS	–	1.6–2	1
– режим MWIR (3–5 мкм)	–	–	5
Ширина полосы захвата, км	9.6	10	16 и 5
Радиометрическое разрешение, бит	10	11	11
Число узких спектральных зон	–	1 PAN + 4 MS	1 PAN + 4 MS+ MWIR
Объем ЗУ	64 Гб	600 Гб	2 Тб
Исполнительные органы системы ориентации	Маховики	Маховики	Гиродины с управляемым моментом CMG

канальная камера MX и две экспериментальные видеокамеры EvM;

◆ пространственное разрешение ОЭС улучшено с 0.8 м до 0.60–0.65 м при съемке в надири в панхроматическом режиме (спектральный диапазон 0.45–0.9 мкм) за счет снижения рабочей орбиты;

◆ применены новые ПЗС-матрицы с временной задержкой накопления ВЗН вместо асинхронного режима съемки для улучшения отношения сигнал/шум;

◆ с помощью камеры MX реализована съемка в четырех дополнительных узких спектральных зонах В1–В4 (синяя, зеленая, красная, ближняя ИК) с пространственным разрешением 1.57–1.6 м (при съемке в надири);

◆ ширина полосы съемки увеличена с 9.6 до 10 км, несмотря на снижение высоты орбиты с 633 до 508 км.

В некоторых источниках говорится о применении на борту усовершенствованных КА второй «тройки» элементов адаптивной оптики без описания деталей. Скорее всего, речь идет о системе, получившей наименование Non-Uniformity Correction (NUC), для автоматической подстройки ОЭС с целью компенсации температурной нестабильности конструкции телескопа.

В отличие от КА ДЗЗ США, Франции и Израиля, оснащенных гиродинами с управляемым моментом Control Moment Gyros (CMG), на борту КА Cartosat-2 установлены маховики, которые обладают небольшим энергопотреблением, но вместе с тем и сравнительно низкой скоростью разворота, и, как следствие, не могут обеспечить высокую производительность съемки на вит-

ке. В штатном режиме спутник отклоняет оптическую ось в пределах  $\pm 26^\circ$  (в случае необходимости до  $\pm 45^\circ$ ). Основные режимы съемки – кадровый, маршрутный, площадной, многокурный (стереопары, триплеты и др.).

Сравнительные характеристики КА разных «троек» приведены в таблице 3.

На новых спутниках введен режим съемки объектов в зоне радиовидимости приемной станции по обновленной рабочей программе, переданной на борт спутника непосредственно в начале сеанса связи (такой режим удобен, например, для оперативного контроля сопредельных территорий).

На программу Cartosat-2E в бюджете департамента космоса на 2016–2017 финансовый год выделено 1.6 млрд индийских рупий (24.3 млн \$ по текущему курсу). По официальным данным, новый спутник предназначен для обновления крупномасштабных карт, применяемых для городского планирования, развития картографических сервисов и инфраструктуры (транспорт, энергетика, кадастр), для смягчения последствий чрезвычайных ситуаций и др.

Учитывая описанную индийскую практику, Cartosat-2E будет использоваться в ISRO как аппарат двойного назначения, прежде всего – в гражданском и коммерческих целях. Данный факт косвенно подтвердил глава организации ISRO Киран Кумар (Kiran Kumar), подчеркнув, что новый КА позволит гражданским ведомствам Индии снизить объемы закупок зарубежной космической информации с разрешением лучше 1 м.

Несмотря на внушительную по составу систему ДЗЗ, государственные ведомства Индии продолжают закупать снимки у зарубежных операторов. Приведенные на сайте центра NRSC результаты съемки КА серий Cartosat-2 говорят о сравнительно невысокой производительности съемочной аппаратуры.

Цены на индийские продукты ДЗЗ спутников первой «тройки» установлены ниже зарубежных аналогов, но объемы продаж данных ДЗЗ невысокие по сравнению с показателями приобретения данных с других индийских КА. Вероятными причинами могут быть невысокая производительность и отсутствие мультиспектральных каналов съемки. Пока центр NRSC не опубликовал цены на цветные космоснимки второй «тройки».

«Военный» КА Cartosat-2C, запущенный год назад, успел «засветиться» в индийской печати благодаря участию в информационном обеспечении операции армейского спецназа Индии против исламских боевиков в спорном районе штата Кашмир.

В целом Индия реализует амбициозную программу наращивания и обновления национальной системы ДЗЗ и видовой космической разведки. В составе системы высокодетального наблюдения эксплуатируются шесть КА серии Cartosat-2, а также два спутника с радиолокаторами – Risat-1 и Risat-2. На 2018 год запланирован запуск первого перспективного КА Cartosat-3. Спутник обеспечит съемку с рекордным для Индии пространственным разрешением 0.25 м в панхроматическом режиме, 1 м – в четырех стандартных спектральных зонах и 5 м – в средневолновой части ИК-диапазона. Два других спутника серии – Cartosat-3A

и -3В – предстоит вывести на орбиту в 2019 и 2020 гг.

Принятый в Индии подход позволяет при сравнительно скромных финансовых затратах расширить возможности космического наблюдения в интересах силовых ведомств и гражданских служб – благодаря эксплуатации систем ДЗЗ двойного назначения.

## Попутные полезные нагрузки

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

Помимо основной полезной нагрузки, спутника наблюдения Земли Cartosat-2E, ракета PSLV-C38 несла 30 малоразмерных космических аппаратов (МКА). Пять из них относятся к категории микроспутников, остальные имеют форм-фактор «кубстат» различной размерности. Суммарная масса 30 попутных спутников составила 243 кг, включая пусковые контейнеры кубсатов.

За внесение в пусковой манифест 23 из 30 попутных КА отвечала наноспутниковая компания ISIS (Innovative Solutions In Space) из г. Делфт, Нидерланды. С 2007 г. она проводит многочисленные успешные кампании по запуску микро- и наноспутников через свою дочернюю фирму по предоставлению пусковых услуг Innovative Space Logistics (ISL), являясь одним из ведущих игроков в этом секторе. После того, как в начале этого года носитель PSLV-C37 установил рекорд, запустив 101 спутник, ISIS продолжил поддерживать свою репутацию, обеспечив интеграцию полезных нагрузок для миссии PSLV-C38.

По контракту ISL19 запускались восемь КА Lemur-2, восемь кубсатов проекта QB50, три спутника Diamond, а также кубсаты Aalto-1, Robusta-1B, skCube и SUCHAI. Инженеры фирмы отвечали за установку 20 кубсатов, используя диспенсеры и программно-временные устройства, разработанные в Делфте. Окончательная сборка и подготовка всего комплекта вторичных полезных нагрузок проводилась в последние две недели перед стартом уже на космодроме.

## Больше, чем кубсаты

**Индийский NIUSAT** (он же *Keralshree*) – наноспутник массой 15 кг и размером 348×348×370 мм, разработанный и построенный студентами и сотрудниками Центра высшего образования при Исламском университете Нурул (Noorul Islam University) в индийском штате Тамил-Наду.

МКА построен на базе современных проверенных технологий и модулей и оснащен миниатюрным датчиком широкого обзора MWiFS (Miniature Wide Field Sensor) разрешением 25 м в мультиспектральном диапазоне и 120 м в ближнем инфракрасном диапазоне при размере кадра 50×50 км для съемки земной поверхности в интересах сельского хозяйства и помощи при природных катастрофах.

Изображения, полученные NIUSAT, планируется использовать для выявления потенциальных заболеваний сельскохозяйственных посевов в округе Каньякумари штата Тамил-Наду, где проживает почти 2 млн человек, и своевременной помощи в

рамках международной спутниковой программы мониторинга районов стихийных бедствий DMS (Disaster Management Support) – наводнений, циклонов, засухи, лесных пожаров, оползней и землетрясений.



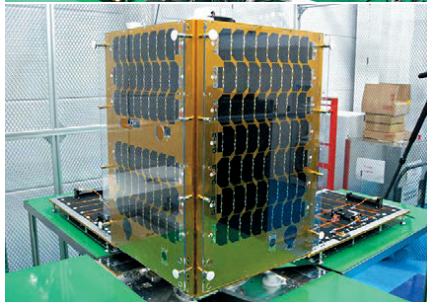
▲ NIUSAT

При разработке аппарата индийские специалисты впервые для себя использовали модульный метод построения МКА, несущего разнообразные полезные нагрузки, и надеются создать основу для оперативной многоспутниковой группировки дистанционного зондирования в будущем. Аппарат питается от установленных на корпусе фотоэлементов с выходной мощностью 40 Вт и литий-ионной аккумуляторной батареи на 10 А·ч. Командно-телеметрическая радиолиния работает в УКВ-диапазоне, сброс целевой информации осуществляется в S-диапазоне.

Японский экспериментальный микроспутник **CE-SAT-1** (Canon Electronics Satellite-1) массой 50 кг (по другим данным, 60 кг) разработан и изготовлен специалистами лаборатории космических технологий компании Canon Electronics (Япония) и предназначен для наблюдения Земли. Цель проекта – использовать обширный опыт корпорации Canon для создания недорогой спутниковой платформы, способной получать изображения Земли с высоким разрешением с помощью немного видоизмененного цифрового фотоаппарата, объединенного с коммерчески доступным телескопом. Японские специалисты рассчитывают, что их продукт – современный спутник стоимостью менее 10 млн \$ – будет пользоваться спросом на коммерческом рынке среди компаний, заинтересованных в получении изображений с высоким разрешением в рамках рентабельной миссии МКА.

CE-SAT-1, имеющий размеры 500×500×700 мм (по другим данным, 500×500×850 мм), изготовлен на базе платформы фирмы AxelSpace, отработанной на спутнике Hodooyoshi-1 (запущен 6 ноября

▼ CE-SAT-1 и его телескоп



2014 г. в качестве попутной полезной нагрузки вместе с другими спутниками с помощью РН «Днепр» с космодрома Ясный).

Система получения изображений в оптическом диапазоне строится на основе телескопа Кассегрена с апертурой 400 мм и фокусным расстоянием 3720 мм и детектора от полнокадровой цифровой «зеркалки» Canon EOS 5D Mk.3 с матрицей 5760×3840 пикселей. Она формирует «картинку» с разрешением около 1 м и размером кадра 6×4 км с орбиты высотой 600 км.

На борту также находится экспериментальная магнитоплазменная система свечения аппарата с орбиты (Magnetic Plasma Deorbit System), в которой используются магнитные катушки спутника, создающие магнитный момент и – при взаимодействии с потоком набегающей плазмы – тормозную силу.

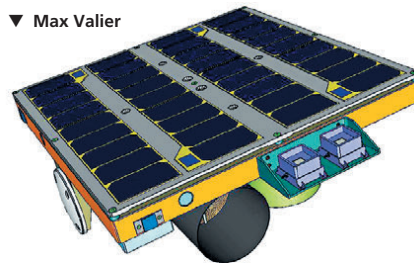
Итальянский астрономический спутник **Max Valier** массой 15 кг и размером 400×400×100 мм несет рентгеновский телескоп и эксперименты по обработке новых технологий (радиолюбительскую систему связи). В качестве основных участников кооперации при разработке проекта были задействованы:

- ♦ два итальянских колледжа (vocational schools) в Южном Тироле;

- ♦ Институт астрофизики Общества Макса Планка (Max-Planck-Institut für Astrophysik) в Гархинге, близ Мюнхена, Германия, который разработал малый рентгеновский телескоп  $\mu$ Rosé, позволяющий астрономам-любителям впервые наблюдать за космосом в рентгеновском диапазоне;

- ♦ компания OHB-System (Бремен, Германия), которая предоставила платформу и обеспечила запуск МКА.

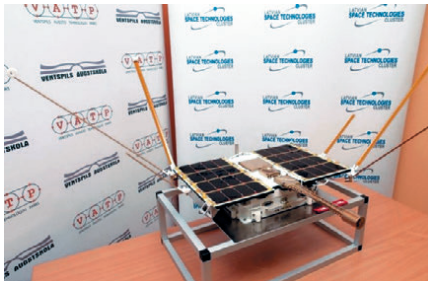
▼ Max Valier



На сегодня Max Valier оснащен самым маленьким в мире космическим рентгеновским телескопом, которому поручено сканирование всего неба, чтобы получить рентгеновские спектры высокого разрешения и изображения с умеренным разрешением, доступные как любителям-астрономам, так и профессионалам.

Первоначально на аппарат планировалось установить и произведенную фирмой LuxSpace систему приема судовых сигналов опознавания AIS и CMOS-камеру, но потом от этой идеи решили отказаться. Однако Max Valier несет специальную камеру, которая позволит привязать наблюдаемый рентгеновским телескопом участок неба с точностью до 0.06°.

Латвийский экспериментальный спутник **Venta-1** массой 7.5 кг и размерами 400×400×150 мм создан преподавателями и студентами Вентспилсского университета с помощью Университета прикладных наук (Бремен, Германия) и фирмы OHB-System. МКА оснащен двумя приемниками сигналов



▲ Спутник Venta-1

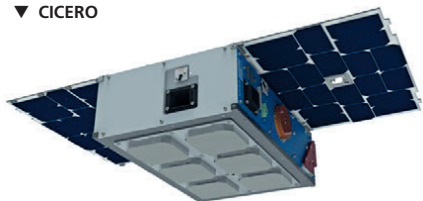
AIS, лазерным рефлектором и камерой для оптической съемки.

Основная цель эксперимента Venta-1 – демонстрация технологий отслеживания морских судов AIS и испытание аппаратуры связи через спутники TDRS и Iridium. МКА оснащен двумя оптическими камерами, позволяющими дополнить информацию, получаемую от приемника навигационных сигналов GPS.

Ориентация и стабилизация осуществляется магнитными торсионными, получающими команды от магнитометров и инерционных датчиков. Командно-телеметрическая система работает в УКВ-диапазоне (VHF/UHF), данные с камер передаются в S-диапазоне. Основным поставщиком комплектующих, системы хранения информации и ресиверов AIS выступала фирма LuxSpace.

**CICERO** (Community Initiative for Cellular Earth Remote Observation) – американский наноспутник типоразмера 6U, построенный фирмой Tyvak Nano-Satellite Systems Inc. по заказу компании GeoOptics Inc. в рамках проекта «Инициатива сообщества по «сотомому» дистанционному зондированию Земли», предусматривающего развертывание группировки из более чем 24 МКА на низкой околоземной орбите – для регулярного наблюдения атмосферы и земной поверхности путем регистрации прошедших сквозь атмосферу Земли и отраженных от ее поверхности сигналов навигационных спутников GPS и Galileo.

▼ CICERO



Система CICERO будет выдавать ученым такие критически важные данные о состоянии Земли, как высокоточные профили атмосферного давления, температуры и влажности, 3D-карты распределения электронов в ионосфере, таблицы разнообразия свойств океана и льда. Основными приложениями будут прогноз погоды, климатические исследования и мониторинг космической погоды.

Первоначально компания GeoOptics разработала микроспутник CICERO массой 115 кг вместе с Лабораторией атмосферной и космической физики LASP (Laboratory for Atmospheric and Space Physics) Университета Колорадо с использованием радиозатменной аппаратуры TriG GNSS-RO, созданной для тайваньско-американской миссии Formosat 7/Cosmic-2. Позже, уже на этапе разработки, размеры и массу полезной на-

грузки GNSS-RO, называемой Cion, удалось резко снизить, что позволило изменить проект спутника на гораздо меньшую версию на основе шестерного кубсата, разработанного фирмой Tyvak Nano-Satellite Systems.

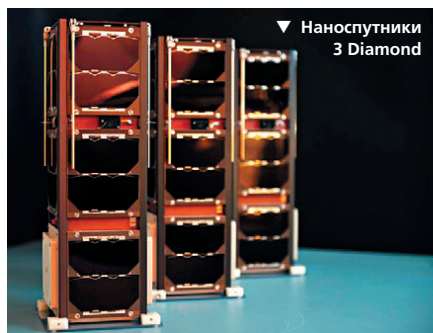
Запущенный аппарат имеет размер 600×200×100 мм и массу около 10 кг. Электропитание обеспечивают солнечные батареи на корпусе и двух разворачиваемых панелях. Снимаемая мощность (21 Вт) позволяет прибору Cion работать почти на 100%. МКА стабилизируются по трем осям, используя звездные датчики, маховики и магнитные катушки. Командно-телеметрическая система работает в УКВ-диапазоне (UHF), тогда как данные полезной нагрузки сбрасываются с использованием передатчика диапазона X.

Система CICERO будет строиться постепенно: в июле 2017 г., вскоре после запуска первого прототипа, с помощью российской РН «Союз-2.1А» предполагается доставить на орбиту четыре операционных МКА, называемых «Созвездием OP-1». Для последующих запусков фирма GeoOptics заключила соглашение с компанией Virgin Galactic о применении легкого носителя LauncherOne.

### Прикладные кубсаты

Американские наноспутники дистанционного зондирования Земли **Lemur-2** – тройные (3U) кубсаты массой по 4 кг, изготовленные компанией Spire, ранее описывались часто и подробно: например, при запуске 15 февраля 2017 г. предыдущей партии из восьми МКА, тоже выполняемых PSLV (НК №4, 2017, с.36). В этот раз на орбиту попала очередная восьмерка – аппараты №34 (после запуска получил имя собственное ShainaJohl), №35 (XueniTerence), №36 (LucyBryce), №37 (KungFoo), №38 (McPeake), №39 (Sam-Amelia), №40 (Lisasaurus) и №41 (Lynsey-Symo).

Телекоммуникационные МКА **Blue Diamond**, **Green Diamond** и **Red Diamond** изготовлены датской компанией GOMSpace по заказу международного (США, Израиль и Австралия) консорциума Sky and Space Global Ltd. Он планирует создать сеть наноспутников узкополосной связи в диапазонах S и L для включения в сферу цифровой цивилизации четырех миллиардов человек, проживающих в странах с недостаточным уровнем развития связанной инфраструктуры. Компания полностью профинансировала создание и запуск первых трех МКА («трех бриллиантов»), призванных проверить технологии перед выведением «созвездия» из 200 спутников, которое будет распределено в полосе от 15° ю. ш. до 15° с. ш. Предполагается, что полное развертывание системы обойдется в сумму менее 160 млн \$.



▼ Наноспутники 3 Diamond

Прототипы, запущенные на PSLV C38, – это три тройных кубсата массой по 6 кг каждый, которые будут проверять линии связи «спутник–Земля» и «спутник–спутник», а также инновационные аспекты большой группировки, такие как автономный контроль орбиты и управление МКА в «созвездии». Для развертывания всей многоспутниковой группировки Sky and Space Global заключила договор с компанией Virgin Galactic на четыре пуска легкого носителя LauncherOne.

### Кубсаты для QB50

Ракета PSLV C38 доставила в космос второй сегмент созвездия QB50, предназначенного для изучения термосферы – слоя, находящегося на высоте 200–380 км от земной поверхности. Этот международный проект был предложен и координируется Фон-Кармановским институтом гидродинамики в Род-Сен-Женез, Бельгия, с одобрения и при финансировании Европейской комиссии. В работе участвует 50 организаций по всему миру, которые строят 50 «кубсатов» для исследований в этом самом загадочном и малоизученном слое земной атмосферы, недоступном традиционным спутниковым миссиям с инструментами дистанционного зондирования.

Первые 28 наноспутников для размещения на низкой околоземной орбите в качестве свободнолетающего созвездия для демонстрации технологий и беспрецедентной многоточечной кампании измерений в нижней термосфере Земли были доставлены на МКС 22 апреля 2017 г. автоматическим транспортным кораблем Sudyus во время миссии CRS OA-7 (НК №6, 2017, с.27-29). Сейчас в космос попали еще восемь аппаратов, построенных по проекту QB50.



▲ LituanicaSAT-2

Литовский образовательный наноспутник **LituanicaSAT-2 (QB50 LT01)** массой 4 кг – тройной кубсат, изготовленный студентами и преподавателями Вильнюсского университета. Кроме выполнения задач по проекту QB50, МКА будет использован для отработки новых технологий, и, прежде всего, двигательной установки на «экологически чистом топливе» для коррекции орбиты нано-спутников.

«Конструкторы наноспутников – университеты, малые предприятия – сталкиваются с проблемой топлива для своих аппаратов, – отмечает руководитель проекта Витянис Бузас. – Как правило, в космической отрасли используют гидразин – ядовитое, канцерогенное вещество. Для заправки двигателей спутника гидразином необходимы дорогостоящая инфраструктура, скафандры».

Литовская разработка пытается снять эту проблему. Двигательная установка МКА, разработанная конструкторской группой

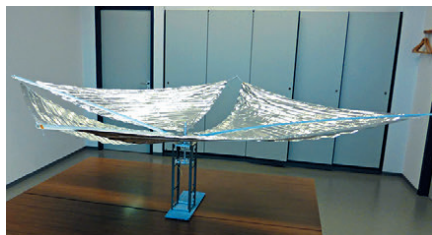
АО «НаноАвионика», работает на смеси динитрамида аммония ADM (ammonium dinitramide), воды, метанола и аммиака – «зеленом» монотопливе LMP-103S, разработанном фирмой ECAPS (Швеция) и разлагающемся при контакте с кислородом либо с катализатором.

Двигатель развивает максимальную тягу 0,3 Н и обеспечивает приращение скорости около 200 м/с, что достаточно для выполнения импульсных гоманновских переходов, коррекции траектории или даже изменения наклона орбиты МКА массой 3 кг.

По словам Бузаса, данная система позволит *LituanicaSAT-2* пробыть на околоземной орбите значительно дольше, чем это удалось двум первым литовским МКА – *LitSAT-1* и *LituanicaSAT-1*, запущенным в феврале 2014 г. с МКС. Первый продержался в космосе около трех месяцев, второй – более пяти. Ожидается, что *LituanicaSAT-2* пробудет в космосе до трех лет. Впрочем, при начальной орбите выше 500 км это возможно и без двигателя.

Немецкий экспериментальный *Compass-2* (он же *DragSail-Cubesat, QB50 DE04*) – тройной кубсат массой 4 кг, построенный студентами Аахенского университета прикладных наук FH Aachen (Северный Рейн-Вестфалия) для образовательных целей и демонстрации технологий в рамках проекта QB50.

