

НОВОСТИ 01 КОСМОНАВТИКИ 2015



ИЗДАЕТСЯ ПОД ЭГИДОЙ ФЕДЕРАЛЬНОГО КОСМИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА
И ВОЙСК ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОБОРОНЫ

Журнал для профессионалов
и не только



Журнал основан в 1991 г. компанией «Видеокосмос». Издается Информационно-издательским домом «Новости космонавтики» под эгидой Роскосмоса и Войск воздушно-космической обороны

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

Редакционный совет:

А. В. Головкин – командующий Войсками воздушно-космической обороны,
В. А. Джанибеков – президент АМКос, летчик-космонавт,
Н. С. Кирдодая – вице-президент АМКос,
В. В. Ковалёнок – президент ФКР, летчик-космонавт,
И. А. Маринин – главный редактор «Новостей космонавтики»,
О. Н. Остапенко – руководитель Роскосмоса,
Р. Пишель – глава представительства ЕКА в России,
Б. Б. Ренский – директор «R&K»,
В. А. Шабалин – генеральный директор ООО «Страховой центр «СПУТНИК»

Редакционная коллегия:

Главный редактор: Игорь Маринин
Обозреватель: Игорь Лисов
Редакторы: Игорь Афанасьев, Сергей Шамсутдинов, Александр Ильин, Андрей Красильников
Специальный корреспондент: Екатерина Землякова
Дизайн и верстка: Олег Шинькович, Татьяна Рыбасова

Литературный редактор: Алла Синицына
Редактор ленты новостей: Александр Железняков

Распространение: Валерия Давыдова

Подписка на НК:

по каталогу «Роспечать» – 79189
по каталогу «Почта России» – 12496
по каталогу «Книга-Сервис» – 18496
через агентство «Урал-Пресс» (495) 961-23-62

Юридический адрес редакции:

119049, Москва, ул. Б. Якиманка, д. 40, стр. 7
Временный тел.: +7 (926) 997-31-39
E-mail: nk@novosti-kosmonavtiki.ru
Web: www.novosti-kosmonavtiki.ru
Тираж 8500 экз. Цена свободная
Отпечатано в Патриаршем ИПЦ, Зак. № 515
Подписано в печать 29.12.2014
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 собственными корреспондентами обязательна

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

В номере:

ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

| | |
|----|--|
| 1 | Красильников А. Приземление «Цефеев», или «Парашиют завалил нас на бочок» |
| 3 | Красильников А. Итоги полета 41-й основной экспедиции на МКС |
| 4 | Красильников А. Русский, итальянка и американец спешат на станцию |
| 5 | Шамсутдинов С. Биографии членов экипажа ТК «Союз ТМА-15М» |
| 6 | Шамсутдинов С. Завершена подготовка экипажей МКС-42/43 |
| 8 | Красильников А. Финишная прямая |
| 12 | Красильников А., Хохлов А. Полет экипажа МКС-41/42 Ноябрь 2014 года |
| 20 | Полярный П. Вместе или порознь? |

ПИЛОТИРУЕМАЯ ТЕХНИКА

| | |
|----|--|
| 22 | Чёрный И. Гонка продолжается. Но некоторые бегут вне конкурса |
| 23 | Афанасьев И. Новый «Орлан» |

КОСМОНАВТЫ. АСТРОНАВТЫ. ЭКИПАЖИ

| | |
|----|--|
| 27 | Шамсутдинов С. Об отряде космонавтов |
| 28 | Афанасьев И. В интересах японских заказчиков «Днепр» вывел на орбиту пять спутников |
| 34 | Лисов И. Последний радар первого поколения |
| 35 | Красильников А. Результаты орбитальных пусков с космодромов мира |
| 36 | Лисов И. Обновление группировки «Цзяньбин-Б»? |
| 39 | Лисов И. «Быстрый челн» номер два |
| 41 | Красильников А. Второй «Глонасс-К» |

СРЕДСТВА ВЫВЕДЕНИЯ

| | |
|----|---|
| 44 | Чёрный И. Ariane 6: новый поворот |
| 46 | Чёрный И. «Правильные сердца» для американских ракет |

ПРЕДПРИЯТИЯ. ОРГАНИЗАЦИИ

| | |
|----|--|
| 50 | Ильин А. 25 лет успешной работы контурных тепловых труб в космосе |
|----|--|

МЕЖПЛАНЕТНЫЕ СТАНЦИИ

| | |
|----|--|
| 52 | Ильин А. Посадка на ядро кометы |
| 57 | Лисов И. Межпланетные и научные планы Китая |
| 59 | Бешис Д. Пролетая мимо Марса |

СОВЕЩАНИЯ. КОНФЕРЕНЦИИ. ВЫСТАВКИ

| | |
|----|---|
| 61 | Павельцев П. Поднебесная в Чжухае-2014 |
|----|---|

ПЛАНЕТОЛОГИЯ

| | |
|----|--------------------------------------|
| 62 | Бешис Д. Новые черты лунного лица |
|----|--------------------------------------|

КОСМОДРОМЫ

| | |
|----|---|
| 64 | Афанасьев И. Восточный готовится к первому пуску |
|----|---|

ИСКУССТВЕННЫЕ СПУТНИКИ ЗЕМЛИ

| | |
|----|---|
| 66 | Павельцев П. Историческая встреча на орбите |
| 70 | Афанасьев И. Второй «Электро-Л» прошел испытания |

ВОЕННЫЙ КОСМОС

| | |
|----|------------------------------|
| 71 | Афанасьев И. Окно на горе |
|----|------------------------------|

КОСМОС – ЗЕМЛЯНАМ

| | |
|----|--|
| 72 | Афанасьев И. Минус один и плюс один. О ситуации с российскими метеоспутниками |
|----|--|

На обложке: Экипаж ТК «Союз ТМА-15М»
Фото ЦПК

Приземление «Цефеев», или «Парашют завалил нас на бочок»

10 ноября на севере Казахстана совершил посадку спускаемый аппарат пилотируемого корабля «Союз ТМА-13М», на котором с МКС на Землю вернулись «Цефеи» – россиянин Максим Сураев, американец Рид Уайзман и немец Александр Герст.

Из тринадцати штатных районов посадки для «Союза» были выбраны три: основной (№1*) с приземлением на первом суточном витке и два резервных (№3 и №11) на втором и третьем витках. Если бы корабль не сел на этих витках, то посадку перенесли бы на 11 ноября в район №4.

Для обеспечения безопасности приземления «Союза» Росавиация привлекла поисково-спасательный отряд Центрального военного округа. «Гостей из космоса» встречали около 300 военнослужащих. Были задействованы два самолета Ан-12 и один Ан-26, 12 вертолетов Ми-8, шесть поисково-эвакуационных машин (ПЭМ) и 14 единиц вспомогательной техники. Кроме того, в резерве на военном аэродроме Упрун (Челябинская область) находились два Ми-8 и одна ПЭМ.

Погода в основном районе посадки была, мягко говоря, неблагоприятной. К легкому морозцу (-5...-6°C) добавился сильный

| План операций при спуске «Союза ТМА-13М» | | | | | |
|--|-------------|------------|--------------------------|----------------|------------|
| Операция | Время (ДМВ) | Высота, км | Координаты | Скорость, км/с | Перегрузка |
| Включение СКД | 06:05:07 | 433.4 | 45°02' ю.ш., 51°19' з.д. | 7.344 | 0 |
| Выключение СКД | 06:09:48 | 422.0 | 34°35' ю.ш., 33°24' з.д. | 7.233 | 0.05 |
| Разделение отсеков | 06:32:47 | 139.9 | 33°41' с.ш., 25°13' в.д. | 7.575 | 0 |
| Вход в атмосферу | 06:35:32 | 101.9 | 40°52' с.ш., 35°47' в.д. | 7.621 | 0 |
| Начало управления | 06:37:16 | 79.9 | 44°47' с.ш., 43°46' в.д. | 7.625 | 0.09 |
| Максимальная перегрузка | 06:42:16 | 33.7 | 51°06' с.ш., 65°49' в.д. | 2.224 | 4.08 |
| Команда на ввод основного парашюта | 06:44:14 | 10.5 | 51°03' с.ш., 67°08' в.д. | 0.215 | 1.21 |
| Посадка СА | 06:58:28 | 0 | 51°00' с.ш., 67°09' в.д. | 0 | 1 |

Приземление в 85 км северо-северо-восточнее города Аркалык (Казахстан)
Восход солнца в точке посадки – 05:39 ДМВ, заход – 14:51

ветер и туман, а также низкая и плотная облачность с видимостью 400 м. За три дня до приземления выпал снег, покрыв землю небольшим слоем.

Правда, в Кустанае метеорологическая обстановка поначалу была еще хуже, и сразу после вылета в район приземления четыре Ми-8 из-за опасности обледенения были вынуждены возвратиться обратно. Позже погода смиловилась и позволила сделать переборску авиации.

Тем временем убывающие «Цефеи» сказали «до свидания» остающимся на МКС еще на четыре месяца «Тарханам» – Александру Самокутяеву, Елене Серовой и Барри Уилмору. Переходные люки между Малым исследовательским модулем «Рассвет» и кораблем «Союз ТМА-13М» были закрыты 10 ноября в 00:29 ДМВ (9 ноября в 21:29 UTC).

«Цефеи» надели аварийно-спасательные скафандры «Сокол-КВ-2» и перешли в спускаемый аппарат «Союза», закрыв за собой люк, ведущий в бытовой отсек.

– Работаем по странице 95 [бортовой документации], – доложил Максим.

– Все верно, работаем. Фару не включаем – пункт 3 [в документации], – ответил подмосковный ЦУП.

– Хорошо. Мы не в тени: вот наблюдаю по ВСК (визир специальный космический. – А.К.) и в иллюминаторы. Да, не будем включать фару.

– Получаем телевизионное изображение [с телекамеры корабля].

– Вам картинку надо в большом развороте?

– Картинку разверните на весь дисплей.

– Хорошо, разворачиваем на весь дисплей.

В 03:31:29 на 91395-м витке станции «Союз ТМА-13М» отстыковался. МКС массой 414860 кг продолжила полет по орбите наклонением 51.66°, высотой 411.55×437.28 км и периодом обращения 92.83 мин.

– Есть расхождение. Включили секундомер, – сообщил Сураев.

– Отлично наблюдаем телевизионное изображение. Можно еще раз дать [команду] «Пересветку» (для изменения яркости картинки. – А.К.), – попросила «Земля».

– Приняли. Наблюдаем расхождение объектов. Подтверждаем чистоту стыковочного узла.

– Еще раз «Пересветку» дайте, пожалуйста.

– Хорошо, сейчас выдадим. Наблюдаем плавное расхождение. Мишень уходит в левый верхний угол.

Обычно перед расстыковкой «Союза» МКС меняет свою ориентацию в пространстве. Из так называемой дежурной ориентации (гермоадаптером РМА-2 вперед по

* Список районов посадки с порядковыми номерами приведен в НК №11, 2014, с.7. Его необходимо уточнить. Район №1 на самом деле расположен в 85 км северо-северо-восточнее Аркалыка, а район №3 находится еще дальше от Аркалыка в том же направлении.



пожалуйста, время включение камер GoPro.

– Вообще, такие вещи надо делать до расстыковки, – резонно заметил Максим. – Так, 102-я страница готова. Где пометить?

– До [пункта] включения акселерометров [указать] время включения камер 04:50:00. Приносим извинения за то, что раньше не дали эту информацию.

– А надо обе камеры включить?

– Совершенно точно.

– То есть я включаю обе камеры и после этого забываю о них.

– Верно. Они будут работать до самой посадки.

В 06:05:07 включился сближающе-корректирующий двигатель (СКД) корабля. Он проработал 280.7 сек и выдал тормозной импульс величиной 128 м/с. По докладу Сураева, максимальная перегрузка при спуске составляла 5g.

В 06:58:49.8 ДМВ (03:58:50 UTC) сработали двигатели мягкой посадки – и спускаемый аппарат (СА)

По данным бортовой системы записи информации СЗИ-М уточнены времена приземления спускаемых аппаратов кораблей:

- ◆ «Союз ТМА-11М» – 14.05.2014, 01:58:06.8 UTC;
- ◆ «Союз ТМА-12М» – 11.09.2014, 02:23:09.0 UTC.

ление, что Сураев, несмотря на свой опыт, попросту забыл это сделать...

Прибывшие вскоре спасатели, как могли, урезонили купол парашюта, не допустив дальнейшего волочения корабля. После открытия люка первым из СА в 07:16 вытащили Максима и усадили его в наклонное кресло, укутав в теплый спальный мешок. Легенда гласит, что командир попросил привезти на место посадки... верблюда. Поисковики отнесли к его просьбе с юмором и вручили Сураеву статуэтку «корабля пустыни».

Вынутые следом за командиром Герст и Уайзман были в отличном состоянии, причем американец казался даже излишне эмоциональным. Максим посоветовал немцу надеть кепку, чтобы не застудить лысину.

– Неу, Max! (Эй, Макс!) – позвал Уайзман Сураева.

– How are you doing, Mike? (Как дела, Майк?) – отозвался командир.

– It's good to be here! (Хорошо быть здесь!)

– Welcome to Earth! (Добро пожаловать на Землю!)

Не обошлось без неожиданной рекламной акции поддержки: Максима, родившегося в Челябинске, попросили поддержать над головой шарф хоккейного клуба «Трактор»...

Затем космонавты поделились своими впечатлениями о посадке.

– Все прошло штатно. Как всегда, наша техника не подводит, – отметил Сураев. – Огромное спасибо и большая благодарность, потому что все отработало как часы. Было, как надо. Ни одного отказа. Единственное – у нас парашют зацепился. И мы, в принципе, даже стоя приземлились, но парашют завалил нас на бочок. А так все нормально. Родным и близким хочу сказать: вот я, вот мы уже на Земле, скоро приедем домой...

вектору скорости) станция разворачивается на 90° вверх по тангажу в положение, при котором корабль, находящийся на модуле «Рассвет», смотрит по направлению полета.

Что в этом случае происходит после расстыковки? Пружинные толкатели придают «Союзу» разгонный импульс величиной 0.12 м/с, а спустя три минуты двигатели причаливания и ориентации (ДПО) добавляют к этому еще 0.54 м/с. В результате корабль уходит вверх относительно МКС, пропуская ее вперед.

Однако многократные развороты станции туда-сюда для расстыковок «Союзов» выливаются в большие суммарные затраты топлива. К тому же каждый раз требуется фиксировать панели солнечных батарей МКС. Поэтому 10 ноября впервые при отчаливании «Союза» был опробован вариант, при котором станция остается в дежурной ориентации. В этом случае корабль находится снизу МКС, и соответственно меняется схема его увода от станции.

Итак, пружинные толкатели сообщили «Союзу ТМА-13М» ту же начальную скорость – 0.12 м/с. В 03:34:30 он при помощи ДПО он выдал в радиальном направлении стандартный импульс увода длительностью 8 сек и величиной 0.6 м/с. Корабль сразу же развернулся на 90° влево по крену и в 03:35:50 с использованием ДПО «среднего пояса» выдал необычный разгонный импульс (30 сек, 1.6 м/с). Почему необычный? Потому что «Союз» начал двигаться вперед... боком параллельно станции и за счет большей скорости постепенно подниматься выше нее.

Сураев проинформировал, что в баках комбинированной двигательной установки корабля осталось 498 кг топлива.

– Ну что, «Цфеи», следующий [российский] сеанс связи начинается в 05:00. В нем мы начнем динамический режим для выполнения спуска. Соответственно... будьте готовы к спуску. И еще маленькое уточнение для вас: на 102-й странице пометьте,



«Союза ТМА-13М» приземлился в 94 км северо-восточнее Аркалыка в точке с координатами 51°03'18.12" с.ш., 67°18'13.8" в.д. Отклонение от уточненного баллистикой ЦУПа после расстыковки планового места посадки (51°04' с.ш., 67°19' в.д.) равнялось 1.6 км в направлении на юго-запад.

Продолжительность полета корабля и космонавтов составила 165 сут 08 час 01 мин 09 сек. Рид и Александер впервые вернулись из космоса на Землю, а Максим – во второй раз, набрав в сумме 334 сут 12 час 10 мин 28 сек.

СА сел вертикально, и купол парашюта начал постепенно оседать. Но сильный ветер снова наполнил его, и парашют проталкивал корабль в наклонном (!) положении по снегу несколько десятков метров. В конце концов СА не устоял и завалился на бок. Этого всего можно было избежать, если бы парашют был отстрелен сразу после посадки. Создалось ошибочное впечат-



А вообще, можно чуть-чуть демагогии? Мы, конечно, были немножко лишены информации на станции, но наслышаны, что произошло здесь за полгода. И я хотел бы сказать, что мы реально прекрасный пример. Мы полгода отработали вместе очень хорошую программу. Встречали космические корабли, были выходы в открытый космос, и все прошло в сотрудничестве и без обид, и все было хорошо. Так что политикам пора поучиться у космонавтов, как надо сотрудничать. Не надо обижаться и что-то пытаться доказать. Надо работать и жить вместе. Я думаю, что это самое главное и хорошее. И тогда будет результат!

– Мы только что приземлились с самым хорошим командиром Максимом Викторовичем. Он отличный, – сказал Уайзман по-русски. – Я очень рад быть на Земле. Это очень хорошо. И я очень рад, что выпал снег, потому что сейчас воздух холодный, и это помогает мне.

– Все прошло нормально. Для меня это было первый раз, как я вернулся из космоса, – отметил также по-русски Герст. – Чувствовал себя нормально с хорошей командой, с Ридом и Максом. Это классно. Хочу сказать спасибо всем за поддержку.

В 07:40 «Цефеев» перенесли в развернутую неподалеку оранжевую палатку для снятия скафандров «Сокол-КВ-2». После этого космонавтов на ПЭМках подвезли к вертолетам Ми-8, которые доставили их в Кустанай.

В аэропорту города экипажу вручили наборы конфет и национальные казахские костюмы – чапаны, состоящие из головного убора и халата, украшенного богатой золотой вышивкой с национальным орнаментом в виде цветов. Затем Максим отправился на самолете Ту-134 на подмосковный аэродром Чкаловский, а Рид и Александр – на самолете Gulfstream-III с бортовым номером NASA-992 – в шотландский Глазго. Там маршруты американца и немца разделились: первый полетел дальше на авиабазу Эллингтон (Хьюстон, Техас), а второй – в германский Кёльн. Стоит напомнить, что первое Европейское космическое агентство захотело, чтобы их астронавт проходил послеполетное обследование в Европе, а не в США.

Что касается СА, то его погрузили на ПЭМку и транспортировали сначала в Аркалык, потом в Кустанай и, наконец, на аэродром Упрун для доставки самолетом Ан-12 на Чкаловский.



ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

Итоги полета 41-й основной экспедиции на МКС

Основные события и участники

41-я экспедиция на МКС началась 10 сентября 2014 г. после расстыковки и приземления пилотируемого корабля «Союз ТМА-12М» с экипажем в составе: командир корабля космонавт Роскосмоса Александр Александрович Скворцов, бортинженер-1 космонавт Роскосмоса Олег Германович Артемьев и бортинженер-2 астронавт NASA Стивен Рей Свонсон.

На МКС продолжили полет командир станции космонавт Роскосмоса **Максим Викторович Сураев**, бортинженер-5 астронавт NASA **Грегори Рид Уайзман** и бортинженер-6 астронавт ЕКА немец **Александр Герст**.

23 сентября астронавты поймали коммерческий грузовой корабль Dragon дистанционным манипулятором SSRMS и установили его на нижний узел модуля Harmony.

26 сентября на МКС прибыл «однокрылый» «Союз ТМА-14М» с экипажем в составе: командир корабля космонавт Роскосмоса **Александр Михайлович Самокутяев**, бортинженер-1 космонавт Роскосмоса **Елена Олеговна Серова** и бортинженер-2 астронавт NASA **Барри Юджин Уилмор**. На станции они стали соответственно бортинженерами-1, -2 и -3. Серова является четвертой российской женщиной-космонавтом и первой российской, совершающей полет на МКС.

7 октября Уайзман и Герст выполнили выход из модуля Quest длительностью 6 час 13 мин. Они перенесли отказавший модуль насосов с Мобильной базовой системы на внешнюю платформу ESP-2, заменили светильник на телекамере ETVCG на модуле Destiny и установили блок MTRA для обеспечения запасного электропитания мобильного транспортера. 15 октября Уайзман и Уилмор вышли в открытый космос из модуля Quest. За 6 час 34 мин они сменили блок последовательного шунтирования SSU канала электропитания 3А на секции S4 поперечной фермы американ-

ского сегмента, демонтировали неисправную телекамеру ETVCG с секции P1, перенесли приемопередатчик беспроводной видеосистемы WETA №2 с секции P1 на модуль Harmony и установили на его место новую телекамеру ETVCG.

22 октября Сураев и Самокутяев совершили выход из модуля «Пирс» продолжительностью 3 час 38 мин: демонтировали с модуля «Звезда» и выбросили радиометрический комплекс РК-21-8, сняли с модуля «Поиск» и выкинули антенны 2АСФ1-М-ВКА №1 и №2 радиотехнической системы сближения «Курс», взяли пробы-мазки с иллюминатора выходного люка ВЛ-2 модуля «Пирс» (эксперимент «Тест»).

25 октября Dragon был отстыкован от МКС манипулятором SSRMS и отправлен в автономный полет, завершившийся приводнением в Тихом океане. 27 октября станцию покинул грузовой корабль «Прогресс М-24М» для участия в эксперименте «Отражение-5».

28 октября с космодрома на острове Уоллопс был выполнен запуск корабля Cygnus, который завершился аварией ракеты-носителя Antares на 13-й секунде полета. 29 октября к МКС причалил «Прогресс М-25М».

Во время 41-й экспедиции прошли три коррекции орбиты станции, из них одна – для уклонения от «космического мусора». Экипаж провел эксперименты по российской, американской, европейской, канадской и японской научным программам.

10 ноября «Союз ТМА-13М» отчалил от МКС и возвратился на Землю с экипажем в составе: командир корабля Максим Сураев, бортинженер-1 Рид Уайзман и бортинженер-2 Александр Герст. Длительность полета «Цефеев» составила **165 сут 08 час 01 мин 09 сек**.

На МКС остался экипаж 42-й экспедиции в составе: командир станции Барри Уилмор, бортинженер-1 Александр Самокутяев и бортинженер-2 Елена Серова.

Основные динамические операции

| Дата и время, UTC | Корабль | Событие |
|--------------------------|---------------------------------------|---|
| 10.09.2014, 23:01:30 | TK «Союз ТМА-12М» (11Ф732А47 №712) | Расстыковка от МИМ-2 «Поиск» |
| 11.09.2014, 02:23:09.0 | TK «Союз ТМА-12М» | Посадка в 149 км юго-восточнее Джезказгана (Казахстан): 47°18'24.84" с.ш., 69°33'12.3" в.д. |
| 14.09.2014, 02:08:00 | TKG ATV-5 «Жорж Леметр» | Коррекция орбиты МКС |
| 21.09.2014, 05:52:03 | TKG Dragon (полет SpX-4) | Запуск из CCAFS (США), CK SLC-40 |
| 23.09.2014, 10:52 | TKG Dragon | Захват манипулятором SSRMS |
| 25.09.2014, 20:24:59.939 | TK «Союз ТМА-14М» (11Ф732А47 №714) | Запуск с Байконура (Казахстан), площадка №1, ПУ №5 |
| 26.09.2014, 02:11:29 | TK «Союз ТМА-14М» | Стыковка к МИМ-2 «Поиск» в автоматическом режиме |
| 08.10.2014, 09:13:00 | TKG ATV-5 | Коррекция орбиты МКС |
| 25.10.2014, 13:57 | TKG Dragon | Отделение от манипулятора SSRMS |
| 25.10.2014, 19:39 | TKG Dragon | Приводнение в Тихом океане |
| 27.10.2014, 05:38:24 | TKG «Прогресс М-24М» (11Ф615А60 №423) | Расстыковка от СО «Пирс» |
| 27.10.2014, 17:42:04 | TKG ATV-5 | Коррекция орбиты МКС (уклонение) |
| 28.10.2014, 22:22:40 | TKG Cygnus (полет Orb-3) | Аварийный запуск из MARS (США), CK LP-0A |
| 29.10.2014, 07:09:43.285 | TKG «Прогресс М-25М» (11Ф615А60 №424) | Запуск с Байконура (Казахстан), площадка №31, ПУ №6 |
| 29.10.2014, 13:08:14 | TKG «Прогресс М-25М» | Стыковка к СО «Пирс» в автоматическом режиме |
| 10.11.2014, 00:31:29 | TK «Союз ТМА-13М» (11Ф732А47 №713) | Расстыковка от МИМ-1 «Рассвет» |
| 10.11.2014, 03:58:49.8 | TK «Союз ТМА-13М» | Посадка в 94 км северо-восточнее Аркалыка (Казахстан): 51°03'18.12" с.ш., 67°18'13.8" в.д. |

Итоги подвел А. Красильников

Русский, итальянка и американец

А. Красильников.
«Новости космонавтики»

24 ноября в 00:01:13,881 ДМВ (23 ноября в 21:01:14 UTC) с 6-й пусковой установки 31-й площадки космодрома Байконур стартовые расчеты предприятия ракетно-космической промышленности России осуществили пуск ракеты-носителя «Союз-ФГ» (11А511У-ФГ №Т15000-051) с пилотируемым космическим кораблем «Союз ТМА-15М» (11Ф732А47 № 715).

В составе экипажа: командир корабля и бортинженер-4 экспедиций МКС-42/43 – космонавт-испытатель 3-го класса Роскосмоса Антон Николаевич Шкаплеров; бортинженер-1 корабля и бортинженер-5 МКС-42/43 – астронавт ЕКА, капитан ВВС Италии Саманта Кристофоретти; бортинженер-2 корабля, бортинженер-6 МКС-42 и командир МКС-43 – астронавт NASA, полковник ВВС США Терри Уэйн Вёртс-младший. Позывной экипажа – «Астреи».

Корабль отделился от третьей ступени «Союза-ФГ» на 528,503 сек полета и оказался на орбите с параметрами (по данным подмосковного ЦУПа; в скобках – расчетные значения):

- наклонение – 51,64° (51,67±0,06);
- минимальная высота – 199,72 км (200+7/-22);
- максимальная высота – 242,67 км (242±42);
- период обращения – 88,64 мин (88,64±0,37).

В каталоге Стратегического командования США «Союзу ТМА-15М» присвоили номер **40312** и международное обозначение **2014-074А**. Полет корабля получил индекс 41S в графике сборки и эксплуатации МКС.

Стартовая масса «Союза ТМА-15М» равнялась 7220 кг, в том числе спускаемый аппарат – 2907 кг, бытовой отсек – 1320 кг и топливо в баках комбинированной двигательной установки (КДУ) – 880 кг.

Так начался 297-й пилотируемый орбитальный полет в мире и 129-й – в России. Это был юбилейный, 50-й старт «Союза-ФГ», 1432-й орбитальный пуск с космодрома Байконур, 382-й пуск со стартового комплекса 31-й площадки (в том числе 14-й пилотируемый) и 157-й запуск в рамках программы МКС.

С целью обеспечения безопасности выведения «Союза ТМА-15М» на орбиту Росавиация и Министерство обороны РФ привлекли девять самолетов (четыре Ан-26, два Ан-2, два Ил-38 и один Ан-12), девять вертолетов Ми-8 и спасательное судно «Саяны». Авиация базировалась на аэродромах Крайний, Джезказган, Караганда, Новосибирск, Горно-Алтайск, Кызыл, Иркутск, Чита, Хабаровск, Николаевка, Дальнереченск и Владивосток, а судно дежурило в Японском море.

Спешат на станцию

Биографии членов экипажа ТК «Союз ТМА-15М»



**Командир ТК
Бортинженер-4 МКС-42/43
Антон Николаевич Шкаплеров**
521-й космонавт мира
111-й космонавт России

Родился 20 февраля 1972 г. в Севастополе. В 1989 г. после окончания школы поступил в Черниговское ВВАУЛ. В 1992 г. перевелся в Качинское ВВАУЛ, которое окончил в 1994 г. с отличием по специальности «Командная тактическая авиация» с присвоением квалификации «летчик-инженер». После училища был зачислен на первый курс Военно-воздушной академии имени Н.Е. Жуковского и окончил ее в 1997 г. по специальности «Испытание летательных аппаратов» и квалификацией «летчик-инженер-исследователь». В 2006–2010 гг. учился в Российской академии государственной службы при Президенте РФ и окончил вуз с отличием по специальности «Юриспруденция» с квалификацией «юрист».

В 2014 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук в ВВА имени Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина.

С 1997 г. А. Н. Шкаплеров проходил службу в строевых частях ВВС на должностях летчика, старшего летчика. С 1998 г. служил старшим летчиком-инструктором авиационной группы высшего пилотажа «Небесные гусары» Центра показа авиационной техники ВВС на авиабазе Кубинка Московской области. Освоил самолеты Як-52, Л-39, МиГ-29. Общий налет составляет более 500 часов.

29 мая 2003 г. Антон Шкаплеров был отобран кандидатом в космонавты и 27 декабря 2003 г. зачислен в отряд космонавтов РФ НИИ ЦПК (1 августа 2009 г. переведен в отряд ФГБУ НИИ ЦПК). В 2003–2005 гг. прошел курс ОКП, и 5 июля 2005 г. ему была присвоена квалификация космонавта-испытателя.

Свой первый космический полет Антон Шкаплеров совершил с 14 ноября 2011 г. по 27 апреля 2012 г. в качестве командира ТК «Союз ТМА-22» и бортинженера МКС-29/30.

Летчик-космонавт РФ, полковник запаса А. Н. Шкаплеров является космонавтом-испытателем 3-го класса, военным летчиком-инструктором 2-го класса, инструктором парашютно-десантной службы (более 300 прыжков с парашютом), офицером-водолазом.

Он награжден медалью «Золотая Звезда» Героя Российской Федерации, медалями «За отличие в военной службе» I, II и III степени, «За воинскую доблесть» II степени, «За службу в Военно-воздушных силах». А. Н. Шкаплеров –

почетный гражданин города-героя Севастополя и города Гагарина.

Антон Николаевич женат на Татьяне Петровне; в семье две дочери: Кристина (1995 г.р.) и Кира (2006 г.р.).



**Бортинженер-1 ТК
Бортинженер-5 МКС-42/43
Саманта Кристофоретти**
538-й астронавт мира
7-й астронавт Италии

Саманта родилась 26 апреля 1977 г. в Милане, Италия. В 2001 г. Саманта окончила Технический университет в Мюнхене (ФРГ) и получила степень магистра наук в области машиностроения по специальности «Аэрокосмические двигательные установки». Будучи студенткой мюнхенского университета, она четыре месяца училась в Высшей школе аэронавтики и космических исследований в Тулузе (Франция) и десять месяцев в Московском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева. Саманта владеет немецким, английским, французским, русским языками и сейчас изучает китайский.

В 2001–2005 гг. Кристофоретти обучалась в Военно-воздушной академии в г. Поццуоли, Италия. В 2005 г. получила степень бакалавра по аэронавтике в Университете Федерико II в г. Неаполь, Италия.

В 2005–2006 гг. Кристофоретти прошла подготовку по программе совместного обучения пилотов НАТО на авиабазе Шеппард в штате Техас, США. После этого получила назначение в 132-ю эскадрилью 51-го бомбардировочного авиаполка в г. Истрана, Италия. В 2007–2008 гг. служила пилотом и заместителем командира (по планированию и операциям) 51-го бомбардировочного авиаполка в г. Истрана. В 2008 г. была переведена в 101-ю эскадрилью 32-го бомбардировочного авиаполка на авиабазе Амендола в провинции Фоджа (Италия), где прошла курс переподготовки на штурмовик AMX.

Капитан итальянских ВВС Саманта Кристофоретти освоила несколько типов военных самолетов, включая SF-260, T-37, T-38, MB-339A, MB-339CD, AMX. Общий налет составляет более 500 часов.

В мае 2009 г. Саманта Кристофоретти была отобрана в отряд астронавтов ЕКА и в ноябре 2010 г. завершила начальную базовую подготовку в Европейском центре астронавтов в г. Кёльн, Германия.

Саманта Кристофоретти впервые отправилась в космический полет.



**Бортинженер-2 ТК
Бортинженер-6 МКС-42
Командир МКС-43
Терри Уэйн Вёртс**
509-й астронавт мира
329-й астронавт США

Родился 1 декабря 1967 г. в Балтиморе, штат Мэриленд. В 1989 г. Вёртс завершил обучение в Академии ВВС США со степенью бакалавра по математике. В 1997 г. он получил степень магистра наук по аэронавтике в Университете аэронавтики Эмбри-Риддл.

В 1988 г., еще обучаясь в Академии ВВС США, Терри по программе обмена курсантами прошел подготовку в Военно-воздушной академии Франции. По окончании Академии ВВС Вёртс получил звание второго лейтенанта, прошел начальную летную подготовку на авиабазе Уилльямс в Аризоне и в 1990 г. стал военным летчиком.

После этого он получил назначение в 307-ю тактическую истребительную эскадрилью на авиабазе ВВС Хузмстид во Флориде, где служил пилотом самолета F-16. В 1992 г. ураган Эндрю разрушил базу Хузмстид, и эскадрилья Вёртса была перебазирована на авиабазу Муди, штат Джорджия. В 1993–1994 гг. он служил в 36-й истребительной эскадрилье на авиабазе Осан в Южной Корее, а в 1995–1998 гг. – в 22-й истребительной эскадрилье на авиабазе Шпангдалем в Германии. На его счету 45 боевых вылетов на F-16.

В 1997 г. Вёртс поступил в Школу летчиков-испытателей ВВС на авиабазе Эдвардс в Калифорнии. Окончив Школу, он остался служить там в качестве летчика-испытателя самолета F-16. Имеет налет свыше 4300 часов на более чем 40 типах самолетов.

В июле 2000 г. капитан Терри Вёртс был зачислен в отряд астронавтов NASA (18-й набор). В 2002 г. он закончил ОКП и получил квалификацию пилота шаттла.

Свой первый космический полет Вёртс совершил 8–21 февраля 2010 г. в качестве пилота «Индевоора» (STS-130) по программе сборки МКС.

Полковник ВВС США Терри Вёртс награжден медалями «За похвальную службу», «Воздушная медаль», «За достижения в воздухе», медалью NASA «За исключительные заслуги» и другими наградами. Терри женат на урожденной Стейси Хилл (Stacy Hill), с которой учился в одной школе; у них двое детей.

Подготовил С. Шамсутдинов



С. Шамсутдинов.
«Новости космонавтики»
Фото ЦПК

Завершена подготовка экипажей МКС-42/43

6 ноября 2014 г. в ЦПК имени Ю.А.Гагарина завершилась подготовка двух экипажей ТК «Союз ТМА-15М» по программе 42/43-й основной экспедиции на МКС.