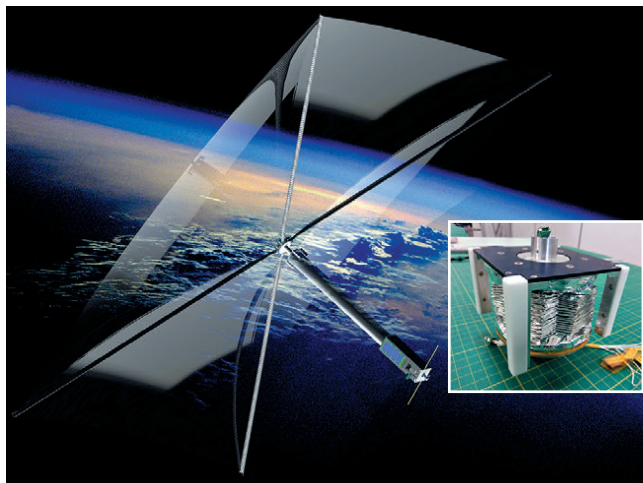
Это уже второй спутник разработки FH Aachen: первый (*Compass-1*) также был построен по стандартам «кубсат». *Compass-2* будет универсальной экспериментальной спутниковой платформой, снабжающей подсистемы полезных нагрузок электроэнергией и обеспечивающей хранение и обработку данных, управление ориентацией и связь. Центральный модуль содержит служебное радиоэлектронное оборудование, а два внешних блока полезной нагрузки будут предлагаться заказчикам – компаниям и университетам – как простой способ поставить свои эксперименты в космосе.



▲ Наземные испытания паруса DragSail

Основная цель данной миссии – разработка МКА, испытания тонкопленочных солнечных батарей и проверка технологии DragSail для сведения наноспутника с орбиты с применением аэродинамического тормоза («парус»). DragSail должен увеличить коэффициент сопротивления МКА для контролируемого возвращения в атмосферу Земли.

Изначально *Compass-2* и еще пять аппаратов предполагалось запустить на ракете «Днепр» во время специализированной миссии QB50-DS, однако после задержек с поисками носителя часть аппаратов перешла на индийскую PSLV-XL.



▲ Спутник InflateSail и его парус, уложенный по методу оригами

Британский экспериментальный *InflateSail (QB50 GB06)* – тройной кубсат массой 4 кг – создан специалистами компании SSC (Surrey Space Centre) при Суррейском университете для исследований нижней термосферы и отработки технологий. МКА оснащен раздвижным стержнем длиной 1 м и разворачиваемым пленочным «парусом» площадью около 10 м<sup>2</sup> в развернутом состоянии для испытания системы сведения с орбиты.

Данный КА с первого же дня полета «делом доказывает» зрелость проектного коллектива и работоспособность системы аэродинамического торможения: за время с 24 июня по 17 июля средняя высота его орбиты уменьшилась с 496 до 475 км.

Итальянский МКА для отработки новых технологий и проведения измерений ориентации на орбите *URSA MAIOR (QB50 IT02, University of Roma la Sapienza Micro Attitude in Orbit testing)* – двойной кубсат массой 3 кг, созданный студентами Римского университета «Ла Сапиенца».

В качестве полезной научной нагрузки по проекту QB50 на борту наноспутника установлен многоигольный лэнгмюровский зонд m-NLP (Multi-Needle Langmuir Probe) – устройство, позволяющее измерять плотность электронов плазмы с высоким временным разрешением без необходимости знать температуру электронов и потенциал спутника.

Кроме того, *URSA MAIOR* несет аппаратуру автономного сведения наноспутника с орбиты Artica на основе космического паруса и системы управления ориентацией, работающей на холодном газе и построенной на микроэлектромеханических элементах MEMS (Micro Electro Mechanical System). Последняя разработана аэрокосмическим исследовательским университетом «Ла Сапиенца» и будет испытываться с использованием постоянной тяги в течение заданного промежутка времени, чтобы ускорить вращение МКА вокруг оси до необходимой угловой скорости. Система способна выполнять до десяти тестов при одинаковой номинальной тяге 1 мН.

*URSA MAIOR* также входит в набор научных спутников QB50-DS, которые переместились с «Днепра» на PSLV-XL.

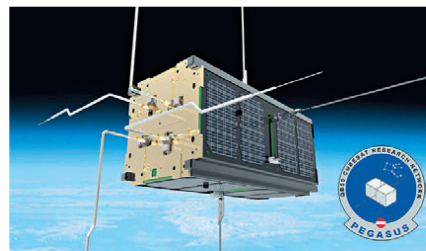
Китайский экспериментальный спутник для изучения земной атмосферы *NUDTSat (QB50 BE06)* – двойной кубсат массой 2 кг,

построенный в Национальном университете оборонной техники Народно-освободительной армии Китая (г. Чанша, провинция Хунань, КНР). В рамках проекта QB50 он и остальные китайские аппараты почему-то числятся как бельгийские. В числе прочих предназначался к запуску на «Днепре», но был пересажен на PSLV-XL.

В качестве полезной научной нагрузки КА несет масс-спектрометр ионов и нейтральных частиц INMS (Ion and Neutral Mass Spectrometer) – миниатюрный анализатор, предназначенный для регистрации легких ионизированных и нейтральных частиц (атомный и молекулярный кислород, азот и закись азота) в нижней термосфере.

Австрийский экспериментальный *Pegasus (QB50 AT03)* массой 2 кг – двойной кубсат для изучения земной атмосферы, созданный в Высшей школе прикладных наук Винер-Нойштадт (Fachhochschule Wiener Neustadt).

В рамках проекта QB50 аппарат оснащен многоигольным лэнгмюровским зондом m-NLP. МКА также несет систему управления ориентацией, бортовой компьютер, телекоммуникационные устройства и систему электропитания на солнечных батареях и аккумуляторах.



Кроме того, спутник имеет двигательную установку – импульсный плазменный электроракетный двигатель, состоящий из четырех миниатюрных тяговых камер, собранных на одной печатной плате и называемых  $\mu$ PPT (Miniaturized Pulsed Plasma Thruster). Каждая камера имеет потребляемую мощность 2,5 Вт, частоту разряда 1 Гц и массу 294 г. Система из четырех  $\mu$ PPT может обеспечить наноспутнику приращение скорости 5,5 м/с.

Британский *UCLSat (QB50 GB03, University College London Satellite)* массой 2 кг – двойной кубсат для изучения земной атмосферы и отработки новых технологий. Разработан студентами Мюллердовской лаборатории космических исследований Лондонского университетского колледжа для тестирования нескольких технологий в космосе. Для научных экспериментов в нижней термосфере несет блок с масс-спектрометром INMS. Кроме того, на борту UCLSat стоит набор датчиков для анализа энергии частиц и среды магнитного поля.

UCLSat тоже «пересел» с «Днепра» на индийскую ракету PSLV-XL. На орбите спутник отделился от последней ступени носителя, но, похоже, не работает.

Чешский *VZLUsat-1 (QB50 CZ02)* массой 2 кг – двойной кубсат, построенный



▲ Чешский VZLUsat-1 с рентгеновским телескопом в пражском Авиационном исследовательско-испытательном центре VZLÚ (Výzkumný a zkušební letecký ústav) для тестирования нескольких технологий в космосе и участия в миссии QB50.

На борту МКА установлены следующие научные приборы и экспериментальные устройства:

- ◆ миниатюрный рентгеновский телескоп, состоящий из пиксельного детектора *Timepix* для получения изображений в рентгеновском диапазоне энергий 3–50 кэВ с датчиком размером 256×256 пикселей и подвижной рентгеновской оптикой, которая использует устройство типа «глаз лобстера» для осмотра с помощью мягких рентгеновских лучей (5–20 кэВ) и в качестве коллиматора в области жесткого рентгеновского излучения (свыше 35 кэВ);

- ◆ радиационно-стойкий композитный корпус для электроники, обладающий повышенной теплопроводностью;

- ◆ панель солнечных батарей на композитной подложке;

- ◆ полая решетка ретрорефлектора на композитной основе.

В качестве полезной нагрузки по программе QB50 спутник несет эксперимент Flux-Φ-Probe (FIPEX), поставленный Техническим университетом Дрездена с целью отличать и измерять временное поведение атомарного и молекулярного кислорода в качестве ключевого параметра нижней термосферы. Атомарный кислород является доминирующим видом в этих регионах, поэтому его измерение имеет решающее значение для подтверждения моделей атмосферы.

### Экспериментально-технологические кубсаты

Итальянский *D-SAT* (Deorbit Satellite) массой 4.5 кг – тройной кубсат компании D-orbit. Впервые в мире аппарат такой размерности оснащается твердотопливным ракетным двигателем, запускаемым после двухмесячного свободного полета. Основное назначение миссии – демонстрация реактивного торможения наноспутника, которое может стать одним из ответов на проблему растущего числа нефункционирующих аппаратов на низкой околоземной орбите.

Двигатель размером 97×122 мм, массой 0.9 кг (включая 0.3 кг топлива) при времени горения 3.2 сек, средней тяге 25 кгс и удельном импульсе 266 сек способен уменьшить скорость МКА на 180 м/с. Система соответствует стандарту безопасности MIL-STD-1576.

Для ориентации перед включением двигателя служит система с датчиками GPS и маховиками в качестве исполнительных органов.

Кроме двигателя, D-SAT несет еще три эксперимента:

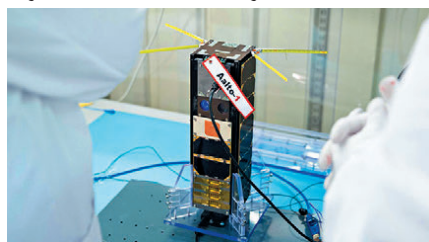
- ◆ *SatAlert* – орбитальная проверка протокола накопления аварийных сообщений MAMES (Multiple Alert Message Encapsulation). D-SAT будет собирать аварийные сообщения наземных станций, хранить их на борту и транслировать в национальные органы общественной безопасности после получения команды. Эксперимент подтвердит типичный аварийный сценарий, когда органам гражданской обороны необходимо средство для передачи инструкций в районы, пострадавшие от стихийных бедствий, в когда наземная инфраструктура связи повреждена;

- ◆ *DeCas* – оценка динамики входа в атмосферу Земли небольшого и легкого «умного фрагмента космического мусора», способного определять свое положение при сходе с орбиты, активизируясь и транслируя данные. В реальном сценарии эта информация будет обрабатываться для определения следов обломков, а затем передаваться в режиме реального времени населенным пунктам и самолетам, пролетающим в зоне падения. D-Sat проверит метод, имитируя использование *DeCas* во время полета на орбите и при входе в атмосферу;

- ◆ *Atmosphere Analyzer* – эксперимент по сбору данных в нижней ионосфере во время схода с орбиты. Перед разрушением D-SAT пересечет область высот от 150 до 80 км – наименее изученный регион атмосферы, недоступный ни спутникам, ни стратостатам. D-SAT проверит инновационные решения в области сбора данных, которая будет развита в рамках отдельной миссии в 2019 г.

Американский экспериментальный *Tyvak-53B* – тройной «кубсат», построенный поставщиком сервисных услуг Tyvak Nano-Satellite Systems в интересах компании Pacific Scientific Energetic Materials Company (PasSci EMC) для тестирования в полете ее компонентов, – должен продемонстрировать новый метод схода МКА с орбиты с использованием микроминиатюрных РДТТ MAPS на «чистом» топливе, а также универсальную малогабаритную управляющую аппаратуру SEA для их поочередного задействования. Пока, однако, спутник проявил себя лишь однократным подъемом орбиты на 0.15 км между 30 июня и 1 июля.

Финский тройной кубсат *Aalto-1* массой 3.8 кг разработан в Университете Аалто в Хельсинки. На МКА размещается экспериментальный спектрометр Фабри-Перо для получения многоканальных спектральных изображений, которые могли бы внести вклад в исследования Земли и космического пространства в будущих миссиях. МКА также изучает космическое излучение с помощью



специально разработанного датчика. В качестве устройства для сведения наноспутника с орбиты в конце миссии будет испытан стометровый «плазменный тормоз». Финский аппарат «мигрировал» на индийский носитель с американской РН семейства Falcon (миссия SHERPA).

Французский экспериментальный КА *Robusta-1B* (Radiation on Bipolar Test for University Satellite Application) массой 1 кг – одинарный кубсат, разработанный и изготовленный студентами Университета Монпелье в сотрудничестве с Национальным центром космических исследований CNES. Предназначен для изучения воздействия радиации на износ электронных компонентов на основе биполярных транзисторов. Полученные в полете данные будут сравниваться с результатами нового метода прогнозирования, учитывающего повышенную чувствительность электроники к низкой дозе облучения. Эксперимент также позволит дополнить информацию о радиационных поясах Земли.

Первый наноспутник *Robusta-1*, выведенный на орбиту 13 февраля 2012 г., прекратил работать через несколько дней после запуска: в ходе расследования обнаружилась неисправность в системе подзарядки батарей.

Чилийский образовательный *SUCHAI* (Satellite of the University of Chile for Aerospace Investigation) массой 1 кг – одинарный кубсат для обработки новых технологий. Разработан студентами, инженерами и преподавателями кафедр электротехники, физики и машиностроения факультета физико-математических наук Университета Чили.

В качестве полезной нагрузки несет:

- ◆ лэнгмюровский датчик для исследования ионосферы путем измерений вариаций плотности электронов в ионосфере синхронно с радаром некогерентного рассеяния;

- ◆ прибор для изучения неравновесных флуктуаций электроники в неблагоприятной среде;

- ◆ термоэксперимент для изучения рассеяния тепла электроникой в невесомости;

- ◆ небольшую цифровую камеру для изучения возможности наблюдения Земли из космоса;

- ◆ GPS-приемник для вычисления положения МКА в пространстве.

Словацкий образовательный *skCube* массой 1 кг – одинарный кубсат, разработанный и построенный Университетом Жилина в сотрудничестве с Технологическим университетом в Братиславе и Словацкой организацией космической деятельности SOSA при поддержке правительства страны. Как и *Aalto-1*, его первоначально планировалось запустить на «Фолконе».

Научная полезная нагрузка МКА – приемник радиосигналов очень низкой частоты (ОНЧ) диапазона 3–30 кГц с возможностью последующей обработки сигналов. Цель эксперимента – регистрация т. н. «свистунов» для исследования земных молний и ионосферы Земли.

Кроме того, *skCube* оснащен камерой для получения изображений с полем зрения 60° с инфракрасным или нейтральным фильтром и матрицей 750×480 пикс. Сжатые изображения записываются на FLASH-накопитель и сбрасываются при пролете над станцией управления в Шаморине вблизи Братиславы.

**23** июня в 21:04:33 ДМВ (18:04:33 UTC) с 4-й пусковой установки 43-й площадки Государственного испытательного космодрома Плесецк боевой расчет военнослужащих Космических войск Воздушно-космических сил (ВКС) совместно со специалистами ракетно-космической промышленности выполнил пуск ракеты-носителя «Союз-2.1В» (14А15 № 78072003) с блоком выведения «Волга» (14С46) и космическим аппаратом в интересах Министерства обороны РФ.

Через две минуты после старта ракету приняли на сопровождение средства наземного автоматизированного комплекса управления Главного испытательного космического центра имени Г.С.Титова. В 21:12 блок выведения со спутником отделился от второй ступени носителя, которая, по данным Стратегического командования (СК) США, осталась на орбите наклонением 98.06°, высотой 296×676 км и периодом обращения 94.00 мин.

На целевую орбиту аппарат был доставлен посредством одного включения двигательной установки «Волги». В 22:27 после отделения от блока выведения спутник был взят на управление наземными средствами Космических войск ВКС с присвоением ему названия «Космос-2519». С аппаратом поддерживалась устойчивая телеметрическая связь, и его бортовые системы работали нормально.

СК США обнаружило «Космос-2519» на солнечно-синхронной орбите с начальными параметрами:

- наклонение – 98.05°;
- минимальная высота – 660.7 км;
- максимальная высота – 683.6 км;
- период обращения – 98.03 мин.

В американском каталоге спутник получил номер **42798** и международное обозначение **2017-037А**.

Общее руководство пуском на космодром осуществлял командующий Космическими войсками – заместитель главнокомандующего ВКС генерал-лейтенант Александр Головкин.

На головном обтекателе (98КС № 78072003) ракеты была размещена эмблема в честь 60-летия образования объекта «Ангара», ставшего впоследствии космодромом Плесецк.

Состоявшийся пуск стал третьим для носителя легкого класса «Союз-2.1В» в рамках его летно-конструкторских испытаний. Это был 1615-й орбитальный пуск с Плесецка, четвертый полет «Волги» и 293-й старт с пусковой установки № 4.

По информации журналиста Анатолия Зака, размещенной им на сайте [www.russian-spaceweб.com](http://www.russian-spaceweб.com), подготовка «Союза-2.1В» на стартовом комплексе была осложнена технической неисправностью, приведшей к необходимости замены на носителе четырех неназванных блоков 22 июня. При этом рассматривался вариант отсрочки запуска с 23 на 25 июня. Кроме того, в день пуска возникли проблемы с заправкой второй ступени «Союза-2.1В», которая в результате была завершена буквально за 15 мин до старта.

В двух предыдущих пусках «Союза-2.1В», состоявшихся в декабре 2013 г. (НК № 2,



А. Красильников.  
«Новости космонавтики»  
Фото Минобороны РФ

## Третий пуск легкого «Союза»

2014, с.60-65) и декабре 2015 г. (НК № 2, 2016, с.34-38), блок выведения после доставки полезной нагрузки на орбиту сводился с нее. И на этот раз для судоходства закрывался район падения «Волги» в южной части Тихого океана между 30° и 60° ю.ш. и между 90° и 175° з.д. на период с 21:00 23 июня по 11:00 ДМВ 24 июня.

В связи с этим стоит упомянуть интересный момент. По данным А. Зака, «Волга» была сведена с орбиты в запланированное время, то есть не позднее 24 июня. Однако СК США утверждает, что данное событие произошло 27 июня. Кто прав?

Как известно по итогам второго пуска «Союза-2.1В», блок выведения выдает торсионный импульс по жесткой циклограмме, которую невозможно изменить по причине того, что он не оснащен аппаратурой командной радиолнии. Могли ли «Волгу» оснастить такой аппаратурой к третьему пуску «Союза-2.1В», чтобы в случае необходимости иметь возможность изменить циклограмму? Могли, но это сомнительно. Отсюда остается только вариант сведения «Волги» – 24 июня: если бы этого не произошло, то она осталась бы на орбите и после 27 июня.

В американском каталоге блок выведения идентифицировали с объектом, который получил номер **42799** и международное обозначение **2017-037В**. На данный объект американские военные выдали шесть наборов двухстрочных элементов TLE, причем не в хронологическом порядке – сначала первый и четвертый, затем шестой и наконец – три пропущенных. Временная привязка их такова: первые три набора имеют эпоху до 11:00 ДМВ 24 июня, то есть до времени закрытия окна в районе затопления «Волги». Четвертый набор хотя и позднее этого времени (13:10 ДМВ 24 июня), но ненамного, что может говорить о его предположительном характере.

А вот появление пятого и шестого наборов на объект 42799 с эпохами 01:07 и 09:17 ДМВ 26 июня, то есть через двое суток после расчетного времени сведения «Вол-

ги», может свидетельствовать о наличии у «Космоса-2519» чего-то вроде субспутника, который, предположим, отстыковался и снова пристыковался к основному аппарату. Тем более что объект 037В в это время находился недалеко от спутника...

Что касается самого «Космоса-2519», то в его орбитальном поведении по TLE читается небольшой маневр с уменьшением периода обращения на 0.12 сек, проведенный 27 июня. И еще: совпадение это или нет, но аппарат запущен практически в ту же плоскость, что и «Космос-2486», который идентифицирован западными аналитиками как второй спутник оптико-электронной разведки «Персона».

Так каково же назначение «Космоса-2519»? Удивительно, но Минобороны РФ сочло нужным рассказать о том, что запущенный спутник представляет собой космическую платформу, на которой могут размещаться различные варианты полезной нагрузки, и в данном случае – оборудование для дистанционного зондирования Земли и аппаратура для съемки космических объектов.

Уже эта информация может говорить о том, что «Космос-2519» является аппаратом нового поколения. Однако отметим, что совмещать задачи дистанционного зондирования и съемки космических объектов на одном спутнике довольно проблематично.

Между тем уже упомянутый А.Зак и вслед за ним ряд западных аналитиков считают, что это первый геодезический спутник «Напряжение» (14Ф150), созданный в химкинском НПО имени С.А.Лавочкина в рамках проекта «Нивелир-3У». Так уж случилось, что любой желающий может обнаружить в Интернете множество упоминаний как индекса 14Ф150, так и названий «Напряжение» и «Нивелир» с разными буквенными суффиксами. Но вот подтверждения достоверности интерпретации А. Зака, равно как и того, что «Космос-2519» является именно тем аппаратом, о котором он рассказал, там найти не удалось...



Судя по описанию, данному военным ведомством, спутник, запущенный 23 июня, не похож на геодезический. Кроме того, напомним, что у Минобороны РФ уже имеется геодезический спутник «Гео-ИК-2».

Если же все-таки согласиться с предположением, выдвинутым А. Заком, то связь темы «Нивелир» с геодезией, скорее всего, почерпнута из доклада «Роль и место исследований по развитию космических геодезических систем серии «Гео-ИК» и развитию глобальной опорной сети системы ГЛОНАСС», размещенного на сайте Информационно-аналитического центра координатно-временного и навигационного обеспечения ЦНИИмаш. В нем сообщается следующее: «Четвертым ЦНИИ Минобороны РФ совместно с кооперацией подготовлена и представлена заказчику тематическая карточка на проведение базовой научно-исследовательской работы (НИР) «Нивелир-П» в 2014–2015 гг. «Комплексные исследования путей создания многоярусной космической системы мониторинга геодезических параметров Земли в интересах обеспечения стратегических сил и высокоточного оружия. Экспериментальная отработка ключевых элементов системы»».

На сайте РКЦ «Прогресс» несколько лет назад размещались следующие закупки: «Изготовление и поставка модулей ЗУ для изделия 14Ф150 (ОКР «Нивелир-ЗУ»); «Поставка ЭРИ ОП и ЭРИ ИП в обеспечение комплектования ЗУ ОКР «Нивелир»; «Поставка ЭРИ ИП в обеспечение комплектования ЗУ для ЭО КА «Напряжение»; «Изготовление и поставка

модулей ЗУ для ЭО КА «Напряжение»; «Поставка модулей ХП-М, ЦСВВ, ЗУ в обеспечение комплектования ОКР «Нивелир-Л-ЗУ»; «Поставка модулей ХП-М, ЗУ, ЦСВВ для образца технологического блока ЗУ для стенда КА 14Ф150». Расшифруем аббревиатуры для понимания: ЗУ – запоминающее устройство; ОКР – опытно-конструкторская работа; ЭРИ ОП и ЭРИ ИП – соответственно электрорадиоизделия отечественного и иностранного производства; ЭО – экспериментальная отработка; ЦСВВ – цифровая система ввода-вывода.