Основной экипаж был сформирован в июне 2012 г. в составе: Сергей Залётин, Саманта Кристофоретти и Терри Вёртс. 20 декабря 2012 г. решением Межведомственной комиссии (МВК) Залётин был заменен Шкаплеровым. Тогда же, 20 декабря 2012 г., был назначен дублирующий состав, который за время подготовки не менялся.

Экипажи МКС-42/43 прошли полный курс подготовки по управлению кораблем «Союз ТМА-М» на различных этапах полета, по эксплуатации и обслуживанию российского, американского и европейского сегментов МКС, а также по проведению научных экспериментов и исследований.

Комплексные экзаменационные тренировки (КЭТ) основного и дублирующего

Основной экипаж

(позывной «Астрей»):

Антон Шкаплеров – командир ТК, бортинженер-4 МКС-42/43, космонавт Роскосмоса

Саманта Кристофоретти – бортинженер-1 ТК, бортинженер-5 МКС-42/43, астронавт ЕКА, Италия

Терри Вёртс – бортинженер-2 ТК, бортинженер-6 МКС-42, командир МКС-43, астронавт NASA

Дублирующий экипаж

(позывной «Антарес»):

Олег Кононенко – командир ТК, бортинженер-4 МКС-42/43, космонавт Роскосмоса

Кимия Юи – бортинженер-1 ТК, бортинженер-5 МКС-42/43, астронавт JAXA

Челл Линдгрэн – бортинженер-2 ТК, бортинженер-6 МКС-42/43, астронавт NASA

экипажей МКС-42/43 проводились в течение двух дней – 30 и 31 октября 2014 г.

В первый день основной экипаж сдавал экзамен на тренажере российского сегмента (РС) МКС, а дублиры – на тренажере корабля «Союз ТМА-М».

Основной экипаж столкнулся с отсутствием связи между российским и американским сегментами и нарушениями в работе системы кислородообеспечения «Электрон». Дополнили череду нештатных ситуаций ложное срабатывание датчика дыма и сбой в функционировании ассенизационно-санитарного устройства (АСУ). На завершающем этапе экзаменационной тренировки космонавты ликвидировали «пожар» на борту РС МКС.

Дублиры в это время справились с отказом средств связи на борту транспортного корабля, сбоем в работе радиотехнической системы измерительной дальности «Курс» при сближении с МКС на дальности 250 метров. Кроме того, команда дублеров столкнулась с неполадками датчика системы стыковки корабля со станцией, неликвидируемым пожаром в спускаемом аппарате (СА) после расстыковки, со сбоем в работе основного двигателя на этапе спуска, а также с отказом датчика угловых скоростей при входе в атмосферу.

По итогам первого экзаменационного дня основной экипаж получил оценку «от-

▼ Дублирующий экипаж перед комплексными экзаменами на РС МКС





лично», дублиры также показали высокие результаты.

На второй день, 31 октября, экипажи поменялись тренажерами: основная команда сдавала экзамен на тренажере «Союза ТМА-М», а дублиры – на тренажере РС МКС.

В экзаменационном билете, который вытянул основной экипаж, оказались следующие нештатные ситуации:

- отказ автоматики системы обеспечения теплового режима корабля;
- нарушения в работе автоматики блока очистки атмосферы в бытовом отсеке (БО) корабля;
- сбой в работе бортовой вычислительной системы при сближении корабля со станцией;
- разгерметизация системы подачи кислорода с утечкой в спускаемый аппарат (СА);
- авария основного двигателя корабля на этапе спуска;
- отказ в цепях питания системы управления спуском.

Команда дублеров справилась с проблемами в работе передатчика системы связи РС МКС и пониженным давлением в капсуле системы регенерации кислорода. Затем космонавты зафиксировали ложное срабатывание датчика дыма и переполнение емкости в ассенизационно-санитарном устройстве. На заключительном этапе тренировки они отра-



ботали одну из самых опасных и серьезных операций – поведение экипажа при возникновении пожара и последующая его ликвидация на борту РС МКС.

По итогам второго дня комплексных экзаменационных тренировок оба экипажа получили оценку «отлично».

6 ноября 2014 г. в ЦПК состоялось заседание Межведомственной комиссии (МВК), которая подвела итоги готовности к космическому полету основного и дублирующего экипажей МКС-42/43. Космонавты доложили членам комиссии о готовности к выполнению программы полета. По заключению МВК экипажи 42/43-й основной экспедиции на МКС к выполнению космического полета на ТК «Союз ТМА-15М» и РС МКС готовы и рекомендованы к началу подготовки на космодроме Байконур.

После заседания комиссии прошла традиционная пресс-конференция, где представители СМИ задали вопросы космонавтам.

Антон Шкаплеров сказал, что возьмет с собой в полет мягкую игрушку своей младшей дочери – снеговика из мультфильма «Холодное сердце». Этой игрушке предстояло стать индикатором невесомости в кабине корабля. На вопрос об экспериментах космонавт ответил, что в этой экспедиции



научная программа по сравнению с его первым полетом значительно расширилась. Антон Николаевич, по его словам, отдает предпочтение образовательным программам, которые направлены на популяризацию космических исследований среди детей и молодежи.

Саманта Кристофоретти поведала о своих ожиданиях от предстоящей экспедиции и призналась, что о космических полетах мечтала с детства и при первой же возможности попробовала пройти отбор в отряд астронавтов. Отвечая на вопрос о совместной работе на орбите с коллегой Еленой Серовой, Саманта отметила, что в ходе подготовки не успела близко познакомиться с ней, но с нетерпением ждет встречи с Еленой на борту станции.

Терри Вёртс рассказал о запланированных работах в открытом космосе по американской программе. Астронавт обратил особое внимание на взаимодействие в работе между членами экипажа, подчеркнув значимость теплых и дружеских отношений

в команде для успешного прохождения подготовки и выполнения космического полета.

После пресс-конференции космонавты по традиции посетили памятные места, связанные с историей отечественной космонавтики. Они побывали в музее Центра подготовки космонавтов, мемориальном кабинете Юрия Алексеевича Гагарина, где оставили свои автографы и записи в специальной памятной книге. Затем члены экипажей отправились на Красную площадь почтить память С.П.Королёва и захороненных в Кремлевской стене космонавтов.

С использованием сообщений пресс-службы ЦПК



Эмблема экипажа корабля «Союз ТМА-15М»

Эмблему разработали командир корабля Антон Шкаплеров и космонавт-испытатель Андрей Бабкин при помощи итальянского дизайнера Риккардо Росси (Riccardo Rossi) и художника из Нидерландов Люка ван ден Абелена (Luc van den Abeelen). Экипаж согласовал дизайн нашивки 29 ноября 2013 г., а 13 февраля 2014 г. эмблема была утверждена Роскосмосом.

Как объяснил сам Антон, графический символ «Союза ТМА-15М» стилизован под командно-приборный прибор – авиаторизонт, отражающий профессию летчика, которой владеют все члены экипажа.

Золотистые панели солнечных батарей подобно приборным стрелкам-указателям вместе с контуром корабля «Союз» расположены на фоне командных шкал бокового и продольного каналов. Это соответствует положению корабля при крене 15° (порядковый номер «Союза ТМА-М») и тангаже 51° (наклонение заданной орбиты).

Корабль «Союз», летящий над Землей, композиционно связывает левую сторону эмблемы, содержащую изображение цели полета – МКС, и правую с восходящим солнцем – символом познания и обновления. Тень в виде самолета, в котором сочетаются черты истребителей МиГ-29 (нос), F-16 (фюзеляж с крыльями) и АМХ (хвостовое оперение), сопровождает космический корабль и указывает на неразрывную связь между авиацией и космонавтикой.

Крупные звезды с длинными лучами на фоне созвездий Возничего и Кассиопеи символизируют полет космонавта и астронавтов этой экспедиции. Общее количество звезд соответствует двум последним цифрам года старта (2014), с учетом Солнца – года возвращения (2015).

Фамилии членов экипажа и наименование корабля написаны кириллическим и латинским шрифтами и расположены по внешнему контуру шкалы.

Схожую эмблему, только без фамилий, получили и дублиры. – Л.Р.



Фото О. Урусова

Финишная прямая

А. Красильников

Протекшая крыша добавила работы

«Союз ТМА-15М» был доставлен на космодром 15 августа железнодорожным транспортом и перевезен в монтажно-испытательный корпус (МИК) на 254-й площадке.

Изначально запуск корабля планировалось выполнить с 1-й площадки. Между тем недавно в низких пролетах МИКа 112-й площадки был проведен ремонт крыши. А во второй половине октября на Байконуре прошел снегопад с последующей оттепелью – и крыша протекла... Учитывая, что в ноябре погода на космодроме часто бывает неустойчивой, решили перенести подготовку ракеты-носителя «Союз-ФГ» в МИК 31-й площадки с нее же выполнить пуск.

Никаких особенных сложностей эта замена не вызвала. Ведь еще в октябре 2012 г. с 31-й площадки стартовал корабль «Союз ТМА-06М» (НК № 12, 2012, с. 7). Единственное: потребовалось перевести блоки ракеты со 112-й площадки на 31-ю. Сборка пакета из первой и второй ступеней «Союза-ФГ» началась 7 ноября.

Дублиры задержались на сутки

11 ноября с подмосковного аэродрома Чкаловский в байконурский аэропорт Крайний прилетел самолет Ту-134 (бортовой номер RF-65150) с «Астреями» – Антоном Шкаплеровым, Самантой Кристофоретти и Терри Вёртсом. Как всегда, в этот же день следом за основным экипажем должен был прибыть дублирующий. Но у самолета Ту-134 № RF-65151 после

возвращения Максима Сураева из Казахстана в Россию возникла техническая неисправность, а третий самолет – Ту-134 № RF-65152 – находился на плановом ремонте.

Конечно, можно было бы отправить «Антаресов» на Ил-76, но отсутствовали разрешительные документы. Так что Олегу Кононенко, Кимия Ю и Челлу Линдгрену пришлось ждать, когда самолет № RF-65150 возвратится с Байконура...

Стоит напомнить, что в марте 2013 г. дублирующий экипаж «Союза ТМА-08М» также прилетел на Байконур с задержкой, правда, по другой причине (НК № 5, 2013, с. 6).

В результате «Антаресы» добрались до космодрома 12 ноября и сразу по прилету присоединились к «Астреям», которые в МИКе 254-й площадки выполняли первую тренировку в «Союзе ТМА-15М». В ходе нее экипажи надели и проверили аварийно-спасательные скафандры «Сокол-КВ-2», примерили индивидуальные кресла-ложементы «Казбек-УМ» в корабле, ознакомились с размещением грузов в нем и проверили работоспособность систем радиосвязи. Космонавты также поработали со спутниковыми телефонами Iridium и лазерными дальномерами.

Интересный момент: Олег Кононенко, в отличие от своих коллег, не надевал скафандр «Сокол-КВ-2», а проводил тренировку в полетном костюме.

13 ноября возле гостиницы «Космонавт» на 17-й площадке экипажи по традиции подняли флаги государств – участников пилотируемого пуска – России, Италии, США и Казахстана. Тем временем «Союз ТМА-15М» был перевезен на заправочную станцию

31-й площадки для заполнения баков КДУ компонентами топлива и сжатыми газами. Кроме того, проводились пневматические испытания блоков ракеты.

Антон Шкаплеров сравнил предстартовую подготовку на космодроме с финишной прямой. «У нас будут две примерки корабля, где мы увидим, где и что у нас лежит, где и как закреплено. Каждый день будут продолжаться тренировки и каждый день – занятия физкультурой», – сказал он.

15 ноября экипажи изучали бортовую документацию «Союза ТМА-15М» и текущее техническое состояние российского сегмента МКС, участвовали в практическом занятии по выполнению научных экспериментов, тренировались стыковаться к станции в ручном режиме на функциональном многоцелевом стенде и подготавливали свои организмы к воздействию неблагоприятных факторов космического полета.

В тот же день «башенка» системы аварийного спасения была транспортирована со 112-й площадки на 31-ю, а в МИКе площадки 254 к кораблю присоединили переходный отсек.

16 ноября, пока «Астреи» штудировали бортдокументацию, «Антаресы» совершили экскурсию по городу Байконур, возложив цветы к памятникам Юрию Гагарину и

Президент РКК «Энергия» Владимир Солнцев рассказал, что корпорация уделяет повышенное внимание проблеме многократного использования отдельных узлов и приборов кораблей «Союз». «Сейчас обозначены 65 составных частей транспортно-пилотируемого корабля, допущенных к повторному применению. Эта задача очень непростая, но очень важная и нужная. Ее решение дает возможность сократить сроки изготовления кораблей и сэкономить ресурсы», – отметил он.

Сергею Королёву и посетив музей истории космодрома. В последнем космонавты почувствовали себя казаками, облачившись в национальные костюмы.

На следующий день специалисты подмосковной РКК «Энергия» выполнили авторский осмотр корабля, удостоверившись, что он соответствует технической документации, сфотографировали его детали и узлы и накатили на «Союз ТМА-15М» головной обтекатель.

18 ноября прошел так называемый «День прессы»: экипажи показали журналистам, чем они ежедневно занимаются в Учебно-тренировочном комплексе ЦПК. Кстати, на время предстартовой подготовки космонавтов в комплексе вводится режим полной обсервации и доступ посторонних лиц возможен только в специально защищенной одежде после прохождения медосмотра.

«Астреи» и «Антаресы» продемонстрировали прессе ручное причаливание к станции, изучение бортдокументации, игры в шахматы, бильярд, домино, шашки, настольный теннис и дартс, а также занятия на бегущей дорожке, велоэргометре, силовых тренажерах, ортостатическом столе и вращающемся кресле. Саманта Кристофоретти и Терри Вёртс, впервые отправляющиеся в космос с Байконура, посадили деревья на Аллее космонавтов. Правда, так и осталось непонятным, почему на табличке перед деревом было ошибочно написано «Вёрст»...

Антон объяснил представителям СМИ, что полет в космос для него – это не отказ от авиации, а выход на новый уровень мастерства. «От летной деятельности мы не отказываемся. Даже в программе ЦПК есть летная подготовка, есть она и у американских астронавтов. Поэтому космический полет для нас – это просто очередной этап, наша профессия летчиков остается такой же любимой», – подчеркнул он.

Саманта поведала, что, помимо итальянского, владеет немецким, французским, английским и русским языками. «Легче всего было учить немецкий, так как это был мой первый иностранный язык – я изучала его еще в юности. А сложнее всего – русский, потому что изучался уже в зрелом возрасте. Я люблю русский язык, он очень интересный и богатый», – отметила итальянка. Она призналась, что ей нравятся русские песни «Очи черные», «Катюша» и «Трава у дома».

Терри рассказал, что учить русский язык на тренировках одновременно и трудно, и замечательно. «Это очень трудный язык для нас – с падежами... но после нескольких лет тренировок начинаешь более или менее понимать. Сейчас уже легче», – отметил он.

19 ноября экипажи в полетных костюмах осуществили вторую тренировку в «Союзе ТМА-15М», осмотрев его в стартовой конфигурации. «У нас замечаний нет. Космический корабль и экипаж готовы к выполнению задач, поставленных перед нами», – сообщил Шкаплеров.

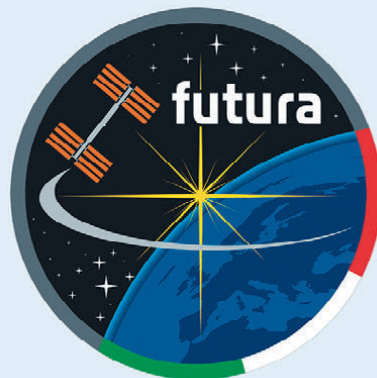
После этого головной блок «Союза-ФГ» перевезли с 254-й площадки на 31-ю для общей сборки ракеты космического назначения (РКН), а «Астреи» и «Антаресы» посетили музей космодрома на площадке 2.

21 ноября РКН была транспортирована на стартовый комплекс 31-й площадки и установлена в вертикальное положение в пусковое устройство со сведением колонн обслуживания. Назавтра государственная комиссия утвердила составы основного и дублирующего экипажей «Союза ТМА-15М» и подтвердила готовность ракетно-космического комплекса к пуску.

Проблем не будет: на станции две кухни

22 ноября, за сутки до запуска, журналисты, которые смогли попасть на Байконур, получили возможность задать экипажам «Союза ТМА-15М» вопросы. Пресс-конференция обычно проводится в гостинице «Космонавт». На ней пищу и телевизионную братию отделяет от космонавтов толстое стекло, не пропускающее вредных бактерий.

Журналисты поинтересовались у Антона Шкаплерова и Терри Вёртса, не будет ли их беспокоить соседство с прекрасными дамами: на борту МКС, где уже находится Елена Серова, с прилетом Саманты Кристофоретти станет две женщины. Что под этим подразумевалось – остается только догадываться. Вот и Антон Шкаплеров немного удивился: «Мы ничего такого особенного не ожидаем – ни я, ни Терри. Елена и Саманта – это профессионалы своего дела. Они подготовлены так же, как и мы. Каждый выполняет свою задачу. Мы не нервничаем и не беспокоимся. У нас хороший коллектив. Друг друга знаем и вместе готовимся, поэтому вообще не вижу ничего такого особенного».



Миссия Futura

Полет Саманты Кристофоретти получил название Futura (по-итальянски futuro означает «будущий»). Он осуществляется по двухстороннему соглашению между NASA и Итальянским космическим агентством ASI (подробнее о соглашении рассказано в НК №7, 2013, с.7).

«Имя миссии и эмблема прекрасно представляют положительный импульс в направлении исследования космоса и путешествия для открытий», – объяснила Кристофоретти.

В научную программу полета входит много медицинских экспериментов. «Мне предстоит выполнить множество экспериментов ЕКА и ASI. Я хорошо знакома с учеными, которые придумали и готовили эксперименты, и сама участвовала в выборе. Один из таких экспериментов наблюдает процессы, протекающие в организме во время сна астронавта на станции, другой изучает систему кровообращения человека в невесомости, третий – стратегию поведения человеческого мозга по управлению движениями тела в невесомости», – рассказала итальянка.

Как исследователь Саманта будет носить специальную рубашку с датчиками. «Датчики будут фиксировать информацию, которую предстоит расшифровать ученым», – пояснила она.

В 2015 г., помимо нашумевшей итальянской кофемашины ISSpresso (НК №8, 2014, с.6), на МКС планируется доставить трехмерный принтер POP3D, также изготовленный в Италии фирмой Altran. По словам разработчиков, он потребляет мало электроэнергии и не требует внимания со стороны астронавтов. Принтер представляет собой куб со стороной 25 см и печатает биоразлагаемой и безопасной пластмассой в ходе высокотемпературного процесса.



Фото С. Кузьмина

Терри согласился с командиром: «У нас замечательный экипаж – и Антон, и Саманта. Для меня большая честь полететь с ней, и я очень ценю ее как астронавта».

Не обошлось и без бытового вопроса, суть которого сводилась к тому, как две женщины смогут уживаться на одной кухне на станции. На это Кристофоретти справедливо заметила, что на МКС имеются две кухни – на российском и американском сегментах, так что проблем быть не должно. Итальянка пока не знает, станет ли она пользоваться макияжем в космосе, но подстричься точно сможет, так как Вёртс перед полетом обучился ремеслу парикмахера.

Терри спросили, чем отличается второй космический полет от первого. «Во время первого полета на шаттле шло активное строительство МКС, после чего начался этап ее использования по назначению, – рассказал астронавт. – Сейчас же нам предстоит выполнить очень много работы для того, чтобы подготовить станцию к переконфигурации для стыковки новых американских пилотируемых кораблей (НК №9, 2013, с.8). Больше всего я с нетерпением жду, чтобы снова выглянуть в иллюминаторы модуля Сирол. В моем прошлом полете (STS-130, февраль 2010 г. – А.К.) его доставили и пристыковали, но у меня, к сожалению, не было достаточно времени, чтобы насладиться зрелищем из него».

В январе–феврале 2015 г. Вёртсу вместе с Барри Уилмором предстоит выполнить три

выхода в открытый космос по американской программе. «Первые два выхода посвящены подготовке к установке нового стыковочного узла на станции, куда будет стыковаться американский пилотируемый корабль. Мы проложим кабели для него. В третьем выходе мы установим систему связи и навигации C2V2 для обеспечения стыковок новых кораблей и займемся обслуживанием дистанционного манипулятора, что необходимо делать регулярно», – поведал Терри.

Итальянка отметила различия в подготовке к полету в России и других странах: «Для нас, не российских космонавтов, большая разница состоит в том, что в Звёздном городке мы в основном изучаем корабль, то есть наш полет на станцию и возвращение на Землю, а в США, Европе, Канаде и Японии мы больше всего занимаемся операциями, которые будем выполнять на станции».

Шкаплеров пообещал продолжить продвижение из космоса посредством социальных сетей. В частности, он намерен писать о жизни на станции и выставлять фотографии в блоге на сайте Роскосмоса, а также в собственном Twitter и, возможно, в Instagram. То же самое планируют делать его коллеги по экипажу: Кристофоретти с использованием Twitter, Facebook, Flickr и Google+, Вёртс – на сайте NASA, в Twitter и Instagram.

«Астреев» попросили описать свое состояние перед полетом тремя словами. Антон слегка превысил количество слов:

«Счастлив, собран и полностью готов». Саманта сформулировала ответ философски: «Конец и начало нового». А Терри с надеждой произнес: «Мечты сбываются». Где-то мы уже это слышали...

Кристофоретти пояснила, что накануне старта чувствует себя по-настоящему готовой лететь в космос. «Я рада, что имею возможность использовать все свои навыки и уверенность, которую приобрела во время подготовки в качестве пилота», – подчеркнула итальянка.

Шкаплеров признался, что и он, и его коллеги по экипажу еще в детстве мечтали стать космонавтами. «Мы поставили себе эту цель и шли к ней шаг за шагом. Мы все трое пилоты и после того, как стали профессиональными пилотами, были отобраны в свои отряды и сейчас находимся здесь вместе... Перед первым полетом я понимал, что практически ничего не знаю в реальности о космосе, о самом старте. Может быть, тогда я

Черная икра к новогоднему космическому застолью

Для празднования Нового года «Союз ТМА-15М» доставил 15 банок осетровой икры по 30 г каждая, а также яблоки, апельсины, лимон, помидоры и по 140 порций сублимированного сухого молока и черного чая без сахара.

По словам заведующего отделом питания ИМБП РАН Александра Агуреева, сейчас обычный рацион космического питания стоит около 25000 руб в сутки на одного человека, что обусловлено дороговизной его производства. Он отметил, что в настоящее время идет расширение рациона продуктами промышленного производства, к которым предъявляются очень строгие требования по сроку годности.

«Сейчас у нас принят стандарт, что каждый продукт, доставляемый на МКС, должен иметь гарантийный срок годности не менее девяти месяцев. Но космические продукты должны подтвердить свой срок годности в течение 15 месяцев. Продукты промышленного производства, которые включаются в меню космонавтов, также проходят 15-месячное испытание в климатической камере при температурных и влажных условиях, которые есть на МКС», – пояснил Александр Никитович.

больше нервничал. Сейчас же у меня голова забита тем, как мы долетим всего за шесть часов до станции, потому что в предыдущий раз я летел двое суток – это была более медленная работа. Сейчас же придется работать все время, пока мы не состыкуемся со станцией», – объяснил россиянин.

Вёртс перед своим первым полетом ничего не знал о реальных космических условиях, но как летчик-истребитель всегда чувствовал уверенность, не волновался и просто был сосредоточен на своей работе. «Через 500 лет человечество будет считать МКС начальными шагами по проникновению в Солнечную систему. Это точно так же, как мы смотрим на Колумба и других путешественников, которые исследовали Землю 500 лет назад», – сравнил американец.

Бортинженер-2 дублирующего экипажа «Союза ТМА-15М» Челл Линдгрэн поделился впечатлениями от транспортировки ракеты-носителя «Союз-ФГ» на стартовый комплекс: «Это красивая ракета. На самом деле, для нас это было очень волнительно – мы просто восхищались. И после того, как мы



Фото С. Сергеева

вернулись с вывоза ракеты, я сообщил Антону, Саманте и Терри, что она в прекрасном состоянии и отлично выглядит».

«Союз», напевающий по-итальянски

После отделения от 3-й ступени на «Союзе ТМА-15М» раскрылись две панели солнечных батарей и антенны радиотехнической системы сближения «Курс». Позже штанга стыковочного механизма была выдвинута в исходное положение, проведены тесты системы управления движением, телевидения и «Курса».

Начальное фазовое рассогласование корабля и станции было 25.8°. Корабль сближался с целью с использованием четырехвитковой («быстрой») схемы. 24 ноября на 1-м и 2-м витках полета (что соответствовало 91610-му и 91611-му витку станции) он осуществил первый двухимпульсный маневр с включениями сближающе-корректирующего двигателя (СКД) в 00:44:24 (продолжительность работы – 85.9 сек, приращение скорости – 34.66 м/с) и в 01:27:01 ДМВ (63.7 сек, 25.83 м/с). После этого «Союз ТМА-15М» поднялся на орбиту наклонением 51.64° и высотой 312.98×330.02 км.

На 2-м и 3-м витках корабль выполнил второй двухимпульсный маневр. СКД запустился в 02:23:20 (16.6 сек, 6.31 м/с) и в 03:06:04 (26.8 сек, 10.60 м/с). В результате он перешел на орбиту наклонением 51.66° и высотой 337.45×363.09 км.

Затем началось автономное сближение «Союза ТМА-15М» с МКС, в ходе которого прошло шесть маневров. Два из них по расчетам состоялись в 03:52:53 (22.4 сек, 7.94 м/с) и в 04:39:53 (53.4 сек, 20.4 м/с).

В 05:30 с дальности 400 м корабль приступил к облету станции. В процессе сближения слышались регулярные доклады Антона Шкаплерова, указания подмосковного ЦУПа и редкие реплики Саманты Кристофоретти, сопровождаемые... необычным для голосового эфира напеванием итальянки.

Шкаплеров: Дальность – 300 м, скорость – 0.75 м/с. Продолжаем облет на стыковочный узел. Есть [надпись на дисплее] «Причал». [Формат] БВС (бортовая вычислительная система. – А.К.) готов. Проверяем [транспарант] Р8. Не горит.

Кристофоретти: Он никогда не горит.

Шкаплеров: Хорошо. Есть разворот по крену.

Кристофоретти: Есть «Зав[исание в] кон[усе]».

Шкаплеров: Есть «Зав кон». Выходим на ось стыковочного узла.

Кристофоретти: Есть «Причал».

Стоит отметить, что на дисплее постоянно горела надпись «Параметр РН20 не в допуске – 16.314 мм рт. ст.». Это говорило о том, что парциальное давление воды в атмосфере спускаемого аппарата выходит за допустимую величину. Попросту говоря, в СА было влажно.

Шкаплеров: Есть «Причал». [Рассеивающий] экран устанавливаем [на визир] не будем. Включаем подсветку ВСК (специальный визир космонавта. – А.К.). Включаем фару – [команда] С17. Находимся напротив стыковочного узла.

ЦУП: Выдаем «Причаливание».

Шкаплеров: Переходим на страницу 64 [в бортовой документации].

ЦУП: Можно свернуть [формат] ВКУ (видеоконтрольное устройство. – А.К.) на [дисплее] ИнПУ-2 (интегрированный пульт управления. – А.К.) и выдать [команду] «Причаливание» с ИнПУ-2.

Шкаплеров: Переходим на формат «Сближение». Выдаю «Причаливание». Так, время 05:38:30. Выдал.

ЦУП: Разверните картинку на весь экран. Если вам это не мешает, то можете оставить развернутой.

Шкаплеров: Не мешает. 180 м, 0.38 м/с. Продолжаем контролировать процесс причаливания.

ЦУП: Фара включена у вас?

Кристофоретти: Сейчас [включу].

Шкаплеров: 140 м, 0.82 м/с. Стыковочный узел в центре ВСК. (Обращаясь к Саманте) Попробуй [командой] «Пересветкой» [улучшить яркость картинки на ВСК] – [команда] Р5. (ЦУПу) 115 м, 0.67 м/с.

ЦУП: «Астреи», Р5 выдать.

Шкаплеров: Выдаем. Выдали. (Обращаясь к Саманте) Оставь пока так. Стыковочный узел напротив.

ЦУП: Попробуйте еще раз выдать Р5. «Астреи», в ВСК как наблюдаете [станцию]?

Шкаплеров: Выдали. В ВСК наблюдаем четко.

Кристофоретти: Похуже [стала картинка], да?

Шкаплеров: Нет, оставь пока так. Мы в тень уходим. 88 м, 0.44 м/с. (Обращаясь к ЦУПу) Наблюдаете узел?

ЦУП: Наблюдаем.

Шкаплеров: Мишень слева внизу на полградуса. 50 м. Есть [надпись] «ССВП (систе-



ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

Фото С. Саргеева

ма стыковки и внутреннего перехода. – А.К.) [готов]». (Обращаясь к Саманте) Проверяем ССВП: [транспаранты] Д7, Д9, Д13 и Д17?

Кристофоретти: Горят.

Шкаплеров: С11?

Кристофоретти: Горит.

Шкаплеров: ССВП готов. Продолжаем контролировать процесс сближения. Около 40 м, подтверждаю по угловым размерам стыковочного узла [на ВСК]. Мишень находится вправо внизу на 1°. Все остальное идет штатно. Входим в тень. Около 25 м, 0.12 м/с. Стыковочный узел наблюдаю, вошли в тень. Мишень снизу на 1°. По размерам мишени – около 10 м. Мишень две клетки – около 6 м. Кресты собраны. Практически в центре. Мишень справа 1°. Кресты собраны. Около 5 м.

Руководитель полета РС МКС Владимир Соловьёв: Все нормально, Антон.

Шкаплеров: Да, все идет устойчиво. По мишени около 2 м. Около 1 м. Кресты собраны. Мишень практически в центре. Ожидаем касания. Работаем по странице 66. Есть «Касание», есть «Сцепка».

Кристофоретти: Есть «Механсоединение».

В 05:48:21 ДМВ (02:48:21 UTC) «Союз ТМА-15М» в автоматическом режиме пристыковался к Малому исследовательскому модулю «Рассвет». Это произошло через 05 час 47 мин 07 сек после старта. МКС делала свой 91614-й виток по орбите наклонением 51.67°, высотой 408.70×434.27 км и периодом обращения 92.76 мин. Масса ее с вновь прибывшим кораблем составила 421 709 кг.

По материалам Роскосмоса, ЦУП, ЦПК, РКК «Энергия», Росавиации, ЕКА, ИТАР-ТАСС и Интерфакс



Фото С. Кузьмина

А. Красильников, А. Хохлов.
«Новости космонавтики»
Фото NASA и из блогов
космонавтов и астронавтов

Полет экипажа МКС-41/42

Ноябрь 2014 года

Экспедиция МКС-41:

Командир – Максим Сураев
Бортинженер-1 – Александр Самокутяев
Бортинженер-2 – Елена Серова
Бортинженер-3 – Барри Уилмор
Бортинженер-5 – Рид Уайзман
Бортинженер-6 – Александр Герст

Экспедиция МКС-42 (с 10 ноября):

Командир – Барри Уилмор
Бортинженер-1 – Александр Самокутяев
Бортинженер-2 – Елена Серова
Бортинженер-4 – Антон Шкаплеров (с 24 ноября)
Бортинженер-5 – Саманта Кристофоретти (с 24 ноября)
Бортинженер-6 – Терри Вёрст (с 24 ноября)

В составе станции на 01.11.2014:

| | |
|----------------|---------------------|
| ФГБ «Заря» | МИМ-2 «Поиск» |
| Node 1 Unity | Node 3 Tranquility |
| СМ «Звезда» | Супола |
| LAB Destiny | МИМ-1 «Рассвет» |
| ШО Quest | РММ Leonardo |
| СО «Пирс» | «Союз ТМА-13М» |
| Node 2 Harmony | «Союз ТМА-14М» |
| АРМ Columbus | «Прогресс М-25М» |
| JPM Kibo | ATV-5 «Жорж Леметр» |

Перекачка воды

В ноябре Александр Самокутяев занимался переносом на станцию грузов из корабля «Прогресс М-25М», прибывшего в конце октября.

5 ноября он при помощи компрессора перекачал 66 л питьевой воды в три станционные емкости из баков европейского грузового корабля ATV-5 «Жорж Леметр». Легко вычислить, что каждая такая емкость вмещает по 22 л. Позднее, 20 и 25 ноября, таким же способом были заполнены еще семь емкостей. В результате второй бак системы водообеспечения ATV-5 оказался пуст, и 26 ноября в него перекачали 27 л урины.

5 ноября Барри помог Александру Герсту измерить артериальное давление и исследовать ультразвуком сердце и сосуды перед возвращением на Землю.

28 ноября экипаж наддул атмосферу МКС воздухом на 7 мм рт. ст. из баков «Жоржа Леметра». К концу месяца с ATV-5 на станцию было перемещено 75% сухих грузов и перекачана одна треть воды.

Воротник для измерения кровотока в мозг

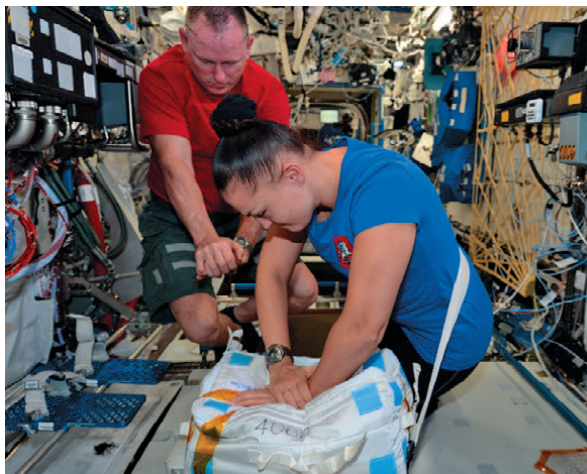
Медицинские эксперименты по праву считаются наиболее важными из тех, которые экипаж проводит на борту МКС. Ведь они позволяют изучить неблагоприятное воздействие микрогравитации на организм человека в целом и на каждую из его систем в отдельности и в конечном итоге разработать средства, снижающие это воздействие.

3–5 ноября Александр Самокутяев и Елена Серова проводили эксперимент МОРЭЭ (что означает «мониторинг обмена веществ и его регуляции, динамики защитных систем организма и экологических факторов во время космического полета»): записывали в бортовом журнале количество принятой жидкости и пищи.

4 ноября Александр и Елена выполнили эксперимент «Кардиовектор», направленный на получение новой научной информации о роли правых и левых отделов сердца и системы кровообращения в условиях длительного космического полета. 26 ноября его в первый раз по прибытии на станцию провел Антон Шкаплеров. Та же тройка в конце месяца сделала эксперимент «Виртуал» (получение новых данных о механизмах сенсорных взаимодействий и сенсорных адаптаций, динамике устойчивости адаптивных сдвигов в коротких и длительных космических полетах).

6 ноября космонавты потренировались в оказании первой неотложной помощи с использованием американского оборудования. «В специальной медицинской упаковке есть все необходимое для оказания медицинской помощи. Мы можем даже взять анализ крови и снять электрокардиограмму. Все космонавты Роскосмоса перед полетом проходят специальный курс по медицине, который длится год», – рассказала Елена Серова в своем дневнике на сайте Роскосмоса.

6–7 ноября Максим Сураев выполнил эксперименты «Взаимодействие» (изучение закономерностей поведения экипажа в длительном космическом полете) и «Пародонт-2» (оценка эффективности способов и средств контроля микробиотеноса и иммунитета пародонта в условиях космического полета). 12 ноября Серова провела биохимический анализ крови, а 14 ноября вместе с Самокутяевым – биохимический анализ мочи. 17 ноября россиянка исследовала состо-



яние своей сердечно-сосудистой системы при дозированной физической нагрузке на велоэргометре ВБ-3М.

26 ноября Антон начал новый эксперимент «Космокард», цель которого изучить влияние факторов космического полета на электрофизиологические характеристики миокарда и на их связь с процессами вегетативной регуляции кровообращения.

Медицинским исследованиям уделяют особое внимание не только на российском сегменте станции, но и на американском. 3 ноября Рид Уайзман настроил носимый холтеровский монитор для снятия электрокардиограммы и аппаратуру Actiwatch, чтобы начать эксперимент Biological Rhythms, изучающий биологические ритмы человека в условиях микрогравитации. На следующий день он заменил карту памяти и аккумулятор и продолжил двухсуточное исследование.

4 ноября Уайзман собрал образцы мочи и крови в рамках эксперимента Cardio Ox, изучающего окислительные и воспалительные процессы в сосудах, способные привести к появлению атеросклероза у астронавтов. 28 ноября уже прилетевшая на станцию Саманта Кристофоретти в качестве нового медицинского специалиста обследовала Уилмора.

4 ноября немец взял образцы слюны для эксперимента Salivary Markers по нарушениям иммунной системы человека в длительном полете. 17 ноября это исследование провел Уилмор.

4 ноября Рид и Александр перед посадкой взяли заключительные пробы мочи и крови для эксперимента Biochem Profile, выявляющего белки и химические вещества, которые служат в качестве биомаркеров здоровья астронавтов.

4–6 ноября Уилмор и Уайзман дотошно обследовали глаза в рамках эксперимента Ocular Health по поиску причин нарушений зрения в космическом полете. 5 ноября Рид и Александр настроили камеры и оборудование для сбора антропометрических данных по эксперименту Body Measures. 7 ноября немец сделал измерения в последний раз.

5 ноября Барри Уилмор помог Герсту измерить артериальное давление и исследовать ультразвуком сердце и сосуды перед возвращением на Землю.

6 ноября Барри заменил отказавшую батарею в европейском медицинском экспериментальном тренажере-динамометре MARES. В тот же день Уайзман поупражнялся на велоэргометре CEVIS с измерением легочной функции прибором PPF5 для эксперимента Sprint, а на завтра Уилмор помог ему сделать завершающее УЗИ. Напомним: Sprint изучает воздействие интенсивных тренировок на состояние мышц человека в невесомости.

28 ноября прибывший на МКС Терри Вёртс выполнил десять тестов на ноутбуке в рамках эксперимента Cognition, изучающего воздействие условий труда и отдыха в космическом полете на когнитивные функции человека. Тем временем Кристофоретти подготовила оборудование для эксперимента Drain Brain: с помощью специального ультразвукового воротника измеряется кровоток в мозг. Это поможет ученым понять, какие физические процессы в организме могут компенсировать отсутствие силы тя-

жести для обеспечения необходимого питания мозга.

25–28 ноября итальянка протестировала аппаратуру японского эксперимента ELITE-S2 по изучению сенсорных и двигательных ощущений астронавтов в невесомости. 28 ноября все шестеро космонавтов измерили массу тела.

Бразды правления переданы американцу

В первой половине месяца значительная часть времени ушла на подготовку к приземлению пилотируемого корабля «Союз ТМА-13М» с «Цефеями» – Максимом Сураевым, Ридом Уайзманом и Александром Герстом. Собирались и укладывались возвращаемые и удаляемые грузы – соответственно в спускаемый аппарат (СА) и бытовой отсек корабля.

Максим единственный среди «Цефеев» проделывал «отсидки» в пневмовакuumных «штанах» «Чибис-М», создающих отрицательное давление на нижнюю часть тела и, таким образом, подготавливающих организм человека к привычной для него земной гравитации.

3 ноября Елена в рамках совместного российско-американского эксперимента «Микробиологический мониторинг» взяла пробы воздуха воздушным пробоотборником MAS в модулях американского сегмента МКС – Unity, Destiny, Harmony, Columbus, Kibo и Tranquility. Пробы, возвращенные «Союзом ТМА-13М» на Землю, помогут ученым изучить характер формирования и распространения микроорганизмов в обитаемых отсеках станции.

5 ноября Самокутяев, Серова и Уилмор, остающиеся на станции втроем на две недели, перераспределили свои роли и обязанности в аварийных ситуациях. Они повторили конкретные действия при пожаре, разгерметизации и утечке токсичных веществ в герметичный объем МКС.

6 ноября подмосковный ЦУП провел тест аппаратуры радиотехнической системы сближения «Курс-П» Функционально-грузового блока «Заря» со стороны Малого исследовательского модуля «Рассвет» совместно с аппаратурой системы «Курс-А» корабля «Союза ТМА-13М». Тем временем «Цефеи» провели тренировку по спуску, ознакомившись с предварительными данными на расстыковку и возвращение и проработав циклограмму спуска с использованием пульта космонавта «Нептун-МЭ». Была проверена телеметрическая станция «Источник-М», предназначенная для приема и записи телеметрии с «Союза ТМА-13М» при его возвращении. Кроме того, Сураев проверил настройки двух видеокамер GoPro Hero 3, очистил их флэш-карты и зарядил аккумуляторы. 9 ноября камеры смонтировали в СА «Союза» для видеозаписи действий экипажа.

7 ноября «Цефеи» протестировали систему управления движением корабля и расконсервировали его ассенизационно-санитарное устройство (туалет). Сураев почистил пылесосом приводы механизмов герметизации крышек стыковочных агрегатов «Союза ТМА-13М» и «Рассвета».

8 ноября состоялась традиционная церемония передачи командования станцией от Максима Сураева к Барри Уилмору, а Сура-

ев и Самокутяев подписали формальный акт о передаче смены по российскому сегменту МКС.

В СА корабля были перенесены результаты экспериментов «Аквариум» (или Zebrafish Muscle; укладки с рыбами-зебрами), «Арил», «Асептик», «Биориск», «Биоэмульсия», «Кальций», «Каскад», «Конъюгация», «Кристаллизатор» (или JAXA-PCG), «Полиген» (контейнер с плодовыми мушками-дрозофилами), «Регенерация-1» (два инкубационных контейнера с легочными улитками), «Структура» и «Тест».

9 ноября в 21:29 UTC экипажи закрыли переходные люки между «Рассветом» и «Союзом ТМА-13М». Корабль отчалил от МКС 10 ноября в 00:31:29, и спустя три с половиной часа «Цефеи» благополучно приземлились недалеко от казахстанского города Аркалык.



▲ Проросшие семечки яблока

Косточки от яблок проросли

12 ноября Елена Серова опубликовала в своем дневнике на сайте Роскосмоса запись про то, как совершенно случайно решила прорастить косточки от яблок в космосе: «Самым большим лакомством на орбите являются обычные фрукты, например яблоки. Именно они и вдохновили меня на эксперимент. Я вспомнила, что у Максима Сураева во время прошлой экспедиции получилось вырастить пшеницу, и подумала: почему бы не попробовать прорастить косточки от яблок? Просто из любопытства! И смотрите, что из этого вышло... Так что «и на Марсе будут яблони цвести!»»

Рыбная ловля и сбор урожая

3 ноября в рамках эксперимента Zebrafish Muscle астронавты проверили качество воды в аквариуме AQH, где с конца сентября живут рыбки-зебры (данио рерио). В тот же день раствор параформальдегида в укладке с шестью ранее пойманными и зафиксированными рыбками заменили на буферный раствор, после чего ее вновь вернули в холодильник MELFI.



5 ноября немец выполнил очередное обслуживание аквариума, а 9 ноября Уилмор поймал оставшихся рыбок, чтобы вернуть их живыми на Землю в спускаемом аппарате «Союза ТМА-13М». 11 ноября в японском Экспериментальном модуле Kibo Уилмор разобрал аквариум AQH, находившийся в многоцелевой стойке малых полезных нагрузок MSPR, и убрал все его компоненты на хранение до следующего раза.

Эксперимент Zebrafish Muscle изучает атрофию мышц у рыбок в условиях невесомости.

4 ноября в европейском Лабораторном модуле Columbus Герст приступил к подготовке в стойке Biolab аппаратуры эксперимента TripleLux-B по изучению функций клеток иммунной системы беспозвоночных в условиях космического полета. Образцы для исследования привезет следующий американский коммерческий грузовой корабль Dragon (миссия SpX-5) в январе.

7 ноября завершился первый сеанс эксперимента Seedling Growth-2. Выросшие за шесть дней в установке культивирования EMCS растения резуховидки Таля (*Arabidopsis thaliana*) были высажены из контейнеров и уложены на хранение в холодильник MELFI. 14 ноября Барри собрал второй урожай, а 21 ноября – третий и последний. Эксперимент Seedling Growth-2 определит влияние гравитации на клеточные сигнальные механизмы фототропизма.

9 ноября Александр извлек из установки PCRf образцы японского эксперимента JAXA-PCG и подготовил их для возвращения на корабле «Союз ТМА-13М». Полученные в ходе исследования высококачественные кристаллы белка могут использоваться в фармацевтической промышленности для различных вспомогательных целей.

12 и 19 ноября Уилмор настроил микроскоп и ноутбук в стойке MSPR для эксперимента Apiso Tubule, изучающего рост микро-трубочек в стеблях все той же резуховидки Таля. 20 ноября он включил портативный источник питания в модуле Columbus, необходимый для работы автономного инкубатора Kubik. Протестировав блок, Барри вновь убрал его на хранение в ожидании доставки клеточных образцов эксперимента T-Cell, исследующего изменение функции человеческих лейкоцитов в процессе старения организма.

25 ноября космонавты перенесли из «Союза ТМА-15М» на МКС укладку по экспериментам «Биосигнал» (изучение влияния

микрогравитации на внутриклеточные характеристики функционального состояния клетки) и «Феникс» (воздействии факторов космического пространства на состояние генетического аппарата и выживаемость высушенных лимфоцитов и клеток костного мозга).

В ходе осуществления «Биосигнала» Серова установила прибор «Флюор-К» в холодильнике-термостате «Криогем-03» при температуре +29°C. В последующие четыре дня Шкаплеров контролировал температуру, а 29 ноября извлек прибор из «Криогема-03» и уложил на хранение в Служебном модуле «Звезда» при температуре окружающей среды.

Эксперимент «Феникс» не требовал такого внимания: 26 ноября три укладки с образцами биологического материала Александр и Елена попросту разместили на местах экспонирования.

«Прогресс» снизошел с небес

В ноябре грузовой корабль «Прогресс М-24М», отстыковавшийся от станции в конце предыдущего месяца, продолжил автономный полет в целях эксперимента «Отражение-5» – изучение возможности прохождения оптических сигналов для исследования видоизменений земной атмосферы (НК №12, 2014, с.11-12).

Часть полета грузовика также была посвящена эксперименту «Изгиб» (анализ параметров движения корабля при выполнении гравитационной ориентации с закруткой его вокруг продольной оси).

19 ноября в 23:00:00 UTC «Прогресс М-24М» массой 5514 кг включил сближающе-корректирующий двигатель для осуществления тормозного маневра. Двигатель отработал 186 сек и выдал импульс величиной 106.88 м/с. В результате корабль сошел с орбиты наклонением 51.67°, высотой 379.14×437.94 км и периодом обращения 92.61 мин.

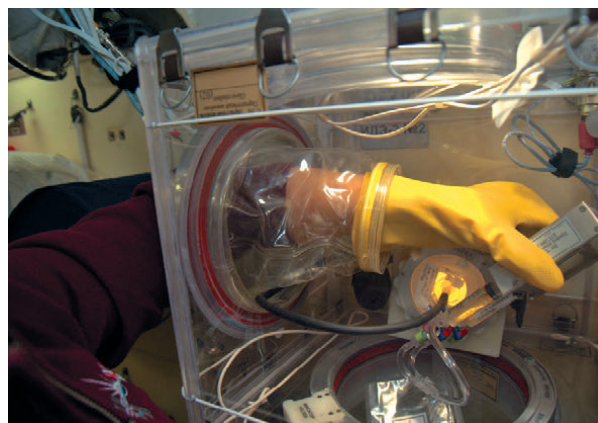
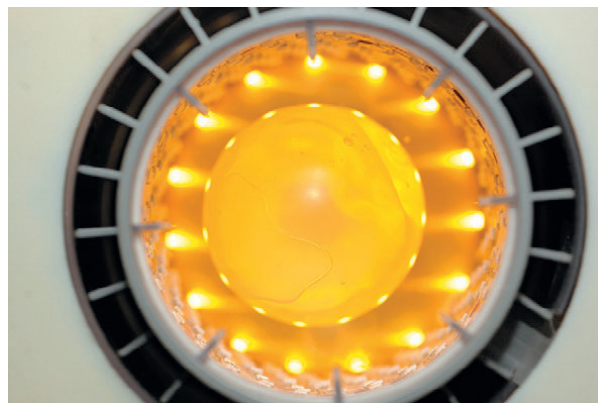
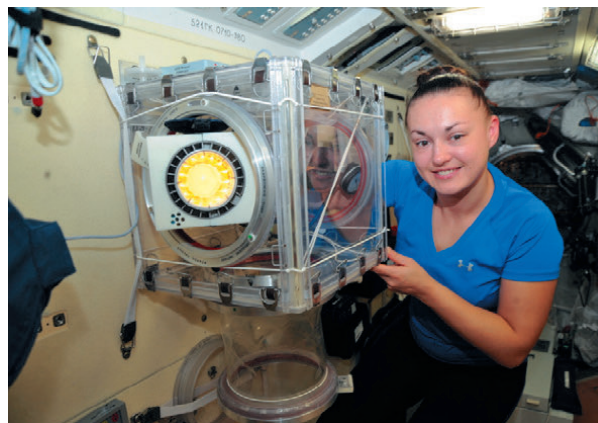
По расчетам баллистики ЦУП-М, несгоревшие элементы его конструкции упали в 23:46:04 в южной части Тихого океана в 3600 км восточнее города Веллингтон – столицы Новой Зеландии. Центр района падения находил-

ся в точке с координатами 42°42' ю.ш., 141°24' з.д. При этом разброс обломков по дальности мог составлять от -500 км до +600 км, по боку ±100 км.

Фреон стравился не туда, куда надо

18 ноября российские космонавты подготовили оборудование к дренажу хладагента (фреон-218) из системы кондиционирования воздуха СКВ-2, относящейся к системе обеспечения теплового режима модуля «Звезда». Дренаж хладагента за борт станции намечался на 19 ноября. Процедура началась со сборки схемы для дренажа, во время которой ЦУП-М по телеметрии зафиксировал рост давления в панели клапанов ПК-1. В результате хладагент был нештатно стравлен в рабочий отсек модуля «Звезда» через оказавшиеся негерметичными гидро-

▼ Научная аппаратура «Сфера» в рамках проекта «Химия-образование». Цель эксперимента – проверка и демонстрация возможности получения оболочек и полых конструкций методом полимеризации в условиях невесомости. Другая задача – показать действие основных химических и физических законов, определяющих поведение вязких жидкостей



Фреон-218 (октафторпропан, CF₃CF₂CF₃) относится к озонобезопасным фреонам (хладоном) и представляет собой не имеющий запаха бесцветный, негорючий и невзрывоопасный газ класса опасности 4 с температурой кипения -36,8°C. По земным нормам его предельно допустимая концентрация (ПДК) в воздухе рабочей зоны производственных помещений составляет 3000 мг/м³.

Так вот по предварительным расчетам российских специалистов суммарное количество вытекшего хладагента составило 131 г при концентрации 1700 мг/м³ в модуле «Звезда» и 150 мг/м³ в общем объеме станции. Это соответствовало допустимому риску и не представляло угрозы для здоровья экипажа.

По указаниям «Земли» космонавты взяли пробы воздуха пробозаборником АК-1М и уложили их на хранение для последующего возвращения на Землю. Атмосфера МКС была постепенно очищена от фреона российским блоком очистки от микропримесей БМП и американской системой TCCS. Систему СКВ-2 привели в исходное состояние и дальнейшие работы с ней продолжатся только после анализа нештатной ситуации.

3D-принтер напечатал пробные образцы

3 ноября экипаж развлекался тем, что поместил в водяной пузырь размером с волейбольный мяч водонепроницаемую камеру GoPro и снял сие действо на 3D-камеру. Обладатели трехмерных очков могут посмотреть получившееся видео на хостинге Youtube: <http://youtu.be/9ZEduy9Vw>.

4 ноября Елена провела эксперимент «Кулоновский кристалл» (изучение динамики системы заряженных частиц в магнитном поле в условиях микрогравитации). Она смонтировала аппаратуру в модуле «Поиск», выполнила сеансы эксперимента и скопировала полученную информацию с последующим сбросом через российскую высокоскоростную систему передачи X-диапазона. 7 ноября россиянка демонтировала аппаратуру.

В течение месяца Елена регулярно проверяла работоспособность оборудования эксперимента «Отклик», регистрирующего удары метеороидных и техногенных частиц по внешним элементам конструкции станции с помощью пьезоэлектрических датчиков. Она также перезаписывала данные с цифрового измерителя микроускорений ИМУ-Ц на лэптоп RSE-1 для сброса на Землю в интересах эксперимента «Идентификация» (исследование динамики конструкции МКС при различных внешних силовых воздействиях с учетом изменения модульного состава станции).

Кроме того, Серова вместе с Самокутяевым провели эксперимент «Химия-образование» по проверке в условиях невесомости технологической возможности получения оболочек и полых конструкций из композиционных материалов методом полимеризации, оборудование для которого доставил «Прогресс М-25М» (НК №12, 2014, с.22). Вот как рассказала об этом Елена в своем дневнике на сайте Роскосмоса: «Мы заполняли сферическую полость компонентами будущего нового полимерного материала,

который формировался под действием ультрафиолета более часа. Заполнение сферы выполнялось путем вытеснения двух компонентов из «шприцов» с дальнейшим их смешиванием и перетеканием в сферическую полость».

5 ноября в модуле Columbus Герст установил камеру с образцом в печь EML, в которой будут изучаться теплофизические свойства жидких металлов в условиях микрогравитации. 13 ноября Уилмор изменил режим масштабирования высокоскоростной камеры и открыл газовые клапаны печи.

6 ноября в рамках эксперимента «Матрешка-Р» (радиационная обстановка на трассе полета и на борту МКС) Серова инициализировала восемь детекторов «каббл-дозиметр» и передала их Герсту для размещения в Лабораторном модуле Destiny. Спустя неделю Уилмор собрал детекторы и отдал Елене для считывания с них информации.

17 ноября в модуле Destiny в ходе эксперимента 3D Printing in Zero-G («Трехмерная печать в невесомости»; НК №7, 2013, с.14; №12, 2014, с.24) Барри поместил 3D-принтер американской компании Made in Space, доставленный на корабле Dragon (полет SpX-4) в конце сентября, в перчаточный бокс MSG.

Данный трехмерный принтер должен продемонстрировать принципиальную возможность изготовления запасных частей непосредственно в полете, в условиях невесомости. Эта технология перспективна для пилотируемых миссий в дальний космос. 3D-принтер печатает детали слой за слоем с помощью горячего пластика, известного как акрилонитрилбутадиенстирол. Кстати, такой же материал используется при создании частей детского конструктора Лего.

Перед тем, как отправить трехмерный принтер на орбиту, сотрудники Made in Space загрузили в его память файлы с чертежами пробных деталей. Полученные образцы планируются вернуть на Землю для анализа и сравнения с аналогичными образцами, но сделанными в земных условиях. В начале 2015 г. на МКС намечается доставить еще один 3D-принтер компании Made in Space.

Итак, 17 ноября после настройки оборудования было запущено изготовление первого пробного образца. Однако в конце процесса печати образец частично оторвался от лотка, поэтому принтер сразу же выключили. 21 ноября Уилмор достал из принтера

бракованный кусочек и подготовил устройство к печати второго образца.

Второй блин не вышел комом: 24 ноября в 21:28 UTC принтер успешно изготовил белую пластмассовую пластину размером 38x76 мм с логотипом NASA. Такая же, кстати, имеется и на самом принтере. Правда, во время печати образец в некоторых местах прилип к лотку, и Барри пришлось сменить лоток (25 ноября). Затем началась печать третьего образца.

20 ноября Уилмор заменил в стойке FIR старое оборудование эксперимента ACE по изучению коллоидных жидкостей: оба микроскопа LMM, черно-белую камеру и кабели. 25 ноября Барри с помощью вставки подвинул на 10 мм образец эксперимента Dynamic Surf, смещение которого было замечено через тепловизор. Это исследование японских специалистов изучает конвекцию Мараньони на примере силиконовых масел, что поможет лучше понять передачу тепла в невесомости.

25 ноября Саманта включила камеру и оборудование эксперимента MagVector, который исследует качественное взаимодействие между магнитным полем Земли и электрическим проводником на станции. 28 ноября Вёртс сменил в стойке изучения горения CIR инфракрасный фильтр в рамках подготовки к очередному эксперименту.

Новый «Плазменный кристалл»

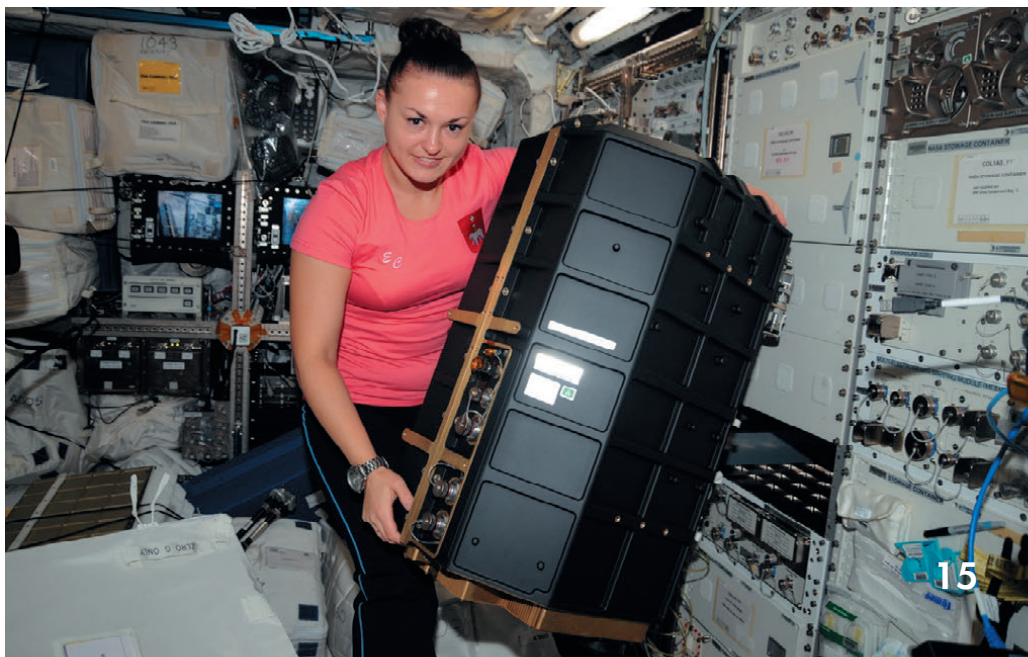
21 ноября экипаж перенес оборудование международного эксперимента «Плазменный кристалл-4» (исследование плазменно-пылевых кристаллов и жидкостей в условиях микрогравитации) из корабля «Прогресс М-25М» (НК №12, 2014, с.22) в модуль Columbus.

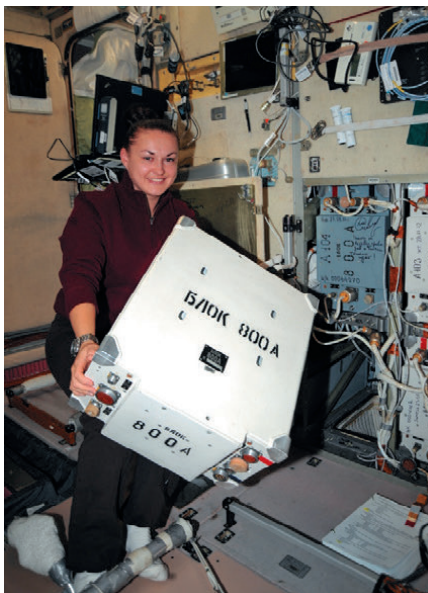
27–28 ноября Самокутяев, Серова и Кристофоретти установили в стойке EMP экспериментальный блок, три контейнера с газом и блок управления и записи информации, а также подключили кабели и подсоединили вакуумные шланги. В стойке были смонтированы и датчики микроускорений SAMS.

Подвижная мишень для координатной привязки

В ноябре российские космонавты наблюдали и снимали земную поверхность в интересах эксперимента «Ураган» для выявления

▼ Елена Серова и установка «Плазменный кристалл-4»





▲ Аккумуляторная батарея в надежных руках Лены

природных катаклизмов и «Экон-М» для оценки экологической обстановки. В рамках эксперимента «Альbedo» исследовались характеристики излучения Земли.

В этом месяце в ходе эксперимента «Визир» Серова настраивала научную аппаратуру «СКП-И» (система координатной привязки) и надевала на себя инфракрасный маяк. После этого она перемещалась в пространстве, чтобы аппаратура фиксировала ее передвижение и определяла координаты. В рамках этого же эксперимента Елена с использованием углеродной ультразвуковой аппаратуры «СКПФ-У» снимала ливийский горнопромышленный пункт Беда и остров Сан-Паулу. При этом на иллюминаторе №6 модуля «Звезда» крепились приемники, а на фотоаппарате – излучатели.

Россияне также обеспечивали ход экспериментов «Обстановка» (исследование в приповерхностной зоне МКС плазменно-волновых процессов взаимодействия сверхбольших космических аппаратов с ионосферой) и «Сейсмопрогноз» (экспериментальная отработка методов мониторинга электромагнитных и плазменных предвестников землетрясений, чрезвычайных ситуаций и техногенных катастроф).

Весь ноябрь «Земля» продолжала трудные испытания двух канадских камер среднего (Theia) и высокого (Iris) разрешения и российской двухосной платформы наведения, находящихся на внешней поверхности модуля «Звезда» (НК № 12, 2014, с. 13).

В частности, 18 ноября выполнялись тесты платформы при наблюдении заданной точки на Земле. Не все шло гладко. Так, 19 ноября в 11:20 UTC при осуществлении испытаний камеры Theia по телеметрии было зафиксировано отключение запоминающего устройства БЗУ-М из-за некорректных настроек программного обеспечения, которые привели к отсутствию связи между БЗУ-М и сетевым ноутбуком RSS-2. На следующий день выяснилось, что на RSS-2 одновременно включены два сетевых интерфейса, что недопустимо при штатной эксплуатации. По рекомендации специалистов экипаж отключил беспроводный интерфейс на ноутбуке. В итоге связь между RSS-2 и БЗУ-М наладилась.

3 ноября Самокутяев и Уайзман настроили лэптоп T61r и установили фотокамеру Nikon D2x образовательного эксперимента EarthKAM имени Салли Райд на иллюминаторе модуля Harmony. 4–7 ноября камера в автоматическом режиме под управлением лэптопа делала снимки земной поверхности по координатам, присланным школьниками разных стран. При этом Александр три раза в сутки менял аккумуляторы и один раз объективы у фотоаппарата.

«Астреи» прибыли

14 ноября «Земля» протестировала аппаратуру системы «Курс-П» модуля «Заря» со стороны модуля «Рассвет», куда должен был стыковаться «Союз ТМА-15М». 17 ноября был проверен канал передачи в ЦУП-М через американский Ku-диапазон телевизионной картинки стыковки корабля вне зоны радиовидимости российских наземных пунктов.

21 ноября настал черед проверки голосовой связи в американском канале S/G-1 между российским сегментом и космодромом Байконур. Дело в том, что при быстрой схеме сближения родные и близкие членов экипажа не успевают прибыть из Казахстана в ЦУП-М к стыковке «Союза», чтобы поговорить с ними, так что это общение организуется на космодроме.

24 ноября в 02:48:21 UTC «Союз ТМА-15М» причалил к МКС. Космонавты проконтролировали герметичность стыка между кораблем и модулем «Рассвет» и в 04:59 открыли переходные люки. В ожидании сеанса связи с семьями проголодавшихся «Астреев» накормил командир станции Барри Уилмор.

«Мистер Батч (прозвище Уилмора. – А.К.) приготовил нам небольшой ланч, – поделился радостью довольный Терри Вёртс. – Мы хорошо проводим время. Все прекрасно с плоскими маисовыми лепешками!»

«Астреи» высушили свои аварийно-спасательные скафандры «Сокол-КВ-2» и перчатки и уложили их на хранение в бытовой отсеке «Союза ТМА-15М». После сна Уилмор провел для прибывших космонавтов инструктаж по безопасности.

25 ноября приступили к разгрузке «Союза». Бортовую документацию на станции заменили доставленной на корабле. Члены экипажа перераспределили свои роли и обязанности в аварийных ситуациях.

27 ноября из спускаемого аппарата «Союза ТМА-15М» демонтировали каме-

ры GoPro Hero 3, скопировали с них файлы на возвращаемый жесткий диск, очистили их флэш-карты, зарядили аккумуляторные батареи и уложили камеры на хранение в корабле. 28 ноября почистили приводы механизмов герметизации крышки люков стыковочных агрегатов «Союза» и «Рассвета».

Разговор с «военмеховцами»

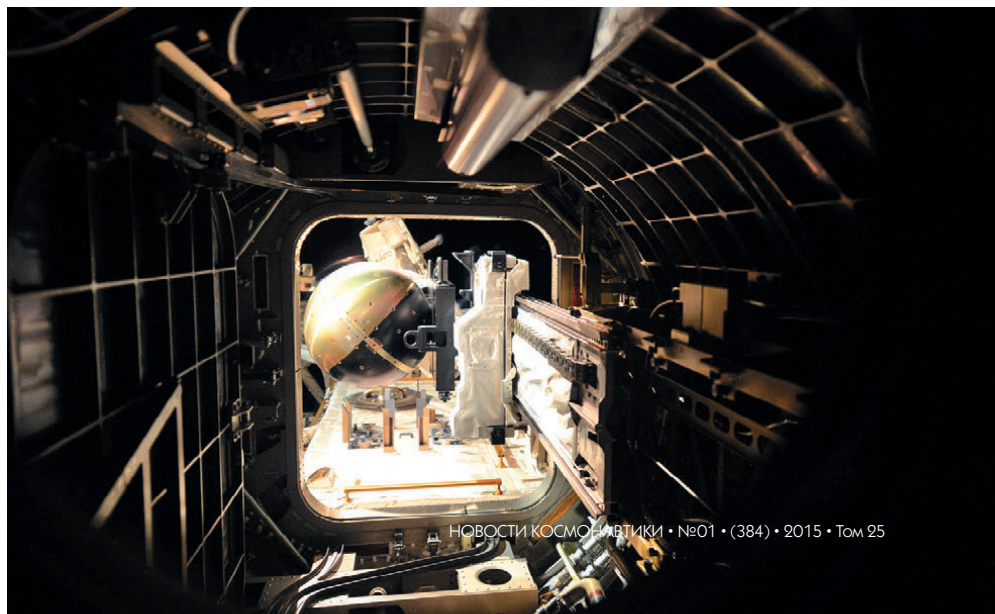
1 ноября Уайзман через аппаратуру радиоловительской связи в модуле Columbus пообщался со школьниками из малайзийского города Путраджая. За время сеанса он успел ответить на 17 вопросов. Впервые связь МКС с Малайзией была установлена в октябре 2007 г. в ходе полета первого и единственного малайзийского космонавта Шейха Мусзафара Шукора. С тех пор беседы стараются проводить ежегодно. В большинстве малайзийских школ нет своей УКВ-аппаратуры, и для связи обычно используется станция Национального планетария.

3 ноября Сураев и Серова по радиоловительской связи поговорили со студентами Балтийского государственного технического университета «Военмех», собравшимися в пилтерском Центре космической связи «Радуга». Военмеховцев интересовало: какие ритуалы сложились у космонавтов и что для них значит фильм «Белое солнце пустыни»; есть ли особенности сновидений во время длительного пребывания в невесомости; как влияет полет на лицевые и глазные мышцы; каким образом обеспечивается противометеороидная защита орбитальной станции; может ли станция функционировать в случае полного нарушения электропитания; употребляют ли космонавты газированную воду.

4 ноября в ходе одновременного телемоста с Ридом разговаривали учащиеся английской школы в Кувейте и болгарского города Добрич. 8 ноября Уайзман вышел на связь с учениками школьного космического клуба в канадском Эйрдри. 13 ноября Елена во время телемоста ответила на вопросы студентов лицея имени Шарля де Голля во французском Дижоне.

18 ноября россияне пообщались со школьниками из Иваново, 21 ноября – с учащимися московской школы № 1413. А вот сеанс связи с участниками форума инноваций «Дни робототехники в Сочи» 22 ноября был отменен из-за того, что необходимое для него оборудование... не было доставлено в Сочи.

▼ SpinSat в шлюзовой камере





«Жорж Леметр» увел станцию от опасности

Очередная плановая коррекция орбиты МКС с помощью маршевых двигателей корабля ATV-5 намечалась на 13 ноября в 01:59:00 UTC. Но «на горизонте замаячил» фрагмент китайского спутника «Яогань-12» (каталожный номер 39372), который по прогнозу грозил 12 ноября в 14:40:53 пролететь на дальности 1.2 км при разности высот всего в 130 м.

Учитывая то, что вероятность столкновения МКС с обломком составляла 1.52×10^{-3} при допустимой не выше 10^{-4} , приняли решение осуществить 12 ноября маневр уклонения станции в режиме PDAM (НК № 2, 2013, с.25-26). Двигатели «Жоржа Леметра» включились на 91434/08 витке полета МКС в 12:35:00 и, отработав 204.5 сек, выдали импульс величиной 0.5 м/с. В результате средняя высота орбиты МКС увеличилась на 850 м: она перешла на орбиту наклонением 51.66° , высотой 409.65×433.54 км и периодом обращения 92.79 мин.