В годовом отчете РНИИ «Электронстандарт» за 2012 г. говорилось о сертификации элементной базы бортовой аппаратуры ма-

лоразмерных космических аппаратов в рамках составной части ОКР «Нивелир-ЭРИ». В годовом отчете НПП «Геофизика-Космос» за 2013 г. сообщалось, что в целях расширения рынка сбыта выпускаемых приборов проводится согласование протоколов разрешенного применения приборов на космических аппаратах «Спектр-РГ», «Нивелир-Л», «Напряжение-Л», «Резонанс» и 14Ф01.

Кроме того, Учебно-научно-производственный комплекс Московского физико-технического института являлся соисполнителем двух НИР, выполняемых институтом и имеющих шифры «Нивелир» и «Напряжение» и общую стоимость 13.5 млн руб.

Из всего этого можно сделать вывод, что спутник 14Ф150, вероятнее всего, именуется не «Напряжением», а «Нивелиром», и является малоразмерным аппаратом.

В сети находится закупка в интересах ЦЭНКИ для дооборудования стартового комплекса 17П32-С4 под спутник 14Ф150. Соответственно данный аппарат запускается с 4-й пусковой установки 43-й площадки космодрома Плесецк.

В материале портала «Бизнес России», опубликованном 2 мая 2017 г. и посвященном 80-летию НПО имени С.А. Лавочкина, приводится поздравление химкинскому предприятию от генерального директора Российского института радионавигации и времени Бориса Шебшаевича. В нем говорится следующее: «Мы продуктивно сотрудничаем с вами в области создания автономной системы навигации для космических аппаратов, таких как «Арктика-М», «Резонанс», «Нивелир» и других».

В годовом отчете НПП «Квант» за 2016 г. отмечается, что предприятием выполнялись разработка, изготовление и поставка панелей солнечных батарей аппарата 14Ф150 общей площадью 4.6 м<sup>2</sup> по заказу НПО Лавочкина. Кроме того, само химкинское предприятие в 2013 г. объявляло конкурс с целью реконструкции помещения ЭК №2 в корпусе №139 для создания производственных участков сборки и комплексных электрических испытаний спутника 14Ф150.

Если 23 июня на орбиту действительно был выведен аппарат 14Ф150, то стоит порадоваться за НПО имени С.А. Лавочкина, которое в год своего юбилея создало новый спутник в интересах Минобороны РФ.





# Второй спутник спустился 36 лет

Е. Рыжков специально  
для «Новостей космонавтики»

**23** июня в 15:10 EDT (19:10 UTC) со стартового комплекса LC-39A Космического центра имени Кеннеди стартовые расчеты компании SpaceX при содействии 45-го космического крыла ВВС США осуществили пуск ракеты Falcon 9 FT № 37 с болгарским телекоммуникационным спутником BulgariaSat-1.

Полет носителя с повторно используемой первой ступенью B1029 проходил штатно, и через 34 мин 55 сек после старта КА отделился от второй ступени и вышел на расчетную орбиту с параметрами:

- наклонение – 23,95°;
- перигей – 252 км;
- апогей – 65 320 км;
- период обращения – 1279,9 мин.

В каталоге Стратегического командования США спутник получил номер **42801** и международное обозначение **2017-038A**.

Данный старт стал 36-м пуском Falcon 9 и 16-м для варианта Falcon 9 FT, который «переплюнул» Falcon 9 v1.1 – до сего дня самую часто летавшую версию ракеты. До данного старта оба варианта имели в активе по 15 миссий, в то время как оригинальный Falcon 9 v1.0 стартовал всего пять раз.

Это был уже восьмой пуск для SpaceX и одновременно для ракеты Falcon 9 в текущем году, в том числе четвертый с выводением КА на геопереходную орбиту.

Помимо этого, Falcon 9 стал третьим космическим носителем, стартовавшим в пятницу 23 июня 2017 г. В этот день в 03:59 UTC был запущен индийский носитель PSLV C38, в то время как российский «Союз-2.1В» ушел со старта в 18:04 UTC – за час с небольшим до детища Элона Маска.

## Подготовка, пуск и посадка ступени

Спутник был доставлен на мыс Канаверал из Пало-Альто 12 мая под запуск 17 июня. Однако SpaceX на двое суток задержала огневые испытания двигателей первой ступени на старте – вместо 13-го они состоялись 15 июня,

Время, мин:сек	Событие
-00:03	Включение двигателей первой ступени
00:00	Старт
-00:16	Маневр по тангажу и крену
01:19	Максимальный скоростной напор, дросселирование двигателей
-01:45	Захлаживание двигателя второй ступени
02:36	Команда выключения двигателя первой ступени
02:40	Разделение ступеней
02:47	Включение двигателя второй ступени
03:40	Сброс головного обтекателя
06:19	Включение двигателя первой ступени перед входом в атмосферу
-08:00	Включение двигателя для посадки первой ступени
08:31	Приземление первой ступени на автономную баржу
08:38	Первое выключение двигателя второй ступени, начало пассивного участка полета
27:08	Второе включение двигателя второй ступени
28:13	Второе выключение двигателя второй ступени
34:55	Отделение спутника BulgariaSat-1

и пуск сместился на 19 июня. Накануне старта была выявлена проблема с пневмоклапаном системы, используемой для разделения двух створок головного обтекателя. Запуск перенесли, сообщив, что миссия состоится «не раньше 23 июня»: компания решила заменить неисправный клапан прямо на ракете.

23 июня старт состоялся с первой попытки, хотя и с часовой задержкой для проверки наземных систем. Девять двигателей Merlin-1D первой ступени Falcon 9 включились за 3 сек до момента T=0, и после набора тяги ракета стартовала. Расчетная циклограмма выведения показана в таблице 1.

После разделения ступеней первая произвела разворот для входа в атмосферу, торможение при входе с последовательной работой одного, трех и вновь одного ЖРД, а на подходе к платформе выполнила заключительное торможение с использованием трех двигателей. Посадка на плавучей платформе OCISLY («Of course I still love you») в Атлантическом океане почти совпала по времени с выходом второй ступени на опорную орбиту.

Телеметрия зафиксировала успешную посадку, хотя трансляция прервалась в самый неподходящий момент, после чего на экране появилась ступень, стоящая на палубе самоходной баржи в стороне от центра посадочного знака.

«Ракета сильно обожжена и жестко села на палубу (задействовав почти все резервы), но в остальном все гладко», – таким твитом глава компании SpaceX Элон Маск подытожил посадку. Днем позже он пояснил, что в последние секунды ступень почему-то резко повело вбок («сильный порыв или какая-то неисправность на борту»), однако она смогла выправиться и попасть на палубу. Вот почему в последние секунды трансляции зрителям показалось, что факел двигателя касается морской воды!

Специалисты SpaceX подчеркнули, что специфические условия при попытке посадки данной ступени были, пожалуй, «самыми сложными из встречавшихся» из-за высоких нагрузок при входе в атмосферу. До старта Э. Маск писал в твиттере, что из-за этого есть «большой шанс, что ступень не сможет возвратиться нормально».

Наблюдатели с интернет-форума «Новостей космонавтики» отметили, что по условиям на момент разделения «болгарский» запуск был очень близок к выведению КА Thaicom-8 в мае 2016 г., однако тайландский спутник был значительно легче – 3025 против 3669 кг. Они также сопоставили текущий старт с запуском КА JCSat-14, когда ступень впервые успешно приземлилась на баржу, обеспечив выведение на геопереходную орбиту.

Как можно видеть из таблицы, полная энергия ступени в обеих миссиях была примерно одинаковой, но по неизвестным причинам режим первого торможения для запуска BulgariaSat-1 резко отличался.



Табл. 2. Посадочные условия двух миссий SpaceX

Характеристика	Запущенный аппарат	
	JCSat-14	BulgariaSat-1
Дата запуска	6 мая 2016 г.	23 июня 2017 г.
Высота при разделении ступеней, км	64,8	65,3
Скорость первой ступени поле разделения, м/с	2300	2360
Максимальная высота подъема первой ступени, км	131,2	119
Скорость на максимальной высоте, м/с	2025	2138

Еще в порту Канаверал до выхода OCISLY в рейс аэрофотосъемка засекла на платформе автоматическое гусеничное транспортное средство, в котором эксперты опознали робота, который должен закреплять севшую ступень на палубе. По их мнению, это указывает на задумку SpaceX спасти ступени, не прибегая к участию человека, – нет необходимости отправлять людей на автономную баржу для выполнения работ со ступенью, когда все может сделать автомат.

За неимением официальных заявлений по поводу этого «спасательного средства» в общем и упоминания его названия в частности, механизм получил прозвище Roomba в честь известного бытового робота-пылесоса. Осталось неизвестным, задействовали ли робота, известного также как OctoGrabber, для эвакуационных работ после приземления ступени.



▲ Кадр трансляции посадки ступени на баржу

Неизвестно также, была ли в данном случае предпринята попытка спасти половинки головного обтекателя и был ли он оснащен системой ориентации в пространстве и парашютом для снижения скорости приводнения.

Зато достоверно известно, что 23 июня во второй раз использовалась повторно первая ступень FH Falcon 9. Экземпляр с обозначением B1029 в первый раз стартовал 14 января 2017 г. с авиабазы Ванденберг, вывода 10 спутников Iridium-NeXT на низкую околоземную орбиту, а после отделения приземлился на морскую платформу. Второй старт был выполнен спустя всего пять месяцев. Кстати, сама компания для таких случаев придумала термин «Flight-Proven», то есть «проверенная в полете».

Напомним, что впервые в истории SpaceX повторно использовала первую ступень B1021 в ходе запуска спутника SES-10 в марте 2017 г. До этого ступень летала в апреле 2016 г. с заданием CRS SpX-8. После второго полета B1021 восстановили и планируют выставить для экспозиции на мысе Канаверал.

Интересный факт: B1021 была первой ступенью, работавшей с двух разных стартовых позиций: первый пуск состоялся с комплекса SLC-40 станции BBC «Мыс Канаверал», второй – с комплекса LC-39 Космического центра Кеннеди – соседствующих, но все-таки разнесенных на несколько километров сооружений. А вот запуск BulgariaSat сделал B1029 первым многоразовым средством, стартовавшим с восточного и западного побережий Соединенных Штатов.

Добавим, что пять из 11 успешных посадок ступеней FH Falcon 9 реализовались на сушу в посадочную зону LZ-1 (Landing Zone 1), еще пять – на плавучую платформу OCISLY (Of Course I Still Love You) в Атлантическом океане и одна – на платформу JRTI (Just Read the Instructions). Первая ступень носителя спутника BulgariaSat приземлилась на платформу OCISLY и тем самым стала первой осуществившей благополучную посадку на оба плавучих космодрома\*.

## Второй спутник в истории Болгарии

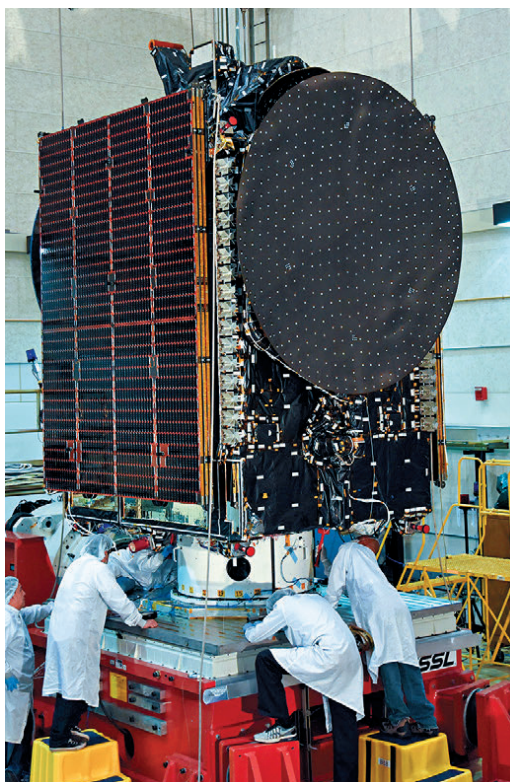
8 сентября 2014 г. компания Space Systems/Loral (SSL) объявила о получении заказа на телекоммуникационный спутник от болгарской компании Bulgaria Sat – подразделения Bulsatcom, ведущего телекоммуникационного оператора Болгарии и провайдера услуг

платного кабельного телевидения, предоставляющего более 100 цифровых телеканалов и высокоскоростной интернет-доступ абонентам в Болгарии и Сербии.

Аппарат BulgariaSat-1 предназначался для оказания услуг фиксированной связи и прямого телевизионного вещания в Ku-диапазоне в балканском регионе и должен был стать первым телекоммуникационным спутником Болгарии. Было также объявлено, что SSL изыскала

возможность полностью профинансировать создание КА через Экспортно-импортный банк США, что и определило выбор подрядчика. По условиям контракта аппарат поставлялся «под ключ» на орбите после запуска на FH Falcon 9 в 2016 г.

Как сообщил главный исполнительный директор Bulsatcom и BulgariaSat Максим Заяков, проект обошелся в 235 млн \$, вклю-



▲ BulgariaSat-1 на этапе финальных проверок

чая стоимость спутника, наземных систем, запуска и страховки. До ввода КА в строй единственный болгарский оператор арендует транспондеры на греческом Hellas Sat-2.

Многие ошибочно считают, что BulgariaSat-1 – первый спутник, принадлежащий Болгарии, однако это не так. Один из спутников серии «Интеркосмос», сконструированный и запущенный с целью помочь продвинуть космическую науку и развить достижения входивших в программу социалистических стран, был официально посвящен 1300-летию болгарского государства и зарегистрирован как КА Народной Республики Болгарии под названием «Интеркосмос-Болгария-1300», хотя в действительности был изготовлен ВНИИЭМ в подмосковной Истре на базе метеоспутника «Метеор-2» и имел порядковый номер «Интеркосмос-22». Научная аппаратура была разработана и изготовлена учеными Болгарии и размещена

сразу на двух КА – советском «Метеор-Природа» №2-4 и болгарском «Интеркосмос-Болгария-1300», выведенных на орбиту 10 июля и 7 августа 1981 г. соответственно.

Стартовавший спустя 36 лет геостационарный телекоммуникационный спутник BulgariaSat-1 построен на базе промежуточного варианта космической платформы SSL-1300, его стартовая масса – 3669 кг. Он имеет две трехпанельные солнечные батареи, дающие 10 кВт энергии, и две рабочие антенны. Система трехосной ориентации и стабилизации оснащена новейшими навигационными датчиками и маховиками.

В качестве полезной нагрузки КА оснащен комплексом из 33 транспондеров Ku-диапазона, 30 из которых послужат для спутникового телевидения в режиме HD и Ultra HD, а три оставшихся – для фиксированной спутниковой связи. Часть транспондеров имеет ширину полосы 36 МГц, а часть – 33 МГц. Частоты линий «борт–Земля» лежат в диапазоне 11.3–12.6 ГГц, для передачи на борт используются диапазоны 17.3–18.1 ГГц и 13.2–14.1 ГГц. Спутник будет поддерживать распределение видео с высоким разрешением, прямое спутниковое телевидение, корпоративные сети, связь через малые терминалы VSAT, передачу данных и даже сбор новостей через спутник.

Первая зона покрытия – европейская – охватит значительную часть Западной и Центральной Европы, часть Балкан, Северную Африку и Средний Восток. Вторая зона – балканская – меньше, и ее центром является, разумеется, территория Болгарии. Однако на ней также осуществляется добавочное покрытие других стран Балкан: зона растягивается от греческого острова Крит на севере до южной Польши и от Австрии и Словении на западе до пролива Босфор.

После начала самостоятельного полета BulgariaSat-1 развернул солнечные батареи и выполнил серию маневров доведения на геостационар. Уже 3 июля аппарат был стабилизирован в расчетной точке 1.9° в. д., где начались его испытания. Начало вещания со спутника намечено на середину августа. Срок службы КА рассчитан минимум на 15 лет, однако благодаря экономичному выведению на суперсинхронную переходную орбиту сэкономлен значительный объем топлива, так что орбитальное дежурство может «растянуться» до 20 лет.

Болгария стоит последней в длинном списке стран, которые, однажды решив создать собственных спутниковых операторов, спустя несколько «световых лет», только недавно, стали заниматься постройкой и запусками национальных телекоммуникационных спутников. Начавшееся несколько лет назад, а затем разросшееся в масштабах возникновения национальных спутниковых операторов дало своеобразный импульс: к данному моменту существует более двух дюжин стран, не обладавших собственным спутником около пяти лет назад, а в настоящее время выведших в космос один спутник или только планирующих запуск. И этот пул операторов сейчас рассматривается как существенный риск для них самих при недостаточном уровне менеджмента (с их стороны).

\* В январе 2017 г. B1029 приземлилась на JRTI.

# Рутинный полет – новая десятка «Иридиумов» на орбите

И. Афанасьев.

«Новости космонавтики»

**25** июня в 13:25:14 PDT (20:25:14 UTC) со стартового комплекса SLC-4E базы ВВС США «Ванденберг» специалисты компании SpaceX при поддержке 4-й эскадрильи космических запусков 30-го космического крыла ВВС США осуществили пуск PH Falcon 9 FT №38 с десяткой спутниками связи Iridium NEXT.

Старт и полет носителя прошли штатно, спустя 72 мин спутники были доставлены на орбиты, начальные параметры которых приведены в таблице.

Спутник	Обозначение в каталоге Стратегического командования США		Параметры орбиты				
	Номер	Межд. обозн.	i	Ир, км	Иа, км	P, мин	
Iridium 117	42808	2017-039F	88.668°	611.5	625.4	97.075	
Iridium 126	42809	2017-039G	88.667°	612.1	625.1	97.077	
Iridium 115	42806	2017-039D	88.666°	612.4	625.0	97.080	
Iridium 123	42804	2017-039B	88.666°	612.9	624.8	97.084	
Iridium 113	42803	2017-039A	88.665°	613.6	625.1	97.089	
Iridium 120	42805	2017-039C	88.672°	613.2	625.5	97.095	
Iridium 124	42810	2017-039H	88.670°	613.7	625.3	97.099	
Iridium 118	42807	2017-039E	88.670°	614.1	625.2	97.103	
Iridium 121	42812	2017-039K	88.669°	614.5	625.1	97.106	
Iridium 128	42811	2017-039J	88.668°	614.7	625.1	97.109	

Первая ступень PH с номером V1036 совершила успешную посадку на самоходное судно «Просто прочти инструкции» (Just Read the Instructions) в Тихом океане.

## Пуск

По контракту между Iridium Communications Inc. и SpaceX последняя должна запустить 75 низкоорбитальных спутников связи Iridium NEXT на восьми PH Falcon 9. Первый пуск с 10 КА состоялся 14 января (НК №3, 2017, с.28-32).

Тогда выведение второй группы планировалось на апрель, но в феврале заказчик объявил, что следующая миссия будет задержана на два месяца из-за проблем в производстве ракет и плотного пускового манифеста. Позднее генеральный директор Iridium Communications Inc. Мэттью Деш (Matthew J. Desch) заявил, что SpaceX повысил темп производства и пусков: «Они выделили нам даты еще трех запусков в 2017 г. – в августе, октябре и декабре. Теперь мы надеемся не отступать от намеченных планов, поскольку готовы предоставить спутники, как только они смогут их запустить».

27 апреля М.Деш сообщил, что запуск следующих десяти спутников Iridium назначен на 29 июня и что КА будут отправлены с завода в Гилберте, штат Аризона, на космодром в середине мая. По его словам, официальные лица SpaceX и авиабазы Ванденберг подтвердили целевую дату запуска. Аппараты начали прибывать на космодром 22 мая. По этому поводу Деш написал в твиттере: «Первые два спутника Iridium NEXT находятся на пути к авиабазе Ванденберг

для второго запуска! Первая ступень ракеты Falcon 9 уже там». Вскоре к ним присоединились головной обтекатель и вторая ступень носителя, а затем еще четыре КА.

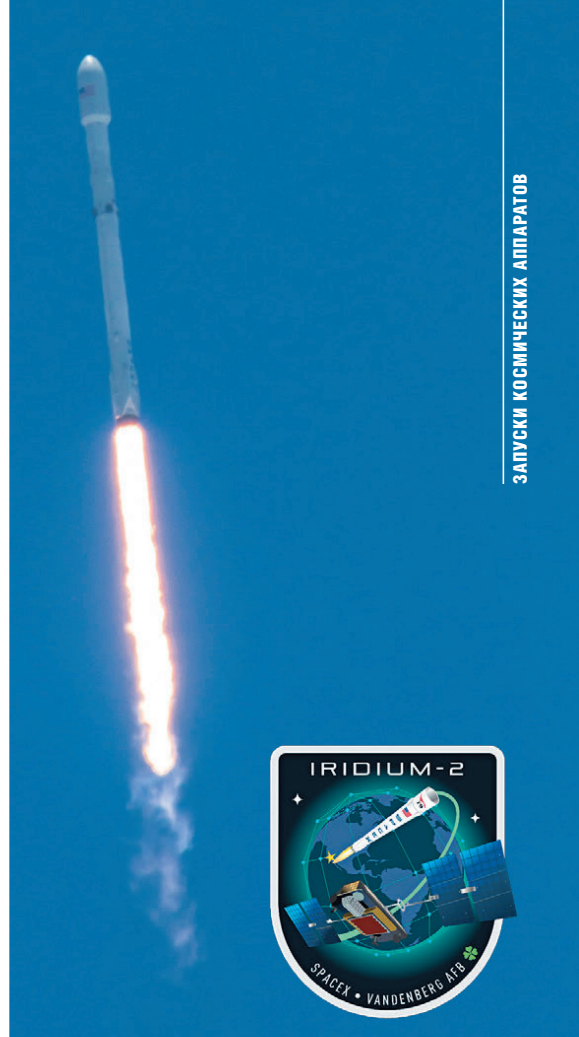
25 мая SpaceX сообщил Iridium, что на авиабазе Ванденберг появилась возможность пуска на четыре дня раньше, то есть 25 июня в 13:24:59 PDT. И эту новую дату команде SpaceX удалось выдержать – уникальный случай в наше время, когда переносы (по крайней мере коммерческих запусков) являются нормой. Уточнили лишь время пуска с расчетом на попадание в определенную плоскость.