Эта коррекция позволила отказаться от планового маневра и соответственно не повлияла на обеспечение условий для стыковки корабля «Союз ТМА-15М» с МКС 24 ноября.

«Циклоп» запустил шарик

4 ноября Уилмор и Герст извлекли из шлюзовой камеры модуля Kibo многоцелевую экспериментальную платформу MPEP и сняли с нее два несработавших пусковых контейнера с находящимися внутри четырьмя спутниками Flock 1b. В качестве теста они выкрутили на контейнерах винты, которые были слишком затянуты и привели к осечкам при запусках аппаратов (НК № 10, 2014, с.7-8; № 11, 2014, с.26).

26 ноября Барри и Терри вместо платформы MPEP поместили на выдвижной стол в шлюзовой камере пусковую платформу SSIKLOPS с установленным на ней микро-спутником SpinSat, закрыли внутренний люк и разгерметизировали камеру.

28 ноября Уилмор открыл внешний люк шлюзовой камеры и выдвинул стол наружу. Затем по командам с Земли японский ма-

нипулятор JEM RMS, экипированный малой точной насадкой SFA, захватил платформу SSIKLOPS и перевел ее в положение для запуска спутника.

SpinSat отделился в 14:30:42 UTC, получив в каталоге Стратегического командования США номер 40314 и международное обозначение 1998-067FL. После этого стол был вдвинут обратно и внешний люк камеры закрыт.

Необъяснимые скачки тока

3 ноября российские космонавты сфотографировали панели интерьера модуля «Звезда» для последующего изготовления на Земле новых накладных листов. В тот же день в Шлюзовом отсеке Quest Барри «вскрыл» рапеч выходного скафандра EMU №3005, в котором в конце октября отказала сборка вентилятора/насос/сепаратор FPS (НК № 12, 2014, с.9). Осмотр вентилятора не выявил наличия воды. Поскольку запасной FPS должен был прибыть только через три недели на «Союзе ТМА-15М», то Уилмор заменил воду в контурах скафандра и взял ее образцы для возвращения на «Союзе ТМА-13М».

14 ноября астронавты взяли 6 л образцов воды из блока переработки воды WPA для возвращения на Землю на корабле Dragon (миссия SpX-5) с целью анализа возможности ее использования в контурах водяного охлаждения скафандров EMU после замены засорившихся фильтров в WPA.

4–6 ноября ЦУП-М провел плановый ежегодный тест основного и резервного каналов системы ориентации панелей солнечных батарей модуля «Звезда».

4 ноября Елена проверила работоспособность транспарантов на пульте управления регенерацией воды из конденсата (ПУРВ-К). Как и 1 августа (НК № 10, 2014, с.8), не функционировали транспаранты «Вода горячая» и «КПВ [контейнер питьевой воды] заполнен». 7 ноября проблема наконец-то была решена: Серова подключила специальную кабель-вставку.

5 ноября Сураев и Самокутяев подзарядили элементы питания спутниковых телефонов Iridium в «Союзе ТМА-13М» и «Союзе

ТМА-14М». В тот же день отказала система удаления углекислого газа CDRA в модуле Tranquility из-за перегрева входного вентилятора. После увеличения числа оборотов вентилятора систему снова ввели в строй.

В тот же день, 5 ноября, вырубилась аналогичная система CDRA в модуле Destiny из-за срабатывания защиты по превышению тока в блоке дистанционного управления электропитанием RPCM, снабжающем электроэнергией воздушные клапаны в CDRA. Хьюстонский ЦУП-Х предположил, что в этом виноват один из клапанов – ASV 104, который заедает и не занимает нужное положение. 12 ноября Барри заменил его новым. Однако защита в RPCM снова сработала, да и тест показал, что клапаны не при чем. Между тем скачки тока в 3 А продолжались и в последующие дни. Интересно, что они происходили при выключенной системе CDRA в модуле Destiny...

6 ноября Серова предприняла аудит свитчиных в российских модулях: надо было проверить исправность световых блоков и блоков питания и оценить освещенность. 7 ноября экипаж сфотографировал запанельное пространство модуля «Звезда» с целью изучить возможность улучшения теплообмена аккумуляторных батарей.

8 ноября в 11:49:31 UTC космонавты положили, что на пульте сигнализации систем зафиксировано ложное срабатывание аварийной сигнализации «Дым в СМ». При этом в модуле «Звезда» не сработал ни один датчик – сигнализатор дыма ДС-7А системы пожаробнаружения «Сигнал-ВМ», да и запаха гари и дыма не было.

9 ноября на центральном посту модуля «Звезда» погас экран часов.

12 ноября Самокутяев заменил отказавший в июле (НК № 9, 2014, с.15) блок размыкания интерфейсов (БРИ) на новый, доставленный «Прогрессом М-25М». 14 ноября была восстановлена штатная конфигурация вспомогательной компьютерной сети российского сегмента, а 21 ноября космонавты проверили межмодульные связи и розетки протокола Ethernet. Правда, 29 ноября БРИ отказал, и через американские средства свя-

зи не была сброшена российская низкочастотная телеметрия. Блок привела в чувство перезагрузка.

12 ноября Александр смонтировал кабель-вставку с индикатором «Перегрев» в блоке раздачи и подогрева (БРП-М) системы регенерации воды из конденсата атмосферной влаги СРВ-К2М для предотвращения перегрева нагревателя (НК № 12, 2014, с.14). Он доложил: при искусственно созданном перегреве нагревателя индикатор срабатывает, поэтому БРП-М был допущен к штатной эксплуатации с кабель-вставкой. Нет ничего более постоянного, чем временное...

15 ноября в 10:33 в ЦУП-М перестала поступать телеметрия из ЦУП-Х, и выяснилось, что выдача команд на российский сегмент МКС через американские средства связи невозможна из-за обрыва кабеля во время ремонтно-строительных работ в корпусе 22 ЦУП-М. Проблема была решена к 15:00 и на реализацию программы полета российского сегмента не повлияла.

17 ноября Уилмор наложил эпоксидную шпатлевку на место коррозии в японском морозильнике FROST, обнаруженное в начале года. 18 ноября запанельное пространство модуля «Заря» было обработано обеззараживающим препаратом «Фунгистат» для защиты внутренней поверхности панелей от появления плесени и микробов.

18 ноября космонавты заменили локальный коммутатор температур TA251M в бортовой информационно-телеметрической

системе БИТС2-12 модуля «Звезда». В тот же день экипаж сменил аккумуляторную батарею №6 системы электропитания модуля «Звезда». Правда, не удалось восстановить штатную схему герметизации механизма стыка аккумуляторного блока с элементами воздуховода.

В этот день, 18 ноября, отказала панель управления у российской бегущей дорожки БД-2 в модуле «Звезда». На следующий день вместо БД-2 россияне выполняли физические упражнения на велоэргометре и с эспандером, а с 20 ноября перешли на американскую бегущую дорожку Colbert в модуле Tranquility.

20 ноября тестировался компьютер центрального поста КЦП-1 с целью разобраться с октябрьским замечанием, когда после включения не была получена его программная готовность (НК № 12, 2014, с.14).

24 ноября ЦУП-Х попытался включить реактор Сабатье в модуле Tranquility, чтобы увеличить запасы технической воды на станции. Установка не работала с августа из-за давнейшей проблемы, связанной с наличием влаги в реакторе. С 11-й попытки реактор запустился, но из-за недостаточного поступления углекислого газа произвел всего 36 см³ воды.

25 ноября космонавты диагностировали силовой распределительный блок 11M156M, блок сборных шин БСШ-2 и блок фильтров БФ-2 в модуле «Заря» с целью оценить возможность продления сроков их эксплуатации.

Серова доложила, что у нее сломались ручные часы Omega – головка подвода стрелок вылетела из корпуса. Требуется замена...

26 ноября в 20:22 экипаж сообщил, что на российском управляющем лэптопе RS-3 в модуле «Звезда» зафиксировано сообщение «Потеря резервирования канала питания СУД [система управления движением] СМ». Оперативный анализ телеметрии показал, что в цепи питания магнитометра СМ8-2, установленного на внешней поверхности модуля, произошло короткое замыкание. Сам магнитометр в этот момент был включен в целях эксперимента «Среда-МКС» (комплексное изучение динамических характеристик МКС, параметров, характеризующих пространственное положение научных приборов и датчиков ориентации, и параметров магнитных и микрогравитационных возмущений на борту).

26 ноября отказал блок RPCM на секции P1 поперечной фермы американского сегмента, из-за чего перестало поступать электропитание по второму каналу на контроллер мотора, вращающего балку с тремя радиаторами на секции P1. Питание было переведено на первый канал, а сама балка из-за потери резервирования по питанию зафиксирована в положении -40°.

27 ноября россияне сфотографировали круговые поручни возле выходных люков модуля «Поиск» и люка в переходный отсек модуля «Звезда», чтобы на Земле могли оценить их реальное состояние.





Военной-морской «мячик для пляжного волейбола»

«Недорогой спутник специального назначения» SpinSat (Special Purpose Inexpensive Satellite), запущенный с борта МКС 28 ноября, – это небольшой экспериментальный КА, построенный Исследовательской лабораторией ВМС США (NRL, Naval Research Laboratory) и запущенный в рамках Программы космических испытаний STP (Space Test Program), проводимой Министерством обороны США.

Спутник, выполненный в виде сферы диаметром 56 см и массой 57 кг, – один из двух КА, оставшихся от проекта определения плотности атмосферы ANDE 2 (Atmospheric Neutral Density Experiment 2)*. Полезная нагрузка включает лазерные ретрорефлекторы, антенны и 12 комплектов твердотопливных микродвигателей ESP (Electrically-controlled Solid Propellant), которые распределены попарно по поверхности спутника. Электропитание систем – от аккумуляторных батарей.

Миссия SpinSat преследует три основные цели:

- ♦ оценить работу электроракетных микродвигателей ESP на орбите;

- ♦ проверить возможности американских средств контроля космического пространства по наблюдению и описанию изменений состояния, вызванных включением ESP;

- ♦ обеспечить эксперимент с калиброванным аэродинамическим сопротивлением в период более высокой солнечной активности, чем во время миссий ANDE-RR и ANDE 2.

В качестве дополнительной полезной нагрузки SpinSat несет радиолобительскую аппаратуру УКВ-диапазона для обмена информационными пакетами формата AX.25. Бортовой передатчик мощностью 2 Вт работает при модуляции GFSK и имеет скорость передачи 9600 бит/с.

Основная цель эксперимента – запуск сферического спутника, оснащенного множеством микродвигателей. КА имеет 12 комплектов по шесть микродвигателей в каждом с суммарным запасом топлива всего 4.8 г. В зависимости от того, какие из них выбраны, можно либо закручивать КА вокруг центра масс, либо придавать ему приращение скорости.

Микродвигатели, разработанные фирмой Digital Solid State Propulsion Inc. (DSSP),

используют явление так называемой двойной диффузии и функционируют только тогда, когда на них подается электрический ток. «Если увеличить ток, тяга растет, если уменьшить – падает, – говорит Энди Николас (Andy Nicholas), постановщик эксперимента от NRL. – Нам он интересен с точки зрения системы ориентации или технологии выполнения маневров для малых спутников типа «кубсат», «пикосат» или «наносат». Без подачи тока твердое топливо пассивно и не реагирует на удар, тепловое воздействие или искру. Именно поэтому NASA дало разрешение на доставку КА на МКС в мягкой сумке, перенос через внутренние помещения станции и запуск с ее борта.

Как утверждает главный исполнительный директор DSSP Уэйн Савка (Wayne Sawka), интереснейшей особенностью двигателей ESP является их двухрежимность. ESP может использоваться в режиме большой тяги при умеренной эффективности, сравнимой с эффективностью обычных гидразиновых ЖРД, либо в режиме малой тяги с высоким удельным импульсом, сравнимым с удельным импульсом электрореактивных двигателей.

Фаза тестирования двигателей была рассчитана на три-шесть месяцев. Однако судя по орбитальным элементам, заметные изменения высоты полета – в пределах 1 км от первоначального значения – наблюдались лишь 28 и 29 ноября. После этого аппарат снижался естественным образом. Срок баллистического существования спутника оценивается в два года.

▼ Инженеры NRL готовят спутник SpinSat к отправке на грузовике

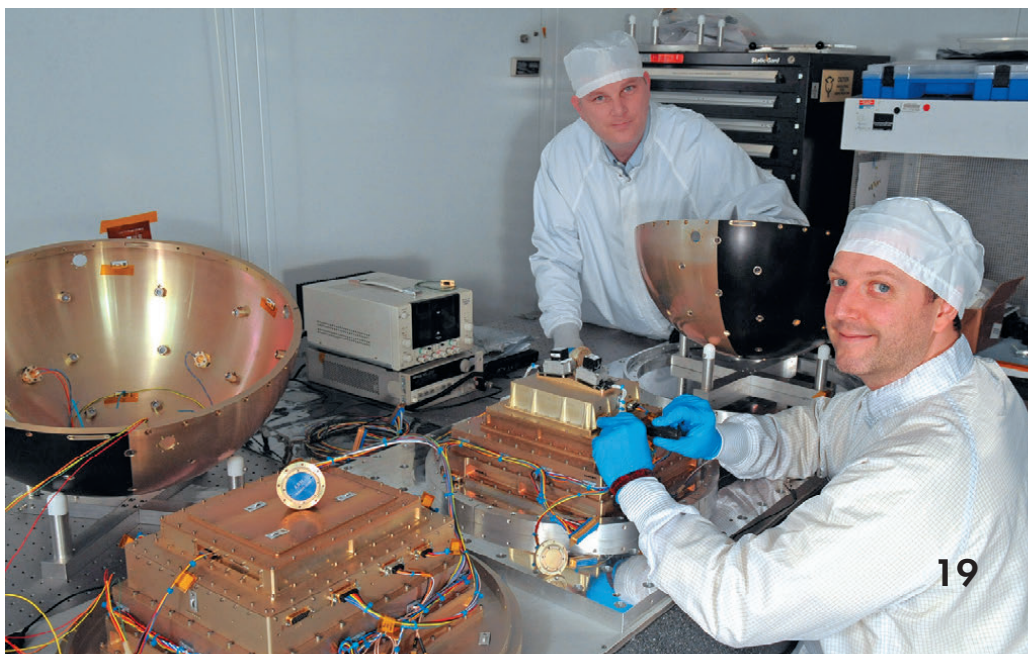
Вторая задача проекта – использование SpinSat «в качестве тестового объекта для сети наблюдения за космическим пространством, которая учитывает и описывает характеристики всех КА, расположенных в околоземном пространстве. Поскольку SpinSat – почти идеальная сфера, двигатели могут изменять его движение и вращение, – говорит Э. Николас. – Это хороший объект калибровки, позволяющий определить, способны ли наземные средства обнаружить маневры малых КА, отследить их вращение и небольшие перемещения по орбите». Наблюдение за спутником в оптике возложено на обсерваторию Халеакала на Гавайских островах. Лазерную локацию будут осуществлять многие пункты Международной лазерной сети.

Наконец, NRL будет следить за орбитальным движением SpinSat, определяя, как меняются его параметры за счет торможения в земной атмосфере, чтобы улучшить математическую модель, описывающую ее плотность и другие характеристики.

«Он исключительно прост, – замечает Николас. – Это почти идеальный шар: если забыть о массе, можно говорить о нем как о надувном мяче».

Алюминиевая сфера SpinSat разделена на четыре части: две имеют золотисто-зеленый оттенок, две – черные анодированные. «Разница цветов позволяет по-разному поглощать и излучать тепло. Таким образом, используя этот узор как у мячика для пляжного волейбола, можно добиться стабильного термодинамического состояния этого вращающегося спутника».

* В рамках этого проекта 30 июля 2009 г. с борта «Индевоора» (STS-128) были запущены два экспериментальных микроспутника – ANDE Active (AA, Castor) и ANDE Passive (AP, Pollux).



Вместе или порознь?

П. Полярный.
«Новости космонавтики»

Резкое осложнение международной обстановки, вызванное проамериканским переворотом на Украине в феврале 2014 г., началом гражданской войны в этой стране и введением США и другими странами санкций против России, вынуждает нас пересматривать условия и возможность дальнейшего участия в совместной пилотируемой программе в форме эксплуатации Международной космической станции. Впервые на высоком политическом уровне заявлено намерение выйти из общего проекта и построить отдельный «дом на орбите». Но обо всем по порядку.

Как известно, в январе 2014 г. США официально предложили странам-партнерам по проекту МКС продлить работу станции до 2024 г. При этом американское правительство руководствовалось главным образом внутривнутриполитическими интересами – нужно было обосновать перед Конгрессом многомиллиардные бюджетные инвестиции в создание частных систем пилотируемого обеспечения станции. Законодатели тормозили одобрение этих расходов, указывая, что возможность заказа услуг по доставке астронавтов на станцию и обратно на Землю всего в течение трех лет (2017–2020) не оправдывает затребованных денег на создание и испытание коммерческих кораблей и носителей.

Россия была заинтересована в продлении полета МКС по сходным причинам. Создаваемые для МКС новые модули МЛМ (многоцелевой лабораторный) и два НЭМ (научно-энергетический) сильно отстали от графика и могли быть запущены не ранее 2017–2018 гг. В случае завершения эксплуатации станции в 2020 г. их ждала бы та же судьба, что модуль «Природа» станции «Мир», который пришлось топить задолго до истощения технического ресурса и возможностей исследований.

В течение года, однако, ситуация существенно осложнилась. Уже 29 апреля за-

меститель председателя Правительства РФ Д. О. Рогозин, в отношении которого были объявлены персональные санкции, пригрозил США прекращением транспортных услуг по доставке астронавтов. 13 мая он заявил, что Россия не намерена продлевать эксплуатацию МКС на четыре дополнительных года и предпочтет перенаправить средства на другие перспективные космические проекты.

4 ноября в Париже состоялась встреча глав космических агентств стран, принимающих участие в программе МКС. По ее итогам было принято Совместное заявление, в котором главы агентств подтвердили поддержку продолжению текущей эксплуатации МКС, отметили рост научной отдачи станции и указали, что «стабильное, твердое и гибкое» партнерство по станции служит фундаментом для совместной работы над будущими программами по освоению космоса человеком.

В документе далее говорилось, что агентства-партнеры выполняют соответствующие правительственные процедуры, чтобы продолжить использование МКС по крайней мере до 2020 г. Что же касается обязательства США продлить эксплуатацию станции по крайней мере до 2024 г., то остальные партнеры лишь указали на «продолжающуюся работу своих правительств по аналогичному продлению».

В сообщении Роскосмоса, выпущенном по итогам встречи, 2024 год не назывался вообще. Федеральное космическое агентство подтвердило лишь «стремление партнеров к продолжению сотрудничества по программе МКС как минимум до 2020 г.» и «наличие заинтересованности в дальнейшей эксплуатации станции для обеспечения преемственности при формировании новых программ исследования космоса».

В действительности выраженного желания финансировать работы на МКС после 2020 г. нет ни у одного из партнеров США. Европейское космическое агентство, например, запросило у правительства стран-участ-

ниц финансирование лишь до 2017 г. включительно и получило его в ходе Совета ЕКА 2–3 декабря. Из общей суммы 820 млн евро около 600 млн предназначалось на эксплуатацию европейского модуля Columbus, подготовку и доставку астронавтов, а остальное – на работы по служебному модулю американского корабля Orion, которые идут в зачет европейского вклада в программу МКС.

12 ноября в Чжухае глава Роскосмоса Олег Остапенко заявил, что решение относительно участия России в МКС после 2020 г. будет принято в ближайшее время. «Мы... сообщим, что собственную позицию сформулируем в ближайшее время и доведем ее до остальных участников кооперации. Мы сказали «да» эксплуатации МКС до 2020 года. А окончательное решение о нашем участии в программе после этого срока будет принято до конца текущего года», – сказал он.

О том, каким может быть это решение, сообщила 17 ноября газета «Коммерсантъ» со ссылкой на источник в ЦНИИмаше, главном институте Роскосмоса. Предложение, подготовленное совместной рабочей группой Роскосмоса и причастных научных организаций в рамках проекта развития пилотируемой космонавтики на период до 2050 г., состоит в следующем. До 2020 г. Россия продолжает выполнять свои обязательства по программе МКС, однако отказывается от ввода в состав международной станции новых модулей. Вместо этого на базе изготавливаемых в настоящее время Многоцелевого лабораторного модуля и Узлового модуля и автономного КА ОКА-Т развертывается в 2017–2019 гг. самостоятельная российская станция на орбите наклонением 64.8°. Ее эксплуатацию обеспечат модернизированные корабли «Союз-МС» и «Прогресс-МС».

Данное предложение по существу является одним из вариантов ответа на вопрос «Что делать после МКС?», сформулированный в НК №3, 2014. Самостоятельная малая станция позволяет сохранить наработки в



ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ
Фото С. Сергеева

▲ **Советание по перспективам развития пилотируемой космонавтики провел 24 ноября на Байконуре Дмитрий Олегович Рогозин**

области пилотируемых полетов при меньшем уровне затрат, чем нужны для эксплуатации МКС. Однако она не противоречит и варианту с развертыванием «большой» пилотируемой программы, если таковой будет одобрен руководством страны. Финансовые потребности проекта российской высокоширотной орбитальной станции (ВШОС) несущественны в сравнении даже с самыми дешевыми вариантами пилотируемой лунной программы, но зато сама станция может послужить орбитальным полигоном для отработки новой техники. В частности, источники «Коммерсанта» сообщили, что в период 2020–2024 гг. в составе ВШОС возможна отработка энергетического и трансформируемого модулей для дальнейшего использования в лунной программе.

Организационно-техническая реализуемость предложения о создании ВШОС не вызывает сомнений. В рамках уже принятых решений с 2017 г. США передают заказы на транспортное обеспечение своего сегмента МКС американским провайдерам SpaceX и Boeing. Как следствие, потребность в «Сою-

зах» сокращается с четырех до двух полетов в год для регулярной замены трех космонавтов российской части экипажа. Если сохранить производственную программу на сегодняшнем уровне, два оставшихся корабля позволят обеспечить транспортное обслуживание ВШОС без существенных дополнительных затрат. Потребуется, однако, увеличение выпуска грузовых кораблей «Прогресс» – ориентировочно до 8–10 единиц в год на время параллельной работы двух станций.

Основная сложность состоит в дооборудовании модуля МЛМ средствами обеспечения пилотируемого полета. Поскольку модуль сделан на базе запасного экземпляра Функционально-грузового блока (ФГБ)*, не предназначенного для автономной работы с экипажем на борту, а создание еще одного экземпляра Служебного модуля проектом ВШОС не предусмотрено, потребуется дооснащение МЛМ системами обеспечения газового состава, водообеспечения, включая регенерацию воды из конденсата атмосферной влаги и урины, техническими средствами поддержания здоровья и физической формы космонавтов и т. п. Это потребует существенной переделки уже почти готового изделия и значительных финансовых и временных затрат с угрозой не уложиться в ограничения по стартовой массе.

Выбор для самостоятельной станции наклона 64.8° также представляется оправданным, тем более что именно на такой орбите предполагалось собирать станцию «Мир». С нее может наблюдаться и сниматься в благоприятных условиях вся территория России, включая и активно осваиваемый арктический регион. Запуски к высокоширотной станции возможны с Байконура, Плесецка и Восточного; между тем при использовании традиционного наклона 51.6° использование Плесецка крайне невыгодно, а для обеспечения запусков с Восточного требуется дорогостоящая про-

грамма спасения космонавтов в случае аварийного прекращения полета с приводнением в Японском море или Тихом океане. При старте с Восточного на наклонение 64.8° трасса выведения проходит над сушей, и это требование снимается.

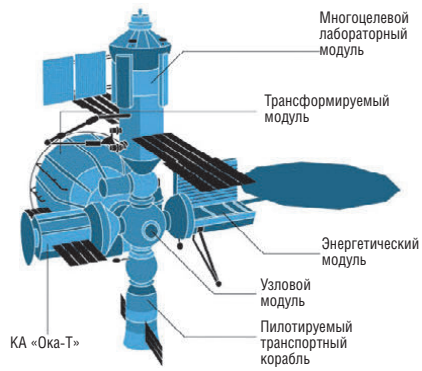
Иронические замечания некоторых экспертов о том, что неудачное расположение космодрома Восточный заставляет выбирать высокое наклонение и отказываться от полетов к МКС, вряд ли справедливы. Принципиальным является решение остаться на МКС либо уйти с нее в близкой перспективе. В последнем случае выбор в пользу именно высокоширотной станции выглядит вполне логичным.

24 ноября Дмитрий Рогозин провел на космодроме Байконур советание по перспективам развития пилотируемой космонавтики после 2020 г. с участием всех организаций, причастных к пилотируемой космической программе. Как сообщила на следующий день газета «Коммерсантъ», в ходе его представители отрасли констатировали, что проект МКС в нынешнем виде является для России «прошедшим этапом».

Руководитель Роскосмоса Олег Остапенко представил на советании проект развертывания отечественной орбитальной станции, а главные и генеральные конструкторы предприятий отрасли подтвердили, что существующий на сегодняшний день технический задел достаточен для ее создания.

Заместитель председателя правительства подчеркнул, что вопрос перспектив пилотируемой космонавтики – это уже не вопрос отрасли, а политических решений. Он поручил в кратчайшие сроки созвать Совет главных конструкторов по пилотируемой программе и получить заключение по проекту. Роскосмосу также предписано подготовить все необходимые обоснования (в том числе и финансовые) и предоставить их в правительство для вынесения итогового решения.

▼ **Вариант ВШОС по данным «Коммерсанта»**



* ФГБ МКС был разработан и изготовлен по контракту с NASA, однако ФГБ-2 делается и делается Россией на собственные средства.



Гонка продолжается Но некоторые бегут вне конкурса

Компании – партнеры NASA завершают очередные этапы разработки в рамках соглашения по коммерческой пилотируемой программе CCP (Commercial Crew Program). Работы идут несмотря на то, что не все конкурсанты получили финансирование от космического агентства США. В «забеге» участвуют не только победители (Boeing и SpaceX), но и «теневики» – Sierra Nevada Corporation (SNC) и Blue Origin.

NASA! Я уменьшил корабль...

В ноябре компания SNC, проигравшая конкурс на реализацию этапа «коммерческих пилотируемых транспортных средств» CcTcap (Commercial Crew Transportation Capability; НК №11, 2014, с.31-33), как и обещала, продолжила разработку ракетоплана Dream Chaser* и начала продвижение своего детища на рынок космических запусков в интересах коммерческих и правительственных заказчиков. Упор делается на уникальные характеристики аппарата: указывается, что ни один существующий проект, разрабатываемый правительственными или коммерческими организациями, не имеет такого потенциала.

Сейчас проект развивается в сторону концепции, изучаемой SNC в сотрудничестве с фирмой Stratolaunch Systems и предусматривающей воздушный запуск уменьшенного варианта ракетоплана для выполнения разнообразных миссий. По данным исследований, опубликованных Vulcan Aerospace Corporation** и SNC, эти компании «сотрудничают в области космической транспортной архитектуры, используя самолет Stratolaunch в качестве стартовой платформы и космический аппарат Dream Chaser в качестве полезного груза». Такая транспортная система, как считают участники проекта, приведет к «непревзойденной гибкости миссии и возможностей», поскольку пара «Dream Chaser – платформа

Stratolaunch» содержит «многочисленные технические и программные преимущества... уникальные среди доступных космических предложений».

Пилотируемая система Stratolaunch – Dream Chaser стартовой массой около 590 т сможет доставлять на околоземную орбиту экипаж из двух-трех человек, оборудован и расходные материалы. Первым элементом системы является двухфюзеляжный самолет-носитель с размахом крыла 116 м, оснащенный шестью двигателями от авиалайнера Boeing-747 и имеющий радиус действия 1000 морских миль (1852 км). Для его эксплуатации требуется взлетно-посадочная полоса (ВПП) длиной около 3800 м. Хотя в американских коммерческих аэропортах существует множество ВПП, отвечающих этим требованиям, все же предпочтительным местом базирования системы считается посадочный комплекс шаттлов в Космическом центре имени Кеннеди во Флориде.



* Напомним: SNC дожидается решения по апелляции, поданной в Главное счетное управление GAO (General Accounting Office) по поводу решения NASA по этапу CcTcap. После официальной подачи запроса с 1 октября все работы в рамках этого этапа были заморожены.

** Холдинговая компания миллиардера Пола Аллена (Paul G. Allen), одного из учредителей Stratolaunch.

20 ноября стало известно, что в рамках контракта стоимостью 56.3 млн \$ фирма OSC запустит в июне 2017 г. с помощью PH авиационного запуска Pegasus XL небольшой гелиофизический спутник NASA по исследованию ионосферных переключений ICON (Ionospheric Connection Explorer) стоимостью 200 млн \$. Взлет самолета-носителя – модифицированного лайнера Lockheed L-1011 TriStar – запланирован с армейского полигона имени Рональда Рейгана на атолле Кваджалейн в Тихом океане.

42-й и пока последний пуск заслуженной ракеты воздушного базирования состоялся 28 июня 2013 г.: NASA заплатило за выведение на орбиту спутника IRIS (Interface Region Imaging Spectrograph) 40 млн \$. Ранее ракеты Pegasus, способные доставить на низкую околоземную орбиту около 450 кг, стартовали гораздо чаще, но сокращение числа КА подходящей размерности привело к тому, что пусковой бизнес зачах. Тем не менее Pegasus являлся самым известным и надежным носителем OSC.

Согласно проекту после взлета из аэропорта базирования самолет-носитель доставляет в район пуска многоступенчатую PH стартовой массой около 220 т и длиной почти 36 м, подвешенную под центропланом между фюзеляжами. Это изделие, имеющее условное название Pegasus II, разрабатывается компанией Orbital Sciences Corporation (OSC), «эффективно использующей опыт воздушных пусков своей ракеты Pegasus для создания нового носителя для Stratolaunch». В заданной точке пуска на высоте 9–10 км носитель сбрасывается.

В носовой части ракеты устанавливается аппарат, представляющий собой уменьшенную до 75% от оригинала копию оригинального ракетоплана Dream Chaser. Он имеет длину 6.86 м и размах крыла 5.55 м и сможет доставить на МКС двух астронавтов (в автономных полетах экипаж составит три человека). Масштабно уменьшенная герметичная кабина Dream Chaser сопоставима по внутреннему объему с командным модулем Apollo. Линейное масштабирование позволяет сохранить аэродинамические обводы, что, в свою очередь, допускает использование базы данных продувок оригинала и некоторых систем, разработанных для полноразмерного варианта ракетоплана.

В рамках проекта изучено несколько сценариев околоземных миссий: доставка экипажей и грузов и выполнение спасательных операций на МКС; дистанционное зондирование Земли; научные и технологические эксперименты на орбите и в суборбитальных полетах. Привлекательность системы для этих задач обусловлена ее высокой оперативностью и готовностью.

Расположение аэродрома базирования, а также особенности системы позволяют поддерживать 92-процентный уровень годовой готовности ракетоплана к старту к МКС со стыковкой в первые сутки полета. Длительность миссии даже для уменьшенной версии корабля может быть сопоставима с показателями «Союза-ТМА», однако при необходимости «новый» Dream Chaser сможет вернуться на аэродром в континентальной части США в течение 24 часов с момента старта. В принципе он сможет совершить посадку с любого витка – лишь бы

При запуске к МКС с мыса Канаверал во Флориде используется только северо-восточный азимут пуска РН. Запуски на орбиту наклонением 51.6° по юго-восточной трассе невозможны из-за запрета пролета над Багамскими островами. Азимут пуска к МКС с Летно-испытательного комплекса Уоллопс в Вирджинии, наоборот, ограничен юго-восточной траекторией; северо-восточная трасса упирается в густонаселенные штаты Новой Англии и приморские провинции Канады.

Кроме того, расположение имеющихся космодромов сводит к минимуму возможное количество стартовых окон в сутки и накладывает жесткие рамки на их продолжительность.

Для системы Stratolaunch – Dream Chaser подобные ограничения почти отсутствуют. Воздушный пуск возможен в той точке Мирового океана, куда ракету доставит самолет-носитель с большим радиусом действия; при этом возможны как северо-восточные, так и юго-восточные азимуты пуска с возможностью старта к МКС как минимум дважды в сутки.

Разработчики уверяют, что, благодаря применению нетоксичных компонентов топлива в системе орбитального маневрирования (в отличие от корабля Space Shuttle), Dream Chaser можно будет обслуживать сразу после посадки, не тратя время на дегазацию объекта от ядовитых паров.

была в зоне досягаемости ВПП длиной свыше 2400 м...

Способность системы быстро и часто доставлять на станцию астронавтов и грузы (пусть и небольшими «партиями») дает широкие возможности, которых не обеспечивают существующие системы, рассчитанные на запуск к МКС с двух действующих космодромов.

Не совсем ясно, правда, как будет выполняться стыковка с МКС при спасательных миссиях, поскольку стыковочные агрегаты отмасштабировать невозможно. Скорее всего, причальный механизм в кормовой части корабля придется оставить таким же, как и в исходном варианте ракетоплана. Во всяком случае на визуализациях – в роликах и 3D-изображениях – показывается штатный стыковочный адаптер, установленный сзади. Пока не ясно и то, как разместить в ограниченном объеме уменьшенного ракетоплана спасаемых астронавтов...

Разработчики предлагают выполнять с помощью системы Stratolaunch – Dream Chaser пилотируемые и беспилотные научные миссии в интересах медицины, фармакологии и материаловедения. По их мнению, способность совершать как пилотируемые, так и беспилотные полеты дает ученым и исследователям «большую гибкость выбора, когда начинать и проводить эксперименты, куда и когда возвращать экспериментальное оборудование», причем заказчик сможет заранее назначить точку посадки и оперативно забрать оттуда свою научную аппаратуру.

Возможность оперативного пуска и наличие многоразового возвращаемого компонента обеспечивают привлекательность системе Stratolaunch – Dream Chaser в решении задач ДЗЗ и научно-технологических экспериментов. Для последних очень важной может оказаться такая характеристика, как низкий уровень перегрузок при спуске.

Но и это не все. Для ракетоплана рассматривается и другая автономная зада-

ча: операции обслуживания КА на низкой околоземной орбите – ремонт и заправка, сборка коммерческих космических станций и/или зондов для освоения дальнего космоса, помощь в срочном обслуживании МКС. При таком типе сценария, отмечают представители Vulcan Aerospace Corporation и SNC, воздушный старт позволит реализовать «значительно более широкий диапазон азимутов пуска и наклонений орбиты, чем у обычных миссий».

Имея высокие маневренные характеристики, система сможет также выполнять различные суборбитальные миссии для исследований в условиях микрогравитации.

Все бы хорошо, но компания SNC все-таки переживает кризис: денег от NASA, на которые рассчитывала, она не получила и сейчас свертывает значительную часть работ, связанных с основным проектом Dream Chaser. Одной из жертв оптимизации является калифорнийский центр, в котором разрабатывались гибридные ракетные двигатели (ГРД). В заявлении, сделанном 25 ноября пресс-секретарем фирмы Кристэл Скордо (Krystal Scordo), говорится, что SNC планирует до конца 2014 г. закрыть этот объект в г. Поуэй «для объединения двигательных работ всей компании».

В июне SNC приобрела у фирмы OSC предприятие Orbitec в Мэдисоне, штат Висконсин, которое также специализировалось на двигателях. SNC намерена консолидировать там все свои разработки в этом направлении (в том числе технологию ГРД) в единую операционную бизнес-единицу.

По мнению экспертов, этот шаг был принят после ряда неудач, которые потерпел двигательный бизнес SNC. Так, в мае 2014 г. Virgin Galactic отказалась от услуг компании и объявила о намерении самостоятельно создать ГРД для туристического ракетоплана SpaceShipTwo (НК № 12, 2014, с.26-31), а в августе и сама SNC сообщила о полной передаче двигательной установки Dream Chaser с гибридной на жидкостную.

Сейчас SNC продолжает выполнять дополнительные тесты реактивной системы управления, которую она готовит для защиты в рамках этапа CCIcar для NASA, а также занимается подготовкой свободного планирующего полета испытательного варианта Dream Chaser в Летно-исследовательском центре имени Армстронга (бывший Центр Драйдена).

Темная лошадка

В октябре–ноябре на волне всеобщего возбуждения по поводу «американской зависимости от российской ракетно-космической техники» в СМИ неожиданно всплыла компания Blue Origin, славящаяся любовью к секретности (с.47).

Как известно, фирма интернет-миллиардера Джеффа Безоса, финансируемая из частных источников, работала с NASA по нескольким проектам. В частности, в 2009 г. она получила 3.7 млн \$ в рамках первого этапа программы разработки коммерческих средств доставки экипажей CDev (Commercial Crew Development) на развитие концепций и технологий в поддержку будущих космических операций.

NASA совместно финансировало деятельность по снижению рисков, связанных



с наземными испытаниями двух агрегатов разработки Blue Origin:

◆ «толкающая» двигательная установка (ДУ) системы аварийного спасения (САС), которая позволяет снизить расходы на запуск (входит в состав многоразового пилотируемого КА и может использоваться повторно) и повышает безопасность экипажа, поскольку ее не надо сбрасывать;

◆ композитная гермокабина экипажа, обеспечивающая снижение массы конструкции при одновременном повышении безопасности астронавтов.

8 ноября 2010 г. Blue Origin завершила все работы согласно данному этапу программы CDev. Позже Джефф Безос объяснил, что названные агрегаты входили в более крупную систему для пилотируемой капсулы, которую предполагалось запускать на орбиту с помощью РН Atlas V.

В апреле 2011 г. Blue Origin получила от NASA обязательство по финансированию второго этапа CDev в размере 22 млн \$ и должна была представить концептуальный проект миссии и провести защиту требований к системам своего пилотируемого орбитального корабля, незатейливо названного Reusable Orbital Space Vehicle. Как было известно, он имел биконическую форму для оптимизации нагрузок при запуске в космос и спуске в атмосферу. Можно было продолжить дальнейшую разработку ДУ САС и провести ее наземные и летные испытания, а также форсировать создание кислородно-водородного двигателя BE-3 тягой 100 000 фунтов (45.4 тс) путем стендового тестирования полномасштабной камеры.

Объявляя в августе 2012 г. решение о разработке пилотируемых средств доставки на МКС в рамках этапа CCIcar, NASA не упомянуло фирму Blue Origin; в то же время отмечалось, что компания продолжит разработку своего аппарата за счет частного финансирования. После этого СМИ почти ничего не сообщали о деятельности компании Безоса. И вот наконец 14 ноября 2014 г.

▼ Испытания двигателя BE-3



NASA объявило, что Blue Origin двумя месяцами ранее провела промежуточную защиту проекта подсистем Space Vehicle в рамках этапа CCDev2 (Commercial Crew Development Round 2) на собственные средства, без финансирования со стороны NASA.

Кроме того, в октябре NASA и Blue Origin решили дополнить имеющийся между ними договор тремя дополнительными элементами и продолжить партнерскую работу. На собственные средства фирма проведет дальнейшее тестирование емкостей, двигателя BE-3 и «толкающей» ДУ CAS.

«Команда Blue Origin добилась огромного прогресса в своем проекте, и мы рады продлить наше сотрудничество до 2016 г., – заявила Кэти Людерс (Kathy Lueders), менеджер коммерческой пилотируемой программы NASA. – Важно держать руку на пульсе коммерческой индустрии пилотируемых полетов в целом, и это партнерство – яркий пример хорошей совместной работы промышленных и правительственных структур».

Фавориты гонки

Пока SNC и Blue Origin ищут новые возможности, победители этапа CCtCar – Boeing и SpaceX – продолжают осваивать деньги американских налогоплательщиков. Значительная сумма в размере около 6.8 млрд \$ пойдет на завершение сертификации пилотируемых кораблей по требованиям NASA, в том числе и путем летных испытаний. Уже в рамках последних каждый аппарат должен доставить на МКС не менее одного астронавта. После того, как программа испытаний успешно завершится, а изделия получат сертификат летной годности, подрядчики будут доставлять на станцию от двух до шести астронавтов за раз. Корабли смогут послужить и в качестве спасательной шлюпки на борту станции.

Как известно, в сентябре Boeing успешно закрыл все пункты своего соглашения с NASA по этапу CCiCar, показав «возрастающую готовность пилотируемой транспортной системы, состоящей из космического аппарата CST-100 и ракеты-носителя Atlas V».

К 1 декабря компания завершила первый этап работ по коммерческой пилотируемой транспортной системе CCTS (Commercial Crew Transportation System), проведя сертификацию проекта – первый из этапов, предшествующих летным испытаниям. Комиссия

▼ Макет кабины корабля CST-100



утвердила базовый проект пилотируемого корабля CST-100 (Crew Space Transportation), ракеты Atlas V фирмы ULA (United Launch Alliance) и связанных с ними наземных систем и операций. «Эта работа имеет решающее значение для каждого из будущих шагов на пути к сертификации, в том числе испытательным полетам к МКС, – заявила Кэти Людерс. – Первый этап устанавливает темпы сертификации для NASA и Boeing... Значительный прогресс, показанный нашими партнерами в области запусков и космических полетов, расширяет наши возможности по доступу в космос... Их успех является важной частью комплексного подхода NASA по расширению границ космических исследований».

В ходе обзора Boeing предоставил NASA своеобразную «дорожную карту», включающую базовый проект, концепцию эксплуатации и управления проектом, а также другие соображения. Специалисты компании подробно рассказали, как CST-100 будет стыковаться со станцией и как планируется обучать астронавтов NASA пилотированию. По словам менеджера пилотируемой коммерческой программы в Boeing Джона Малхолланда (John Mulholland), «для компании

критически важно достичь сертификации к 2017 г.».

Соперники Boeing – компания SpaceX – провели ряд встреч с NASA в рамках этапа CCiCar, в том числе с целью обсуждения планов соответствующей доработки наземных систем на стартовом комплексе LC-39A в Космическом центре Кеннеди. Сотрудники фирмы плодотворно дискутировали с экспертами агентства, обсуждая тонкости разработки и испытаний пилотируемого варианта корабля Dragon и ракеты Falcon 9 v1.1.

Новый старый стартовый комплекс и дрон, только не воздушный, а морской

Как известно, участники коммерческого «десанта» в сферу космической деятельности не ограничивают свой бизнес только пилотируемыми системами. На повестке дня – передел пускового рынка. В этом секторе особую активность проявляет SpaceX.

17 ноября компания Элона Маска подтвердила, что в настоящее время переделывает стартовую площадку 39A в Центре Кеннеди. Работа ведется в рамках подготовки дебютного старта ракеты-тяжеловеса Falcon Heavy. Бывший стартовый стол систем Saturn – Apollo и Space Shuttle должен быть готов к летным испытаниям летом 2015 г.

Напомним: Falcon Heavy – тяжелый вариант PH Falcon 9 v1.1, использующий два дополнительных блока в качестве боковых ускорителей. Общую тягу на старте будут создавать 27 двигателей Merlin 1D. Компания SpaceX заявляет, что этот носитель способен поднять на низкую околоземную орбиту более 53 т (!), что вдвое превышает грузоподъемность ближайшего конкурента – PH Delta IV Heavy. Новый носитель, который уже заслуживает приставки «сверх» перед словом «тяжелый», предполагается запускать с комплексов LC-39A на мысе Канаверал и SLC-4E на авиабазе Ванденберг.

Пока пусковая установка LC-39B модифицировалась для использования системой космических запусков SLS (Space Launch System), ее «сестра» – LC-39A – после запуска миссии STS-135 в 2011 г. оставалась не у дел. Переговоры о ее судьбе велись между NASA и Space Florida – агентством развития аэрокосмической отрасли штата Флорида, но в 2012 г. закончились ничем. Вскоре NASA опубликовало запрос предложений на коммерческое использование пусковой площадки. Интерес к ней высказали несколько организаций, в том числе Объединенный пусковой альянс ULA, который заинтересован в возможности пусков ракет Atlas или Delta. Но к концу 2013 г. NASA выбрало SpaceX для начала переговоров об аренде LC-39A. Переговоры завершились в апреле 2014 г. договором сроком на 20 лет.

Строительные работы на площадке 39A сейчас в самом разгаре. Большая их часть происходит по периметру: в первую очередь строится здание интегральной сборки носителя HIF (Horizontal Integration Facility), где разместится ракета, сопутствующее оборудование и аппаратура во время подготовки к пуску. Falcon Heavy будет перевозиться на старт транспортером-установщиком TE (Transporter Erector) на железнодорожном ходу, в отличие от своих предшественников,





▲ Стартовый комплекс LC-39A в апреле 2014 г., после подписания контракта между NASA и SpaceX

которые прибывали на Pad 39A на огромном грузничном транспортёре.

Несмотря на перестройку, внешний вид комплекса 39A в целом сохранится. Первоначально считалось, что поворотная башня обслуживания RSS (Rotating Service Structure), созданная для системы Space Shuttle, носителю Falcon Heavy не потребуются. Ее планировалось демонтировать и заменить большим числом дополнительных площадок-уровней существующей неподвижной башни обслуживания FSS (Fixed Service Structure). Тем не менее фирма-арендатор подтвердила, что RSS временно останется на месте. «SpaceX планирует сохранить на данный момент конструкцию поворотной башни обслуживания, – отметил пресс-секретарь SpaceX Джон Тейлор (John Taylor). – Никаких дополнительных уровней к неподвижной башне обслуживания добавляться не будет, хотя мы сделаем некоторое укрепление конструкции».

Предварительной датой первого старта Falcon Heavy называется 1 июля 2015 г. Правда, надо отметить, что в графике Центра Кеннеди это число отмечено лишь как «морской прогон» WDR (Wet Dress Rehearsal). Как и во всех долгосрочных графиках, дата может быть изменена. WDR станет важной вехой для Falcon Heavy и комплекса 39A: в ходе его будет показано, что система заправки стартового сооружения и блоки ракеты-носителя в условиях штатной эксплуатации функционируют должным образом. Если WDR окажется успешным и выяснится, что никаких доработок не требуется, далее будет проведено традиционное для SpaceX огневое стендовое испытание (ОСИ) ракеты на старте. Оно, в свою очередь, даст «зеленый свет» первому – демонстрационному – полету.

SpaceX уже имеет на примете ряд полезных грузов для первого полета тяжеловеса. Речь идет о неподписанной пока миссии Intelsat на геопереходную орбиту, о неподтвержденном запуске ViaSat-2 и миссии класса EELV (Evolved Exendable Launch Vehicle) для ВВС США с обозначением STP-2

(Space Test Program-2) в рамках Программы космических испытаний.

Объявляя о разработке Falcon Heavy, Элон Маск считал, что SpaceX должна нарастить серийное производство до 400 двигателей и более 40 ракетных блоков в год. Это необходимо для достижения целевого темпа – 20 пусков двух ракетных систем ежегодно. Пока не ясно, нужен ли такой темп производства, если SpaceX все же освоит технику повторного использования ракетных ступеней. Ведь как известно, два боковых и центральный блоки Falcon Heavy снабжены посадочными опорами...

Уже в следующем пуске Falcon 9 v1.1 – январской миссии CRS-5/SpX-5 корабля Dragon к МКС – компания SpaceX намерена вернуть первую ступень ракеты и посадить ее на плавучую платформу в Атлантическом океане. Возврат на сушу станет следующим этапом в освоении многообразности.

24 ноября были озвучены принципиальные решения по платформе, предназначенной для встречи первой ступени Falcon 9 v1.1: это будет «автономное судно-мишень» (Autonomous Spaceport Drone Ship), а по сути океанская крупногабаритная самоходная автоматическая баржа.

Первое упоминание о посадочном судне сделала президент компании Гвин Шотвелл. Теперь же Элон Маск выдал несколько подробностей. «Мы на самом деле имеем огромную платформу, строительство которой ведется на верфи в Луизиане прямо сейчас. Она гигантская – длиной что-то около 90 м и шириной 51 м».

Кроме словесных описаний, глава SpaceX продемонстрировал фотографию платформы с крупным знаком X, обозначающим место логотипа фирмы, в центре прямоугольной палубы. «Из космоса она выглядит очень маленькой, – сообщил Маск 24 октября на праздновании столетия кафедры авионики и астронав-

тики Массачусеттского технологического института. – Она подойдет в нужное место в океане и затем с помощью двигателей* попытается удержаться на месте в нужном положении. Это сложно: приходится справляться с волнами, течениями и ошибками GPS». Глава SpaceX оценил шансы успешной посадки на баржу в декабре не более чем в 50%.

Посадка основной ступени ракеты на платформу сама по себе была бы большим достижением. Но Элон Маск, как выяснилось, не намерен останавливаться на этом – у него есть и другие виды на посадочное судно: «Оно позволит доработать ракеты и отправлять их к месту старта в будущем».

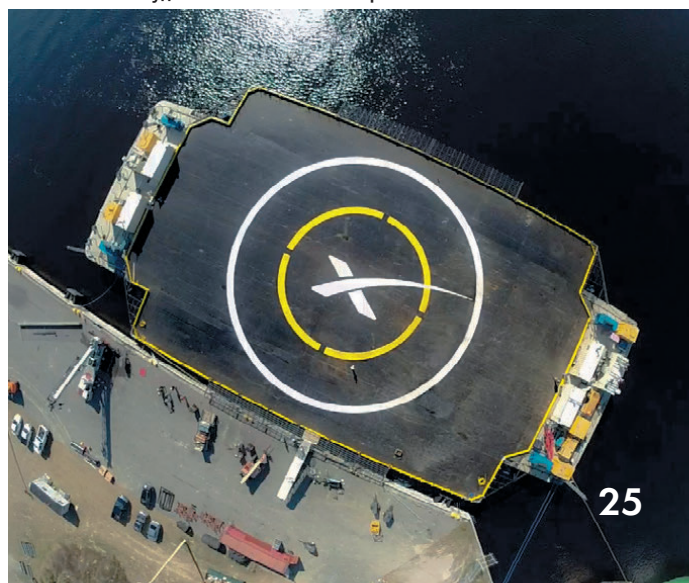
Эта увлекательная мысль далее не развивалась, но можно предположить существование плана – или по крайней мере варианта – сажать ступени на автономном судне-мишени, заправлять их и позволять им совершить прыжок обратно на землю, например на территорию космодрома.

Такой экзотический метод поможет решить проблему, которая, по слухам, возникает при запусках из Ванденберга. В отличие от Falcon 9 v1.1, Falcon Heavy имеет не одну, а две зоны падения – для боковых ускорителей и для первой ступени. Сначала специалисты SpaceX хотели найти подходящий остров по трассе выведения – зону приземления ступеней ракеты – для снижения потерь полезного груза, неизбежно возникающих в схеме реактивной посадки с возвращением к месту старта. Посадка ступени на автономное судно-мишень, расположенное в море по трассе пуска с Ванденберга, может существенно сократить эти затраты. Правда, потом придется обеспечить точный полет и безопасную посадку ступени на космодром.

Впрочем, пока это все планы и предположения. Сейчас параллельно с попытками посадить первую ступень на баржу на испытательном полигоне МакГрегор в Техасе и в космопорте Америка в Нью-Мексико будут продолжены испытания ракеты-демонстратора F-9R Dev-2, которая станет преемником F-9R Dev-1, потерпевшей аварию в августе (НК №10, 2014, с.40-41). До зрелищного взрыва в воздухе демонстратор совершил несколько прыжков, показывая впечатляющую управляемость, в том числе с использованием решетчатых аэродинамических рулей.

С использованием сообщений SpaceX, NASASpaceflight.com, SpaceNews

▼ Автономное судно-мишень компании SpaceX



* За подруливающие устройства отвечает компания Thrustmaster, которая внесла в проект запатентованные портативные системы динамического позиционирования: уникальную модульную систему азимутальных двигателей, силовых модулей и управления.

Новый «Орлан»



ПИЛОТИРУЕМАЯ ТЕХНИКА

Фото А. Ильина

И. Афанасьев. «Новости космонавтики»

Осенью 2014 г. специалисты научно-производственного предприятия (НПП) «Звезда» имени Г.И. Северина* в подмосковных Люберцах завершили испытания нового «Орлана-МКС» (модернизированный, компьютеризированный, синтетический) – скафандра пятого поколения, предназначенного для выходов в открытый космос.

В скафандре «Орлан-МКС» установлена автоматическая система терморегулирования, позволяющая создавать оптимальные условия для работы оператора в открытом космосе. Сегодня космонавты, регулируя температуру вручную при помощи крана, задающего расход воды в трубках костюма водяного охлаждения, отмечают, что работать в открытом космосе непросто: ноги почти не двигаются и замерзают, зато руки устают и потеют. В новом скафандре не надо отвлекаться на переключатель «тепло-холод» – все делает автомат.

Как объяснил генеральный директор и главный конструктор НПП «Звезда» С.С. Поздняков, «система напоминает климат-контроль: она способна учитывать уровень нагрузки космонавтов, их собственную температуру, количество потребляемого кислорода и выделяемого углекислого газа».

«Эта система новая, ни на одном скафандре в мире ее нет, не было до этого и у нас. Она предназначена для автоматического поддержания теплового состояния человека во время выхода», – комментирует Г.М. Глазов, главный специалист по испытаниям и эксплуатации космических скафандров НПП «Звезда».

Насосы системы автоматического терморегулирования (АСТР) расположены в ранце, клапаны системы в данный момент размещены на груди, а электронный блок управления – снаружи скафандра.

Геннадий Михайлович тестировал буквально все известные сегодня «Соколы» и «Орланы» и делится опытом. Задача испытателя с виду простая – крутить педали велоэргометра, будучи облаченным в скафандр. Так высчитывают степень теплоотдачи от физической нагрузки. При интенсивной работе космонавт в скафандре выделяет до 800 Вт тепла*. По словам руководителя испытаний, главного специалиста предприятия А.Ц. Элбакяна, космонавты, выходящие в открытый космос, особенно в первый раз, часто допускают существенные просчеты, в связи с чем могут перегреваться.

Новая АСТР, которая требуется в том числе и для парирования подобных перепадов температуры, достойно отработала при непрерывных пятичасовых испытаниях, имитирующих выход в открытый космос.

Другая опасность открытого космоса – холод. В американских скафандрах с ним борются, подогревая перчатки и ботинки. Российская разработка обеспечивает тепловой режим внутри всего корпуса скафандра.

Порой случаются казусы, связанные с тем, что некоторые космонавты «любят похолоднее». Фёдор Юрчихин уже пять раз работал с внешней стороны станции. Однажды операторы на Земле, получающие телеметрию, даже испугались, когда заметили, что температура тела космонавта внутри скафандра упала до критической. «Я любил «захолаживаться», и очень часто врачи говорили: у тебя низкая температура – подогрейся. Есть ребята, которым комфортно, когда тепло, система позволяет работать по-разному», – рассказывает Фёдор Николаевич.

Кроме автоматической системы климат-контроля, в скафандре применены новая оболочка и система шарниров, которая позволит космонавту расширить амплитуду

Скафандр четвертого поколения «Орлан-МК», предназначенный для обеспечения жизнедеятельности и работоспособности космонавтов в открытом космосе и на орбитальных станциях, имеет массу не более 114 кг. Он может использоваться космонавтами, имеющими антропометрические размеры 165...190 см по росту и 94...112 см по обхвату груди. Подгонка скафандра по росту производится самими космонавтами за счет регулировки длины рукавов и оболочек ног, включая нижнюю часть корпуса.

Гарантированный срок службы «Орлана-МК» на орбите (при обслуживании силами членов экипажа) – четыре года. Время работы системы жизнеобеспечения скафандра в одном цикле – от одевания до снятия – составляет не менее 10 часов, а продолжительность внекорабельной деятельности (ВКД) – от открытия до закрытия люка шлюзового отсека – достигает 7 часов. Номинальное рабочее давление в скафандре во время ВКД составляет 0,4 атм и поддерживается автоматически.

В состав скафандра «Орлан-МК» входит встроенный микрокомпьютер, который обеспечивает: контроль исходного состояния систем при подготовке к ВКД и во время шлюзования; выдачу на дисплей текстовых сообщений об отклонениях в работе систем скафандра и рекомендаций по действиям космонавта при таких отклонениях; постоянное поступление информации о величине резервного времени для различных режимов работы систем.

движений рук и даже приседать. Использование полиуретана вместо резины увеличит срок службы оболочек скафандров на орбите минимум в полтора раза. В применяемом сейчас «Орлане-МК» можно выполнять не более 15 выходов в открытый космос, а в «Орлане-МКС» – до 20.

Претерпели изменения и интеллектуальные компоненты скафандра – компьютер и программа его работы. Тестирование новой системы идет по 50 параметрам, и при необходимости или в случае сбоя все данные выдаются на новый модернизированный жидкокристаллический дисплей.

Срок эксплуатации на МКС скафандров предыдущего поколения «Орлан-МК» истекает уже в ближайшее время. Однако их ресурса достаточно для продолжения работы, в том числе и в открытом космосе, сообщил руководитель полета российского сегмента МКС В.А. Соловьёв. Новую разработку привезут на станцию осенью 2015 г. «Орланы-МКС» будут доставляться на борт станции по одному на грузовых «Прогрессах» и постепенно заменят все старые «Орланы-МК».

В ближайших планах коллектива НПП «Звезда» – создание системы автоматического возвращения космонавта на борт МКС в нештатной ситуации. Как пояснил Владимир Алексеевич, она обеспечит автоматическое возвращение космонавта к точке причаливания после нажатия всего одной кнопки.

По сообщениям сайта НПП «Звезда», ИТАР-ТАСС и Интерфакс

* Ведущее предприятие – разработчик систем жизнеобеспечения для высотных и космических полетов, средств спасения экипажей и пассажиров при авариях ЛА, систем дозаправки самолетов топливом в полете. Направления разработок включают высотные и космические скафандры, катапультные кресла, средства аварийного покидания ЛА, спасательные жилеты и огнетушители. Предприятие входит в состав холдинга «Авиационное оборудование», активно участвует в международных программах. По ряду направлений своей деятельности получило признание в качестве мирового лидера.

* Такую мощность потребляют восемь стоваттных ламп накаливания или маленький кипятильник.

Приказом начальника ЦПК от 5 ноября 2014 г. Роман Юрьевич Романенко освобожден от должности космонавта-испытателя. Основанием к этому послужило решение Главной медицинской комиссии (ГМК) от 22 апреля 2014 г. о его негодности к спецподготовке по состоянию здоровья. Р. Ю. Романенко остался на должности заместителя командира отряда космонавтов ЦПК.

Таким образом, по состоянию на 30 ноября 2014 г. в России насчитывается **39** действующих космонавтов и **два** кандидата в космонавты (А. Ю. Кикина и И. Н. Игнатов). По информации из ЦПК, 17 декабря 2014 г. Анна



КОСМОНАВТЫ. АСТРОНАВТЫ. ЭКИПАЖИ

С. Шамсутдинов.

«Новости космонавтики»

Об отряде КОСМОНАВТОВ

Кикина вновь будет представлена на Межведомственную квалификационную комиссию (МВКК) с целью присвоения ей квалификации космонавта-испытателя. Игнат Игнатов остается на должности кандидата формально, так как он имеет недопуск ГМК (также по решению от 22 апреля 2014 г.).

Командиром отряда космонавтов ЦПК является Валерий Григорьевич Корзун. У него два заместителя – Роман Юрьевич Романенко и Олег Дмитриевич Кононенко (по научно-исследовательской и испытательной работе). Группу инструкторов-космонавтов-испытателей возглавляет Александр Александрович Мисуркин, а группу космонавтов-испытателей – Андрей Иванович Борисенко.

Роман Романенко родился 9 августа 1971 г. в г. Щёлково Московской области. В 1986 г. он окончил восемь классов средней школы имени В. М. Комарова в Звёздном городке. В 1986–1988 гг. был воспитанником Ленинградского суворовского военного училища. После этого поступил в Черниговское ВВАУЛ, которое окончил в 1992 г.

С ноября 1992 г. служил помощником командира корабля авиационного отряда авиационной эскадрильи 70-го отдельного испытательного тренировочного авиационного полка особого назначения (ОИТАПОН) имени В. С. Серёгина в составе ЦПК имени Ю. А. Гагарина.

28 июля 1997 г. решением МВК капитан Роман Романенко был отобран в качестве кандидата в космонавты-испытатели и 26 декабря 1997 г. зачислен в отряд РГНИИ ЦПК. С января 1998 г. по ноябрь 1999 г. прошел ОКП. 1 декабря 1999 г. получил квалификацию космонавта-испытателя. Совершил два космических полета общей продолжительностью более 333 суток. Выполнил один выход в открытый космос длительностью 6 часов 37 минут.

Первый полет – с 27 мая по 1 декабря 2009 г. в качестве командира ТК «Союз ТМА-15» и бортинженера МКС-20/21.

Второй полет – с 19 декабря 2012 г. по 14 мая 2013 г. командиром «Союза ТМА-07М» и бортинженером МКС-34/35.

Летчик-космонавт РФ, полковник запаса Р. Ю. Романенко – космонавт-испытатель 2-го класса, военный летчик 3-го класса, инструктор парашютно-десантной службы, офицер-водолаз. С августа 2012 г. является заместителем командира отряда космонавтов ЦПК. Награжден медалью «Золотая Звезда» Героя Российской Федерации и медалями Вооруженных сил РФ: «За воинскую доблесть» I и II степени, «За отличие в военной службе» I, II, III степени, «За службу в ВВС», а также бельгийским Орденом Короны степени «командор».

▼ Олег Скрипочка и Алексей Овчинин на занятиях в Центре Джонсона



| Действующие российские космонавты | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------|-----------------------|--|----------------|
| № п/п | Ф.И.О. космонавта | Дата рождения | Дата отбора (МВК) | Дата зачисления в отряд | Кол-во полетов |
| 01 | Калери Александр Юрьевич | 13.05.1956 | 15.02.1984 | 13.04.1984 ³⁾ | 5 |
| 02 | Маленченко Юрий Иванович | 22.12.1961 | 26.03.1987 02.2010 | 06.10.1987 ¹⁾ 09.02.2010 ²⁾ | 5 |
| 03 | Падалка Геннадий Иванович | 21.06.1958 | 25.01.1989 | 22.04.1989 ¹⁾ 01.08.2009 ²⁾ | 4 |
| 04 | Виноградов Павел Владимирович | 31.08.1953 | 03.03.1992 | 13.05.1992 ³⁾ | 3 |
| 05 | Тюрин Михаил Владиславович | 02.03.1960 | 01.04.1994 | 16.06.1994 ³⁾ 26.02.2011 ²⁾ | 3 |
| 06 | Котов Олег Валерьевич | 27.10.1965 | 09.02.1996 | 07.06.1996 ⁴⁾ 01.08.2009 ²⁾ | 3 |
| 07 | Ревин Сергей Николаевич | 12.01.1966 | 09.02.1996 | 02.04.1996 ³⁾ 22.01.2011 ²⁾ | 1 |
| 08 | Кононенко Олег Дмитриевич | 21.06.1964 | 29.03.1996 | 05.01.1999 ³⁾ 22.01.2011 ²⁾ | 2 |
| 09 | Волков Сергей Александрович | 01.04.1973 | 28.07.1997 | 26.12.1997 ⁴⁾ 01.08.2009 ²⁾ | 2 |
| 10 | Скворцов Александр Александрович | 06.05.1966 | 28.07.1997 | 26.06.1997 ⁴⁾ 01.08.2009 ²⁾ | 2 |
| 11 | Скрипочка Олег Иванович | 24.12.1969 | 28.07.1997 | 14.10.1997 ³⁾ 11.06.2011 ²⁾ | 1 |
| 12 | Сураев Максим Викторович | 24.05.1972 | 28.07.1997 | 20.06.1997 ⁴⁾ 01.08.2009 ²⁾ | 2 |
| 13 | Юрчихин Фёдор Николаевич | 03.01.1959 | 28.07.1997 | 14.10.1997 ³⁾ 07.02.2012 ²⁾ | 4 |
| 14 | Корниенко Михаил Борисович | 15.04.1960 | 24.02.1998 | 23.03.1998 ³⁾ 22.01.2011 ²⁾ | 1 |
| 15 | Артемьев Олег Германович | 28.12.1970 | 29.05.2003 | 08.07.2003 ³⁾ 22.01.2011 ²⁾ | 1 |
| 16 | Борисенко Андрей Иванович | 17.04.1964 | 29.05.2003 | 08.07.2003 ³⁾ 10.02.2011 ²⁾ | 1 |
| 17 | Иванишин Анатолий Алексеевич | 15.01.1969 | 29.05.2003 | 04.10.2003 ⁴⁾ 01.08.2009 ²⁾ | 1 |
| 18 | Рязанский Сергей Николаевич | 13.11.1974 | 29.05.2003 | 01.06.2003 ³⁾ 01.01.2011 ²⁾ | 1 |
| 19 | Самокутяев Александр Михайлович | 13.03.1970 | 29.05.2003 | 23.06.2003 ⁴⁾ 01.08.2009 ²⁾ | 2 |
| 20 | Тарелкин Евгений Игоревич | 29.12.1974 | 29.05.2003 | 23.06.2003 ⁴⁾ 01.08.2009 ²⁾ | 1 |
| 21 | Шкаплеров Антон Николаевич | 20.02.1972 | 29.05.2003 | 27.12.2003 ⁴⁾ 01.08.2009 ²⁾ | 2 |
| 22 | Аймаханов Мухтар Работович | 01.01.1967 | 29.05.2003 | – | – |
| 23 | Мисуркин Александр Александрович | 23.09.1977 | 27.01.2014 | 13.08.2014 ²⁾ 29.12.2006 ⁴⁾ 01.08.2009 ²⁾ | 1 |
| 24 | Новицкий Олег Викторович | 12.10.1971 | 11.10.2006 | 06.02.2007 ⁴⁾ 01.08.2009 ²⁾ | 1 |
| 25 | Овчинин Алексей Николаевич | 28.09.1971 | 11.10.2006 | 27.12.2006 ⁴⁾ 01.08.2009 ²⁾ | – |
| 26 | Рыжиков Сергей Николаевич | 19.08.1974 | 11.10.2006 | 06.02.2007 ⁴⁾ 01.08.2009 ²⁾ | – |
| 27 | Серова Елена Олеговна | 22.04.1976 | 11.10.2006 | 20.12.2006 ³⁾ 22.01.2011 ²⁾ | 1 |
| 28 | Тихонов Николай Владимирович | 23.05.1982 | 11.10.2006 | 20.12.2006 ³⁾ 22.01.2011 ²⁾ | – |
| 29 | Бабкин Андрей Николаевич | 21.04.1969 | 26.04.2010 | 26.05.2010 ³⁾ 22.01.2011 ²⁾ | – |
| 30 | Кудь-Сверчков Сергей Владимирович | 23.08.1983 | 26.04.2010 | 26.05.2010 ³⁾ 22.01.2011 ²⁾ | – |
| 31 | Вагнер Иван Викторович | 10.07.1985 | 12.10.2010 | 08.11.2010 ³⁾ 22.01.2011 ²⁾ | – |
| 32 | Матвеев Денис Владимирович | 25.04.1983 | 12.10.2010 | 15.11.2010 ²⁾ | – |
| 33 | Прокопьев Сергей Валерьевич | 19.02.1975 | 12.10.2010 | 01.02.2011 ²⁾ | – |
| 34 | Блинов Олег Владимирович | 17.08.1978 | 08.10.2012 | 26.10.2012 ²⁾ | – |
| 35 | Дубров Пётр Валерьевич | 30.01.1978 | 08.10.2012 | 26.10.2012 ²⁾ | – |
| 36 | Игнатов Игнат Николаевич | 20.03.1982 | 08.10.2012 | 26.10.2012 ²⁾ | кандидат |
| 37 | Кикина Анна Юрьевна | 27.08.1984 | 08.10.2012 | 26.10.2012 ²⁾ | кандидат |
| 38 | Корсаков Сергей Владимирович | 01.09.1984 | 08.10.2012 | 26.10.2012 ²⁾ | – |
| 39 | Петелин Дмитрий Александрович | 10.07.1983 | 08.10.2012 | 26.10.2012 ²⁾ | – |
| 40 | Федяев Андрей Валерьевич | 26.02.1981 | 08.10.2012 | 25.04.2013 ²⁾ | – |
| 41 | Чуб Николай Александрович | 10.06.1984 | 08.10.2012 | 26.10.2012 ²⁾ | – |

Космонавты перечислены в порядке отбора МВК, в одном наборе фамилии расположены в алфавитном порядке.

¹⁾ Дата зачисления в отряд ЦПК ВВС.

²⁾ Дата зачисления в отряд ФГБУ НИИ ЦПК.

³⁾ Дата зачисления в отряд РКК «Энергия».

⁴⁾ Дата зачисления в отряд РГНИИ ЦПК.

⁵⁾ Дата зачисления в отряд ИМБП.

В интересах японских заказчиков

«Днепр» вывел на орбиту пять спутников

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»

6 ноября в 10:35:55 по московскому времени (07:35:55 UTC) из шахтно-пускового устройства (ШПУ) №3 объекта №370/1 пусковой базы Ясный на территории позиционного района Домбаровский в Оренбургской области боевыми расчетами Ракетных войск стратегического назначения Министерства обороны РФ по заказу МКК «Космотрас» проведен пуск РН «Днепр» (конверсионный вариант МБР РС-20Б (15А18), бортовой №109) со спутником ASNARO и четырьмя малыми космическими аппаратами (МКА): Hodooyoshi-1, ChubuSat-1, QSat-EOS и Tsubame.