К 5 июня вся десятка спутников уже находилась на Ванденберге, а 7 июня Деш констатировал сборку с диспенсером: «Не только на месте, но и теперь все вместе с диспенсером! Мы планируем заправку в эти выходные. До запуска 18 дней!» Внимательные «болельщики» на форуме «Новостей космонавтики» отметили: «Они в каждом сообщении ставят акцент на 25 июня как будто нарочно, чтобы SpaceX не пыталась соскочить с этой даты».

15 июня стала известна дата технологических огневых стендовых испытаний (ОСИ) первой ступени длительностью 3.5 сек на стартовом комплексе SLC-4E – 20 июня. Этот срок был выдержан. Окно для теста первоначально выбрали в районе 11 утра, но затем ОСИ перенесли на 13:30 местного времени\*.

Результаты испытания удовлетворили инженеров SpaceX, о чем незамедлительно было сообщено через социальные сети. Спутники были уже смонтированы на диспенсер, заправлены и укрыты обтекателем, и команда SpaceX провела обзор готовности к запуску LRR (Launch Readiness Review). В целом график подготовки подтвердил способность SpaceX работать над двумя миссиями почти параллельно: одна команда во Флориде готовила к запуску VulgarisSat-1, тогда как вторая трудилась в Калифорнии. Благодаря недавнему изменению конфигурации, Центр управления в Хоторне (Калифорния) также обладает возможностью координировать две миссии, что позволяет избежать «накладок» в процедурах, связанных с двумя отдельными, но близкими по сроку пусками.

25 июня отдыхающих «попросили» с пляжа Халама-Бич близ Ванденберга, а вошедшее в запретную зону судно оперативно выгнали вон. Старт состоялся в срок и прошел настолько гладко, что вызвал своей рутинностью неудовольствие части публики, наблюдавшей его в прямом эфире. Ступени разделились через 148 сек после пуска; еще через пять минут первая ступень V1036

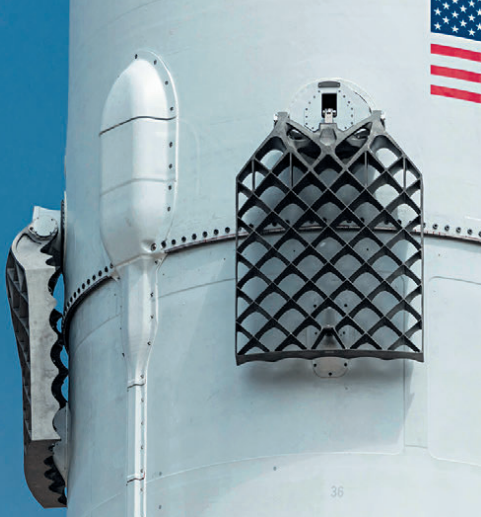


также вполне рутинно, отработав три тормозных импульса, села на самоходное судно в самом центре «мишени». В последний момент из-за сильного тумана и ветра SpaceX внесла изменение в план: плавучую платформу в Тихом океане, на которую позже приземлилась ступень, переместили. В отличие от высокоэнергетических миссий, требующих включения трех двигателей для предпосадочного торможения, в данном полете был задействован только один Merlin 1D.

После разделения вторая ступень продолжила выведение, отработала импульс выхода на опорную орбиту, облетела половину «шарика», повторно включила свой Merlin 1D Vac на три секунды, чтобы скруглить апогей, и спустя 52 мин после старта оказалась на околокруговой орбите высотой 625 км. Отделение КА от диспенсера началось на 58-й минуте полета и заняло почти 15 минут, закончившись где-то над Астраханью. «Выведение всех Iridium NEXT прошло успешно. Подтверждение получено», – информировали в SpaceX.



\* Прожиги первой ступени на старте имеют длинные «окна», чтобы предоставить инженерам возможность устранения неполадок.



## Носитель

Falcon 9 FT, стартовавший 25 июня, отличается от летавших ранее. Можно спросить: а какая ракета Э. Маска не отличается чем-нибудь от предыдущей? Но в данном случае именно он довольно подробно рассказал о наиболее видимом отличии – новых аэродинамических решетчатых рулях из титанового сплава, обеспечивающих стабилизацию и ориентацию первой ступени при возвращении.

Новые решетчатые рули заменяют ранее применявшиеся сварные алюминиевые, которые окрашивались и имели аблятивное теплозащитное покрытие. Как видно на бортовом видео с многочисленными посадок, старые рули были склонны обгорать во время наиболее напряженной части входа в атмосферу, требовали ремонта и/или замены после полета, что отнюдь не соответствует стремлению SpaceX создать первую ступень, способную использоваться с минимальной стоимостью ремонта.

«Носитель летит с более крупными и улучшенными сверхзвуковыми решетчатыми рулями. Каждый из них отлит из цельного куска титана, способен выдержать без защитной оболочки нагрев при входе [в плотные слои атмосферы], – написал Э. Маск в твиттере накануне пуска, а позднее сообщил: – Новые титановые рули сработали даже лучше, чем предполагалось. Они должны выдержать неограниченное количество полетов без обслуживания».

Новые «решетки» имеют в профиль форму крыла летучей мыши и больше по размеру, чем предыдущее поколение. Их аэродинамика улучшена (на фото видно, что в сложенном положении они слегка изогнуты и плотнее прилегают к ступени), а конструкция позволяет выполнять спуск с более высокими гиперзвуковыми скоростями.

Длина алюминиевого изделия оценивается в 1.39 м, а титанового – в 1.66 м. Таким образом, площадь «решетки» увеличена в 1.4 раза, что обеспечивает более надежный контроль при спуске в атмосфере, но требует больших усилий для разворотов и удержания рулей в потоке. «Так и есть, но поскольку гидросистема замкнута, рабочее тело не теряется, – пояснил Э. Маск в твиттере. – Конечно, требуется больше мощности и усилий, но ракета имеет этого в избытке».

Эти изменения в первую очередь актуальны для будущих миссий Falcon Heavy, но также помогут Falcon 9 маневрировать при посадке в условиях сильного ветра. Что же касается замкнутого гидравлического контура, то как раз исчерпание рабочего вещества стало причиной одной из аварийных посадок первой ступени. А сообщить о пересмотре столь странного проектного решения спустя два года после реализации нового варианта – очень в стиле Маска.

Столь же обычно его молчание относительно того, какое место занимает запущенная ракета в стратегии «ползучей модернизации» Falcon 9. Исходя из отличия некоторых внешних деталей, многие наблюдатели полагают, что с Ванденберга стартовал «гибрид» из первой ступени типа Block 3 и модифицированной второй ступени Block 4, которая характеризуется ускоренным процессом заправки. Ранее подобные ракеты были запущены 1 и 15 мая 2017 г.

Предполагается, что изменения на второй ступени были приняты к осуществлению после взрыва ракеты 1 сентября 2016 г. во время заправки баков перед ОСИ (НК № 11, 2016, с.32-37). Вскоре после происшествия, когда Falcon 9 снова «встал на крыло», последовательность загрузки топлива для последующих миссий растянули с 35 до 70 мин, но SpaceX заявила, что изменения в системах жидкого кислорода и гелия на второй ступени позволят еще раз сжать последовательность заправки. Эти модификации со временем были реализованы в эксплуатационных ракетах и в конечном итоге позволили заправлять емкости жидким кислородом и гелием одновременно в рамках новой ускоренной циклограммы, не создавая потенциально опасных условий, которые могли бы привести к воспламенению баллонов, как было при сентябрьской аварии.

Именно поэтому циклограмма заправки в пуске 25 июня была сжата на десять минут: начало автоматизированной последовательности операций обратного отсчета с отметки T-1 час совместили с началом заправки горючим RP-1, после чего на T-35 мин началась заправка жидким кислородом. Напомним: за час в баки ракеты заливают более 500 т переохлажденного окислителя при температуре -207°C и горючего – при -7°C.

Состоявшаяся миссия стала для SpaceX 37-м полетом FH Falcon 9, 17-м – в конфигурации Full Thrust и девятым в 2017 г. Это был

третий пуск в июне и второй в течение двух суток (точнее, 49 часов – 23 июня в Космическом центре имени Кеннеди был запущен болгарский телекоммуникационный спутник BulgariaSat-1 – см. материал на с.55-56).

Приземление первой ступени стало девятым успехом операции спасения подряд. Общая статистика посадок первой ступени носителей SpaceX – 13 успешных попыток из 18, в том числе восемь успешных посадок на самоходное судно и пять на сушу. Нынешняя посадка была второй успешной при пуске из Ванденберга.

Минимальная стоимость пуска FH Falcon 9 составляет 62 млн \$. По словам главы компании Элона Маска, запуск с использованием возвращенной первой ступени будет стоить на 30% дешевле, то есть около 40 млн \$. Подготовка возвращенной ступени к новому старту уже «ужата» до четырех месяцев, а в перспективе SpaceX планирует сократить этот срок до нескольких дней.

14 июня служба связей с общественностью 30-го космического крыла опубликовала сообщение, что запуск 25 июня станет первым для полковника Майкла Хафа (Michael S. Hough), который принял командование крылом 9 июня. «Я очень рад, что мой первый запуск [состоится] в партнерстве со SpaceX, – признался М. Хаф. – И участие в доставке спутников Iridium NEXT на орбиту для удовлетворения растущего спроса на глобальную мобильную связь – это «вишенка на торте». С другой стороны, это будет наша первая миссия с автономной системой безопасности полетов, которая, как ожидается, поможет уменьшить затраты на пуск и улучшить время подготовки к следующему полету».

Автономная система безопасности полетов дебютировала в пуске ракеты Falcon 9 из Космического центра имени Кеннеди в начале этого года, используя программное обеспечение, разработанное 30-м космическим крылом.

## Спутники

Общая масса полезной нагрузки во второй миссии Iridium NEXT составила примерно 9600 кг и включала 10 КА массой около 860 кг и диспенсер массой почти 1000 кг.

Iridium NEXT (подробное описание – в НК № 3, 2017, с.30-32) – второе поколение коммуникационных аппаратов американского оператора Iridium Communications Inc., призванное обновить и заменить действующую спутниковую группировку Iridium. Спутники обеспечивают голосовую связь и передачу данных для мобильных устройств. Разработкой КА занимается французская компания Thales Alenia Space, однако итоговая сборка, интеграция и тестирование производятся в США компанией Orbital ATK.

Поэтапная замена устаревших спутников и развертывание на низкой околоземной орбите близкой по численности группировки новейших Iridium NEXT – первая в истории операция подобного масштаба. По заявлению оператора, разработка КА нового поколения «позволяет создавать новые инновационные продукты и решения». Iridium рассчитывает начать предоставлять такие продукты до конца 2017 г.

«Более быстрые процессоры, память большего объема и современный дизайн спутников обеспечивают лучшее качество



передачи голоса, более высокую пропускную способность данных для наших морских и авиационных клиентов, а также для «интернета вещей» IoT (Internet of Things), – заявил Мэттью Дэш. – Несмотря на то, что наша нынешняя сеть отлично работает для своего возраста, статистика новейших спутников еще лучше. Я с нетерпением жду предстоящих запусков, а дополнительные аппараты [Iridium NEXT] увеличат общую производительность, и это еще до того, как мы представим новые сервисы».

Всего в серии Iridium NEXT будет изготовлен 81 аппарат, 75 из них предполагается запустить в космос (66 активных и девять – в орбитальный резерв), а еще шесть останутся на Земле в качестве запасных. По данным Thales Alenia Space, к 25 июня она произвела, а Orbital ATK собрала и протестировала уже 46 спутников Iridium NEXT. Ведется изготовление еще 11 КА.

75 спутников будут выведены на низкую околоземную орбиту в ходе восьми пусков FH Falcon 9 до середины 2018 г. Ранее было заказано семь пусков с 70 КА, однако 31 января 2017 г. Iridium забронировал восьмой запуск. В этой миссии в начале 2018 г. на орбиту будут выведены два германо-американских геодезических КА GRACE-FO и дополнительно – еще пять спутников Iridium NEXT.

Общая стоимость проекта (разработка, изготовление, запуск, страховка, модернизация наземной инфраструктуры) составляет 2,9 млрд \$, включая около 800 млн \$ на услуги по запуску и наземную инфраструктуру.

Десять запущенных КА второй партии в день старта вошли в связь с центром в Лисбурге (США) и были приняты на управление. В течение 45 суток они будут проходить испытания перед вводом в состав оперативной группировки.

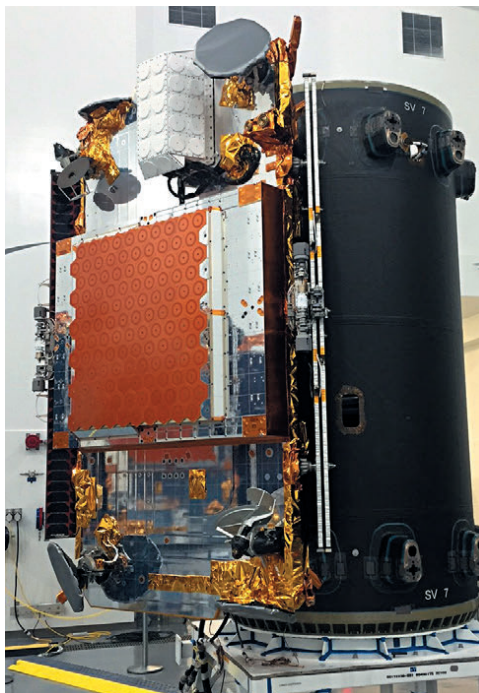
Июньский запуск произведен в плоскость №3 системы Iridium, однако четыре из десяти КА планируется переместить в плоскость №2, а один – в №4. Как следствие, к 17 июля пять спутников были доведены на рабочую орбиту высотой 778 км или близкую к ней, один поднялся на орбиту хранения высотой 702 км, а четыре пока остаются на орбите высотой 616 км.

Спутники первой десятки к 15 июня закончили процесс орбитальных летных испытаний, причем восемь из них введены в строй в плоскости №6, заменив восемь старых КА, а два находятся в процессе дрейфа в соседнюю орбитальную плоскость. По заявлению изготовителя, их «ввод в эксплуатацию прошел очень гладко, поскольку все проверки в космосе завершились с положительным результатом».

## Перспективы

22 июня, выступая в прямом эфире радиопередачи The Space Show, президент и директор по операциям SpaceX Гвинн Шотвелл (Gwynne Shotwell) поделилась некоторыми ближайшими и среднесрочными планами компании.

В частности, в конце этого года SpaceX готовится ввести в эксплуатацию последнюю (и финальную) модификацию FH Falcon 9, обозначаемую Falcon 9 Block 5.



▲ Спутник Iridium NEXT установлен на диспенсере

Этот вариант будет иметь существенно лучшие показатели, характеризующие многозапасность ракеты, чем у предыдущих модификаций. Прежде всего, первая ступень ракеты сможет выполнить более десятка полетов, а не два-три, как в версии Block 3, летавшей до последнего времени. Кроме того, что не менее важно, между полетами со ступенью не будет проводиться никаких ремонтно-восстановительных работ, только лишь предпусковая инспекция.

«Мы провели огромный объем работ по этой модификации ракеты. Большое число активных элементов, клапанов и другое было переделано и сертифицировано заново – на более высокий уровень надежности и больший ресурс, – отметила Шотвелли добавила: – Все новшества в конструкцию ракеты вносятся плавно, так что вы даже не заметите больших изменений на производственной линии».

Полету Falcon 9 Block 5 будут предшествовать несколько пусков «промежуточного» варианта – Falcon 9 Block 4, которые, по официальной версии, начнутся «в ближайшее время».

Констатируя, что Block 5 станет своеобразной вершиной в проекте Falcon 9, Шотвелл вместе с тем дала понять, что «финальная» версия может стать неокончательной.

Не исключено, поделилась она, что через какое-то время на ракету будет ставиться новый кислородно-метановый двигатель Raptor замкнутой схемы «газ-газ» (оба компонента, и окислитель, и горючее, полностью газифицируются перед турбонасосными агрегатами для получения наивысшего давления в камере), разрабатываемый для «марсианского транспорта». Элементы двигателя уже прошли «несколько дюжин» ОСИ, и работа над ним быстро продвигается.

Кроме того, компания планирует провести в течение следующих 18 месяцев три пуска новой тяжелой ракеты Falcon Heavy – демонстрационный в 2017 г. и два коммерческих в следующем.

Помимо прочего, время дебюта Falcon Heavy связано с завершением восстановления площадки SLC-40 на Станции ВВС «Мыс Канаверал», разрушенной взрывом Falcon 9 в сентябре прошлого года. Пока идет ремонт, SpaceX использует для регулярных и теперь частых пусков Falcon 9 площадку LC-39A. По словам Шотвелл, ремонт SLC-40 закончится в конце лета, после чего с нее возобновятся пуски Falcon 9, а LC-39A будет предоставлена для Falcon Heavy.

Первый пуск тяжелой ракеты пройдет с макетной полезной нагрузкой – SpaceX не решилась поставить коммерческий груз. В этом пуске должны быть продемонстрированы режимы функционирования второй ступени, необходимые для запусков спутников по программам, связанным с обеспечением национальной безопасности (в частности, речь идет о более продолжительной работе двигателя).

По словам Шотвелл, первым коммерческим заказчиком пуска Falcon Heavy будет Arabsat, вторым – ВВС США, которые намереваются отправить в космос полезную нагрузку в рамках программы STP-2 (Space Test Program). Оба пуска должны состояться в начале следующего года.

Задержки с выходом ракеты на рынок стоили компании двух заказчиков: ViaSat и Inmarsat не стали ждать и переадресовали запуски своих спутников на Ariane 5 компании Arianespace. ViaSat-2 полетел 1 июня, EAN Inmarsat – 28 июня.

Добавим, что в первый полет Falcon Heavy пойдет с двумя ранее летавшими первыми ступенями Falcon 9, которые послужат боковыми ускорителями. Центральным блоком станет вновь изготовленная ступень.

К сегодняшнему дню SpaceX уже дважды пускала Falcon 9 с «проверенной ранее в полете первой ступенью» (так в компании официально называют повторно использованный блок). В марте на орбиту был отправлен SES-10, а 23 июня – BulgariaSat-1. Шотвелл сообщила, что еще три-четыре заказчика проявили интерес к заказу пусков с использованием «проверенных» ступеней.

В планах SpaceX на текущий год числится шесть стартов с такими блоками, но если компания сумеет провести три таких пуска Falcon 9 и один запланированный Falcon Heavy, то число повторно использованных ступеней составит семь.

Даже однократное повторное использование возвращенных из космоса первых ступеней существенно снижает нагрузки на производственные линии Falcon 9. Темп изготовления ракет понизился после катастрофы 2016 г., но сегодня значительно вырос.

«Три года назад мы изготавливали шесть ракет ежегодно, в этом году намерены сделать более двадцати», – пообещала Шотвелл. Цель компании – использование большего числа «старых» ступеней, чем вновь изготовленных.

Некоторые заказчики готовы доверить свои нагрузки ракете с повторно используемыми элементами, но все же предпочитают дождаться официальной сертификации таких носителей для запусков государственных полезных нагрузок и для пилотируемых миссий.

В. Мохов.  
«Новости космонавтики»

# Пуск по-быстрому

## На орбите телекоммуникационные спутники Hellas Sat 3 и GSAT-17

**28** июня в 18:15 по времени Французской Гвианы (21:15 UTC) со стартового комплекса ELA3 Гвианского космического центра (ГКЦ) стартовая команда компании Arianespace выполнила пуск RH Ariane 5ECA (миссия VA238). Криогенная вторая ступень ESC-A вывела на геопереходную орбиту два телекоммуникационных КА:

- ◆ Hellas Sat 3/Inmarsat S EAN, который будут совместно эксплуатировать кипрско-греческий оператор Hellas Sat и международная компания спутниковой связи Inmarsat;

- ◆ GSAT-17 для индийского космического агентства ISRO.

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

Для пуска использовалась RH Ariane 5ECA с бортовым номером L591 (производство Airbus Defence and Space, ADS). Верхним при запуске был КА Hellas Sat 3, который через адаптер крепился к верхнему шпангоуту переходника Sylva 5. Внутри переходника размещался КА GSAT-17. В миссии VA238 впервые был применен новый тип головного обтекателя. При его изготовлении использовались более крупные заготовки обшивки из композиционного материала. Это позволило сократить число самих заготовок с 14 до четырех, а за счет этого уменьшить количество крепежа, необходимого для соединения обшивки и силового набора обтекателя. В результате масса обтекателя снизилась на 107 кг, что давало возможность увеличить максимальную массу выводимой на геопереходную орбиту полезной нагрузки на 10 кг. Правда, в этом пуске такая прибавка не потребовалась: при суммарной массе двух КА около 9256 кг общая масса полезной нагрузки (включая адаптеры и переходник)

Номер	Обозначение	Название	Параметры орбиты			
			i	Нр, км	На, км	P, мин
42814	2017-040A	Hellas Sat 3	2.96°	241	35 768	628.8
42815	2017-040B	GSAT-17	2.97°	242	35 803	629.5
42816	2017-040C	Ariane 5 R/B	2.90°	241	35 847	630.4
42817	2017-040D	Sylva 5	2.96°	239	35 753	628.5



составила, согласно итоговому пресс-релизу Arianespace, 10 136 кг (по другим сообщениям Arianespace – 10 177 кг). Это примерно на 700 кг меньше рекорда грузоподъемности, установленного в предыдущем пуске, – 10 865 кг.

После предыдущего старта Ariane 5ECA – 1 июня – прошло всего 27 суток. Такой темп Arianespace пришлось набрать из-за происшедших в марте–апреле этого года во Французской Гвиане волнений и забастовок, следствием которых стала приостановка всех работ на космодроме и задержка очередного пуска на 44 дня. Теперь компания наверстывает упущенное время, «выстреливая» носители один за одним с минимально возможными промежутками: между полетами VA236 и VA237 прошло 28 суток, между стартами VA237 и VA238 – 27. Меньше было только один единственный раз в 2008 г., когда промежуток между стартами Ariane 5 в миссиях V183 и V184 составил лишь 25 суток. Но серии сразу из трех пусков Ariane 5 за 53 дня в истории Arianespace еще ни разу не случалось! Правда, во времена Ariane 4 промежутки между пусками бывали и 18, и 16, и даже 15 суток (в 1999 г.), но это была ракета более легкого класса.

Стартовое окно для миссии VA238 длилось 77 мин – с 20:59 до 22:16 UTC. Обратный отсчет шел нормально до отметки T–7 мин 29 сек, когда его остановили из-за проблем с оборудованием стартового комплекса: как уточнили позже, появились сомнения в правильности показаний датчика давления в одном из резервуаров с топливом. Но уже через 16 мин отсчет возобновился и закончился пуском. Выведение проводилось по стандартной баллистической схеме с одним включением двигателя второй ступени

ESC-A. Аппарат Hellas Sat 3 отделился от головного блока через 28 мин 10 сек после контакта подъема, переходник Sylva 5 – через 29 мин 51 сек, спутник GSAT-17 – через 38 мин 54 сек.

Следующий старт Ariane 5ECA (миссия VA239) уже не будет готовиться по ускоренному графику – он запланирован на 31 августа. На орбиту будут выведены телекоммуникационные спутники Intelsat 37e для компании Intelsat S.A. и BSat 4a для японского оператора Broadcasting Satellite System Corp. Для старта должна применяться RH Ariane 5ECA с бортовым номером L595. Интересно отметить, что ракеты L592, L593 и L594 уже давно использованы – на них были запущены соответственно грузовые корабли ATV 4 в 2013, ATV 5 в 2014 г. и четверка спутников Galileo в 2016 г.

### Два в одном

В названии КА Hellas Sat 3/Inmarsat S EAN кроется его двойное назначение. Большая часть ресурсов спутника будет работать как новый аппарат системы Hellas Sat. Однако полезная нагрузка для системы Европейской авиационной сети EAN (European Aviation Network), создаваемой компанией Inmarsat в S-диапазоне, тоже является существенной составляющей КА.

Оператор спутниковой связи Hellas Sat имеет богатую историю. 8 сентября 2001 г. на Кипре была зарегистрирована компания Hellas Sat Consortium Ltd. со штаб-квартирой в пригороде Ларнаки. Ее учредителями стали кипрские фирмы Surgiot Company Avacom Net и Cyprus Bank of Development, греческие Hellenic Telecommunications Organization (OTE) и Hellenic Aerospace Industry, а также канадская Telesat (с пакетом всего в 0.34% акций), чьи сотрудники выступали в роли консультантов. Первой задачей компании стало обеспечение телетрансляций с предстоящей афинской Олимпиады (2004 г.). Однако с помощью спутниковых коммуникаций планировалось не только вести телевидение, но и способствовать развитию в Греции и на Кипре телемедицины, электронной коммерции и целого ряда других областей,

а также обеспечить сельскохозяйственные территории, удаленные греческие острова и горные районы современными телекоммуникационными услугами.

Для размещения своего спутника Греция заранее зарегистрировала космическую сеть в орбитальной позиции 39° в. д. Однако с запуском КА возникли задержки, а использование позиции должно было начаться не позднее первой половины 2003 г., иначе права на точку были бы потеряны. Для того чтобы сохранить позицию, у Deutsche Telekom был взят в аренду КА Коперникус 3, запущенный еще в октябре 1992 г. Под названием Hellas Sat 1 он начал вещание в этой точке в июне 2002 г. В апреле 2003 г. на спутнике кончилось топливо, и он был выведен из эксплуатации, но уже 13 мая 2003 г. стартовал новый КА – Hellas Sat 2, изготовленный компанией Astrium (ныне – ADS) на базе платформы Eurostar 2000+ и оснащенный 30 транспондерами Ku-диапазона. Этот КА до сих пор работает в позиции 39° в. д., обеспечивая глобальным лучом общеевропейское покрытие, включая территории Греции, балканских и восточноевропейских стран и Украины, нацелив при этом два управляемых луча на Южную Африку и Ближний Восток.

Тем временем начавшийся в 2010 г. в Греции долговой кризис затронул и космическую сферу. В феврале 2012 г. акционер Hellas Sat – греческая телекоммуникационная компания OTE, попав в затруднительное положение из-за долгов, выразила желание избавиться от своего спутникового актива. В августе 2012 г. намерение приобрести Hellas Sat выразил один из крупнейших европейских спутниковых операторов – компания Eutelsat Communications. Однако OTE с ними договориться не смогла. Тогда нашелся новый покупатель. В феврале 2013 г. 99,05% акций Hellas Sat были приобретены за 208 млн € арабским оператором спутниковой связи ArabSat (штаб-квартира расположена в Эр-Рияде, Саудовская Аравия).

Новые владельцы не только инвестировали деньги для погашения долгов компании, но и позаботились о ее дальнейшем развитии. В июне 2014 г. было объявлено о заказе КА Hellas Sat 3 у компании ThalesAlenia Space (TAS). Спутник должен будет прийти на смену Hellas Sat 2, у которого в мае 2018 г. закончится расчетный 15-летний срок эксплуатации. Этот заказ оказался спасительным и для еще одной компании – международного оператора спутниковой связи Inmarsat.

#### ▼ Аппарат Hellas Sat 3/Inmarsat S EAN

В августе 2008 г. Inmarsat и TAS подписали разрешение на разработку КА EuroSat для предоставления услуг мобильной широкополосной и двусторонней связи в S-диапазоне (2–4 ГГц) по всей Европе. Компания успела зарегистрировать космическую сеть на частоте 2 ГГц, однако в конце 2009 г. проект был приостановлен из-за недостатка финансовых средств у заказчика. Строить отдельный спутник для мобильной связи на фоне неудач других подобных проектов оказалось слишком накладно. Inmarsat объявила, что намерена искать сторонних инвесторов, которые согласились бы разделить финансовые риски по изготовлению и запуску КА, разместив на нем свои полезные нагрузки. Таким инвестором и стал ArabSat.

Между тем за прошедшие годы концепция общеевропейской космической связи в S-диапазоне претерпела изменения. Появился, например, спрос на услуги высокоскоростного широкополосного доступа в Интернет на коммерческих авиалайнерах, и Inmarsat объявила о планах создания Европейской авиационной сети EAN (European Aviation Network). Эта гибридная сеть должна была использовать прямые каналы связи через спутники в S-диапазоне, каналы «борт–Земля» ATG (air-to-ground) с использованием сотовых сетей 4G LTE мобильной связи, а также инмарсатовские каналы системы спутниковой связи Global Xpress (GX) в Ka-диапазоне с частотами около 30–40 ГГц. Система EAN предоставит для пассажиров авиакомпаний по всей Европе в течение всего полета Wi-Fi-сервис со скоростью до 60 Мбит/с на компактные пользовательские терминалы и до 5 Мбит/с с терминалов на КА. Эта полезная нагрузка для нового спутника получила название Inmarsat S EAN.

Стратегическим партнером Inmarsat в этом проекте стала немецкая компания Deutsche Telekom, взявшая на себя создание дополнительного наземного сегмента системы. Стартовым пользователем EAN будет Группа международных авиалиний IAG (International Airlines Group), в которую входят такие авиакомпании, как британская British Airways, ирландская Aer Lingus, испанские Iberia и Vueling. Группа IAG уже начала оснащать свои воздушные суда пользовательскими терминалами с целью, чтобы к началу 2019 г. их имели 90% ближнемагистральных пассажирских самолетов из ее флота.

В итоге Hellas Sat и Inmarsat договорились поровну разделить расходы на строительство платформы КА и его запуск, в то время как изготовление своей полезной нагрузки для спутника каждая сторона финансировала самостоятельно. Изначально запуск планировался с помощью PH Falcon Heavy компании SpaceX, однако из-за многократных задержек начала ее полетов в марте 2016 г. Inmarsat объявил, что ведет переговоры с ILS о запуске спутника на «Протоне-М». Однако и этот носитель «встал на прикол» после замечаний при запуске 9 июня 2016 г. аппарата Intelsat 31, а затем выявленных проблем с двигателями второй и третьей ступеней. Поэтому в конце декабря 2016 г. был подписан новый контракт с Arianespace на запуск Hellas Sat 3/Inmarsat S EAN с помощью PH Ariane 5ECA в середине 2017 г.

Аппарат Hellas Sat 3/Inmarsat S EAN собран на основе платформы Spacebus 4000C4. Его стартовая масса составила 5780 кг, сухая масса около 2500 кг, габариты при запуске – 5,5×2,2×2,0 м. Две 4-секционные панели солнечных батарей с размахом после раскрытия 37 м обеспечат мощность системы электропитания не менее 14,5 кВт в конце расчетного 15-летнего срока эксплуатации. Для перевода на целевую орбиту на спутнике установлен апогейный двигатель S400, а для коррекции положения на целевой орбите используются четыре электрореактивных двигателя СПД-100 производства ОКБ «Факел».

Полезная нагрузка КА включает:

- ◆ 47 транспондеров Ku-диапазона (14/12 ГГц) и один Ka-диапазона (18–30 ГГц) для Hellas Sat;

- ◆ многолучевая нагрузка S-диапазона (канал «Земля–КА» – 2170–2185 МГц, канал «КА–Земля» – 1980–1995 МГц) и один транспондер Ka-диапазона для Inmarsat в интересах системы EAN.

На аппарате установлены четыре развертываемые параболические антенны. Три из них будут принимать и передавать сигналы для сети EAN (тем самым формируя три луча):

- ❖ антенна с габаритами 3,0×2,6 м – луч на Восточную Европу, Северную Европу и Кипр;

- ❖ антенна с габаритами 2,9×2,6 м – луч на Центральную Европу, Западную Европу и Великобританию;

- ❖ антенна с диаметром 2,6 м – луч на Иберийский полуостров.

Четвертая антенна диаметром 2,6 м с подключенными транспондерами Ku-диапа-



зона используется в интересах Hellas Sat, как и две жестко закрепленные параболические антенны на надирной панели КА:

- ◆ антенна диаметром 1,3 м – луч Ku- и Ka-диапазонов на Ближний Восток;
- ◆ антенна габаритами 1,3×1,5 м – луч Ku-диапазона на Южную Африку.

По состоянию на 10 июля, КА был доведен на стационар и стабилизирован в точке 34,5° в.д. Позднее он будет переведен в рабочую позицию 39° в.д., принадлежащую Hellas Sat.

С помощью своей части полезной нагрузки КА Inmarsat планирует уже во второй половине 2017 г. начать предоставление услуг пользователям системы EAN. В свою очередь, компания Hellas Sat объявила, что с помощью Hellas Sat 3 продолжит предоставлять услуги своим клиентам в Ku- и Ka-диапазонах в Европе, на Ближнем Востоке и в Африке к югу от Сахары, а также обеспечит перекрестную передачу данных между Европой и Южной Африкой.

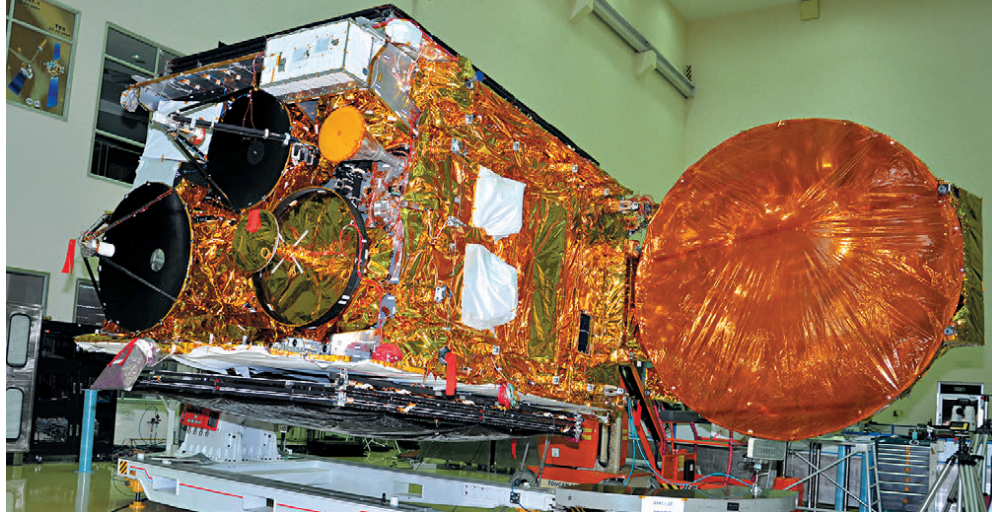
После успешного запуска КА Христодулос Протопапас (Χριστόδουλος Πρωτοπάπας), являющийся президентом и исполнительным директором Hellas Sat с сентября 2001 г. и до настоящего времени (несмотря на все изменения в составе акционеров), заявил, что с нетерпением ждет запуска следующего спутника своей компании – Hellas Sat 4. Контракт на его изготовление был подписан с компанией Lockheed Martin в апреле 2015 г. Этот спутник вновь будет финансироваться «вкладчину», но уже с основным акционером Hellas Sat – компанией ArabSat. Поэтому КА опять получил двойное имя – Hellas Sat 4/SaudiGeoSat 1. Спутник соберут на базе платформы A2100. Старт на RH Ariane 5 запланирован на 2018 г.

### **Телетранслятор, метеоролог, спасатель**

Заказчик и разработчик аппарата GSAT-17 – Индийская организация по космическим исследованиям ISRO (Indian Space Research Organisation), изготовитель – Спутниковый центр ISAC (ISRO Satellite Centre, г. Бангалор, шт. Карнатака), являющийся подразделением ISRO.

GSAT-17 собран на базе индийской спутниковой платформы I-3K. Стартовая масса КА – 3477 кг, сухая масса – 1480 кг, габариты в стартовой конфигурации – 3,1×2,0×1,7 м. На нем установлены две 3-секционные панели солнечных батарей, габариты каждой из секций – 2,8×1,9 м. После развертывания панелей на орбите их размах составляет более 15 м. В состав системы электроснабжения входят также два литий-ионных аккумулятора емкостью 144 А·ч каждый. Мощность бортовой системы электропитания – 6,2 кВт после запуска и не менее 5,2 кВт в конце 15-летнего расчетного срока функционирования.

Спутник имеет трехосную систему ориентации, использующую солнечные и земные датчики, инерциальный измерительный модуль, двухкомпонентные ЖРД малой тяги (восемь микро-ЖРД тягой по 22 Н и восемь микро-ЖРД тягой по 10 Н), маховики и магнитные приводы безрасходной системы ориентации. Для перевода на расчетную орбиту служит двухкомпонентный апогейный ЖРД LAM (Liquid Apogee Motor) тягой 440 Н.



▲ Индийский спутник GSAT-17

На GSAT-17 установлены четыре антенны:

- ❖ две развертываемые решетчатые круглые, габаритами 2,2×2,4 м, на восточной и западной панелях корпуса;
- ❖ две фиксированные параболические, диаметром 1,0 и 0,9 м, на надирной панели корпуса.

Для управления аппаратом и передачи телеметрии на нем имеется рупорная антенна и всенаправленная антенна.

Основная полезная нагрузка спутника включает:

- ◆ 24 транспондера стандартного С-диапазона (в индийской трактовке – «нормального», normal C-band); рабочие частоты канала «Земля–борт» – 5930–6410 МГц и «борт–Земля» – 3705–4185 МГц; каждый с шириной полосы пропускания 36 МГц;

- ◆ 12 транспондеров «верхнего расширенного» С-диапазона (также встречается название «верхний индийский С-диапазон»); работают на частотах 6755–6995 МГц канала «Земля–борт» и 4530–4770 МГц канала «борт–Земля», каждый с шириной полосы пропускания 36 МГц;

- ◆ два транспондера «нижнего расширенного» С-диапазона (также встречается название «нижний индийский С-диапазон»); работают на частотах 5855–5935 МГц канала «Земля–борт» и 2555–2635 МГц канала «борт–Земля», каждый с шириной полосы пропускания 36 МГц.

Полезная нагрузка С-диапазона предназначена для предоставления услуг абонентского телевидения и формирования VSAT-сетей.

На GSAT-17 также стоит полезная нагрузка для предоставления услуг мобильной спутниковой связи:

- ❖ два транспондера с каналами «борт–Земля» С-диапазона и «Земля–борт» S-диапазона;
- ❖ два транспондера с каналами «борт–Земля» S-диапазона и «Земля–борт» С-диапазона.

Кроме того, на GSAT-17 установлена аппаратура для ретрансляции данных и обеспечения поисково-спасательных операций. По сути это две отдельные полезные нагрузки:

- ◆ комплекс ретрансляции данных DRT (Data Relay Transponder) работает в С-диапазоне (6/4 ГГц). DRT будет собирать метеорологические, гидрологические и океанографические данные от автоматических измерительных платформ DCP (Data Collection Platform), имеющих несколько разновидностей: автоматические метеорологические станции AWS (Automatic Weather Station), автоматические дождемеры ARG (Automatic Rain Gauge), агрометеорологические станции AMS (Agro Met Stations). По всей территории Индии установлено около 1800 таких DCP-станций. Данные с них будут передаваться в Главный центр обработки информации Министерства метеорологии Индии в Дели, откуда распространяться для пользователей;

- ◆ аппаратура ретрансляции сигналов бедствия SASAR (Satellite Aided Search and Rescue), являющаяся частью международной системы КОСПАС/SARSAT. Она принимает аварийные сигналы на частоте 406 МГц от морских, авиационных и наземных радиобуев, используемых для поиска и спасания терпящих бедствие. Данные ретранслируются в индийский региональный центр INMCC (Indian Mission Control Centre) в Бангалоре, а оттуда – спасательным службам.

Аппаратура DRT и SASAR использует одну и ту же антенну диаметром 1,0 м, жестко закрепленную на надирной панели КА. Для передачи информации от метеоаппаратуры используется закрепленная рядом узконаправленная антенна с отражателем диаметром 0,9 м.

2 июля в результате трех включений двигателя LAM GSAT-17 был доведен на около-стационарную орбиту, а к 12 июля стабилизирован в рабочей точке 93,5° в.д. Отсюда он обеспечит охват всего Индийского субконтинента, островных территорий Индии, а также территорий соседних стран Ближнего Востока и Юго-Восточной Азии. В этой же точке в настоящее время работает телекоммуникационный КА GSat 15 (запущен 10 ноября 2015 г.) с 24 транспондерами Ku-диапазона и навигационной аппаратурой GAGAN.

*По информации Arianespace, Airbus Defence and Space, Hellas Sat, Inmarsat, Thales Alenia Space, ISRO*



# Новые назначения в отрасли

**26** июня состоялось очередное заседание Наблюдательного совета Госкорпорации «Роскосмос», который рассмотрел и утвердил годовой отчет\* Госкорпорации за 2016 г. Он направляется в Правительство РФ совместно с заключением ревизионной комиссии Роскосмоса и аудиторским заключением независимого аудитора.

Совет принял ряд решений в кадровой сфере, сократив численность членов Правления Роскосмоса до восьми человек (первые заместители и заместители генерального директора Госкорпорации), и согласовал решения о кандидатурах руководителей организаций Роскосмоса:

◆ Межирицкого Ефима Леонидовича – для участия в конкурсе на замещение должности генерального директора ФГУП «Научно-производственный центр автоматики и приборостроения (НПЦ АП) имени академика Н.А.Пилюгина»;



Алексей Григорьевич Варочко родился 28 марта 1955 г. в деревне Бородинка (Брянская область). Выпускник Московского авиационного института (МАИ, 1982 г.) по специальности «Электрооборудование летательных аппаратов», Московского автомобильно-дорожного института (МАДИ, 1987 г.) по специальности «Автомобильная электроника».

1975 г. – работал сборщиком изделий на Машиностроительном заводе имени М.В.Хруничева.

После окончания МАИ пришел в КБ «Мотор» (в настоящее время – филиал ЦЭНКИ), где прошел путь от инженера до директора – главного конструктора.

В 2001–2009 гг. являлся первым заместителем генерального директора и генеральным конструктором ФГУП «КБ «Мотор»».

2009–2010 гг. – первый заместитель директора филиала ЦЭНКИ – КБ «Мотор».

2010–2015 гг. – директор и главный конструктор филиала ЦЭНКИ – КБ «Мотор».

С 2015 г. по 28 июня 2017 г. – заместитель генерального директора ФГУП ЦЭНКИ («Космодромы России») по развитию производства – директор и главный конструктор филиала ЦЭНКИ – КБ «Мотор».

Доктор экономических наук, профессор, награжден медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени (1995 г.).

◆ Варочко Алексея Григорьевича – для участия в конкурсе на замещение должности генерального директора ФГУП «Государственный космический научно-производственный центр (ГКНПЦ) имени М.В.Хруничева»;

◆ Мильковского Александра Григорьевича – для назначения на должность генерального директора АО «Конструкторское бюро (КБ) «Арсенал» имени М. В. Фрунзе»;

◆ Лемешевского Сергея Антоновича – для назначения на должность генерального директора АО «Научно-производственное объединение (НПО) имени С. А. Лавочкина»;

◆ Тестоедова Николая Алексеевича – для назначения на должность генерального директора АО «Информационные спутниковые системы» (ИСС) имени академика М. Ф. Решетнёва;

◆ Усанова Анатолия Анатольевича – для назначения на должность генерального директора АО «Салаватский химический завод».

27 июня генеральный директор Роскосмоса И. А. Комаров назначил на должность и.о. генерального директора ГКНПЦ имени М. В. Хруничева А. Г. Варочко, работавшего ранее заместителем генерального директора ФГУП «Центр эксплуатации наземной космической инфраструктуры» (ЦЭНКИ), директором и главным конструктором филиала ЦЭНКИ – КБ «Мотор».

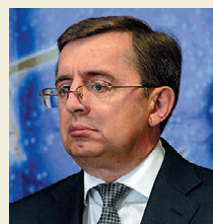
А. В. Калиновский, руководивший Центром Хруничева с августа 2014 г., переходит на работу в Госкорпорацию «Роскосмос» на должность исполнительного директора по обеспечению качества и надежности.

А. В. Калиновский стал руководителем одного из ключевых предприятий отечественной ракетно-космической отрасли в сложное для ГКНПЦ время. Он является соавтором программы финансового и производственного оздоровления Центра Хруничева, разработанной Объединенной ракетно-космической корпорацией (ОРКК, в 2016 г. стала частью Госкорпорации «Роскосмос»).