Миссия, выполняемая в интересах японских заказчиков, несколько раз откладывалась по разным причинам. С первоначальной даты в декабре 2012 г. запуск КА ASNARO был перенесен сначала на 2013 г., а затем на 2014 г. Некоторое время старт планировался на 18 сентября, но затем последовательно переносился на 8, 15 и 30 октября и окончательно – на 6 ноября.

Операции обратного отсчета начались за три часа до расчетного времени пуска. В Т–90 мин крышка шахты была открыта, а персонал эвакуирован. В Т–60 мин выполнен тест бортовых систем ракеты. В Т–20 мин на систему управления подали напряжение: начались необратимые пусковые операции. В Т–3 мин носитель переключился на бортовое электропитание, включились магнитфоны наземной телеметрической станции.

В момент Т=0, соответствующий 10:35:49 ДМВ, окончилось точное приведение, а в Т+4.3 сек сработала система минометного пуска: включились пороховые аккумуляторы давления – и ракета начала движение. Срабатывание контакта выхода (КВ) ракеты из шахты по циклограмме произошло в Т+6.55 сек. После этого пиротехническими средствами были сброшены поддон и пять поясов обтюраторов, а в Т+9.2 сек включился на полную тягу маршевый двигатель первой ступени.

Выведение прошло в штатном режиме. В Т+107.4 сек запустился рулевой двигатель второй ступени, а примерно через 1.5 сек выключился двигатель первой. Разделение ступеней произошло в Т+111.3 сек, а маршевый двигатель второй ступени включился в Т+114.6 сек. Маршевый двигатель второй ступени выключился в Т+268.15 сек, а рулевой двигатель – на 15 секунд позже. Отработавшая первая ступень упала в район падения «Актау» в Республике Казахстан, вторая – в акваторию Индийского океана.

Формирование целевых орбит полезных нагрузок обеспечила третья ступень, которая является модификацией разгонной ступени МБР РС-20Б. Запустившись в Т+285.8 сек, ее двигатели обеспечили разворот головного блока «хвостом вперед», а затем перешли в режим малой тяги.



В Т+829.7 сек отделилась платформа А с головным обтекателем, обеспечивавшим защиту спутников от выхлопа двигателей. Затем начался процесс отделения полезных грузов в четко спланированной последовательности. Первым в Т+832.7 сек отделился ASNARO-1, через 2 сек – Hodooyoshi-1, и далее с интервалами по 1.5 сек – ChubuSat-1, QSat-EOS и Tsubame. Когда все МКА были отделены, третья ступень продолжала работать, выполняя маневр увода от спутников. По циклограмме рабочие запасы топлива в двигательной установке истощились в Т+932.9 сек, а гарантийные – в Т+965.7 сек.

Номера и международные обозначения доставленных на орбиту КА в каталоге Стратегического командования США, а также параметры их начальных орбит приведены в таблице.

| Наименование | Номер | Межд. обозн. | Параметры начальной орбиты | | | |
|--------------|-------|--------------|----------------------------|--------|--------|--------|
| | | | i | Нр, км | На, км | Р, мин |
| ASNARO-1 | 40298 | 2014-070A | 97.48° | 508.0 | 535.5 | 94.81 |
| Hodooyoshi-1 | 40299 | 2014-070B | 97.48° | 508.8 | 544.7 | 94.99 |
| ChubuSat-1 | 40300 | 2014-070C | 97.47° | 509.4 | 552.7 | 95.13 |
| QSat-EOS | 40301 | 2014-070D | 97.47° | 509.0 | 563.8 | 95.29 |
| Tsubame | 40302 | 2014-070E | 97.47° | 508.5 | 575.4 | 95.44 |

Гражданский шпион сверхвысокого разрешения

Перспективный спутник наблюдения с новой архитектурой систем ASNARO (Advanced Satellite with New system ARchitecture for Observation)* разрабатывался корпорацией NEC и Институтом беспилотных экспериментальных космических летательных аппаратов USEF (Institute for Unmanned Space Experiment Free Flyer) с 2008 г. Финансирование проекта осуществлялось Организацией разработки новых энергетических и промышленных технологий NEDO (New Energy and Industrial Technology Development Organization); к середине 2011 г. на создание аппарата было израсходовано 6 млрд иен (53 млн \$ по текущему курсу).

Общая цель проекта заключается в разработке серии платформ NEXTAR с открытой архитектурой для малых спутников следующего поколения с высокими характери-

ками и гибкостью, способной обеспечивать функционирование целого ряда приборов. В частности, речь идет об использовании оптических и гиперспектральных камер и радиолокаторов.

Стандартная платформа предназначена для КА класса «мини», что обеспечивает запуск носителем легкого класса. Обозначение NEXTAR-100L, -300L и -500L указывает на различные размеры платформы, но все они включают в себя стандартные механические, тепловые, электрические и радиоинтерфейсы для простой сборки при низких затратах и малом времени выполнения заказа.

Проект ASNARO предусматривает создание МКА сверхвысокого разрешения нового поколения, способных конкурировать со спутниками других стран, аналогичными по характеристикам, за счет удешевления и возможности проектировать и изготавливать аппараты в более сжатые сроки. Стоимость серийного КА не должна превышать 10 млрд иен (89 млн \$), что примерно в три раза дешевле американских и европейских аналогов.

ASNARO-1 стал первым спутником данной серии. Первоначально его предполагалось запустить в 2011 г. новой японской легкой ракетой Epsilon, однако сдвиг сроков ее готовности из-за финансовых проблем побудил японцев воспользоваться имеющимся и более дешевым «Днепром».

МКА построен на платформе NEXTAR-300L и имеет стартовую массу 495 кг, из которых 250 кг приходится на платформу, 200 кг – на полезную нагрузку и 45 кг – на топливо. Собственно платформа выполнена в виде куба со стороной 1.0 м. В рабочей конфигурации спутник имеет размеры 2.5х3.5х3.2 м с двумя разворачиваемыми трехсекционными панелями солнечных батарей (СБ). Фотогальванические преобразователи из арсенала галлия с тройным переходом обеспечивают съем более 1300 Вт мощности, которая передается в блок управления питанием. Последний распределяет через основную шину питания до 1200 Вт (в т. ч. до 400 Вт для полезной нагрузки), давая ток всем подсистемам с одновременной их защитой от перегрузки и замыкания. Он также обеспечивает работу приводов, получая команды непосредственно от бортового компьютера, и формирует телеметрическую информацию о состоянии электросистемы МКА. В систему электропитания также входит литий-ионная аккумуляторная батарея (11 элементов суммарной емкостью 50 А·ч).

Система управления положением в пространстве и определения параметров орбиты обеспечивает точную навигацию и наведение целевой аппаратуры. Грубые солнечные датчики обеспечивают первоначальную ориентацию на Солнце. В штатном режиме используются три звездных датчика, которые получают картину звездного неба, анализи-

* Первоначальное наименование – SASKE (Small Advanced Satellite for Knowledge of Earth).

руют ее с помощью программного алгоритма и сравнивают полученный рисунок звезд с данными каталога, чтобы точно определить ориентацию КА в пространстве. Текущее местонахождение КА определяется с помощью аппаратуры GPS-навигации.

Изменение и поддержание ориентации осуществляется с помощью маховиков и магнитных устройств. Система управления использует три маховика для управления по трем осям и имеет четвертый в качестве резервного. Для сброса накопленного момента и для управления ориентацией МКА в безопасном режиме применяются три магнитные катушки. Спутник может перенацеливаться на углы $\pm 45^\circ$ по тангажу и крену для расширения возможностей съемки. Маховики позволяют достичь скорости переориентации $1^\circ/\text{с}$ и общей точности наведения лучше, чем 0.003° , с высокой стабильностью $0.01^\circ/\text{с}$.

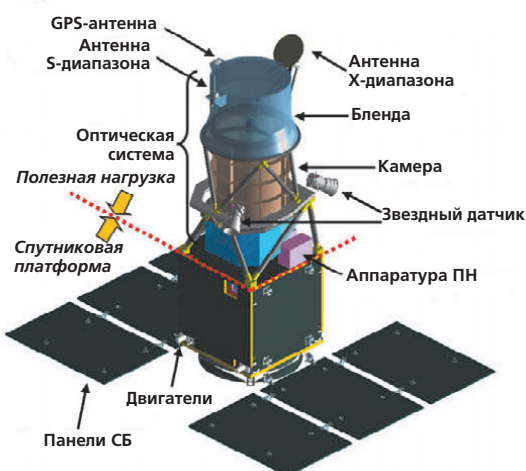
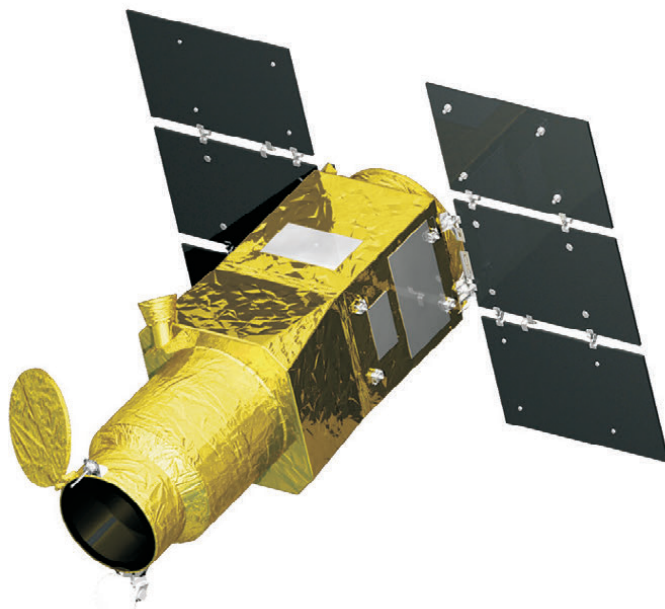
ASNARO-1 оснащен также реактивной системой управления с четырьмя двигателями на гидразине тягой по 3 Н. Они могут использоваться для ориентации и сброса углового момента, но их основное назначение – коррекция орбиты. Все двигатели питаются из одного бака.

Система управления МКА получает данные от бортового компьютера, выдает команды для подсистем, обеспечивает телеметрические сигналы от устройств, которые подключены к ней через интерфейсные модули управления ориентацией. Последние являются уникальными для каждой из индивидуальных подсистем.

Интерфейсы платформы NEXAR построены на архитектуре SpaceWire, что позволяет передавать данные между отдельными подсистемами (в том числе полезной нагрузкой) со скоростью до 400 Мбит/с на канал. Сердцем системы хранения данных и обработки команд управления МКА является бортовой компьютер SpaceCube 2. Разработанный JAXA в 2005 г., он представляет собой компактную систему, способную поддерживать все функции КА. SpaceCube 2 имеет массу 2 кг и размеры $7.1 \times 22.1 \times 17.8$ см, потребляет 14 Вт электроэнергии. Система состоит из трех модулей, центрального блока обработки, модулей регистрации данных и питания.

ASNARO-1 использует два маршрутизатора SpaceWire и поддерживает в общей сложности восемь каналов SpaceWire. Один маршрутизатор подсоединяет различные подсистемы (связь, телеметрию и прием команд, AOCS, контроллер обогревателя, GPS, PCU и управление полезной нагрузкой) к основному компьютеру, второй взаимодействует с контроллерами двигательной установки и оставшимися подсистемами.

SpaceCube 2 включает в себя флэш-память на 2 Мбайт, ОЗУ на 8 Мбайт и ПЗУ, представленное модулем SDRAM объемом 1 Гбайт

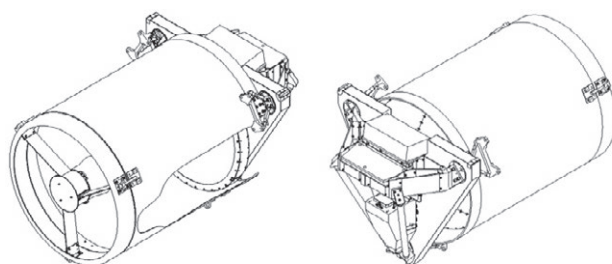


(2×512 Мбайт) и 1 Гбайт флэш-памяти. Для хранения данных от полезной нагрузки используется устройство емкостью 120 Гбайт. Основной компьютер работает под управлением операционной системы в режиме реального времени TRON (The Real-time Operating system Nucleus).

Командно-телеметрическая радиолиния КА работает в S-диапазоне. Данные от полезной нагрузки сбрасываются с помощью высокоскоростного терминала X-диапазона с антенной в двухосевом карданном механизме на надирной стороне блока полезной нагрузки спутника. Механизм нацеливания антенны обеспечивает точность, необходимую для отслеживания наземной станции, что позволяет ASNARO-1 вести съемку одновременно со сбросом данных. Механизм наведения имеет массу 4.4 кг, включая антенну, и обеспечивает скорость поворота до $4^\circ/\text{с}$. В целом система X-диапазона достигает скорости передачи данных 800 Мбит/с.

Полезной нагрузкой ASNARO-1 является система OPS (Optical Sensor) для получе-

▼ Оптическая система OPS спутника ASNARO-1



ния изображений со сверхвысоким разрешением в режиме сканирования pushbroom. OPS массой 98 кг состоит из большой цилиндрической бленды, закрытой при запуске крышкой и обеспечивающей защиту от засветки, оптической скамьи, на которой крепятся зеркала телескопа и сборка фокальной плоскости, и блока электроники для контроля и обработки данных, сопряженного с шиной данных платформы КА.

Оптическая часть выполнена на основе трехзеркальной астигматической оптики с широким полем зрения. Главное зеркало изготовлено из карбида кремния, который обеспечивает отличные характеристики: высокую жесткость и чрезвычайно низкий коэффициент теплового расширения. Сборка фокальной плоскости на ПЗС-матрицах работает в режиме временного накопления сигнала TDI (Time-Delayed Integration). Блок электроники преобразует аналоговый выход матриц в цифровой с радиометрическим разрешением 12 бит.

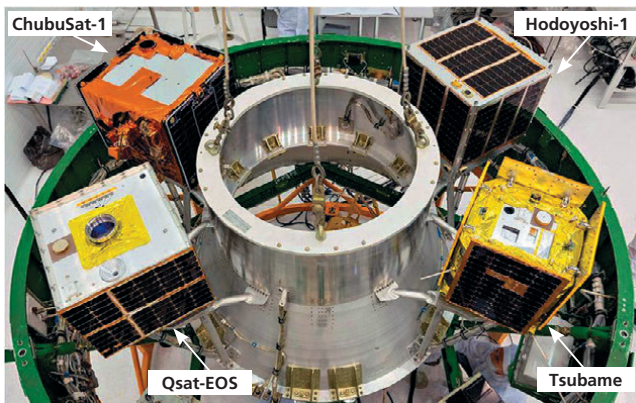
С рабочей солнечно-синхронной орбиты высотой 504 км с прохождением нисходящего узла в 11:00 местного времени OPS снимает полосу шириной 10 км с разрешением лучше 0.5 м в панхроматическом диапазоне и около 2 м в шести мультиспектральных диапазонах. Спутник может вести эффективно использован для цифрового картографирования, мониторинга стихийных бедствий, окружающей среды и других приложений спутникового наблюдения за Землей.

ASNARO может использовать OPS в нескольких режимах. В кадровом (snapshot) создается изображение участка размером 10×10 км с возможностью отклонения на 45° от надира. В полосовом режиме (strip-map) снимается полоса, параллельная наземной трассе, с номинальной шириной 10 км и максимальной длиной 850 км. Широкоугольный режим (wide view) представляет собой последовательную съемку нескольких примыкающих друг к другу параллельных полос с одного прохода с перенацеливанием КА. Трехмерный режим (3D mode, multi-angle shot) позволяет проводить многократную съемку участка 10×10 км при различных ракурсах. Возможен режим съемки наклонной полосы с разворотом КА. Наконец, имеется специальный режим съемки с увеличенным временем интеграции, позволяющий получить лучшее отношение «сигнал/шум».

ASNARO работает на четыре стационарные наземные станции на островах Хоккайдо и Окинава, в Сингапуре и на Шпицбергене (Норвегия). Разработан проект мобильной наземной станции с остроуправленной «тарелкой» диаметром 4.6 м, установленной на грузовике.

Наземный сегмент системы обеспечивает высокую степень автоматизации всех этапов работы, включая планирование миссии,

прием данных со спутника, техническое обслуживание КА, обработку и распространение данных. Центр данных получает запросы на съемку от клиентов, автоматически формирует план миссии с учетом циклограммы работы КА и погодных условий в зоне съемки. План миссии передается на спутник несколько раз в день. Поток данных ретранслируется с наземных станций в центр обработки в режиме реального времени. В результате автоматизированной обработки выдаются калиброванные, геометрически исправленные изображения и цифровые модели поверхности: первые через три минуты, а вторые через пять минут после съемки.



▲ Платформа Б с четырьмя японскими малыми спутниками

Первый по номеру, но третий по счету

В 2010 г. Токийский университет начал инициативу в области научных исследований и разработок по новой парадигме, в рамках которой микро- и наноспутники представлялись как «достаточно надежные системы» исследования и использования космоса. Деньги были выделены Японским обществом содействия развитию науки по программе финансирования инновационных исследований и разработок мирового уровня в науке и технике FIRST (Funding Program for World-Leading Innovative R&D on Science and Technology), инициированной Советом по науке и технической политике CSTP (Council for Science and Technology Policy) Кабинета министров страны.

Проект направлен на ускоренное развитие технологий и практическое применение микро- и нано-спутников, которые, как ожидается, должны резко уменьшить затраты на разработку МКА, что, в свою очередь, может открыть новые пути использования аппаратов путем создания спутниковых созвездий. В период 2010–2015 гг. силами нескольких ведущих университетов и малых предприятий страны предполагалось провести исследования по следующим основным направлениям:

❶ Разработка и демонстрация инновационной концепции «обоснованно (достаточно) надежных систем» для микро- и нано-спутников, получившей наименование Hodo-yoshi.

❷ Исследования и разработки всех необходимых компонентов для микро- и наноспутников с передовыми концепциями и технологиями, направленные на получение высоких характеристик (производительности) аппарата при малых размерах.

❸ Инновации процесса разработки спутников, включая стандартизацию интерфейсов и программного обеспечения, способов наземных испытаний и т. д., для дальнейшего снижения стоимости и периода разработки.

❹ Создание всеяпонского консорциума для проведения НИР, цепочки сетевого снабжения, организации международных сообществ пользователей и наращивания потенциала.

В рамках проекта Hodo-yoshi японские организации разработали четыре микро- и наноспутника, которые и были выведены

на орбиту 6 ноября вместе с основным КА ASNARO-1:

◆ Hodo-yoshi-1 (ほどよし1号): Токийский университет и Ассоциация технологии космических систем следующего поколения NESTRA (Next Generation Space System Technology Association);

◆ ChubuSat-1: Университеты Нагоя и Дайдо;

◆ Tsubame (つばめ): Токийский технологический институт, Токийский университет науки и JAXA;

◆ QSat-EOS: Университет Кюсю.

Семейство Hodo-yoshi

В космосе уже летают два аппарата с таким названием: Hodo-yoshi-3 и Hodo-yoshi-4 были запущены предыдущей ракетой «Днепр» 19 июня 2014 г. (НК №8, 2014, с.28-29). Hodo-yoshi-2 ждет своего часа на Земле.

Интересно, что на борту Hodo-yoshi-3 находится пластмассовая фигурка Hello Kitty* высотой 4 см. Персонаж японской поп-культуры – маленькая белая кошечка в упрощенной прорисовке – располагался таким образом, чтобы камера могла передавать его «селфи» на фоне Земли.

Специально организованный сайт заявляет: «Hello Kitty всегда готов доставить ваши сообщения из космоса» и просит фанатов Sanrio отправлять тексты длиной 180 символов на английском или японском на тему «Спасибо из космоса», которые будут затем транслированы землянам. Из пришедших были выбраны десять сообщений, которые передавались раз в день в конце августа и начале сентября. В сентябре был организован второй раунд игры и предложены другие темы для сообщений.



* Герой комиксов, мультфильмов, одноименного аниме-сериала, придуманный компанией Sanrio в 1974 г. и ставший торговой маркой. Игрушки Hello Kitty – популярные в Японии и во всем мире сувениры.

Итак, микроспутник Hodo-yoshi-1 предназначен для получения снимков поверхности Земли достаточно высокого разрешения. МКА выполнен в форме куба со стороной 60 см и имеет массу 60.2 кг при средней потребляемой мощности ~50 Вт. Спутник оснащен бортовым компьютером на программируемой вентильной матрице FPGA, маховиками, звездным датчиком, MEMS-гироскопами, GPS-приемником и оптико-электронной системой съемки. КА способен точно ориентироваться по трем осям и корректировать свою орбиту с использованием микро-

двигателей на разбавленной перекиси водорода.

Система радиосвязи обеспечивает передачу данных полезной нагрузки в X-диапазоне со скоростью 10–20 Мбит/с. Кроме того, JAXA разработало и испытывает на Hodo-yoshi-1 новую систему связи со скоростью 320 Мбит/с для малых спутников в классе 50 кг.

Аппарат оснащен мультиспектральной оптико-электронной камерой типа pushbroom (линейным сканером) с разрешением 6.7 м в полосе шириной 27.8 км в надире при съемке с высоты 500 км. Камера была разработана токийской компанией Genesia Corporation. Оптическая часть представляет собой телескоп-рефрактор с широким полем зрения. Приемная часть обеспечивает съемку в четырех полосах спектра: 450–520 нм (синий), 520–600 нм (зеленый), 630–690 нм (красный), 780–890 нм (ближний инфракрасный) при соотношении сигнал/шум, равном 153, 178, 235 и 167 соответственно на 12-битных изображениях.

Система получения изображений среднего разрешения, как ожидается, будет востребована многими службами, такими как сельское и лесное хозяйство, рыболовство, картография, географические информационные системы (ГИС) и мониторинг стихийных бедствий.

Чудо-юдо рыба-кит

Спутник ChubuSat-1, предназначенный для технологических экспериментов, создан специалистами университетов Нагоя и Дайдо и аэрокосмических компаний в регионе Тюбу (Chubu) в центральной части Японии. Альтернативное имя КА – Kishachi-1 (金シャチ1号). Так по-японски называется золотое морское чудовище на коньке крыши замка Нагоя – памятника, который символизирует регион Тюбу.

Цель миссии – «наблюдение поверхности Земли и космического мусора, а также трансляция данных любительской радиосвязи и тестирование передовых технологий». Мотивация разработчиков спутника заключалась в стремлении понизить барьер входа в космический бизнес путем снижения затрат, развернуть коммерческое использование космоса и развить рынок аэрокосмической промышленности в области Тюбу.

Создатели МКА решали задачу повышения производительности будущих больших научных спутников таким образом: поскольку те, как правило, не используют не-



▲ Технологический спутник ChubuSat-1

проверенные технологии, то тестирование последних дешевле и проще выполнить на базе малых аппаратов. Кроме того, предполагалось снизить затраты в 100 (сто!) раз на фоне «оптимизированных» характеристик. Платформа спутника должна была продемонстрировать возможность массового производства МКА, а также снижение стоимости и времени для изготовления и сборки спутников. Проект ставил и организационную цель – расширить сотрудничество между академическим кругами и промышленностью в области Тюбу.

Микроспутник имеет почти кубическую форму размерами 58×55×50 см, массой 55.2 кг и расчетным сроком работы шесть месяцев. МКА использует стандартную модульную гибкую архитектуру. Основная конструкция собрана из сэндвич-панелей (алюминиевая обшивка и алюминиевый сотовый наполнитель) и отвечает требованиям к жесткости, прочности и массе (весь корпус – не более 10 кг). ChubuSat-1 делался на базе конструкционно-тепловой модели для испытаний STM (Structural and Thermal test Model), которая была протестирована во время модального обследования и испытания на вибрацию для сертификации на нагрузку, соответствующие запуску носителя «Днепр».

Аппарат стабилизирован по трем осям на магнитных катушках. Положение в пространстве определяется звездным датчиком, солнечными датчиками, трехкомпонентным магнитометром и тремя волоконно-оптическими гироскопами. Система управления ориентацией обеспечивает наведение в трехосном режиме с точностью лучше 0.8°; точность наведения на Солнце в двухосном режиме не хуже 5°.

Подсистема электропитания состоит из трех панелей СБ (часть элементов наклеены на корпус), аккумуляторной батареи с 21 ниль-металлогидридным элементом общей емкостью 1.9 А·ч и блока контроля. Максимальная вырабатываемая мощность – 100 Вт, потребляемая – 85 Вт. Первичная шина питания – нерегулируемая, напряжением 23–36 В. Для бортовой аппаратуры генерируется постоянное напряжение ±5, ±15 и ±12 В.

Бортовой компьютер состоит из основного модуля с процессором и памятью, расширенного интерфейсного модуля и модуля управления подсистемой электропитания. Основные модули и расширенные интерфейсные модули соединяются через SpaceWire, что позволяет в будущем увеличивать функциональность компьютера путем добавления других основных или интерфейсных модулей.

В качестве полезной нагрузки ChubuSat-1 несет две камеры для наблюдения поверхности Земли: панхроматическую VIS и инфракрасную TIR.

Камера VIS разрешением около 10 м разработана Токийским университетом науки и оснащена объективом размерами 180×75×75 мм и массой 0.6 кг. Спектральный диапазон камеры 0.4–0.8 мкм. Детектор CMOS-матрица размером 2048×1536 элементов с размером пикселя 3.5 мкм, поле зрения 2.15×1.61°. Емкость запоминающего устройства составляет 2 Гбайт.

Камера TIR (Thermal Infrared Camera) на тепловой диапазон 7.5–13.5 мкм изготовлена с применением коммерчески доступных компонентов. Детектор камеры – неохлаждаемый болометр (тепловизор) размером матрицы 320×240 пикселей размером 25 мкм. Каждый пиксель матрицы состоит из нескольких слоев, включая ИК-поглощающий материал и рефлектор под ним. Последний направляет ИК-излучение, проходящее через поглотитель, обратно в поглощающий слой, чтобы обеспечить почти полное поглощение. Когда ИК-излучение попадает на детектор, поглощающий материал нагревается и изменяет свое электрическое сопротивление, которое может быть измерено с помощью электродов, подключенных к каждому микроболометру.

Пространственное разрешение камеры составляет 130 м в поле зрения 4.6×3.7°. В целом инструмент массой всего 500 г и размером 8×8×15 см потребляет не более 1 Вт и позволяет определять профиль температуры грунта.

В ходе полета спутник будет снимать обеими камерами конкретные районы на Земле по заказу. Кроме того, будет предпри-

нята попытка заснять элементы космического мусора по запросам от земной станции.

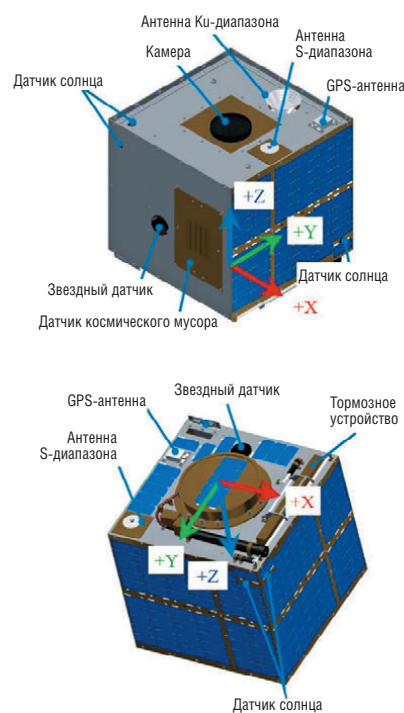
Помимо основных, на КА возложен и ряд вспомогательных задач технологического характера. В частности, речь идет о проверке компонентов на радиационную стойкость, оценке срока службы аккумуляторных батарей и деградации радиатора из-за воздействия атомарного кислорода. Наконец, еще одна задача ChubuSat-1 – пересылка данных на спутник Tsubame. Передача сообщений на радилюбительских частотах пакетами AX.25 через цифровой повторитель Digipeater.

Микронаблюдатель с тормозным хвостом

Спутник QSat-EOS (Kyushu Satellite for Earth Observation System Demonstration) построен Университетом Кюсю для демонстрации перспективной системы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Первоначальный проект QSat возник в середине 2005 г. по предложению студентов старших курсов университета и ставил целью наблюдение плазмы в полярных областях для изучения полярных сияний Земли и лучшего понимания электризации КА. Однако в августе 2008 г. Министерство образования, культуры, спорта, науки и технологий Японии объявило об инициативе «Исследования и разработка программ по созданию малых спутниковых наблюдения Земли», и проект был переориентирован под задачи ДЗЗ, получив новое имя QSat-EOS.

Основная цель миссии – наблюдение Земли для мониторинга стихийных бедствий (например, оползней, вызванных проливными дождями), а также оценка оптической системы для исследований ресурсов сельского, лесного и рыбного хозяйства. Вторичные цели – изучение магнитного поля Земли, оценка возможности обнаружения микрофрагментов КА в околоземном пространстве и наблюдение водяного пара в верхних слоях атмосферы.





▲ Спутник QSat-EOS



Платформа КА разработана Университетом Кюсю в сотрудничестве с Технологическим институтом Фукуока. Две структуры Университета Кюсю – Исследовательский центр космической среды SERC и Лаборатория взаимодействия КА с окружающей средой – разработали научные инструменты полезной нагрузки.

Микроспутник имеет массу 53.2 кг, размеры 492×503×502 мм. Конструкция платформы изготовлена из десяти панелей алюминиевого сплава. Почти все оборудование монтируется на внутренней панели для облегчения доступа к полезной нагрузке. Средняя потребляемая мощность – 74 Вт. Срок активного существования – два года. Стабилизация трехосная. Телеметрическая радиолиния S-диапазона обеспечивает скорость передачи данных 1 или 100 кбит/с, командная радиолиния S-диапазона принимает информацию со скоростью 1 кбит/с. Основная линия сброса информации от полезной нагрузки работает в Ku-диапазоне и дает скорость передачи данных 33 Мбит/с. Имеется также экспериментальная линия Ku-диапазона, ориентированная на прием данных со скоростью 10 Мбит/с.

Система управления обеспечивает остановку вращения КА и наведение оптической системы в надир или в другую нужную точку, например, на звезду или космический объект.

Основная полезная нагрузка представлена оптико-электронной камерой с характеристиками:

- ◆ объектив с апертурой 100 мм и фокусным расстоянием 400 мм;
- ◆ спектральные полосы: 525–605 нм и 774–900 нм;
- ◆ поле зрения на Земле: 10×10 км при высоте орбиты 700 км;
- ◆ тип детектора: двухполосная CMOS-матрица видимого и ближнего ИК-диапазона 2000×2000 пикселей, обеспечивающая разрешение 5 м в надире.

Снимки поступают в бортовое запоминающее устройство емкостью 24 Гбит (обеспечивает сохранение 500 изображений).

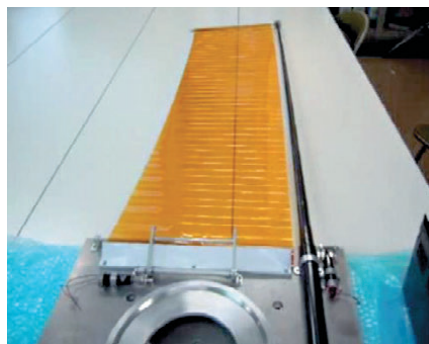
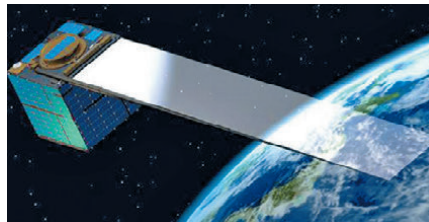
Дополнительные полезные нагрузки, сохранившиеся от первоначального проекта QSat, представлены магнитометром и датчиком космического мусора. Цель феррозондового магнитометра Honeywell HMC2003T – измерение вариаций магнитного поля, вызванных продольными токами (ПТ) в полярных и экваториальных регионах.

Известно два типа крупномасштабных ПТ. Первый – когда ток течет от ионосферы в магнитосферу, второй – когда это происходит в обратном направлении. Предполагается, что изучение ПТ будет в некоторой степени способствовать пониманию процесса передачи энергии от солнечного ветра в магнитосферу и ионосферу. Конкретные научные цели, поставленные перед магнитометром, заключаются в следующем:

- ❖ лучше понять спокойные и активные зоны полярных сияний в полярной области, с учетом электризации КА;
- ❖ исследовать полярные сияния в экваториальной области (природа их возникновения в районе полюсов понятна, в районе экватора – нет);
- ❖ сравнить явления на орбите с информацией, полученной датчиками наземной системы сбора данных MAGDAS (MAGnetic Data Acquisition System), установленными по всему миру.

Датчик космического мусора разработан JAXA и предназначен для поиска элементов малых размеров (от 100 мкм до нескольких сантиметров) в околоземном космосе. В настоящее время распределение и плотность потока обломков изучены не очень хорошо. С помощью наземных наблюдений трудно определить порядок размеров частиц, хотя оценка риска воздействия на космические системы, вызванного обломками различного

▼ Тормозное устройство для схода с орбиты



диапазона размеров, имеет большое значение.

Датчик имеет массу 159 г, размер 190×270 мм. Чувствительный элемент 100×100 мм состоит из тонких медных полосок 100 мм в длину и 0.05 мм в ширину, установленных на тонкой полиимидной пленке с интервалами 0.1 мм. Предполагается прямое изучение воздействия орбитального мусора – удары частиц диаметром более 0.10 мм в датчик могут быть обнаружены путем мониторинга тока, текущего через медные полоски.

В конце миссии спутник должен продемонстрировать операции по сведению с орбиты. Межагентское соглашение по космическому мусору IADC (Inter-Agency Space Debris Coordination) рекомендует оставлять на орбитах микроспутники со сроком баллистического существования не более 25 лет, принимая при необходимости меры к их досрочному сведению. Решение данной задачи требует включать в конструкцию МКА специальные тормозные устройства. Для спутника QSat-EOS такое устройство разработано компанией Ryokeiso Co. Ltd. и имеет следующую последовательность срабатывания:

- ◆ плата с микропроцессорным управлением получает две команды от основного блока – об окончании миссии и о развертывании тормозного устройства;
- ◆ механизм блокировки раздвижной мачты выключается двигателем постоянного тока;
- ◆ мачта распрямляется и разворачивает каптоновую пленку 350×3000 мм, которая повышает аэродинамическое сопротивление МКА.

После развертывания устройства спутник довольно быстро сходит с орбиты.