Благодаря реализации этой программы на сегодня решены основные задачи, поставленные перед А. В. Калиновским руководством ракетно-космической отрасли. На предприятии внедрены современные методики контроля качества, повысилась надежность выпускаемой продукции, выросла производительность труда и, как следствие, заработная плата сотрудников, отлажены все производственные процессы, идет оптимизация производственных площадей, достигнута договоренности с ведущими банками, соответственно решаются финансовые вопросы предприятия; акционирование Центра Хруничева идет по графику и должно завершиться уже в сентябре этого года.

В соответствии с программой финансового оздоровления, благодаря усилиям менеджмента, кредиторская задолженность

Андрей Владимирович Калиновский родился 28 сентября 1963 г. в Ижевске. По окончании в 1986 г. Московского высшего технического училища (МВТУ; ныне – МГТУ) имени Н. Э. Баумана по специальности «инженер-электромеханик робототехнических систем» работал на различных должностях: от инженера до главного-технолога – заместителя главного инженера ФГУП «Ижевский механический завод».



В 2002–2004 гг. являлся заместителем главного технолога – начальником отдела технологической подготовки производства технического центра ОАО «Ростсельмаш» (Ростов-на-Дону).

2004–2005 гг. – первый заместитель генерального директора ООО «Морозовсельмаш» (Морозовск, Ростовская область).

2005–2006 гг. – первый заместитель генерального директора ООО «Завод Конорд» (Ростов-на-Дону).

2006–2007 гг. – генеральный директор ООО «Аутстаффинг и менеджмент» (Ростов-на-Дону).

2007–2012 гг. – генеральный директор ОАО «Новосибирское авиационное производственное объединение (НАПО) имени В. П. Чкалова» (Новосибирск).

2013–2014 гг. – первый вице-президент по производству – директор Комсомольского-на-Амуре филиала, президент общества ЗАО «Гражданские самолеты Сухого» (Москва).

С 2014 г. по 28 июня 2017 г. – генеральный директор ФГУП «ГКНПЦ имени М. В. Хруничева» (Москва).

ГКНПЦ и филиалов предприятия перед поставщиками и подрядчиками была снижена на 23% – с 15,1 млрд руб (2014 г.) до 9,2 млрд руб (2016 г.).

Оптимизированы территории Центра Хруничева в Москве и созданы центры компетенций на заводах ГКНПЦ в Усть-Катаве и Воронеже.

Внедрение lean-технологий, методов контроля производства и переход на станки с ЧПУ обеспечили снижение трудоемкости по ракетам-носителям «Ангара» и «Протон-М» в 4,6 и 7,5 раз соответственно. Производительность труда на предприятии в 2016 г. выросла на 38% по отношению к 2015 г., а значит появилась возможность повысить заработную плату на 14,5% (до 43 500 руб в 2016 г.) и снизить на 19% текущую персонал.

Коэффициент надежности\* изделий предприятия по итогам 2016 г. достиг показателя в 0,95, в то время как в 2014 г. он составлял лишь 0,892. К настоящему времени определены пути развития и реорганизации ГКНПЦ, сформирован портфель государственных и коммерческих заказов, началась разработка легких и средних средств выведения на базе «Протона-М» для повышения конкурентоспособности услуг, предлагаемых предприятием, на мировом пусковом рынке. – И. Б.

\* Отчет включает материалы о выполнении государственного задания, целевых программ, об исполнении международных обязательств и государственных полномочий, а также финансовые показатели.

\* Количественная характеристика надежности объекта (100-процентная надежность – единственный показатель). Для пусков ракет семейства «Союз» – 0,975, для модификации «Союз ФГ» – 1.

# Новый российский провайдер



**GK LAUNCH SERVICES**

**20 июня** в рамках 52-го Парижского авиакосмического салона в Ле-Бурже состоялась презентация нового российского провайдера, который будет предоставлять коммерческие пусковые услуги с использованием РН семейства «Союз-2» и «Днепр», стартующих с российских космодромов.

## И. Афанасьев. «Новости космонавтики»

АО «Главкосмос Пусковые услуги» (GK Launch Services) было учреждено в апреле в рамках реализации стратегии по развитию коммерческого потенциала космической отрасли согласно решению Госкорпорации «Роскосмос». Учредителями выступили ОАО «Главкосмос» (входит в число предприятий Роскосмоса) и ООО «Международная космическая компания (МКК) «Космотрас»<sup>\*</sup>; первому принадлежит 75% акций созданной компании, второму – 25%. На должность генерального директора АО «Главкосмос Пусковые услуги» назначен А. В. Серкин.\*

«Главкосмос», образованный в феврале 1985 г. как Главное управление по созданию и использованию космической техники для народного хозяйства и научных исследований Минобщмаша СССР, имеет более чем тридцатилетнюю историю работы, в активе компании – 120 международных контрактов. С 2012 г. реализовано более 20 запусков малых космических аппаратов (МКА). Только в этом году в рамках уже подписанных контрактов планируется запустить более 100 МКА в интересах 15 иностранных и российских заказчиков.

▼ Генеральный директор АО «Главкосмос Пусковые услуги» Александр Серкин (слева) и генеральный директор ОАО «Главкосмос» Денис Лысков

«Главкосмос» – координатор международных проектов Госкорпорации «Роскосмос» и оператор коммерческих пусков РН «Союз-2» (на орбиту выведены спутники компаний Skybox Imaging и SSTL, Британского космического агентства, Германского аэрокосмического центра, Норвежского космического центра, Лаборатории космической физики Университета Торонто). Широкий спектр деятельности компании включает в себя комплексные решения по созданию спутниковых систем различного назначения; готовые решения в сфере дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), телекоммуникаций, исследований и освоения космоса; предоставление данных ДЗЗ со спутников российской группировки; экспорт российской оборудования космической отрасли.

В зоне ответственности предприятия также координация российской кооперации предприятий отрасли при запусках РН «Союз-СТ» из Гвианского космического центра. Среди партнеров и клиентов «Главкосмоса» – NASA, Arianespace, «Великая стена» (КНР), другие частные компании, российские и европейские университеты.

«Космотрас» как провайдер пусковых услуг на международном и российском рынках имеет двадцатилетний опыт запуска спутников на конверсионной ракете «Днепр» семейства РС-20. С момента первой пусковой кампании в апреле 1999 г. «Космотрас» провел 22 коммерческих пуска, в ходе которых на орбиту было выведено 128 аппаратов и полезных нагрузок для 37 заказчиков из 28 стран. Среди клиентов «Космотраса» – EKA, CNES, JAXA, KARI, EIAS, KACST, NEC, Airbus Defence and Space, MDA, SSTL, SSC, университеты и частные компании.

Актуальность создания компании «Главкосмос Пусковые услуги» продиктована изменениями международного рынка запусков и формирует новый уровень партнерства с частным бизнесом в космосе. Объединение усилий учредителей должно придать новый импульс продвижению российских носителей. Применение опыта и ресурсов двух компаний расширяет спектр предлагаемых услуг по запуску, позволяя выводить полезные нагрузки различного назначения массой от 1 до 6000 кг на наиболее востребованные орбиты, что отвечает возрастающему спросу в сегменте коммерческих проектов по созданию и запуску группировок и аппаратов легкого класса.

«Исторически сложилось, что, когда наша страна вышла со своими ракетами на международный рынок, функцию опера-

тора-продавца взяли на себя зарубежные партнеры. У России в середине 1990-х такого опыта не было. Мы стали смотреть, с кем было бы правильнее объединить усилия, и одним из таких кандидатов оказался российский «Космотрас», – говорит генеральный директор «Главкосмоса» Д. В. Лысков, отмечая, что создание нового провайдера является ответом на вызовы рынка пусковых услуг, который динамично развивается, особенно в сегменте легких носителей. – В последние годы увеличился спрос на запуск КА массой от 500 до 2000 кг, где раньше доминировали конверсионные носители «Днепр» и «Рокот». Сейчас программа «Днепр» приостановлена, а последний «Рокот» улетит в следующем году. Легкая «Ангара» проходит программу летных испытаний. Получается, что на рынке есть дефицит предложений, а рынок не ждет! И мы стали смотреть, что Роскосмос может предложить. Возникла идея услуг по запуску одновременно нескольких легких КА на одном «Союзе». Мы успешно используем российские космодромы, сейчас появилась новая пусковая площадка на Восточном, и умеем работать с иностранными клиентами. Значит, пора самостоятельно выходить на международный рынок».

По словам Дениса Владимировича, пусковой оператор – это узкий и специфический вид деятельности: «Основная задача – не ракету сделать и запустить, а найти нового клиента и заключить контракт. Потом два-три года длится подготовка к пуску, надо осуществлять непрерывную инженерную поддержку, холить и лелеять клиента, стыковать в работе зарубежные стандарты с нашими ГОСТами...»

Александр Серкин считает, что создание специализированной компании укрепит позиции России на международном рынке и увеличит загрузку российских космодромов, а также повысит конкурентоспособность продукции и услуг отечественной ракетно-космической промышленности, прежде всего за счет оптимизации стоимости запусков и сокращения сроков реализации проектов. Главной целью компании «Главкосмос Пусковые услуги» является завоевание более чем 50-процентной доли на рынке запусков КА легкого класса, разработка новых средств выведения и снижение общей стоимости запусков.

Д. В. Лысков отметил, что по ожидаемому плану на десять лет выручка совместного предприятия составит не менее 1 млрд \$. По словам учредителей новой компании, даже при плохом варианте – с одним пуском в год – у компании устойчивые показатели безубыточности. «Для российских предприятий ракетно-космической промышленности это дополнительный объем финансирования к контрактам, которые идут по линии Arianespace», – добавил Денис Владимирович. Он сообщил, что работа по международным тендерам уже началась, подчеркнув, что «Главкосмос Пусковые услуги» планирует сосредоточиться на рынке аппаратов легкого класса с запусками на низкие орбиты: «До 2025 г., по разным оценкам, включая Euroconsult, будет запущено свыше тысячи

\* Бывший генеральный директор, а ныне член совета директоров МКК «Космотрас». С 1 июля 2017 г. исполняющим обязанности генерального директора МКК «Космотрас» назначен Е. В. Солодовников, директор по маркетингу.



КА массой более 50 кг. Где-то более 50% из них потребуют запуска на низкую орбиту, причем большая часть – коммерческие.

«Главкосмос Пусковые услуги» планирует разрабатывать и новые средства выведения. «За счет гибкости, которую дает «Союз» с разгонными орбитальными блоками, мы можем подбирать наиболее оптимальное решение для заказчика, плюс у нас есть три российских космодрома, которые мы можем использовать для пусков и получать за счет этого дополнительную гибкость... – полагает Д. В. Лысков. – В планах компании развивать существующие и разрабатывать новые средства выведения КА под требования рынка и снижения общей стоимости запусков».

Компания намерена активно реализовывать тандемную схему запуска (по два аппарата на один носитель, каждый на свою целевую орбиту). Такая модель позволит сохранить и расширить позиции на рынке легкого класса и предложить цену на уровне конверсионных ракет легкого класса.

По словам А. В. Серкина, первый коммерческий пуск «Союза» будет осуществлен новым провайдером пусковых услуг уже в 2019 г. Соглашение о проведении такого пуска уже подготовлено и будет анонсировано в ближайшее время. «Идет подготовительная работа, но до авиасалона МАКС мы рассчитываем анонсировать подписание контракта», – добавил Д. В. Лысков. Контракт может быть подписан на российском авиасалоне, но это будет зависеть от заказчика.

В планы компании на текущий год входит запуск порядка 120 спутников в качестве попутной полезной нагрузки в рамках трех миссий «Союза» с российских космодромов.

14 июня провайдер заявил, что планирует запустить 72 МКА в качестве попутной нагрузки в рамках пуска «Союза-2.1А» со спутником ДЗЗ «Канопус-В-ИК», запланированного на 14 июля с космодрома Байконур. 19 июня руководитель пусковых программ «Главкосмоса» В. А. Крюковский сообщил, что МКА запускаются в интересах заказчиков из США, Германии, Японии, Канады, Норвегии и России. Он не указал конкретных клиентов, сославшись на соглашения о конфиденциальности, но упомянул, что в их число входят как коммерческие компании, так и университеты. Среди планируемых к запуску КА – широкий диапазон аппаратов от одинарного (1U) «кубсата» до микро-спутников массой 120 кг. «Это будет самая технически сложная кластерная миссия по запуску МКА в мире», – заявил Всеволод Андреевич. Спутники будут выведены на три целевые орбиты.

В рамках двух ближайших миссий «Союза», запланированных на декабрь текущего года с нового космодрома Восточный, предполагается вывести порядка 40 попутных полезных грузов. Если столь же стабильный график запусков сохранится, как ожидается, это позволит ежегодно реализовывать запуски кластеров МКА на солнечно-синхронные орбиты. «Это большой рынок для «Союза», и мы считаем, что этот рынок будет расти и дальше», – уверен В. А. Крюковский.

«Главкосмос Пусковые услуги» заинтересован в создании и выходе на рынок

\* Пуски ракеты «Днепр» приостановлены с 2014 г.



▲ Ближайшая миссия «Главкосмоса» – пуск РН «Союз-2.1А» с «Канопусом-В-ИК» и 72 МКА

новой ракеты легкого класса «Союз-2ЛК» (НК №12, 2016, с.35). «Мы в этих работах участвуем. Один из вопросов, которые мы ставим для себя на ближайшую перспективу, – это развитие и оптимизация пусковых услуг на базе ракет «Союз», – сообщил А. В. Серкин. – И «Союз-2ЛК» – это одно из направлений, которое мы с коллегами рассматриваем, очень интересная идея».

«Весь потенциал «Союза» не раскрыт до сих пор, – мы сейчас занимаемся тем, что расширяем перечень того применения, который можно использовать», – добавил Д. В. Лысков.

Что касается «Днепра»\*, то перспективы возобновления пусков конверсионных ракет с космодрома Байконур определятся этим летом. «В настоящее время работает комиссия, созданная Роскосмосом, в которую включены все предприятия, связанные с реализацией пуска «Днепра» в России, – проинформировал Александр Владимирович. – Комиссия рассматривает перспективы пусков с космодрома Байконур. Она не закончила свою работу. Думаю, какие-то результаты мы можем ожидать в ближайшее время».

Александр Серкин пояснил, что даже после приостановки пусков несколько имеющихся контрактов на выведение спутников на «Днепре» продолжают действовать: «Некоторые контракты были расторгнуты и урегулированы, некоторые нагрузки по контракту с «Космотрасом» мы, по решению с заказчиками, перевели на другие носители, некоторые заказчики имеют действующие контракты, и по ним мы ведем консультации, как наши обязательства урегулировать».

В то время как многие другие поставщики услуг по запуску спутников используют посредников (брокеров) для работы с клиентами, заинтересованными в запуске МКА, «Главкосмос» взаимодействует с большинством заказчиков напрямую.

«С большинством наших клиентов мы работаем напрямую – стараемся избегать работы с посредниками, предлагаемыми свои услуги на данном рынке. По нашему опыту, гораздо проще работать с клиентами напрямую», – прокомментировал руководитель пусковых программ «Главкосмоса». Тем не менее он отметил, что в рамках предстоящего в июле запуска «Союза» в качестве разовой акции «Главкосмос» сотрудничает с компанией Spaceflight из Сиэтла (США), ко-

торая предлагает посреднические услуги по поиску и обслуживанию попутных полезных нагрузок. «Главкосмос» имеет партнерское соглашение и с немецкой компанией ESM Space Technologies (Берлин) по технической поддержке и интеграции МКА типа «кубсат» на своих миссиях.

Интересно, что основным конкурентом «Союза» в этом секторе считается индийская ракета PSLV, которая за последние несколько лет запустила множество малых спутников. В частности, в февральской миссии на орбиту было выведено рекордное число аппаратов – 104 (НК №4, 2017, с.30-36), а в июньской – 31 (см. с.46-52).

«Мы планируем обойти PSLV. Это наша главная цель на ближайшие несколько лет», – заявил В. А. Крюковский, полагая, что компания может предложить больше возможностей для запуска и обладает более надежным носителем. При задержке запуска у клиентов будет возможность вывести спутник на ближайшем носителе.

Всеволод Андреевич также сообщил, что «Главкосмос» следит за результатами в области разработки легких ракет, предназначенных специально для запусков малых спутников. Сейчас ведутся переговоры с американско-новозеландской компанией Rocket Lab, разрабатывающей РН Electron (НК №5, 2017, с.35; №7, 2017, с.47-51). «Безусловно, это наши конкуренты на этом рынке, – признал он. – Но, на наш взгляд, мы можем найти возможности совместной работы на рынке».

Что касается носителей Элона Маска, то, по мнению Д. В. Лыскова, Falcon 9 более дорогая и тяжелая ракета, чем «Союз». Тем не менее SpaceX тоже идет по логичному пути: комбинирует несколько спутников в одном пуске. «Для нас он стал серьезным конкурентом в проектах по запуску крупных группировок КА», – не отрицает данного факта руководитель «Главкосмоса».

Источники:

<http://tass.ru/kosmos/4352018>

<http://tass.ru/kosmos/4351871>

<https://www.roscosmos.ru/23683/>

<https://www.aviaport.ru/>

[digest/2017/06/22/457801.html](https://digest/2017/06/22/457801.html)

<https://www.kommersant.ru/doc/3329328>

<http://spacenews.com/glavkosmos-seeks-to-become-a-major-smallsat-launch-provider/>

# Приключения напечатанного двигателя

**15 мая** Джей Литтлз (Jay Littles), директор Программы двигательных установок для перспективных средств запуска (Advanced Launch Vehicle Propulsion) американской компании Aerojet Rocketdyne\* (Орландо, шт. Флорида), сообщил об успешном завершении цикла огневых стендовых испытаний (ОСИ) демонстрационного жидкостного двигателя, изготовленного методом аддитивной технологии, более известным как трехмерная печать.

**К**омпания объявила, что тяга кислородно-керосиновой двигателя Vantam во время ОСИ на стенде T-116 Центра космических полетов имени Маршалла в пять раз превысила данный показатель прототипа Baby Vantam, который компания «напечатала» на 3D-принтере и испытала в июне 2014 г.

В рамках работ, финансируемых Агентством перспективных исследований в области обороны DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), Aerojet Rocketdyne успешно завершила серию из 17 прожигов двигателя тягой 30 000 фунтов (13,6 тс) с регенеративным охлаждением, работающего на компонентах «жидкий кислород – керосин», продемонстрировав производительность, долговечность и многоразовость конструкции.

Типовой тяговый блок двигателя подобной размерности состоит примерно из сотни деталей, но благодаря аддитивной технологии у двигателя Vantam он сварен всего из трех частей: форсуночной головки, собственно камеры сгорания и сопла, включая секцию с критическим сечением. По сообщению Aerojet Rocketdyne, на разработку, изготовление и испытание тягового блока ушло лишь семь месяцев, а денег потребовалось в разы меньше относительно типового процесса.

При ОСИ исследовался ряд рабочих параметров, условия и продолжительность работы двигателя, подтверждающие проект, применимость технологии аддитивного производства и ее преимущества. Работы в данной области имеют решающее значение для успешного создания перспективных ракетных двигателей и в Aerojet Rocketdyne считаются ключевым фактором успеха.

По мнению Джея Литтлза, Vantam – идеальное предложение для быстрорастущего рынка малых носителей и дешевых верхних ступеней. На его основе можно получить линейку двигателей от достигнутого уровня тяги до почти 100 тс.

Начальным пунктом разработки следует считать технологический проект Vantam System Technology Project, являющийся одной из составляющих Программы перспективных космических транспортных средств ASTP (Advanced Space Transportation Program), инициированной NASA для существенного снижения стоимости доступа в космос в предстоящие 25 лет. В рамках данного проекта компания Rocketdyne, в то время еще не поглотившая Aerojet-General Corp., начала разработку двигателя RS-88 тягой 50 000 фунтов (22,7 тс) с глубоким дросселированием, работающего на жидком кислороде и этиловом спирте.

Согласно пресс-релизу Космического центра имени Кеннеди, опубликованному 9 июня 1997 г., двигатель предполагалось установить на легкий носитель, способный выводить на низкую околоземную орбиту 400 фунтов (180 кг) полезного груза при стоимости пуска 1,5 млн \$ (то есть при удельной стоимости 8–8,5 тыс \$ за 1 кг при том, что типичным значением в то время являлись 40–45 тыс \$).

В 1999 г. проект ASTP был закрыт, так как поставленные перед ним цели были признаны недостижимыми, но двигатель RS-88 зажил собственной жизнью – его выбрала компания Lockheed Martin для демонстратора системы спасения при аварии на стартовой площадке PAD Vehicle (где PAD означает Pad Abort Demonstration). В ноябре–дека-

▼ Огневые испытания двигателя RS-88 в 2003 г.



бре 2003 г. NASA провело серию из 14 ОСИ, в ходе которых RS-88 развивал расчетную тягу в течение 55 сек.

Защита эскизного проекта двигательной установки PAD Vehicle состоялась в середине 2004 г., но от планов использования аппарата в рамках какой-то программы, ведущей к созданию реально используемого средства, отказались. Тем не менее в конце 2005 г. PAD Vehicle с четырьмя RS-88 был готов к запуску.

В январе 2006 г. было объявлено, что в рамках инновационной партнерской программы NASA на три года передает двигатель компании Rocketplane из Оклахома-Сити, шт. Оклахома, для установки на суборбитальный летательный аппарат Rocketplane XP\*\*, взамен получая проектные данные, а также результаты испытаний.

«Вместе с NASA, Федеральной авиационной администрацией FAA и при поддержке местных, штатных и федеральных служб, мы надеемся разработать безопасный, доступный и многоразовый пилотируемый аппарат путем интеграции испытанных и новых технологий, таких как двигатель RS-88», – выражал оптимизм Боб Сето (Bob Seto), вице-президент Rocketplane по инженерным системам и анализу. По его словам, предварительная защита проекта аппарата была завершена в марте 2005 г., после чего началась стадия разработки рабочего проекта.

Тем не менее обещания так и остались на бумаге. Rocketplane, поглотивший фирму Kistler, вскоре переориентировался на создание многоразовой космической транспортной системы K-1, но, потратив изрядную сумму денег, полученных от NASA в рамках Программы оказания услуг по коммерческой

\* «Дочка» холдинга Aerojet Rocketdyne Holdings Inc. (Ранчо-Кордова, шт. Калифорния), объединившего основных «традиционных» разработчиков ЖРД в США.