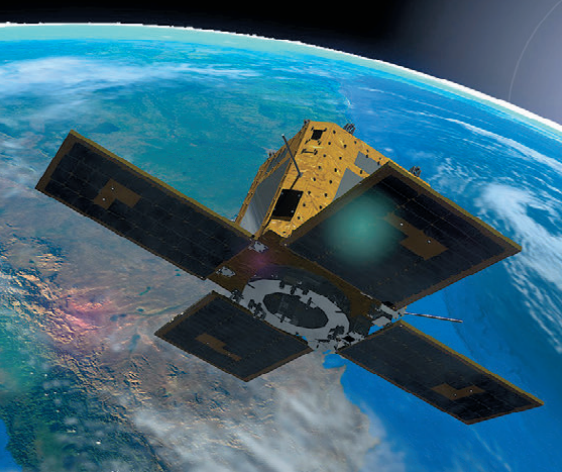
Японский стриж

Малый спутник Tsubame* разработан Лабораторией космических систем Матунэ (Matunaga Laboratory for Space System) Токийского технологического института, входящего в структуру Токийского университета науки, и построен при содействии JAXA для измерения поляризации жестких рентгеновских фотонов от гамма-всплесков и демонстрации новых технологий.

Миссия преследует следующие цели:

- ❖ демонстрация платформы для микроспутников;
- ❖ проведение быстрых маневров переориентации с помощью микрогиродинов;
- ❖ проверка коммерчески доступных компонентов;
- ❖ наблюдение поляризованных гамма-всплесков;
- ❖ получение изображений Земли;
- ❖ демонстрация нового протокола связи SRLL и высокоскоростной линии передачи данных GMSK;
- ❖ сбор экспериментальных данных через Интернет с помощью радиолука.

* Термин, означающий примерно то же самое, что и английское swift (быстро, поспешно). Прослеживается ссылка как на возможность быстрого изменения ориентации КА, так и ассоциация с гамма-телескопом Swift (NASA). Английское swift также обозначает стрижа, изображение которого присутствует на логотипе Токийского технологического института.



Спутник имеет массу 52,2 кг и габариты 50×50×47 см. СБ с фотоэлектрическими преобразователями на арсениде галлия-индия расположены на четырех откидных панелях и боковых поверхностях МКА. В систему электропитания мощностью более 100 Вт также входит шестизлементная литий-полимерная аккумуляторная батарея. Аппаратура спутника получает питание от нерегулируемой шины напряжением 25–32 В.

СОТР – пассивная, с многослойной теплоизоляцией, излучателями и локальными нагревателями. Для отслеживания температуры в различных частях спутника стоят более 40 датчиков.

Для определения положения в пространстве и управления ориентацией служат ряд датчиков, силовые микрогироскопы и магнитные торсионы. Каждая панель КА оснащена солнечным датчиком для грубой ориентации в защитном режиме. Трехкомпонентный магнитометр и дублированный набор из двух звездных датчиков в сочетании с волоконно-оптическими гироскопами используются для точного определения положения в пространстве.

Tsubame оснащен четырьмя уникальными микрогироскопами для очень быстрых изменений ориентации КА при сохранении точности наведения 1° и стабилизации лучше, чем 0,5°/с. Каждый микрогироскоп имеет диаметр 7,35 см, длину 15 см в сборке и массу 1 кг и генерирует крутящий момент 53 мН·м. При использовании обычного маховика разворот КА происходит за счет изменения скорости вращения ротора

устройства. В случае силового гироскопа (гиродина) угловая скорость остается постоянной. Управляющее воздействие прилагается к рамке карданового подвеса, в котором закреплен ротор. При принудительном повороте рамки возникает гироскопический момент, а так как подвес гиродина фиксирован относительно корпуса КА, он передается всему спутнику. Гиродины сложнее в части конструкции и управления и тяжелее, чем маховики, однако дают более высокий управляющий момент.

Бортовым комплексом управляет центральный компьютер на FPGA-матрице. Для мониторинга состояния бортовых систем используется контроллер периферийного интерфейса, который взаимодействует с «бортом» через шину данных CAN.

Связь с Землей осуществляется с помощью командно-телеметрической аппаратуры, работающей в радилюбительском диапазоне (нисходящий канал – 430 МГц, скорость передачи данных – 9,6 кбит/с, восходящий канал – 144 МГц, скорость – до 1,2 кбит/с). Для передачи данных от полезной нагрузки служит аппаратура S-диапазона (модуляция BPSK, скорость 100 кбит/с). Большинство служебных систем построено на базе коммерчески доступных покупных элементов.

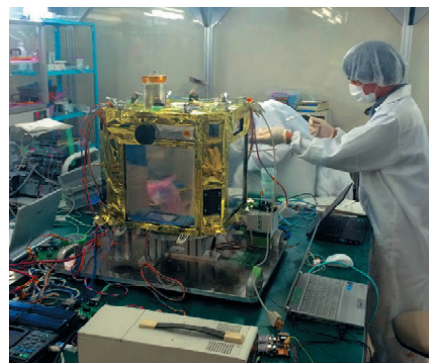
Спутник оснащен двумя полезными нагрузками – оптической камерой и системой наблюдения гамма-лучей GROS (Gamma-Ray Observation System).

Камера используется для наблюдения Земли при умеренных разрешениях для отслеживания достопримечательностей, мониторинга окружающей среды и получения панорамных изображений. Она имеет размеры 9×10×20 см при общей массе 1 кг и потребляемой мощности менее 3 Вт. Фокусное расстояние камеры – 175 мм, матрица 2210×3002 элементов, размер пикселя 3,5 мкм, разрешение на местности 14 м. Камера может работать на скорости до 5 кадров в секунду.

Система GROS состоит из широкоугольного монитора всплесков WBM (Wide Field Burst Monitor) и комптоновского поляриметра жесткого рентгеновского излучения

НХСР (Hard X-Ray Compton Polarimeter). Пять отдельных блоков WBM направлены в разные стороны; пластины детекторов состоят из сцинтилляторов из йодида цезия размерами 6×6 см и глубиной 0,5 см. Непрерывный подсчет событий ведет главный процессорный блок. При росте числа срабатываний с какой-либо стороны выполняется быстрая переориентация КА в сторону источника. Расчет производится с точностью $\pm 10^\circ$, что является достаточным для перенацеливания НХСР в течение 15 секунд с момента засечки события. Каждый монитор WBM имеет массу 260 г, минимальный энергетический порог чувствительности 30 кэВ и минимальную скорость счета 10 Гц.

НХСР предназначен для анализа поляризации рентгеновских лучей с энергиями 30–200 кэВ и получения информации о механизме излучения: распределение магнитного поля, поля излучения и вещества вокруг источников, которыми могут быть вращающиеся пульсары, аккрецирующие черные дыры и активные ядра галактик. Прибор состоит из рассеивателя для определения места падения и поглотителя, который измеряет угол рассеяния и энергию фотона. Рассеиватель состоит из 64 пластиковых сцинтилляторов, расположенных в центре детектора, а поглотитель использует 28 сцинтилляторов из йодида цезия. Сигналы регистрируются 16-канальным мультиманодным фотоумножителем и кремниевыми лавинными фотодиодами соответственно. НХСР имеет поле зрения $\pm 15^\circ$ и эффективную площадь детектора 7 см².



Ваш
космический
брокер

Последний радар первого поколения

И. Лисов.
«Новости космонавтики»

15 ноября в 02:53:05.153 по пекинскому времени (14 ноября в 18:53:05.153 UTC) со стартового комплекса №9 Центра космических запусков Тайюань был произведен пуск РН «Чанчжэн-2С» (CZ-2С №Y35) из семейства «Великий поход» со спутником «Яогань вэйсин-23» (YG-23).

Через 713 секунд, в 03:04:59, аппарат был успешно выведен на солнечно-синхронную орбиту и развернул две панели солнечных батарей и антенну бортового радиолокатора.

Внутреннее обозначение пуска было «операция 05-43». В каталоге Стратегического командования (СК) США спутник YG-23 получил номер **40305** и международное обозначение **2014-071A**.

Начальная орбита КА имела следующие параметры:

- наклонение – 97.33°;
- минимальная высота – 499,8 км;
- максимальная высота – 524,6 км;
- период обращения – 94,73 мин.

Контроль за подготовкой и проведением пуска на космодроме и в Пекинском центре управления осуществляли политический комиссар Главного управления вооружений и военной техники (ГУВВТ) НОАК Ван Хунъюа, заместитель начальника ГУВВТ Нью Хунгуан и Ван Ли, заместитель начальника Государственного управления по оборонной науке, технике и промышленности У Яньхуа, председатель Совета директоров Китайской корпорации космической науки и техники CASC Сюй Дачжэ, глава комиссии по проверке дисциплины Ли Цзиньшэн и вице-президент Ян Баохуа.

Наименование «Яогань вэйсин» является описательным и означает буквально «спутник для дистанционного зондирования». Назначение аппарата сформулировано стандартно: «для проведения научных экспериментов, исследования земельных и

природных ресурсов, оценки урожайности сельскохозяйственных культур, а также предотвращения стихийных бедствий и минимизации ущерба от них».

По сообщению отраслевой газеты «Чжунго хантянь бао», спутник разработан и изготовлен в Шанхайской исследовательской академии космической техники SAST, а носитель – в Пекинской исследовательской академии космической техники CAST.

Четвертый в серии

Характерное сочетание разработчика КА, космодрома, типа носителя и параметров начальной орбиты позволяет идентифицировать YG-23 как аппарат радиолокационного наблюдения «Цзяньбин-7» (JB-7). Данные о четырех запусках спутников этого типа приведены в таблице.

Последний столбец таблицы демонстрирует, что КА этого типа запускались попеременно на солнечно-синхронные орбиты «утреннего» и «ночного» типа с прохождением нисходящего узла около 10:00 и 02:00 соответственно. В результате проведенных коррекций и естественной эволюции орбит их плоскости несколько сместились от первоначальных положений, и по состоянию на 13 декабря 2014 г. спутники проходят нисходящие узлы орбит в следующие моменты по местному времени: 10:20, 00:39, 10:11 и 01:58.

Анализ орбитального поведения показывает, что вплоть до середины 2014 г. три ранее запущенных аппарата были активны, регулярно и почти синхронно корректируя свои орбиты. Два из них – YG-6 и YG-18 – поддерживали ее условную высоту* вблизи отметки 512 км, а третий – YG-13 – на уровне 506 км. Как уже отмечалось в НК №12, 2013, таким рабочим высотам соответствует период повторения наземной трассы 622 витка за 41 сутки и 562 витка за 37 суток соответ-



www.news.cn

Запуски спутников «Цзяньбин-7»

| Дата и время запуска, UTC | Наименование | Номер | Межд. обозн. | Параметры начальной орбиты | | | | | |
|---------------------------|--------------|-------|--------------|----------------------------|--------|--------|--------|-------|--|
| | | | | i | Нр, км | На, км | P, мин | LTDN | |
| 2009.04.22 02:55 | YG-6 | 34839 | 2009-021A | 97.64° | 493 | 520 | 94.75 | 10:01 | |
| 2011.11.29 18:50 | YG-13 | 37941 | 2011-072A | 97.11° | 504 | 513 | 94.84 | 01:56 | |
| 2013.10.29 02:50 | YG-18 | 39363 | 2013-059A | 97.55° | 500 | 506 | 94.71 | 09:56 | |
| 2014.11.14 18:53 | YG-23 | 40305 | 2014-071A | 97.33° | 499 | 512 | 94.73 | 02:00 | |

Примечания
1. В таблице высоты орбиты показаны над сферой радиусом 6378.14 км, в то время как в сообщении о запуске – над земным эллипсоидом.
2. LTDN – местное время прохождения нисходящего узла орбиты.

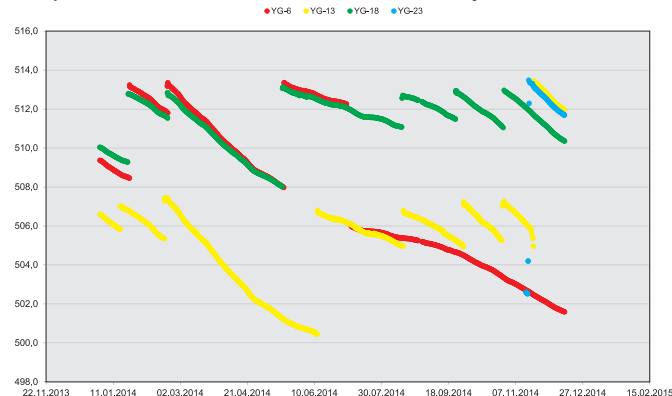
ранее, так что вывод о выходе спутника из строя делать преждевременно.

16 ноября вновь запущенный спутник YG-23 произвел подъем орбиты до рабочей с условной высотой 513,5 км**. Четырьмя днями позже такой же маневр совершил и YG-13, в результате чего три аппарата заняли один эшелон.

Моделирование движения тройки показывает, что YG-23 пересекает экватор ровно через час после YG-13 и на 5,1°, то есть на 570 км восточнее его. Работающий в другой плоскости спутник YG-18 идет с задержкой еще на 8 час 20 мин и пересекает экватор примерно посередине между трассами двух первых КА. Таким образом, втроем они «прочесывают» с шагом около 280 км всю земную поверхность, за исключением околополярных областей, за шесть суток.

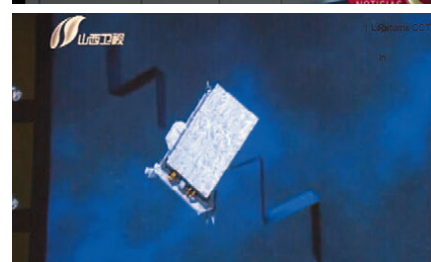
В статье, посвященной состоявшемуся пуску, издаваемая CASC газета «Чжунго хантянь бао» сообщила, что YG-23 является чет-

▼ Управление высотой полета КА типа JB-7 в 2014 году



▼ Предполагаемый внешний вид КА JB-7 на экране Центра управления полетами

Из графика видно, что в период между 3 и 7 июля старейший в группировке КА YG-6 снизил орбиту до 506 км и с тех пор неуправляемо снижается. Однако подобные и даже более глубокие «экскурсии» вниз от рабочей высоты случались и



* Высота, получаемая без моделирования орбитального движения, непосредственно из двусторонних элементов СК США путем пересчета среднего движения в большую полуось и далее – с учетом эксцентриситета – в перигей и апогей относительно сферы радиусом 6378.14 км.

** «Честное» моделирование движения КА дает высоту 515.0×542.3 км относительно поверхности земного эллипсоида, или 505.2×521.3 км над сферой радиусом 6378.14 км.

вертым и последним аппаратом своей серии и что его разработка началась 10 лет назад, в 2004 г. Был также назван административный руководитель проекта – Хуан Цзиньшэн (黃金生), а вот имя главного конструктора спутника Чэня Юньли (陈筠力) на этот раз не прозвучало.

Шанхайский институт технической физики сообщил 18 ноября, что первоначальную ориентацию спутника на орбите обеспечил высокоточный инфракрасный датчик с двойным коническим сканированием и что этот прибор отработал со 100-процентным успехом на всех четырех КА данного типа.

Институт электроники Китайской АН – разработчик целевой аппаратуры – подвел итоги работы по проекту 12 декабря. В сообщении отмечалось, что начиная от запуска YG-1 в 2006 г. и до YG-23 в 2014 г. институт разработал полезную нагрузку «для семи спутников дистанционного зондирования и одного аппарата для мониторинга стихийных бедствий». Очевидно, имеются в виду три радиолокационных спутника «Цзяньбин-5», четыре «Цзяньбин-7» и единствен-

ный аппарат «Хуаньцин-1С» (см. таблицу в НК № 12, 2013).

Эксперты полагают, что следующий китайский спутник радиолокационного наблюдения разрабатывается в настоящее время в Шанхае под именем JB-12 (XX-12 в известных публикациях).

А давайте считать этот пуск юбилейным!

В двух статьях «Чжунго хантянь бао» за 19 ноября утверждается, что состоявшийся старт стал 50-м для ракеты-носителя CZ-2С. Авторы специально оговаривают, что речь идет о пусках начиная с ноября 1974 г., то есть в это число включены четыре пуска CZ-2, модернизацией которой является CZ-2С. Это устраняет неоднозначность, но сохраняет проблему, о которой уже говорилось в НК № 12, 2014: таблица пусков дает меньшее их количество, а именно – четыре CZ-2 в 1974–1978 гг. и 41 ракету CZ-2С трех различных модификаций начиная с 1982 г.

Нет никаких оснований полагать, что в истории CZ/2/CZ-2С есть какие-либо необъ-

явленные аварии. Следовательно, в данной версии статистики учтены еще пять необъявленных неорбитальных пусков CZ-2С. В настоящее время известно, и то с пометкой «предположительно», так как официальной информации не было, лишь о двух таких пусках – 9 января и 7 августа 2014 г.; еще один состоялся уже после «юбилейной» статьи – 2 декабря. Таким образом, понятное желание устроить праздник досрочно привело к расшифровке неизвестных ранее проектов...

Добавим, что из 45 носителей, использованных для орбитальных пусков, 43 выполнили свою задачу и две потерпели аварию. Неудачными были самый первый пуск CZ-2, выполненный 5 декабря 1974 г., и рутинный старт CZ-2С 18 августа 2011 г. Кроме того, частично успешным можно признать пуск 29 декабря 2003 г., когда дополнительная верхняя ступень SM придала спутнику «Таньцэ-1» скорость выше расчетной; впрочем, на выполнение программы данного научного аппарата это не повлияло.

Результаты орбитальных пусков с космодромами мира

А. Красильников.
«Новости космонавтики»

В НК № 10, 2013, с.45 мы приводили таблицу с разбивкой количества орбитальных пусков ракет-носителей по космодромам мира. Предлагаем вашему вниманию статистику по успешности орбитальных пусков.

В период с 4 октября 1957 г. по 30 ноября 2014 г. в мире было проведено 5412 пусков ракет-носителей с целью выведения полезного груза на околоземную орбиту или отлетную траекторию.

В этот подсчет вошли:

◆ 4879 пусков, в которых спутники были выведены на расчетные орбиты (столбец № 1);

◆ 8 пусков, в которых основные аппараты были доставлены на расчетные орбиты, но при этом не отделились от средства выведения или же отделились, но не был сброшен головной обтекатель средства выведения (столбец № 2);

◆ 168 пусков, в которых спутники выведены на нерасчетные орбиты (столбец № 3);

◆ 357 пусков, в которых аппараты не были доставлены на орбиту (столбец № 4).

В приведенной таблице космодромы расположены в порядке убывания количества орбитальных пусков.

| № п/п | Космодром | Расположение | Количество пусков | Результаты пусков | | | |
|-------|---|--------------------|-------------------|-------------------|---|----|----|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Плесецк | Россия | 1599 | 1508 | 2 | 35 | 54 |
| 2 | Байконур | Казахстан | 1432 | 1299 | 0 | 48 | 85 |
| 3 | Станция ВВС США Мыс Канаверал | США | 692 | 594 | 3 | 37 | 58 |
| 4 | База ВВС США Ванденберг | США | 654 | 567 | 2 | 21 | 64 |
| 5 | Гвианский космический центр | Французская Гвиана | 241 | 226 | 0 | 3 | 12 |
| 6 | Космический центр имени Кеннеди [1] | США | 152 | 149 | 0 | 2 | 1 |
| 7 | Капустин Яр | Россия | 101 | 84 | 0 | 1 | 16 |
| 8 | Сичан | Китай | 83 | 74 | 0 | 7 | 2 |
| 9 | Цзюцюань | Китай | 77 [2] | 69 | 0 | 1 | 7 |
| 10 | Тангасима | Япония | 60 | 57 | 0 | 1 | 2 |
| 11 | Тайюань | Китай | 53 [3] | 49 | 0 | 0 | 4 |
| 12 | Космический центр имени Сатиша Дхавана | Индия | 44 | 32 | 0 | 5 | 7 |
| 13 | Ракетно-космический комплекс «Пегас» воздушного базирования | США [4] | 42 | 36 | 1 | 3 | 2 |
| 14 | Утиноура | Япония | 36 | 28 | 0 | 1 | 7 |
| 15 | Морская платформа «Одиссей» | США [5] | 36 | 32 | 0 | 1 | 3 |
| 16 | Уоллопс | США | 33 | 28 | 0 | 1 | 4 |
| 17 | База ВВС Израиль Пальмахим | Израиль | 11 [6] | 7 | 0 | 0 | 4 |
| 18 | Морская платформа «Сан-Марко» | Кения [7] | 9 | 9 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | Пусковая база «Ясный» | Россия | 9 | 9 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | Семнан | Иран | 7 [8] | 3 | 0 | 0 | 4 |
| 21 | Ракетно-космический комплекс «Пилот» воздушного базирования | США [9] | 6 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 22 | Вумера | Австралия | 6 | 2 | 0 | 0 | 4 |
| 23 | Свободный | Россия | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | Омелек | Маршалловы острова | 5 | 2 | 0 | 0 | 3 |
| 25 | Хаммагир | Алжир | 4 | 3 | 0 | 1 | 0 |
| 26 | Ракетно-космический комплекс морского базирования | Россия [10] | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 |
| 27 | Кодьяк | США | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | Наро | Республика Корея | 3 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 29 | Алкантара | Бразилия | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 30 | Тонхэ | КНДР | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 31 | Сохэ | КНДР | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 |

Примечания:

[1] – Космический центр имени Кеннеди оперативно подчиняется 45-му Космическому крылу ВВС США наряду со Станцией ВВС Мыс Канаверал. В его статистику включены только пуски со стартовых комплексов LC-39A и LC-39B, принадлежащих центру в настоящее время;

[2] – с учетом одного необъявленного и неподтвержденного аварийного пуска ракеты «Куйчжоу» в 2012 г.;

[3] – с учетом третьего аварийного пуска ракеты «Кайточжэ» в 2005 г.;

[4] – место постоянного базирования самолетов-носителей NB-52 и L-1011; самолеты с ракетами «Пегас» взлетали с семи аэродромов на территории США, Испании и Маршалловых островов;

[5] – место постоянного базирования платформы; при пусках ракет «Зенит-3SL» платформа находилась в акватории Тихого океана в точке с координатами: 0° с.ш., 154° з.д.;

[6] – с учетом двух необъявленных аварийных пусков ракеты «Шавит» в 1991 и 1993 гг.;

[7] – место постоянного базирования платформы; при пусках ракет «Скаут» платформа находилась в акватории Индийского океана вблизи побережья Кении в точке с координатами: 2° 56' ю.ш., 40° 12' в.д.;

[8] – с учетом трех необъявленных и неподтвержденных аварийных пусков ракеты «Сафир» в 2012–2013 гг.;

[9] – место постоянного базирования самолетов-носителей F4D-1; самолеты с ракетами «Пилот» взлетали с аэродрома Станции испытателей вооружений ВМС США Чайна Лейк (шт. Калифорния);

[10] – место постоянного базирования подводных лодок ВМФ РФ; при пусках ракет «Штиль» и «Волна» подлодки находились в акватории Баренцева моря.



Фото А. Моргунова



20 ноября в 15:12:03.787 пекинского времени (07:12:04 UTC) с пусковой установкой № 603 площадки № 43 Центра космических запусков Цзююань был произведен пуск РН «Чанчжэн-2D» (CZ-2D № Y24) со спутником «Яогань вэйсин-24» (YG-24). Аппарат успешно выведен на заданную орбиту с параметрами:

- наклонение – 97.91°;
- минимальная высота – 633.8 км;
- максимальная высота – 666.1 км;
- период обращения – 97.61 мин

В каталоге Стратегического командования (СК) США запущенный КА получил номер **40310** и международное обозначение **2014-072A**. Вторая ступень ракеты-носителя не была каталогизирована; предположительно ее свели с орбиты вскоре после отделения полезного груза.

Ракета CZ-2D была изготовлена на предприятиях Шанхайской исследовательской академии космической техники SAST, а спутник – компанией «Дунфанхун вэйсин юсянь гунсы» в составе Пекинской исследовательской академии космической техники CAST.

По сообщениям ведомственной газеты «Чжунго хантянь бао», экспедиции специалистов из Пекина и Шанхая прибыли на космодром более чем за 40 дней до пуска. Дата его официально не объявлялась, но две зоны падения отделяющихся частей носителя (1-й ступени и головного обтекателя) были заявлены накануне старта, сыграв роль неофициального анонса.

Контроль за подготовкой и проведением пуска на космодроме и в Пекинском центре управления осуществляли: начальник Главного управления вооружения и военной техники НОАК Чжан Юся и заместитель начальника ГУВВТ Нью Хунгуан; заместитель начальника Государственного управления по оборонной науке, технике и промышленности У Яньхуа, председатель Совета директоров Китайской корпорации космической науки и техники CASC Лэй Фаньпэй, ее президент У Яньшэн и вице-президент Ян Баохуа.

Согласно официальному сообщению агентства Синьхуа, «Яогань вэйсин» за но-

Обновление группировки «Цзяньбин-6»?

И. Лисов.
«Новости космонавтики»

мером 24 предназначен «для проведения научных экспериментов, изучения земельных ресурсов, оценки урожая сельскохозяйственных культур, а также предотвращения стихийных бедствий и минимизации ущерба от них».

10 декабря на сайте CAST появилось небольшое сообщение о ходе испытаний КА. В нем говорилось, что 22 ноября в 14:26 пекинского времени спутник приступил к съемке с использованием двух бортовых камер и передал на наземную станцию в районе Пекина свой первый снимок. За два следующих дня представители Пекинского института космического машиностроения и электроники («508-й институт») провели первичное тестирование и регулирование камер. В настоящее время они находятся в стадии приемки и тонкой настройки для дальнейшего повышения качества снимков, за которой последуют орбитальные испытания.

«Цзяньбин-6»: штрихи к истории

Этим и ограничивается официальная информация о назначении и полете КА. Формулировка из сообщения о запуске является стандартной легендой прикрытия для запуска китайских КА разведывательного назначения. Это настолько очевидно, что пользователи китайского форума 9ifly.cn иногда после очередного запуска ехидно поздравляют Министерство сельского хозяйства с появлением в его группировке нового спутника. Итак, кто же запущен теперь?

По всем внешним признакам пуск 20 ноября не отличим от четырех стартов 2007–2010 гг., перечисленных в таблице 1. Такой же носитель со стандартным обтекателем был запущен с того же космодрома и вывел спутник на орбиту с очень близкими параметрами, причем энергетики носителя, как и раньше, хватало для сведения второй ступени с орбиты. Совпало всё, в том числе официально объявленные разработчики КА и бортовой съемочной аппаратуры. Более того, оказалось одинаковым время пятого и первого запусков, подсказывая вывод о замене старого спутника в той же плоскости.

Итак, по всей совокупности признаков YG-24 следовало бы отнести к аппаратам оптико-электронного наблюдения «Цзяньбин-6» (JB-6). Так как их описание, опубликованное четыре года назад, было очень поверхностным, стоит добавить некоторые «штрихи к портрету».

Как известно, в конце 1990-х годов в CAST под руководством

Е Пэйцзяня был создан и в сентябре 2000 г. выведен на орбиту «Цзююань-2» – первый китайский разведывательный спутник с передачей информации по радиоканалу. Его целевая аппаратура была представлена двумя панхроматическими камерами, разработанными в 508-м институте под руководством Ян Бинсиня и Ван Сююаня. Основа камеры – оптическая система Чанчуньского института космической оптической техники «Синьсинь» с апертурой 460 и фокусным расстоянием 1680 мм – позволяла вести съемку в полосе шириной 30 км с разрешением 3 м. Регистрация изображения велась на пиксельную линейку в режиме «швабры» (push-broom).

Три таких КА были запущены в 2000–2004 гг. и использовались параллельно с последними аппаратами фотографической разведки семейства FSW. Спутники «Цзююань-2», получившие у военного заказчика наименование «Цзяньбин-3» (JB-3), были тяжелыми и дорогими. Их масса составляла примерно 2800 кг, и неудивительно – каждая из двух камер весила около 300 кг. Суммарная полоса захвата достигала 58 км в ширину, но качество снимков и их геопривязка оставляли желать лучшего. Китайский первенец проигрывал зарубежным аналогам – SPOT-5 (Франция), ALOS (Япония), Cartosat-1 (Индия).

Табл. 1. Китайские легкие КА оптико-электронного наблюдения

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

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

▼ Обломки первой ступени ракеты CZ-2D



По некоторым косвенным признакам можно предполагать, что спутники типа «Яогань-5» имеют обозначение JB-10, которое ранее приписывалось единственному в своем роде спутнику «Яогань-14». К таким признакам относятся, например, сохранившиеся записи о контрактных работах по проекту ХХ-10 в 2007 г., в период перед запуском первого КА. Известно также упоминание автоматизированной наземной прикладной системы разведывательных спутников оптико-электронного типа JB-3, JB-6 и JB-10, логичное как раз в том случае, если JB-6 и JB-10 являются двумя направлениями развития JB-3. Если эта версия найдет подтверждение, спутнику «Яогань-14» придется отдать следующее обозначение JB-11.

Опыт создания и эксплуатации КА «Цзыюань-2» продиктовал направления дальнейшего развития космической оптико-электронной техники Китая.

Как теперь ясно, одним из них было создание на конструкционной базе КА «Цзыюань-2» космического комплекса высокодетального наблюдения с субметровым разрешением за счет установки более легкой длиннофокусной оптической системы и перехода к регистрации на ПЗС-матрицу с временным накоплением информации. Это направление возглавил Хао Сюянь, а камеру спроектировали в Сианьском институте оптики и точной механики ХЮРМ под руководством Ли Инця. Разрешение новой системы составило около 0.7 м при съемке двумя камерами в полосе шириной примерно 25 км (НК № 11, 2014).

Первый спутник этого типа был запущен в декабре 2008 г. под именем YG-5, а за ним с трехлетними интервалами последовали еще два. Ни по носителю, ни по параметрам орбиты они не отличались от аппаратов «Цзыюань-2». Это позволило Китаю довольно успешно маскировать новую разработку, тем более что присвоенное ей военное обозначение остается неизвестным вплоть до настоящего времени.

Второе направление предусматривало создание нового, более дешевого и качественного космического комплекса детального наблюдения для замены «Цзыюань-2». Этот проект был поручен акционерной компании «Дунфанхун», выделенной из состава CAST для реализации спутниковых проектов на базе легкой платформы CAST-968/2000. Разработку камеры нового типа вновь поручили Ян Бинсию и Ван Сяюю на основе разработанного в 2002 г. предпроекта. Изделие получилось втягивать легче, что позволило разместить на 800-килограммовом спутнике две камеры и сохранить полосу захвата старого КА при более высоком пространственном разрешении.

Первый спутник нового типа был выведен на орбиту 25 мая 2007 г. под именем YG-2 и получил у заказчика обозначение JB-6. Он получил определенную известность год спустя, когда обеспечил съемку районов разрушительного Вэнчуаньского землетрясения с рекордным для китайских космических средств разрешением 2 м. Тогда же, в

2008 г., эта разработка была удостоена премии 2-й степени за достижения в области оборонной науки и техники.

Второй аппарат типа JB-6 был запущен в декабре 2008 г., но в июле 2009 г. газета «Чжунго хантянь бао» писала, что на орбите находятся уже три спутника с такой камерой, включая китайско-бразильский КА CBERS-2B (НК № 11, 2007). Еще два спутника были запущены в 2009 и 2010 гг., завершив развертывание группировки. Интересно отметить, что ракеты под эти четыре пуска были заказаны одновременно, о чем свидетельствует непрерывный ряд их заводских номеров – от Y8 до Y11. При запуске КА YG-7 был назван расчетный срок службы спутника – три года.

Вскоре после запуска четвертого аппарата в системе была проведена единственная в своем роде операция синхронного подъема орбит до условной высоты 647.3 км. Сначала – 28 ноября 2010 г. – спутники YG-7 и YG-11 поднялись до высоты полета двух остальных КА (644.4 км). Сразу после этого – 29 и 30 ноября – YG-4 поднялся на 3 км выше. YG-11 и YG-7 сделали второй подъем в два этапа: первый – 29 ноября и 15 декабря, второй – 30 ноября и 17 декабря. Наконец, YG-2 ограничился одним маневром 15 декабря с окончательной подстройкой высоты в следующие четверо суток.

После этого лишь однажды, в марте 2013 г., корректировал свою орбиту YG-7; все остальное время орбиты спутников эволю-

карами на надирной панели выглядят вполне адекватно. Масса аппарата может быть несколько выше 800 кг (что называлось как масса YG-7) и во всяком случае не превышает 1060 кг (масса предполагаемого конверсионного варианта – КА «Гаофэнь-1»).

Интереснее, однако, разобраться с характеристиками оптической системы JB-6. Отправными пунктами анализа являются следующие утверждения в официальной китайской прессе:

◆ камера КА JB-6 однотипна с камерами HRPC спутников CBERS-2B и «Цзыюань-1» №02С;

◆ камеры высокого разрешения РМС спутника «Гаофэнь-1» (GF-1) основаны на камерах спутника «Цзыюань-1» №02С*, однако в приемной части имеют вместо одного пять каналов – панхроматический и четыре мультиспектральных.

Процесс реконструкции отражен в таблице 2, где официально опубликованные данные даны прямым шрифтом, а предполагаемые и вычисленные – курсивом.

Панхроматическая камера высокого разрешения китайско-бразильского спутника CBERS-2B описывалась как комбинация компактной соосной трехзеркальной оптической системы с апертурой 330 мм и фокусным расстоянием 3300 мм и приемника изображения в виде цепочки из трех ПЗС-матриц, работающих в режиме временного накопления. Опубликованные для этой камеры и приведенные выше данные самосогласованы: теоретическое разрешение при съемке с высоты 778 км и размере пиксела 10 мкм действительно составляет 2.36 м, а ширина полосы захвата соответствует приведенному разрешению и размерам матриц**. Китайский спутник «Цзыюань-1» №01С (НК №2, 2012), оснащенный двумя такими камерами, логичным образом имеет вдвое большую ширину полосы (с учетом небольшого перекрытия).

Перенос данных по этим аппаратам на JB-6 с учетом более низкой рабочей орбиты дает вполне правдоподобное значение пространственного разрешения (1.95 м) и пропорционально меньшую полосу захвата – примерно 47 км. Сравнение ее с межвитковым расстоянием «правильной» солнечно-синхронной орбиты не имеет смысла, так как спутники этого типа не поддерживают точно высоту полета. Как до синхронного подъема в конце 2010 г., так и после него она «гуляла» в пределах нескольких километров.