\*\* Модифицированный самолет бизнес-класса Lear-Jet, оснащенный ракетным двигателем для достижения высоты почти 90 км.



▲ Двигатель Baby Bantam

доставке грузов на орбиту COTS (Commercial Orbital Transportation Services), не преуспел ни с орбитальным носителем, ни с суборбитальным ракетопланом. В 2010 г. он подал заявку на банкротство и ликвидацию согласно главе 7 Закона о банкротстве.

В 2011 г. двигатель RS-88 был выбран компанией Boeing для использования в системе аварийного спасения пилотируемого корабля CST-100. Правда, для этого пришлось заменить топливную комбинацию с жидкого кислорода – спирта (или керосина) на самовоспламеняющиеся компоненты четырехокиси азота – монометилгидразин.

В поисках способов снижения затрат на изготовление матчасти для достижения целей проекта Bantam (хотя и отмененного, но продолжавшего существовать идеологически) уже объединенная компания Aerojet Rocketdyne в первые годы текущего десятилетия обратила внимание на многообещающий метод трехмерной печати.

В 2013 г. в Исследовательском центре имени Гленна прошли ОСИ форсуночной головки, изготовленной по аддитивной технологии. Итогом работ стало создание и испытание прототипа, получившего название Baby Bantam: в июне 2014 г. он развивал на стенде тягу 5000–6000 фунтов (2.3–2.7 тс), находясь на нижнем конце линейки будущих изделий, но, тем не менее, являясь первым полностью «напечатанным» полноценным ракетным двигателем. Aerojet Rocketdyne особо отмечала, что семейство Bantam можно адаптировать к различным комбинациям компонентов, включая жидкий кислород и керосин, этиловый и метиловый спирт, а также долгохраняемое самовоспламеняющееся топливо.

Взяв за основу конструкцию камеры маршевого двигателя PH Atlas II, специали-

▼ 3D-принтер X line 100R производства компании Concept Laser имеет скорость печати 10–100 см<sup>3</sup>/час, весит 8 тонн. Используется фирмой Aerojet Rocketdyne для печати деталей двигателя Bantam



сты Aerojet Rocketdyne усовершенствовали ее, сократив время производства с года до двух месяцев и снизив расходы на изготовление на 65%.

«Двигатель Bantam разработан благодаря большому опыту создания керосиновых двигателей и предлагает пользователям высокие характеристики при очень низких затратах с надежностью, которую, как известно, Aerojet Rocketdyne обеспечивает на протяжении десятилетий, – представляет изделие Джей Литтлз. – Успешное завершение этой серии испытаний обеспечивает эмпирическую проверку эффективности, реальности повторного использования и работоспособности систем двигателя и возможностей Aerojet Rocketdyne в применении аддитивной технологии к жидкостным ракетным двигателям».

«Демонстрация двигателя с регенеративным охлаждением и высоким давлением в камере, полностью изготовленного с помощью трехмерной печати, является еще одной важной вехой на пути Aerojet Rocketdyne к снижению стоимости ракетных двигателей, – продолжает директор Программы двигательных установок для перспективных средств запуска. – Печать детали не сложный процесс; напечатанные детали могут обеспечить высокие характеристики и надежность, которые являются основными параметрами для наших клиентов. Двигатель Bantam был спроектирован, изготовлен и испытан всего за семь месяцев, при затратах в разы меньше, чем для двигателя с использованием традиционных методов. Цена серийного производства также будет составлять лишь долю стоимости сегодняшних продуктов».

«Результаты этой тестовой программы подтверждают, что мы находимся на правильном пути, используя преимущества технологии трехмерной печати в качестве ключевой части нашей стратегии по созданию более доступных продуктов для наших клиентов, – уверена генеральный директор и президент Aerojet Rocketdyne Айлин Дрейк (Eileen P. Drake). – В то же время мы поддерживаем высокий уровень надежности, которого от нас ожидают. Успешная серия испытаний – еще один позитивный шаг в подтверждение этого подхода. Она обеспечивает основу для будущих двигателей, использующих технологию трехмерной печати, чтобы мы могли сократить сроки производства и сделать нашу продукцию более конкурентоспособной с точки зрения затрат».

Таким образом, руководство Aerojet Rocketdyne декларировало намерение всемерно расширять использование аддитивных технологий во всех своих имеющихся и будущих двигателях. Уже в AR-1, который разрабатывается для замены российского РД-180 на ракете Atlas V, будут стоять отдельные узлы, напечатанные на 3D-принтере, а в более далекой перспективе Aerojet Rocketdyne, возможно, попытается создать мощные двигатели тягой свыше 170 000 фунтов (75 тс), полностью полученные аддитивными методами.

«Новое поколение наших продуктов призвано помочь изменить экономику доступа в космос, что имеет решающее значение для военных, гражданских и коммерческих клиентов», – подытоживает Литтлз.

## Выбор ЕКА: LISA и PLATO

И. Лисов.

«Новости космонавтики»

**20 июня** Комитет научных программ ЕКА решил выбрать в качестве третьей научной миссии «большого» класса L в рамках перспективной программы Cosmic Vision проект регистрации гравитационных волн LISA и перевести в стадию реализации проект поиска экзопланет PLATO.

Проект космической обсерватории PLATO (Planetary Transits and Oscillations, сокращение совпадает с именем древнегреческого философа Платона) был выбран ЕКА для детальной оценки в феврале 2014 г. Как явствует из названия, она должна искать планеты в других звездных системах затменным (транзитным) методом, то есть фиксировать кратковременные снижения блеска звезды во время прохождения планеты по ее диску.

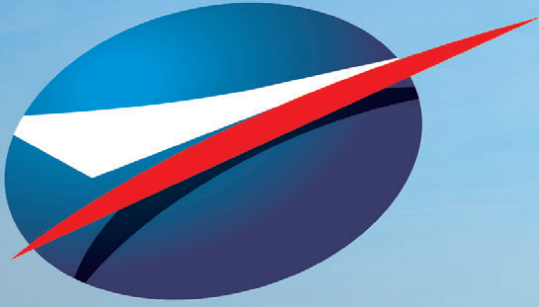
В отличие от уже реализуемых проектов такого рода, и в первую очередь от американской обсерватории Kepler, европейский PLATO будет сфокусирован на поиске и описании силикатных планет земного типа и более крупных (т.н. суперземли), обращающихся вокруг звезд, сходных с Солнцем, в зоне обитаемости, то есть на таком расстоянии от светила, где на поверхности планеты может существовать жидкая вода и, как следствие, условия благоприятны для зарождения жизни. PLATO будет также регистрировать звездные осцилляции, чтобы определить массу, размер и возраст звезды и тем самым более точно описать экзопланетную систему.

В ближайшие месяцы европейским космическим предприятиям будет предложено участвовать в конкурсе по поставке служебного модуля КА. Запуск PLATO в настоящее время планируется на 2026 г. в точку либрации L2 в системе Солнце – Земля.

Долгая история второго проекта была описана в *HK* №2, 2016, по случаю запуска 3 декабря 2015 г. экспериментального аппарата LISA Pathfinder. Изначально для поиска гравитационных волн предлагался проект LISA (Laser Interferometer Space Antenna, Лазерный интерферометр с антеннами в космосе) с тремя пространственно разнесенными аппаратами, расстояния между которыми измеряются с высочайшей точностью. Его реализации, однако, мешали недостаточная проработка технологий, высокая стоимость, и отказ NASA в 2011 г. от совместной работы с ЕКА.

В ноябре 2013 г. ЕКА объявило, что темой для миссии L3 выбрана «Гравитационная Вселенная» с задачей поиска гравитационных волн. Теперь эта тема наполнена конкретным содержанием – с учетом пионерских экспериментов по регистрации гравитационных волн наземной аппаратурой LIGO в 2015–2016 гг. и опыта работы экспериментального КА, которая завершится 30 июня 2017 г., полноценный космический интерферометр LISA выбран и принят к детальному изучению с точки зрения проектного облика и оценки стоимости.

Система будет состоять из трех КА, расположенных в форме треугольника со стороной 2.5 млн км и следующих за Землей в ее обращении вокруг Солнца. Расчетный срок запуска – 2034 г.



Л. Розенблюм специально для «Новостей космонавтики»  
Фото автора



## Ле-Бурже-2017: картина стабильности



19–25 июня в пригороде французской столицы прошло 52-е Парижское международное авиационное шоу, по традиции именуемое «Аэрокосмическим салоном в Ле-Бурже». Выставка, по праву считающаяся самой престижной среди других мероприятий такого рода, проводится раз в два года (по нечетным годам), и в этот раз, как всегда, собрала элиту авиакосмической отрасли всего мира, которая постаралась продемонстрировать уровень своих достижений.

Салон в Ле-Бурже ведет свою историю с 1909 г. и издавна считается, если так можно выразиться, «всемирной выставкой достижений авиационно-космического хозяйства». Так, в июне 1967 г. посетители выставки впервые увидели советскую ракету-носитель Р-7 (в модификации «Восток»), в мае 1983 г. – американский шаттл (точнее, его атмосферный аналог Enterprise), а в мае 1989 г. – Ан-225 «Мрия» с «Бураном».

Нынешний салон 19 июня открыл президент Франции Эммануэль Макрон (Emmanuel Macron), а 23 июня его посетил премьер-министр Эдуар Филипп (Edouard Philippe).

Главным событием для Роскосмоса в ходе авиасалона стала презентация нового оператора пусковых услуг ракет-носителей «Союз» с российских космодромов – «Главкосмос Пусковые услуги» (подробнее об этой компании – в статье «Новый российский провайдер» на с.64-65).

Мнением о перспективах использования кораблей «Союз» для космического туризма и отработки элементов будущего корабля «Федерация» (макет которого был представлен на стенде) поделился генеральный директор Ракетно-космической корпорации (РКК) «Энергия» Владимир Солнцев: «Думаю, «Союз» имеет право на продолжение своей жизни». В отношении нового российского пилотируемого корабля гендиректор сообщил, что РКК «Энергия» намерена создать две версии «Федерации» – низкоорбитальную и для работы в дальнем космосе: «Мы сейчас рассматриваем варианты этого корабля для посещения низкой орбиты или для работы в дальнем космосе. Может быть, мы будем двигаться поэтапно: сначала создадим корабль для низкоорбитальных полетов; это позволит нам отработать всю динамику и абсолютно новую систему посадки, и систему спуска, связи и так далее».

По словам Владимира Солнцева, «Энергия» и компания Boeing в ближайшее время намерены подписать детальное соглашение о сотрудничестве в области освоения дальнего космоса. «Мы выходим на подписание детализированных соглашений, в рамках которых Boeing и мы должны достаточно интенсивно двигаться вперед как по тематике МКС, так и по окололунной станции», – рассказал он. Речь идет о сотрудничестве в области пилотируемых программ в дальнем космосе, совместном создании космических модулей. «В этом году программа пусков из

Гвианского космического центра выполнена: запущены две РН «Союз-СТ». В 2018 и в 2019 гг. запланировано по четыре запуска ежегодно», – отметил глава «Энергии».

Корпорация также рассматривает возможность доработки «Союза» для облета Луны. Владимир Солнцев заявил, что РКК «Энергия» в качестве вклада в окололунную космическую станцию предлагает создать шлюзовую камеру для выхода космонавтов в открытый космос, аппарат для спуска на лунную поверхность и корабль для доставки экипажей к Луне. «Мы предлагаем корабль «Федерация», который может на сегодняшний день находиться в автономном полете около 30 суток, мы работаем по шлюзовому модулю, по взлетно-посадочному модулю, мы в поиске новых технологических решений», – объяснил он ситуацию.

Космические агентства США, Евросоюза и России будут играть ведущие роли в будущем международном проекте по созданию лунной орбитальной станции, заявил на салоне глава Госкорпорации «Роскосмос» Игорь Комаров. «В этом проекте наиболее активными участниками будут NASA, ЕКА и Роскосмос. Конкретные роли определяются, пока рано говорить», – полагает он. По словам Игоря Анатольевича, сегодня работает группа в рамках государств – участников программы нынешней МКС, а также более широкий круг приглашенных участников в целях определения контуров проекта. «Кто в нем будет какую роль играть – будет зависеть от готовности участвовать в проекте финансовыми, техническими и другими ресурсами», – резюмировал И. А. Комаров. Он добавил, что Китай пригласил Роскосмос участвовать в проекте китайской космической станции, но решение по этому вопросу пока не принято.

Глава Роскосмоса также сообщил, что наземную инфраструктуру для новой РН среднего класса «Союз-5» на космодроме Байконур модернизируют за два-три года: «Часть проектных работ мы должны закон-

чить до конца следующего года, а потом очень быстро за два-три года модернизировать стартовый комплекс и сделать эту ракету». Он напомнил, что ранее проект носителя среднего класса планировалось реализовать после 2020 г., но, согласно новым планам Роскосмоса, он должен стартовать уже в 2022 г.

В нынешнем году российские фирмы сосредоточили свои экспозиции на общем стенде Госкорпорации «Роскосмос» в павильоне №4. Так, экспозиция Ракетно-космического центра «Прогресс» включала макеты РН «Союз-ФГ», «Союз-2», «Союз-2.1В», «Союз-СТ», спутники «Ресурс-П», «Обзор-Р», «Бион-М» в масштабе 1:20, опытно-технологический МКА «Аист-2Д» в масштабе 1:5. Генеральный директор «Прогресса» Александр Кирилин сообщил, что восемь пусков «Союзов-СТ» будут произведены из Гвианского космического центра в 2018–2019 гг.

На стенде НПО имени С.А.Лавочкина гости могли ознакомиться с макетами орбитальных космических обсерваторий «Спектр-Р», «Спектр-РГ» и «Спектр-УФ». На выставке были представлены модели космической головной части в составе обтекателя РН, разгонного блока «Фрегат-СБ» и КА «Электро-Л», а также малоразмерной автоматической межпланетной станции «Луна-Глоб» («Луна-25»). Последнюю планируется запустить в 2019 г. для отработки базовых технологий мягкой посадки на поверхность Луны.



▲ Макет корабля «Федерация»

Глава НПО имени С. А. Лавочкина Сергей Лемешевский участвовал в круглом столе в рамках традиционного российско-французского симпозиума GIFAS по актуальным вопросам двустороннего сотрудничества в области космоса, который состоялся во второй день салона.

21 июня компания ИСС имени академика М. Ф. Решетнёва совместно с технологической платформой «Национальная информационная спутниковая система» провела в Ле-Бурже Международную научно-практическую конференцию «Вызовы и долгосрочные перспективы развития информационных космических систем», которая впервые получила статус международной.

На стенде Роскосмоса среди других можно было увидеть и макет научного спутника «Ломоносов» корпорации ВНИИЭМ.



Павильон ЕКА, как всегда, отличался красивым дизайном и уютной атмосферой с приглушенным светом: макеты ракет, спутников и МКС, ставшая уже традиционной витрина с моделью марсохода ExoMars 2020 в масштабе 1:4.

В углу павильона выделялся макет перспективного «орбитального беспилотника» Space Rider – технологического наследника экспериментального аппарата Intermediate Experimental Vehicle (IXV). ЕКА объявило, что при помощи разрабатываемой системы Space Rider планирует с 2025 г. начать предоставление услуг по запуску и возвращению на Землю научных КА. Стоимость использования системы составит около 9200 \$ за килограмм. Оператором новой системы будет Arianespace, а ее разработчиками являются Thales Alenia Space и Lockheed Martin. Space Rider будет выводиться на орбиту высотой 400 км и наклоном 5° посредством будущей РН Vega C, приводняться в районе Азорских островов.

Аппарат будет иметь габариты в два раза меньше, чем его американский аналог X-37B, – его длина составит 4–5 м. Он сможет выводить и возвращать с орбиты грузы массой до 800 кг, совершая полет продолжительностью от двух до шести месяцев. Он будет оснащаться отстреливаемой перед приземлением солнечной батареей.

Рядом с павильоном французского Национального центра космических исследований CNES (Centre National d'Etudes Spatiales) красовалась полноразмерная копия будущего марсохода NASA Mars 2020. Так Франция напоминала, что один из главных научных инструментов ровера – прибор SuperCam, предназначенный для анализа химического и минералогического состава марсианской почвы, – разработан Лос-Аламосской национальной лабораторией (США) вместе с тулузским Институтом астрофизических и планетологических исследований IRAP под эгидой CNES.

Тут же рядом, внутри большого застекленного стенда, оформленного компанией Arianespace, изящно белели макеты пяти РН: крайняя слева – Ariane 6, крайняя справа – Vega-C. Проектируемая четырехступенчатая Vega-C будет оснащена разрабатываемым сейчас твердотопливным двигателем P120C

для Ariane 6; на второй ступени Zefiro 40 заменит нынешний Zefiro 23, а на третьей ступени поставят Zefiro 9. Все это даст «Веге» прирост грузоподъемности до 2.2 т для полярной орбиты высотой 700 км (у нынешней ракеты этот показатель составляет 1.5 т).

Впервые на Ле-Бурже в этом году проект Ariane 6 был показан в конфигурации Ariane 64 – с четырьмя блоками первой ступени, оснащенными двигателями P120C. Вариант «64» сможет выводить на геопереходную орбиту до 10.5 т полезного груза. В проспектах CNES, распространявшихся на салоне, можно было увидеть «картины далекого будущего» – эскизы «наследника» Ariane 6 с возможностью многоэтажного использования.

По неизменной традиции, на всемирном «смотре» были подписаны контракты на многие десятки миллиардов долларов. Заключение сделок непосредственно на салоне является своего рода ритуалом, ибо все они готовятся заранее и являются результатом длительных переговоров.

▼ Макеты ракет Ariane 6 и Vega C





▲ Астронавт, советник гендиректора ЕКА Клоди Энньере выступила в рамках форума

В этом году европейское агентство заключило в Ле-Бурже следующие контракты:

- ◆ На продолжение работ по модернизации наземной инфраструктуры космического центра во Французской Гвиане с целью ее адаптации к РН Vega-C – с итальянским производителем ELV SpA из группы Avio SpA;

- ◆ На создание диспенсера для запуска КА массой менее 500 кг – с ELV SpA. Предполагается, что диспенсер будет использоваться на РН Vega-C и позволит существенно увеличить коммерческие возможности носителя;

- ◆ На дополнительные разработки с целью возможности выведения носителями семейства Ariane 6 на геопереходную орбиту ПН массой до 10 200 кг – с концерном Airbus Safran Launchers. Это позволит осуществлять парные запуски КА массой 6.0–6.5 т и 3.5–3.7 т. Планируется проработать вопрос увеличения объема топливного бака верхней ступени и уменьшения общего веса бортовых систем;

- ◆ На доработку РН Ariane 5 ECA для запуска американской обсерватории James Webb Space Telescope (JWST) – с концерном Airbus Safran Launchers;

- ◆ На начало работ по метановому ракетному двигателю-демонстратору Prometheus совместно с Airbus Safran Launchers. Датой начала разработки назван 2020 г. Ракетный

▼ 23 июня салон в Ле-Бурже посетил французский астронавт Тома Песке, только что вернувшийся с Международной космической станции

двигатель предназначен для РН, которые ЕКА будет использовать после 2020–2030 гг. Стоимость установки составит 1.1 млн \$;

- ◆ На поставку дополнительных восьми космических аппаратов для навигационной системы Galileo. Поставщиком выбрана компания OHV (ФРГ). Технически изделия будут аналогичны аппаратам серии Galileo FOC, однако их будут отличать доработки, сделанные по результатам эксплуатации уже существующих КА. Два из восьми заказанных КА составят наземный резерв.

В павильоне авиационно-космического музея площадью 3000 м<sup>2</sup>, буквально под крылом легендарного «Конкорда», функционировал форум инноваций под названием Paris Air Lab, «хозяевами» которого были в основном юные исследователи и изобретатели. Лабораторию посещали бизнесмены и ученые. Так, 22 июня там выступила Клоди Энньере (Claudie Ennegrer), бывшая космонавтка, а ныне – советник генерального директора ЕКА.

На стенде китайской Корпорации космической науки и техники CASC, как всегда, выстроилась «линейка» макетов носителей «Чанчжэн» («Великий поход»): твердотопливная CZ-11 с грузоподъемностью на солнечно-синхронной орбите (700 км) 380 кг; CZ-2D с грузоподъемностью на низкой околоземной орбите (200 км) 3800 кг, а на солнечно-синхронной (600 км) – 1400 кг; CZ-3B с грузоподъемностью на геопереходной орбите 5500 кг. Тут же находилась и CZ-5 – новая «рабочая лошадка» китайской космонавтики, дебют которой состоялся в прошлом году, способная вывести на геопереходную орбиту ПН массой до 14 т.

В этот раз к шеренге орбитальных носителей «присоединились» две двухступенчатые высотные ракеты: ТК-32, способная подняться на высоту до 300 км и поднять туда груз до 200 кг, и ТК-21, достигающая высоты 80–100 км с ПН массой до 30 кг.

Японская фирма IHI Aero Space Corp. представляла трехступенчатую ракету Epsilon. Этот носитель, уже совершивший два полета (в 2013 г. и 2016 г.), может вывести на солнечно-синхронную орбиту (600 км) массу до 600 кг, а на низкую – (250×500 км) массу до 1500 кг. Корпорация из Страны восходящего солнца рассчитывает на коммерческий успех своего носителя.

Дни, в которые проходила выставка, озаменовались сильнейшей, редкой для Парижа жарой (термометры зашкаливали

за +35°C в тени). При этом видимость была, как говорят летчики, «миллион на миллион»: в небе над Ле-Бурже выписывали фигуры пассажирские и военно-транспортные самолеты и реактивные истребители. Последние оглушали зрителей чудовищным ревом двигателей, а гигантский аэробус A-380 и новые лайнеры A-350-1000 и A-321Neo барражировали над летным полем (превращенным в выставочное) практически бесшумно. Боевые вертолеты проделывали изумительные кульбиты, и во все дни салона было на что посмотреть – и в воздухе, и на земле.

Нельзя не отметить ощущение некоей ностальгии, которая охватывала на летном поле авиасалона: тоска по временам, когда космонавтика была «королевой Ле-Бурже», а специалисты и пресса со всего света спешили в роскошные павильоны СССР и США, чтобы увидеть уникальную космическую технику. И жаль, что современные «гранды» частной космонавтики – SpaceX и Blue Origin, владеющие умами все последние годы, игнорируют крупнейшее аэрокосмическое шоу. А как было бы здорово увидеть на здешней бетонке, к примеру, «летающий космодром» – гигантский Stratolaunch Пола Аллена!..

В заключение немного статистики. По завершении шоу его устроители сообщили, что свою продукцию на нем представили 2381 экспонент из 48 стран мира на площади 54 000 м<sup>2</sup>. Ле-Бурже посетили 290 официальных делегаций из 98 стран, 322 000 посетителей и 3450 журналистов. Было развернуто 340 помещений для делегаций («шале») и 27 национальных павильонов. В целом большая часть этих цифр по сравнению с показателями предыдущего авиасалона показывает некоторое уменьшение объема мероприятия, за исключением главного – объема заключенных сделок: общая сумма подписанных контрактов достигла 150 млрд \$. Предыдущий салон в 2015 г. завершился меньшим значением – 130 млрд \$. В целом же стоит впечатлиться ростом экономических показателей парижского шоу за неполное десятилетие: к примеру, в 2009 г. его участникам удалось заключить контрактов всего лишь на 17 млрд \$.

*Составлено с использованием материалов ГК «Роскосмос», РКК «Энергия», РКЦ «Прогресс», НПО имени С. А. Лавочкина, ИСС имени М. Ф. Решетнёва, ВНИИЭМ, РИА «Новости», ЕКА, CNES, Arianespace, SIAE*

Фото ЕКА





# Секреты «Алмазов» стали доступны всем

29 мая в экспозиции Мемориального музея космонавтики (ММК) был размещен летный экземпляр фотоаппарата «Агат-1» орбитальной пилотируемой станции (ОПС) «Алмаз», разработанной Центральным конструкторским бюро машиностроения (ЦКБМ) под руководством генерального конструктора В.Н.Челомея (ныне – АО «Военно-промышленная корпорация (ВПК) "НПО машиностроения"»). Точно такая же камера летала на «Салюте-2», «Салюте-3» и «Салюте-5» (так в открытой печати в 1973–1977 гг. назывались ОПС «Алмаз»). Новый уникальный экспонат занял достойное место в музее, и мимо него не проходит ни одна экскурсия.

## Л. Смирчевский специально для «Новостей космонавтики»

История «Агата-1» началась 21 января 1966 г., когда по инициативе В.Н.Челомея коллегия Министерства общего машиностроения СССР поручила ЦКБМ разработку ОПС, которая в дальнейшем велась в соответствии с постановлением ЦК КПСС и Совмина СССР от 1 июля 1966 г.

Поскольку основной задачей станции была детальная комплексная разведка особо важных малоразмерных и частично замаскированных стратегических объектов (стартовых позиций МБР и РН, аэродромов стратегической авиации, военно-морских баз, военно-промышленных сооружений, узлов коммуникации и связи и др.) в заданных районах, средством разведки являлся мощный (а по тому времени и самый современный, донныне непревзойденный по составу и идеологии применения) комплекс специальной аппаратуры, основу которого составлял «Агат-1».

Разработка фотоаппарата велась Красногорским механическим заводом (главный конструктор – Ю. В. Рябушкин) по техническому заданию ЦКБМ. Для съемки использовался зеркально-линзовый объектив «Комета-11А» с фокусным расстоянием 6.5 м и диаметром главного зеркала около 1 м (разработчик – Государственный оптический институт имени С. И. Вавилова, главный конструктор Д. С. Волосов) и щелевой метод работы с широкоформатной пленкой. Фотоаппарат имел три тракта (три кассеты), в том числе два фотографических и один фототелевизионный. В первых использовалась широкоформатная пленка шириной 420 мм и емкостью по 500 м в каждой кассете, в последнем – пленка шириной 530 мм и длиной также 500 м. Космонавты перезаряжали фотопленку в полете на борту станции с использованием полуавтоматической системы зарядки.

«Агат-1» обеспечивал крупномасштабную детальную съемку наземных объектов с полосой захвата около 20 км и разрешением на уровне 1 м в фототрактах и 1.5 м – в фототелевизионном тракте. Для точной привязки объектов на местности при съемке основного фотоаппарата включались топографическая и звездная камеры.

«Агат-1» высотой 3.85 м размещался внутри зоны большого диаметра ОПС, имел окуляры и рукоятки для ручного управления системой фокусировки объектива и мог

работать как в автоматическом (с управлением от БЦВМ станции), так и в ручном (с пульта оператора) режиме.

В ручном режиме космонавты визуально наблюдали поверхность Земли в заданных районах с помощью широкозахватного панорамного обзорного устройства и оптического дальномера ОД-5 высокого разрешения. Они могли находить необходимый объект в полосе захвата, фиксировать на нем дальномер с остановкой бега земной поверхности и, включая фотоаппаратуру дальномера, производить съемку для последующего анализа или включать основной фотоаппарат по этому объекту.

Отснятую пленку фототрактов космонавты вынимали из кассет и укладывали в капсулу сброса специнформации (КСИ) для последующей доставки на Землю. Отснятая пленка фототелевизионного тракта нарезалась экипажем ОПС на куски длиной до 50 м (в зависимости от заданной оперативности наблюдения требуемых объектов), обрабатывалась на борту станции в машине «сухой проявки», просматривалась космонавтами в просмотрном устройстве, и отобранные участки (кадры) снятой местности оперативно передавались по фототелеграфной линии на Землю.

В.Н.Челомей видел возможность различного применения станции: наряду с работами по основному заказу Министерства обороны проектировались автоматические станции для всепогодной радиолокационной разведки «Алмаз-Т» (испытаны в полете под названием «Космос-1870» и «Алмаз-1»), для морской разведки и целеуказания противокорабельным крылатым ракетам «Алмаз-М», для фоторазведки с автоматическим сбросом КСИ «Алмаз-К», а также проект научной станции «Алмаз-Н». Оптимальное сочетание пилотируемой и автоматической станций обеспечивалось в проекте посещаемой станции «Алмаз-П».

К сожалению, все проекты реализовать не удалось, но комплекс специальной аппаратуры был испытан и показал выдающиеся результаты. А теперь, через 40 лет после полета последнего пилотируемого «Алмаза», фотоаппарат занял достойное место в ММК.

В начале 2016 г. руководство НПО машиностроения и лично генеральный директор А. Г. Леонов приняли решение о возможности передачи в музей фотоаппарата, имеющегося в запасниках предприятия. Начальник



экспозиционного отдела ММК Т. А. Геворкян с благодарностью откликнулась на это предложение. Однако из-за огромных габаритов место для будущего экспоната найти удалось с трудом: для установки «Агата-1» требовалось помещение с высотой потолка не менее 6.5 м. Такие залы в музее имелись, но доставить тяжелый объект весом более 4 т в них не представлялось возможным.

Пока шла процедура по передаче аппарата в музей, специалисты НПО машиностроения разработали трехмерные чертежи, по которым была изготовлена подставка под «Агат-1». 10 апреля 2017 г., накануне Дня космонавтики, будущий экспонат в полной комплектации с подставкой был доставлен к музею. Из-за проходящих экскурсий (в эти дни они идут ежедневно) работы проводились поздним вечером. Но из-за ошибок и неточностей в расчете и неудачного подбора технических средств, взятых музеем в аренду, установить аппарат не удалось – высоты просто не хватало. Невозможно рассказать о тех переживаниях, которые были у всех участников этого процесса – такое испытание не для слабонервных... Пришлось контейнер с аппаратом в 12 часов ночи вывозить на улицу (чтобы не мешал проведению экскурсий) и оставлять на хранение рядом с музеем.

После тщательного анализа единственным решением для увеличения высоты стал демонтаж фальш-потолка и подготовка силовых элементов выше него (на «чердаке»), чтобы можно было закрепить таль для подъема и установки аппарата в подставку. К 29 мая специалисты музея эту работу выполнили. На этот раз процесс транспортировки, установки и монтажа фотоаппарата на подставке проходил довольно гладко (сказалась тренировка во время первой, неудачной попытки). Наконец «Агат-1» занял свое постоянное место.

7 июля директор ММК Н. В. Артюхина, заместитель директора В. Л. Климентов и начальник экспозиционного отдела Т. А. Геворкян в знак особой признательности за подаренный фотоаппарат «Агат-1» вручили генеральному директору АО «ВПК "НПО машиностроения"» А. Г. Леонову благодарственное письмо.

# Новые изоляционные эксперименты ИМБП

Е. Рыжков.  
«Новости космонавтики»

**15** июня стало известно, что Институт медико-биологических проблем (ИМБП) РАН проведет в ноябре 2017 г. первый 14-суточный медико-биологический эксперимент в рамках международного проекта по имитации дальнего космического полета SIRIUS.

## Серия экспериментов

В рамках данных экспериментов ученые ИМБП, NASA и JAXA смоделируют длительные космические полеты с целью изучения медико-биологических и психологических проблем, связанных с изоляцией человека в ограниченном пространстве.

Проект будет осуществляться на уникальном объекте – в Наземном медико-технологическом экспериментальном комплексе (НЭК) ИМБП. Запланировано несколько серий экспериментов длительностью от 14 суток до года, которые пройдут в период с 2017 по 2022 год. Второй эксперимент в 2019 г. будет восьмимесячным, а на 2020–2021 гг. намечена годовая изоляция участников.

Название SIRIUS было объявлено ИМБП 23 марта и расшифровывается как Scientific International Research In Unique Terrestrial Station («Международные научные исследования на уникальной наземной станции»). Международное жюри выбрало его после длительного обсуждения 106 наименований, предложенных 41 участником конкурса. Имя совпадает с названием Сириуса, самой яркой звезды нашего неба после Солнца, и «символизирует цель проекта: пролить свет на понимание работоспособности человека в длительных исследовательских полетах, которые когда-нибудь достигнут звезд», – пояснили в институте.

Автор предложения и аббревиатуры Т. Н. Агапцева – сотрудник ИМБП, имеющий большой опыт организации и проведения международного сотрудничества в области пилотируемой космонавтики. Так, в 2000 г. в качестве командира экипажа посещения Татьяна Николаевна участвовала в международном проекте SFINCESS.

## Первая изоляция

В ноябрьском эксперименте будет смоделирована ситуация длительной межпланетной миссии пилотируемого корабля, проводящего облет и дистанционное обследование [некой] планеты с использованием ранее доставленных на ее поверхность управляемых роверов. Экипаж в составе шести человек разных национальностей, включающий как минимум двух женщин, в течение всего «полета» находится в условиях полной автономности. Единственная связь с Центром управления полетами – это пакетный режим видео- и текстовых сообщений с задержкой связи.

Организаторы эксперимента задаются следующими вопросами:

- ◆ как скажется феномен «отрыва от Земли» (отсутствие прямого информационного и визуального контакта с планетой) на психоэмоциональном состоянии экипажа;

- ◆ смогут ли средства психологической поддержки скомпенсировать неблагоприятное влияние такого феномена;

- ◆ сможет ли экипаж в этих условиях самостоятельно разработать свою программу действий – максимально задействовать имеющиеся ограниченные ресурсы корабля, внести коррективы в планы режима труда и отдыха, составить циклограмму работ, отслеживать ее выполнение, принимать решения в случае нештатных ситуаций;

- ◆ насколько эффективно экипаж будет использовать пространство корабля, достаточно ли оно для того, чтобы обеспечить оптимальное взаимодействие и избежать конфликтов;

- ◆ как повлияет на взаимоотношения внутри команды наличие в экипаже двух женщин;

- ◆ каково распределение ролей, динамика лидерства в таком мультикультуральном экипаже.

Все это актуальные вопросы будущих реальных межпланетных пилотируемых полетов (МПП), на которые уже сегодня нужно искать ответы. В наземном комплексе в контролируемых условиях ученые смогут исследовать малоизученную область группового и межгендерного взаимодействия, личное пространство и ежесуточную активность членов экипажа, их биохимию и иммунитет. Для компенсации феномена «отрыва от Земли» будут опробованы новые, перспективные системы психоподдержки (в частности, использование оранжерей и виртуальных систем). Будет определено оптимальное зонирование пространства будущих станций – с учетом не только технических ограниче-

4 июля заведующий лабораторией ИМБП РАН, заместитель руководителя программного комитета серии изоляционных экспериментов SIRIUS Вадим Гуцин заявил, что специалисты мехмата МГУ и отдела психологии и психофизиологии ИМБП создали новую модель космического тренажера, позволяющую моделировать деятельность находящегося на орбите Луны космонавта по дистанционному управлению луноходом. В программу исследований на российском сегменте МКС на 2019 г. включена доставка оборудования и эксперимент по управлению лунным ровером с использованием технологичной виртуальной реальности с учетом специфики условий невесомости.

Оборудование, программная часть и методика оценки деятельности оператора ровера будут предварительно обкатываться в серии изоляционных экспериментов SIRIUS. Как напомнил В. Гуцин, ранний прототип данного эксперимента впервые был опробован в эксперименте «Луна-2015», а до этого использовался в проекте «Марс-500».



ний, но и комфорта для членов экипажа. Такое деление позволит минимизировать психоэмоциональное напряжение внутри команды во время МПП, что самым прямым образом должно повлиять на эффективность и успешность подобных миссий.

## Заинтересованность JAXA

Ключевым аспектом совместной работы станет участие в работе исследователей со всего мира, не ограничивающееся специалистами NASA, – проект открыт для широкого сотрудничества.

20–21 марта в ИМБП РАН состоялась официальная встреча с представителями Японского агентства аэрокосмических исследований JAXA по вопросу участия в программе подобных экспериментов. Делегацию из Японии представляли Кацухико Огата, главный врач; Го Судзуки, ведущий психолог, врач экипажа; Кейдзи Мураками, руководитель офиса JAXA в Москве с 1 апреля 2017 г. С российской стороны в переговорах участвовали: М. С. Белаковский, заместитель руководителя ИМБП, главный менеджер проекта SIRIUS, А. В. Суворов, руководитель отдела физиологии, Ю. А. Бубеев, руководитель отдела психологии, нейрофизиологии и психофизиологии; С. А. Пономарев, заведующий лабораторией физиологии иммунной системы; Т. Н. Агапцева, старший менеджер проекта.

Японские и российские специалисты обсудили организационные, научно-технические и финансовые вопросы сотрудничества. Представители JAXA подтвердили намерение принять участие в серии международных изоляционных экспериментов в ИМБП начиная с первой двухнедельной «отсидки». Для них приоритетным направлением исследований является изучение стресса и разработка мер профилактики его негативного влияния в космических полетах. Стороны также обсудили возможность участия испытателя ИМБП в месячном изоляционном эксперименте, который планируется в Японии на базе JAXA.

Помимо NASA и JAXA, партнерами ИМБП выступают Германский центр авиации и космонавтики DLR, Госкорпорация «Роскосмос», НИИ ЦПК имени Ю. А. Гагарина, РКК «Энергия» имени С. П. Королёва и НПП «Звезда» имени Г. И. Сиверина.

**9 июня** в Москве на 80-м году жизни скончался первый генеральный директор Государственного космического научно-производственного центра имени М. В. Хруничева Анатолий Иванович Киселёв.

Детство Толи Киселёва прошло на Кастнаевской улице в рабочем поселке Фили на окраине Москвы в семье водителя и буфетчицы. После окончания средней школы № 590 он пришел в ПТУ № 2, а в 1956 г. начал работать электромонтажником в цехе окончательной сборки № 7 Авиационного завода № 23, получившего в 1961 г. почетное имя в память министра авиапромышленности М. В. Хруничева.

Первые задания молодого рабочего были связаны со сборкой самолетов стратегической авиации ЗМ и М-4 конструктора В. М. Мясищева. Затем завод перешел на вертолеты, а в 1962 г. предприятие переподчинили генеральному конструктору В. Н. Челомею, и началось освоение производства баллистических ракет.

В 1959–1964 гг. без отрыва от производства Анатолий Киселёв получил высшее специальное образование на вечернем отделении Московского авиационно-технологического института. Еще до окончания МАТИ его перевели на должность инженера. Позднее он стал инженером-испытателем, затем начальником лаборатории систем управления ракет контрольно-испытательной станции, заместителем начальника цеха. Он принимал непосредственное участие в испытаниях и первых пусках МБР УР-200 и УР-100 и тяжелой ракеты 8К82 «Протон».

В 1966 г. 28-летний А. И. Киселёв был направлен техническим руководителем от предприятия в ракетную дивизию под Читой и обеспечил в срок постановку на боевое дежурство первого полка с МБР УР-100 шахтного базирования. Потом были следующие командировки – в Пермь и Красноярск.

В 30 лет он стал заместителем директора Завода имени М. В. Хруничева (ЗиХ) по эксплуатации. Помимо постановки на дежурство «сотки», Анатолий Иванович руководил работами на технических и стартовых позициях Байконура по подготовке к пускам ракет «Протон» с разгонными блоками Д и кораблями Л-1.

В ноябре 1970 г. директор завода М. И. Рыжих поручил ему возглавить все работы по подготовке к пуску первой в мире орбитальной станции ДОС. В декабре ЗиХ завершил сборку изделия и передал на испытания в Подлипки. 3 марта 1971 г. станция была отправлена на Байконур, где под руководством А. И. Киселёва за 40 дней и ночей подготовлена к пуску. 19 апреля «Салют» был успешно выведен на орбиту.

В начале 1972 г. министр общего машиностроения С. А. Афанасьев назначил 33-летнего Киселёва заместителем начальника 1-го Главного управления по производству. В течение трех лет он курировал разработку, испытания и серийное изготовление орбитальных станций, космических транспортных кораблей и возвращаемых аппаратов, ракет различного класса и назначения. География командировок расширилась еще более: Подлипки, Реутов и Фили, Миасс, Днепрпетровск, Красноярск, Омск, Оренбург...

В феврале 1975 г. Анатолий Иванович вернулся на Машиностроительный завод



## Анатолий Иванович Киселёв

**29.04.1938 – 09.06.2017**

имени М. В. Хруничева. Директору одного из крупнейших предприятий ракетно-космической отрасли с 24 000 работников еще не исполнилось 37 лет!

Заводу же было уже почти 60. Построенные на заре советской власти цеха обветшали, и даже более новые не соответствовали требованиям по выпуску космической техники. В 1976 г. Киселёвым и его командой был разработан 10-летний план строительства, реконструкции и технического перевооружения предприятия. В первую очередь решили энергетические проблемы, построив дополнительную электростанцию. Завершили строительство корпуса № 160 для производства ракет «Протон» и орбитальных станций. Построили вновь кузнечный и гальванический, реконструировали литейный цех. К 1990 г. без остановки производства был построен практически новый завод.

Одновременно с реконструкцией завода осуществлялась и социальная программа. Были снесены целые кварталы коммуналок и хрущоб, на месте которых возвели комплекс современных зданий. С 1980 по 2000 год работникам было выдано бесплатно более 5500 ордеров на квартиры недалеко от завода.

При А. И. Киселёве ЗиХ, помимо «Протона», производил МБР УР-100Н и УР-100Н УТТХ, блок разведения для Р-36М. Космическая техника была представлена корпусами для пилотируемых станций ДОС и ОПС («Алмаз») и кораблей ТКС. Особенно сложным было создание теплосети для многоэтажного возвращаемого аппарата. Всего на ЗиХе было изготовлено около 50 ВА, и некоторые из них летали в космос трижды.

А в 1980-е началась эпопея по разработке на базе ТКС «самоходных» блоков модульной орбитальной станции «Мир». Оперативно-техническое руководство всеми работами в 1984 г. было возложено на директора ЗиХ А. И. Киселёва, которому подчинялись главный конструктор КБ «Салют» Д. А. Полухин, главный конструктор НПО «Энергия» Ю. П. Семёнов и директор Завода экспериментального машиностроения А. А. Борисенко. В ус-

ловиях развала страны и обвала отрасли, начавшегося в 1989–1990 гг., изыскивая коммерческое финансирование взамен утраченного госбюджетного, эта команда совершила чудо – в 1996 г. «Мир» был достроен до проектного облика.

По инициативе А. И. Киселёва распоряжением Президента РФ от 7 июня 1993 г. № 421-рп на базе Машиностроительного завода имени М. В. Хруничева и КБ «Салют» был образован Государственный космический научно-производственный центр имени М. В. Хруничева, а Анатолий Иванович стал его генеральным директором.

Ему удалось подписать контракт на три коммерческих запуска «Протонов» с американскими спутниками Iridium. В 1993 г. было образовано совместное предприятие «Хруничева» и «Энергии», которые выпускали ракету и разгонный блок ДМ, с американской компанией Lockheed, давшее надежный доступ на мировой рынок космических запусков. Однако до того, как в апреле 1996 г. «Протон» впервые стартовал с западным спутником связи, пришлось проделать огромную работу по восстановлению и реконструкции инфраструктуры на «протоновском» фланге Байконура. Потом было создание модернизированного носителя «Протон-М», и собственный разгонный блок «Бриз-М», и кислородно-водородный РБ для Индии, и легкий конверсионный носитель «Рокот», и первые проектные работы по «Ангаре»...

Синхронно с образованием ГКНПЦ родилось и общее космическое детище ведущих держав – проект Международной космической станции. Два ее главных компонента – Функционально-грузовой блок «Зarya» и Служебный модуль «Звезда» – изготовили в Центре Хруничева в тяжелейших условиях хронического безденежья под руководством Анатолия Ивановича Киселёва. В ноябре 2000 г. на новой станции приступил к работе первый экипаж.

Сверхнагрузки не проходили даром. В 2000 г. А. И. Киселёв дважды обращался к Президенту РФ с просьбой об освобождении от должности по состоянию здоровья, и 6 февраля 2001 г. соответствующее распоряжение вышло. До 2014 г. он оставался советником генерального директора предприятия.

На заводе в Филах Анатолий Киселёв познакомился с Татьяной Ивановной Сорокиной, ставшей его женой. Работали на предприятии и их дети – Валерий Анатольевич и Инесса Анатольевна, ставшая заместителем генерального директора по космическим аппаратам.

Доктор технических наук, профессор А. И. Киселёв награжден двумя орденами Ленина, орденом Трудового Красного Знамени, был лауреатом Ленинской премии (1978) и премии Правительства РФ в области науки и техники (1996). В 1990 г. он был удостоен звания Героя Социалистического Труда, а в постсоветское время – орденом «За заслуги перед Отечеством» III степени (1996) и орденом Дружбы (2011). Он был избран академиком Российской инженерной академии и Академии космонавтики имени К. Э. Циолковского.

13 июня А. И. Киселёва похоронили на Троекуровском кладбище. Его имя навсегда останется в истории отечественной и мировой космонавтики. – И. Л.