Определенную загадку представляет «Гаофэнь-1». Он также построен на платформе CAST-2000 и оснащен двумя камерами РМС и четырьмя обзорными камерами WFI меньшего разрешения. Рабочая высота этого КА почти такая же, как у JB-6, так что при одинаковой оптике не только разрешение, но и полоса захвата должна быть такой же. Но согласно официальным китайским публика-

▼ Анимация спутников типа JB-6



Табл. 2. Реконструкция характеристик камеры КА JB-6

| Аппарат | Год | Высота, км | Фокусное расстояние, мм | Апертура, мм | Размер пиксела, мкм | Разрешение, м | Поле зрения | ПЗС-матрица | Количество камер | Полоса захвата, км |
|----------|------|------------|-------------------------|--------------|---------------------|---------------|-------------|-------------|------------------|--------------------|
| JB-6 | 2007 | 645 | 3300 | 330 | 10 | 2 | 2.14° | 3×4096 | 2 | 47 |
| CBERS-2B | 2007 | 778 | 3300 | 330 | 10 | 2.36 | 2.14° | 3×4096 | 1 | 28.9 |
| ZY-1 02C | 2011 | 778 | 3300 | 330 | 10 | 2.36 | 2.14° | 3×4096 | 2 | 57 |
| GF-1 | 2013 | 645 | 3300 | 330 | 10 | 2 | 3.155° | | 2 | 69 |
| | | | | | 40 | 8 | | | | |

ционировали естественным образом. Попыток «держат» положение плоскости орбиты не предпринималось; минимальный сдвиг за время после запуска случился у YG-7, и по состоянию на 10 декабря 2014 г. он проходил нисходящий узел орбиты в 14:46. У старейшего YG-2 оно составляет 12:32, а плоскости YG-11 и YG-4 ушли далеко от исходных положений, к 07:50–07:55.

Подробное описание или фотографии аппарата JB-6 не публиковались, однако его характеристики можно восстановить по известным аналогам. Использование платформы CAST-2000 заставляет предполагать, что спутник выполнен в форме параллелепипеда с двумя панелями солнечных батарей на одностепенных приводах боковых граней корпуса, и показанная в телерепортажах компьютерная анимация спутника с двумя

* Aerospace China, Winter 2013, p.11-16.

** В некоторых публикациях приводилось разрешение 2.7 м в полосе 27 км.



▲ Пара камер КА «Гаофэнь-1». Предположительно такие же камеры установлены и на КА JB-6

циям, ширина полосы съемки двумя камерами РМС превышает 60 км, а в описании спутника в авторитетном сетевом справочнике directory.eoportal.org даются такие параметры: поле зрения каждой из камер – 3.155° , ширина полосы – 35 км, суммарная ширина двух камер – 69 км. И вряд ли это ошибка, так как GF-1 поддерживает свою орбиту на условной высоте 640.6 км, что соответствует замыканию наземной трассы через 605 витков при межвитковом расстоянии 66.2 км. Это разночтение пока остается загадкой.

Но что-то тут не так...

Что же мешает окончательно и бесповоротно отнести YG-24 к спутникам типа JB-6?

Во-первых, большой перерыв в запусках. Замена старых аппаратов началась через 4–7 лет после начала их работы, хотя опубликованный срок службы КА – три года. Такая задержка в принципе может быть обоснована успешной безаварийной эксплуатацией имеющихся спутников, но проще списать ее на график разработки нового КА. (Аналогичный случай был при переходе от «Цзыюань-2» к спутникам типа «Яогань-5», когда после трех стартов с двухлетними интервалами последовал перерыв на четыре года!)

Во-вторых, неожиданная публикация CAST с подробностями испытаний бортовой аппаратуры также была бы более уместна в случае, если бы речь шла о новой разработке.

В-третьих, для спутника YG-24 назван руководитель проекта и главный конструктор – Чжао Цзянь (赵键), о котором известно, что ранее он занимал аналогичные должности в проекте венесуэльского спутника VRSS-1 (Francisco de Miranda; *HK* № 11, 2012). Этот аппарат на платформе CAST-2000 весьма сходен с описанными выше, но оснащен другой парой камер с фокусным расстоянием 2600 мм. Между тем имя конструктора четырех запущенных ранее аппаратов JB-6 никогда не называлось, и в прессе упоминался лишь заместитель административного руководителя проекта Чжао Сэнь (赵森).

В-четвертых, при однотипных спутниках должна использоваться одинаковая циклограмма выведения, однако заявленные районы падения отделяющихся частей при пусках 2010 г. и 2014 г. не совпадают. По зоне падения 1-й ступени разница минимальна: в первом случае ее центр был удален от старта на 642 км, а во втором – на 638 км. А вот для района падения створок обтекателя разница намного больше – 853 и 944 км соответственно. Следовательно, в описываемом

пуске отделение обтекателя производилось значительно позже.

Разумеется, все это косвенные доводы, однако, на наш взгляд, версия о начале запусков нового типа китайских КА оптико-электронного наблюдения имеет право на существование.

Следы несуществующего

В связи с вышесказанным следует сделать замечание относительно процесса, который неверно интерпретируется как разрушение ранее запущенных спутников серии «Цзяньбин-6». Речь идет о малоразмерных космических объектах, которые внесены в каталог СК США под стандартными наименованиями вида YAOGAN 2 DEB, что буквально означает «фрагмент КА “Яогань-2”». действительности они являются оперативными фрагментами, связанными с процессом выведения указанных спутников на орбиту.

Первое подозрение на этот счет появляется из-за того, что на каждый из четырех спутников приходится ровно по два фрагмента: реальный процесс разрушения вряд ли был бы столь аккуратным и точным. Второе существенное обстоятельство – это вполне регулярная разница орбит КА и так называемых фрагментов: наклонение последних отличается от наклона орбиты спутника на $0.1-0.25^\circ$, перигей близок к высоте работы «Яоганя», а апогей выше на величину от 250 до 400 км. Наконец, третья странность состоит в том, что все восемь объектов зарегистрированы лишь тремя группами: один в промежутке между 6 и 14 июля 2009 г., два между 3 и 20 апреля 2012 г. и еще пять между 10 и 15 мая 2012 г.

Иначе говоря, появление их в американском каталоге связано не с образованием и даже не с обнаружением, а с моментом идентификации как связанных с соответствующим запуском и присвоения открытого каталожного номера. Физически же объекты начинают самостоятельное существование на заключительной стадии выведения и отделения КА от второй ступени PH CZ-2D, точно так же, как четыре стандартных фрагмента при запусках ракеты CZ-2C. Кстати, и приращения скорости относительно выведенного на орбиту КА они почтиают похожие. По одной из версий, они представляют собой отстреливаемые крышки сопел РДТТ увода ступени.

А поскольку при запусках спутников «Цзяньбин-6» вторая ступень после отделения спутника сводится с орбиты и в каталог не попадает, лица, уполномоченные

в 21-м космическом крыле ВВС США давать названия вновь найденным объектам, не придумали ничего лучшего, как приписать их происхождение имеющимся на орбите КА.

Добавим, что такая же пара объектов зарегистрирована при запуске ракетами CZ-2D каждого из двух картографических спутников «Тяньхуй», и они тоже ошибочно описаны как фрагменты спутников, каковыми в действительности не являются.

Интересно, что в тех пусках, когда сведение второй ступени CZ-2D с орбиты не осуществляется, фрагментов оказывается значительно больше. После запуска маневрирующего КА «Шицзянь-12» их было найдено пять, а старты аппаратов «Чуансинь-1» № 02 и № 03 породили по шесть-семь фрагментов. Можно предположить, что генерация дополнительных объектов связана с процессом пассивации ступени, предотвращающим ее взрывное разрушение, чего не делается для ступеней, сводимых с орбиты.

Заметим также, что для PH CZ-2D, запущенных начиная с сентября 2012 г., фрагменты описанного вида в американский каталог не внесены, причем это относится и к трем пускам со сведением ступени с орбиты, и к трем пускам без такового. Возможно, они еще не идентифицированы и будут каталогизированы позднее; не исключено, однако, и то, что китайские разработчики изменили последовательность операций так, чтобы исключить появление фрагментов.

Сообщения

✓ 28 октября Европейская комиссия и ЕКА подписали соглашение, предусматривающее выделение космическому агентству свыше 3.15 млрд евро на развертывание космического компонента системы Copernicus для мониторинга климата и экологии Земли и управление программой в течение 2014–2021 гг. Основным источником данных для этой программы является спутниковая группировка Sentinel, а также КА, запущенные в рамках национальных программ. В настоящее время на орбите находится спутник Sentinel-1A с радиолокационной аппаратурой, который был запущен 3 апреля 2014 г. и вступил в строй 6 октября. Заказаны также спутники Sentinel-1B, -2A, -2B и -3A, два спектрометра Sentinel-4 для оперативных геостационарных метеоспутников Meteosat-TG и экспериментальный КА Sentinel-5 Precursor. Новое соглашение позволит эксплуатировать существующие, а также заказать и запустить следующую группу спутников и инструментов – Sentinel-3B, -3C, -5A, -5B и -6. Ожидается, что эти КА и приборы будут функционировать до 2028–2030 гг. – П.П.

✓ 16 октября в Париже ЕКА и Airbus Defence and Space подписали контракт на разработку и изготовление полярных метеорологических спутников второго поколения MetOp-SG. Планируется запустить и эксплуатировать две серии таких спутников (A и B) по три КА в каждой, причем аппараты серии A будут оснащаться аппаратурой для атмосферного зондирования и съемки в видимом и ИК-диапазоне, а спутники серии B – аппаратурой микроволнового зондирования. Первые из них поручено строить французскому подразделению Airbus Defence and Space, вторые – германскому. Проект MetOp-SG является совместной инициативой ЕКА и Европейской организацией по метеоспутникам Eumetsat. – П.П.

«Быстрый челн» номер два

И. Лисов.
«Новости космонавтики»

21 ноября в 14:37:08 по пекинскому времени (06:37:08 UTC) со стартовой позиции Центра космических запусков Цзюцюань был выполнен второй успешный пуск легкой твердотопливной ракеты-носителя «Куайчжоу». На орбиту выведен спутник «Куайчжоу-2» (快舟二号), предназначенный «главным образом для мониторинга стихийных бедствий и информационной поддержки работ по устранению их последствий».

Параметры начальной солнечно-синхронной орбиты составили:

- наклонение – 96.56°;
- минимальная высота – 294.7 км;
- максимальная высота – 314.4 км;
- период обращения – 90.44 мин.

В каталог Стратегического командования США по итогам пуска был внесен один объект с номером **40311** и международным обозначением **2014-073A**. Он представляет собой четвертую ступень носителя, интегрированную с полезной нагрузкой, чем и объясняется отсутствие на орбите других вещественных результатов запуска.

Разработчиком ракеты-носителя является Китайская корпорация космической науки и промышленности (CASIC, «Кэгун»). Интегрированный спутник «Куайчжоу-2» создан в Харбинском технологическом институте.

Запуск 21 ноября состоялся всего через 23 час 25 мин после старта с Цзюцюаня носителя CZ-2D с аппаратом «Яогань вэйсин-24». Новый рекорд «скорострельности» в китайской космической программе тем более замечателен, что в прошлый раз – в сентябре 2013 г. – с интервалом в 49 час 30 мин были выполнены два старта с разных космодромов (Тайюань и Цзюцюань). Общее же в них то, что в обоих случаях вторым стартовал носитель «Куайчжоу».

От первого ко второму

Запуска второго спутника из семейства «Куайчжоу», что означает буквально «Быстрый челн»*, все заинтересованные лица ждали, в сущности, с момента выхода на орбиту первого из них 25 сентября 2013 г. (НК № 11, 2013).

Вопреки определенному скепсису относительно самой концепции «быстрых запусков» по запросу, спутник «Куайчжоу-1» (KZ-1) аккуратно поддерживал свою орбиту в пределах между 280 и 310 км, делая коррекции раз в 18–20 суток, а при необходимости производил дополнительные маневры для съемки конкретных территорий.

Так, после разрушительного землетрясения в Лудяне 3 августа и до 20 августа 2014 г. аппарат вел съемку с предельно малых высот (265–280 км). В этот период KZ-1 был единственным китайским спутником, способным

ежесуточно фотографировать район бедствия. Им было получено 75 снимков высокого разрешения общим объемом 56.34 Гбайт.

Спутник вел съемку районов других природных бедствий: в частности, землетрясения в сентябре 2013 г. в провинции Белуджистан (Пакистан) и в октябре в районе Хуалянь на Тайване, а также участвовал в поисках пропавшего в марте 2014 г. самолета малайзийской авиакомпании, отсняв 99 кадров, охвативших площадь около 115 000 км².

До сентября 2014 г. KZ-1 сделал двадцать маневров поддержания орбиты с суммарным приращением скорости около 230 м/с. После этого аппарат изменил тактику и поднялся шестью последовательными маневрами в период с 26 сентября по 30 октября до условной высоты 384 км, где атмосфера оказывает меньшее сопротивление движению и среднемесячный расход топлива на поддержание орбиты в несколько раз меньше. Сам этот подъем, однако, обошелся примерно в 80 м/с характеристической скорости.

В настоящее время KZ-1 используется для мониторинга сельскохозяйственных земель в Синьцзяне и качества воды в реке Цяньтанцзян, для контроля распределения малых шахт и перерабатывающих предприятий, для слежения за таянием снега и загрязнением окружающей среды.

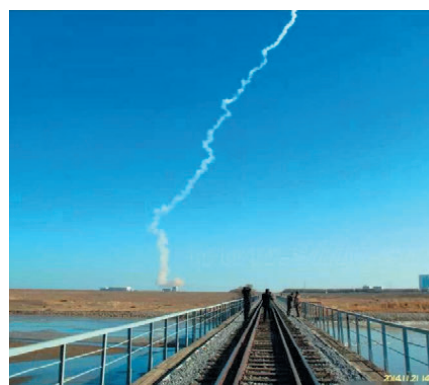
Логично было ожидать, что за выводом KZ-1 с рабочей орбиты на более высокую последует запуск второго аппарата. Прошел слух о том, что 26 августа в 4-й исследовательской академии CASIC приняли два изделия и что очередной пуск может состояться уже в сентябре, но позднее эту информацию опровергли.

16 ноября Харбинский технологический институт объявил, что вот-вот состоится запуск его четвертого спутника и что победители конкурса – 16 лучших студентов и аспирантов космических специальностей – смогут посетить космодром Цзюцюань, чтобы «получить опыт непосредственной работы, проникнуться духом космических исследований и утвердиться в решении работать в оборонной космической промышленности». Отъезд делегации планировался после 18 ноября.



| Центры районов падения для трех предполагаемых пусков РН «Куайчжоу» | | | | | |
|---|----------------------------------|------------------------|---|------|--|
| Дата пуска | Координаты центра района падения | | Удаление района падения от места старта, км | | |
| | 1-й | 2-й | 1-й | 2-й | |
| 17.03.2012 | 39.47°с.ш., 100.03°в.д. | 30.72°с.ш., 98.04°в.д. | 170 | 1160 | |
| 25.09.2013 | 39.75°с.ш., 100.10°в.д. | 30.74°с.ш., 98.04°в.д. | 135 | 1158 | |
| 21.11.2014 | 39.77°с.ш., 100.09°в.д. | 30.71°с.ш., 98.07°в.д. | 135 | 1161 | |

* Иероглиф 舟 входит также в названия китайского пилотируемого корабля «Шэньчжоу» и перспективного грузового корабля «Тяньчжоу».



Поскольку третьим харбинским спутником был как раз «Куайчжоу-1», «большевики» также приняли низкий старт. И действительно, утром 19 ноября были объявлены две закрытые зоны под необычный пуск с Цзюцюаня – с необычайно близким расположением первой из них (см. таблицу). Это была «визитная карточка» нового твердотопливного носителя, уже известная по пуску «Куайчжоу-1». Так стало известно, что старт состоится 21 ноября между 14:28 и 15:11 пекинского времени.

Второй на орбите

На запуске присутствовали председатель правления CASIC Гао Хунвэй и вице-президент Лю Шицюань, руководители 4-й исследовательской академии CASIC, ректор Харбинского технологического института Чжоу Юй и его заместители Хань Цзецай, Го Бинь, Ань Ши и Сюй Дяньго, а также заместитель министра науки и техники Ли Мэн. Об участии представителей военно-политического руководства Китая информации нет.

Судя по фотографиям, сделанным с моста через реку Жошуй на окраине города Дунфэн, пуск был произведен со второй стартовой площадки «Куайчжоу» в точке 40.9690° с.ш., 100.3430° в.д., примерно в 4.6 км восточнее стартового комплекса № 921 ракеты «Чанчжэн-2F» на площадке № 43. Два предыдущих старта были выполнены с первой площадки, построенной раньше и расположенной еще на 1.7 км восточнее.

Официальное сообщение об успешном пуске 21 ноября было опубликовано через 25 минут после старта. «Куайчжоу-2» успешно раскрыл солнечные батареи и уже 23 ноября провел первую, а 1 декабря – вторую коррекцию орбиты, наглядно продемонстрировав исправность всех необходимых для этого систем. Его рабочая высота – такая

же, как у первого аппарата, – в пределах от 280 до 305 км.

Как и после первого запуска, большинство руководителей проекта были названы лишь пофамильно. Главным конструктором остался Лян Цзицю (梁纪秋), его заместителями были Чэнь (陈), Дань (单) и Фань (范). Административный руководитель проекта фигурировал под фамилией Хуан (黄), а его заместителем был Цзян (蒋).

Официальная информация о характеристиках и полезной нагрузке КА «Куайчжоу-2» отсутствует. Однако обнаружены опубликованные в январе и апреле 2011 г. статьи группы авторов из Чанчуньского института оптики, точной механики и физики (Ян Сяньвэй, У Цинвэнь, Ли Шушэн, Цзян Фань и Ли Чжилай), посвященные тепловому режиму некоего оптического прибора на очень низкой утренней солнечно-синхронной орбите наклонением 95.5° и высотой 260 км с расчетным сроком существования 6 месяцев. Поскольку спутники «Куайчжоу» – единственные в Китае аппараты, работающие на подобных орбитах, логично считать, что именно к ним она и относится.

В этих статьях фигурирует КА с геометрическими размерами корпуса 800×550×840 мм и блендой оптической системы размером 375×310 мм. Площадь солнечных батарей составляет 0.570–0.582 м², эффективность фотоэлементов 15%, средневитковая мощность около 66 Вт, энергопотребление – до 50 Вт. Аппаратура представляет собой объектив типа внеосевой трехзеркальный анастигмат с приемной ПЗС-матрицей, причем съемка производится в течение 10 минут на витке.

«Куайчжоу» и «Фэйтянь»

Харбин отчитался о проведенном запуске 22 ноября, причем довольно скупо; корпорация CASIC молчала трое суток, но 24 и 26 ноября выдала несколько подробных репортажей, впервые включив в один из них фотографии ракеты в МИКе и в полете.

Разработчик носителя подчеркнул, что второй успешный пуск завершает программу летных испытаний комплекса и подтверждает обретение Китаем технологии «быстрого реагирования» в космосе, то есть быстрых запусков по запросу. Корпорация сообщила, что создание РН «Куайчжоу» является значительным достижением в реализации государственной программы научно-технического развития № 863, и отметила, что принятые технические решения защищены 132 патентами, в том числе 34 патентами на изобретения.

В сообщении CASIC указывалось, что программа реализуется под лозунгом «больше, быстрее, лучше и дешевле» и может иметь множество вариантов применения. В результате ее осуществления Китай получил средства быстрой интеграции полезных грузов, быстрых испытаний и запуска. Интеграция спутника с последней ступенью носителя и ряд других инноваций позволили резко увеличить грузоподъемность носите-

ля, а использование отработанных технологий – существенно снизить стоимость пуска.

В последующих материалах подчеркивалось, что ракетно-космической системой быстрого реагирования располагает в настоящее время только Китай.

Своеобразие ноябрьскому пуску придавал тот факт, что коммерческий вариант носителя «Куайчжоу» под именем «Фэйтянь-1» (FT-1) был одним из основных экспонатов китайского авиакосмического салона, открывшегося 11 ноября* в Чжухае. Представленные там модели твердотопливной ракеты от корпорации CASIC соответствовали цзюцюаньским фотографиям в целом и в мелочах, отличаясь лишь двумя деталями: надкалиберным обтекателем и надписью «Фэйтянь» (飞天) вместо «Куайчжоу» на корпусе второй ступени.



Фото М. Жернева

В сопроводительных материалах указывалось, что «Фэйтянь-1» обеспечивает высокую точность выведения, высокую мобильность, короткий производственный цикл, быстрый запуск и низкую стоимость при высокой надежности. Все это было подведено под общую концепцию «системы экстренного космического реагирования» (Space Emergency Response System) с основной задачей обеспечения работ в районах стихийных бедствий.

К сожалению, технические данные новой ракеты на авиасалоне были представлены весьма скупо, а единственной числовой характеристикой была грузоподъемность – до 300 кг на низкую орбиту. В материалах китайской прессы из Чжухая назывались также длина ракеты (19.4 м) и стартовая масса (30 т) и сообщалось, что «Фэйтянь-1» имеет три твердотопливные ступени и четвертую жидкостную ступень, способную выполнять функции блока разведения. Судя по фотографиям модели «Фэйтяня» и реальной ракеты «Куайчжоу», диаметр первой и второй ступени можно оценить в 1.4 м, третьей – в 1.1–1.2 м. В хвостовой части первой ступени устанавливаются четыре решетчатых стабилизатора для обеспечения устойчивого полета.

Следует заметить, что рассчитанная в НК № 11, 2013 по неофициальной фотографии изделия на старте длина «Куайчжоу» – 19.3 м – оказалась весьма точна, а диаметр (1.7 м) был завышен: по видимому, из-за «размытости» изображения, снятого с большой дистанции. Это снимает вопрос о происхождении РДТТ диаметром

1.7 м и позволяет заключить, что оба варианта легкого китайского твердотопливного носителя – военный и коммерческий – имеют в своей основе двухступенчатую боевую ракету средней дальности «Дунфэн-21».

Отметим, что грузоподъемность варианта «Куайчжоу», в котором жидкостная четвертая ступень интегрирована с полезной нагрузкой, должна быть несколько выше, чем у «Фэйтяня» с его отдельной четвертой ступенью. Можно предполагать, что военный вариант выводит на орбиту объект массой 400–450 кг, включая, разумеется, запасы топлива для дальнейшего маневрирования в процессе орбитального полета.

Судя по представленной модели, мобильность «Фэйтяня» обеспечивается горизонтальной сборкой с последующим размещением ракеты в длинном контейнере (вероятно, 66×9.5×8 футов, то есть 20.1×2.9×2.4 м) на семиосном буксируемом прицепе. Как утверждают разработчики, для перехода из транспортного положения в готовность к старту требуется примерно четыре часа.

Рядом с моделью «Фэйтяня» в Чжухае были представлены схема применения носителя и спектр вариантов полезных нагрузок с использованием гибкой спутниковой платформы. Среди них – перспективный спутник с радиолокатором с синтезированием апертуры сантиметрового и миллиметрового диапазона, спутник с оптической аппаратурой, связной аппарат быстрого реагирования, спутники – носители микро- и наноспутников, научные аппараты для исследования Земли и ионосферы и т. п. Эти КА могут оснащаться жидкостной ДУ на однокомпонентном топливе с запасом скорости до 100 м/с.

Малый научный КА, разработанный и изготовленный 23-м институтом 2-й академии CASIC, был представлен на салоне рядом с FT-1 в качестве первого примера таких спутников.

▼ Космодром Цзюцюань на фотографии Олега Артемьева с борта МКС. Стрелками показаны стартовые площадки «Куайчжоу»



* Первые фотографии экспонатов появились в Сети еще 8 ноября.



А. Красильников.
«Новости космонавтики»
Фото А. Моргунова

ЗАПУСК КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Второй «Глонасс-К»

1 декабря в 00:52:26.731 ДМВ (30 ноября в 21:52:27 UTC) с 4-й пусковой установки 43-й площадки Государственного испытательного космодрома Плесецк боевым расчетом Войск воздушно-космической обороны и специалистами ракетно-космической промышленности был выполнен пуск ракеты-носителя «Союз-2.1Б» (14А14-1Б №Г15000-026) с разгонным блоком «Фрегат-М» (14С44 №1044) и навигационным спутником «Глонасс-К1» (14Ф143 №12).

В 01:01:52.233 «Фрегат» с «Глонассом» отделился от третьей ступени «Союза» на незамкнутой орбите высотой 57×222 км. Первым включением маршевой двигательной установки разгонного блока связку перевели на опорную орбиту высотой 215×229 км. Вторым включением была сформирована переходная орбита высотой 272×19039 км. Третьим включением спутник доставлен на целевую орбиту.

В 04:24:15 «Глонасс» отделился от «Фрегата» и вышел на орбиту с параметрами (по данным Стратегического командования США):

- наклонение – 64.83°;
- минимальная высота – 19118 км;
- максимальная высота – 19188 км;
- период обращения – 676.2 мин.

Аппарат был принят на управление средствами Главного испытательного космического центра имени Г.С.Титова. Механические системы спутника раскрылись – и он сориентировался на Солнце и Землю.

В каталоге Стратегического командования США «Глонасс» присвоили номер 40315 и международное обозначение 2014-075А.

Аппарат, получивший официальное название «Космос-2501», представлял блок № К2с аппаратов российской Глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС. Он выведен во вторую орбитальную плоскость системы с присвоением системного № 702.

Это был 1599-й орбитальный пуск с космодрома Плесецк, 14-й полет носителя «Союз-2.1Б», 48-й запуск разгонного блока семейства «Фрегат». Для стартового комплекса 17П32-4 это был 282-й пуск (из них два суборбитальных).

ЦЭНКИ застраховал запуск и летные испытания второго «Глонасса-К1» на сумму 2.17 млрд руб в компаниях «Ингосстрах» и СОГАЗ. При этом цена контракта составила 241.9 млн руб.

С трехлетним опозданием

Первый навигационный спутник «Глонасс-К1» (14Ф143 №11) – экспериментальный аппарат третьего поколения системы ГЛОНАСС – был запущен 26 февраля 2011 г. (НК №4, 2011, с.31-33). Тогда предполагалось, что второй «Глонасс-К1» отправится на орбиту в декабре 2011 г. Однако жизнь внесла серьезные коррективы...

В апреле 2011 г. первый «Глонасс-К1» в экспериментальном режиме начал передачу навигационных сигналов на частотах L1, L2 и L3. Поначалу летные испытания аппарата шли хорошо, но позже стали появляться замечания, и старт второго «Глонасса-К1» съехал на следующий год.

В апреле 2012 г. руководитель Роскосмоса Владимир Поповкин сообщил, что старт «Глонасса-К1» №12 планируется во

Визит замминистра обороны

30 ноября космодром Плесецк посетил заместитель министра обороны РФ Юрий Борисов. Он осмотрел испытательный полигон и технический комплекс перспективных средств РВСН, проверил готовность технического комплекса Единой космической системы, проконтролировал ход работ на техническом комплексе космической системы «Лиана» и проинспектировал технический и стартовый комплексы ракеты «Ангара».

Юрий Иванович убедился, что подготовка к первому пуску РН «Ангара-А5», запланированному на конец декабря 2014 г., идет по графику. «Вся линейка ракет «Ангара» является воплощением принципа унификации, который мы закладываем в предстоящий программный период. С космодрома Плесецк ранее не пускались ракеты тяжелого класса. Поэтому пуск ракеты «Ангара-А5» откроет новые возможности как для космодрома, так и для Вооруженных сил в целом», – отметил он.

Замминистра обороны наблюдал за пуском «Союза-2.1Б» с «Глонассом-К1», который был проведен под общим руководством командующего Войсками ВКО генерал-лейтенанта Александра Головки. Ю.И.Борисов поздравил боевой расчет с успешным пуском и весь личный состав Войск ВКО – с профессиональным праздником, отмечаемым 1 декабря.

второй половине года и что проводится его доработка с учетом результатов летных испытаний спутника №11. В частности, речь шла о бортовом информационно-навигационном комплексе разработки московского предприятия «Российские космические системы».

В июле 2012 г. железнгорское предприятие «Информационные спутниковые системы» (ИСС) имени М. Ф. Решетнёва завершило изготовление «Глонасс-К1» № 12 и поместило его на ответственное хранение в сборочном цехе. Отправка изделия на космодром намечалась на начало декабря 2012 г., а запуск – перед Новым годом.

Однако 28 ноября 2012 г. государственная комиссия перенесла старт на 1-й квартал 2013 г. из-за технических проблем с «Фрегатом». Замечания устранили, но запуск все откладывался и откладывался...

Тем временем в январе–феврале 2013 г. продолжилось экспериментальное излучение навигационных сигналов с аппарата № 11. Теперь уже планировалось не использовать его по целевому назначению в составе орбитальной группировки ГЛОНАСС, а так и оставить в статусе опытного. Почему – станет понятно ниже.

В августе 2013 г. генеральный директор ИСС Николай Тестоедов сказал, что старт «Глонасс-К1» № 12 состоится во второй половине 2014 г. Причина новой длительной отсрочки была связана с нештатным функционированием на первом «Глонасс-К1» бортового синхронизирующего устройства (БСУ) разработки питерского Российского института радионавигации и времени (РИРВ).

Напомним, что БСУ навигационного спутника второго поколения «Глонасс-М» включает три квантовых стандарта частоты на цезиевой атомно-лучевой трубке с суточной нестабильностью не более $1 \cdot 10^{-13}$ сек. Эти стандарты частоты выпускаются Научно-производственным предприятием «Исток» имени А. И. Шокина в подмосковном Фрязино. Между тем БСУ аппарата «Глонасс-К1» состоит из двух квантовых стандартов частоты на цезиевой атомно-лучевой трубке и двух новых стандартов на рубидиевой газовой ячейке. Последние имеют суточную неста-

бильность также не более $1 \cdot 10^{-13}$ сек и, судя по всему, делаются в самом РИРВе.

«В ходе летных испытаний первого «Глонасс-К» выявились проблемы с бортовыми часами, – сообщил Н. А. Тестоедов в январе 2014 г. – На этом аппарате два цезиевых и два рубидиевых устройства. Вопросы были и к тем, и к другим».

Генеральный конструктор по системам и средствам единого времени военного и двойного назначения РИРВ Аркадий Тюляков пояснил, что отказы рубидиевых стандартов частоты были вызваны использованием некачественных комплектующих элементов. Что касается цезиевых стандартов частоты, то, по словам заместителя генерального директора «Истока» Сергея Щербакова, в них отмечена деградация параметров, автоматически означающая снижение срока службы.

«По итогам летных испытаний [аппарата № 11] проведены все необходимые комиссионные рассмотрения, приняты меры, доработаны все рубидиевые источники, – поведал Н. А. Тестоедов. – Ждем новой партии цезиевых источников из Фрязино. В мае [2014 г.] от РИРВа мы получим бортовое синхронизирующее устройство, и это позволит нам после цикла совместных испытаний доработанной аппаратуры и аппарата [№ 12] обеспечить его запуск в конце года».

В итоге «Глонасс-К1» № 12 доставили на космодром самолетом Ил-76 5 ноября, то есть на три года позже первоначально объявленного срока. И уже 28 ноября ракета космического назначения была вывезена на правый стартовый комплекс 43-й площадки.

Не близнец, но двойник

Разработка «Глонасс-К» началась в 2002 г., но на фоне более срочных работ по «Глонасс-М» долгое время шла медленно. В 2009 г. спутник решили наделять множеством дополнительных функций, поэтому его создание разделили на два этапа. На первом («Глонасс-К1») планировалось испытать новую негерметичную платформу «Экспресс-1000К» и ее системы, а также новый бортовой навигационно-информационный комплекс. На втором этапе («Глонасс-К2») намечалась отработка многофункциональной полезной нагрузки.

На тот момент первый этап предполагал запуски в 2011 г. двух экспериментальных «Глонассов-К1» (№ 11 и № 12). Второй должен был начаться в 2014 г. стартами двух экспериментальных «Глонассов-К2» (№ 13 и № 14) и продолжиться в 2016 г. запусками штатных «Глонассов-К2». Проблемы, возникшие при летных испытаниях аппарата № 11, привели не только к доработке спутника № 12 и отсрочке его старта, но и соот-

Действующие и планирующиеся спутники типа «Глонасс»

| Модификация | Глонасс-М | Глонасс-К1 | Глонасс-К2 |
|---------------------------------------|---|---|--|
| Срок службы | 7 лет | 10 лет | 10 лет |
| Стартовая масса | 1415 кг | 935 кг (№ 11), 974 кг (№ 12) | 1645 кг |
| Мощность системы электропитания | 1450 Вт | 1600 Вт | 4370 Вт |
| Масса и потребление полезной нагрузки | 250 кг, 580 Вт | 260 кг, 750 Вт | 520 кг, 2618 Вт |
| Навигационные сигналы | FDMA (L10F, L20F, L15F, L25F) CDMA (L30C – №55 по №61) | FDMA (L10F, L20F, L15F, L25F) CDMA (L30C) | FDMA (L10F, L20F, L15F, L25F) CDMA (L10C, L20C, L15C, L25C, L30C) |
| Особенности | Межспутниковая связь в радиодиапазоне, лазерная дальнометрия, система обнаружения ядерных взрывов, платформа для отработки технологий | Межспутниковая связь в радиодиапазоне, лазерная дальнометрия, система обнаружения ядерных взрывов, бортовой радиокомплекс системы КОСПАС/SARSAT | Межспутниковая связь в радио- и оптическом диапазоне, лазерная дальнометрия, система обнаружения ядерных взрывов, бортовой радиокомплекс системы КОСПАС/SARSAT, платформа для отработки технологий и стандартов частоты, система контроля и регистрации параметров космической среды |



График пусков по программе ГЛОНАСС в 2015–2020 годах

| Год | Средства выведения | Спутники |
|------|--------------------|-----------------------------------|
| 2015 | Протон-М/ДМ-03 | Глонасс-М № 51, 52, 53 (блок 50) |
| | Протон-М/ДМ-03 | Глонасс-М № 57, 58, 59 (блок 51) |
| | Союз-2.1Б/Фрегат-М | Глонасс-М № 56 (блок 52с) |
| 2016 | Союз-2.1Б/Фрегат-М | Глонасс-М № 60 (блок 53с) |
| | Союз-2.1Б/Фрегат-М | Глонасс-М № 61 (блок 54с) |
| | Союз-2.1Б/Фрегат-М | Глонасс-К2 № 13 (блок К3с) |
| 2017 | Союз-2.1Б/Фрегат-М | Глонасс-К1 № 13 (блок К4с) |
| | Союз-2.1Б/Фрегат-М | Глонасс-К1 № 14 (блок К5с) |
| | Протон-М/ДМ-03 | Глонасс-К2 № 14 (блок К7с) |
| 2018 | Союз-2.1Б/Фрегат-М | Глонасс-К1 № 18 (блок К8с) |
| | Протон-М/ДМ-03 | Глонасс-К1 № 19, 20, 21 (блок К9) |
| | Союз-2.1Б/Фрегат-М | Глонасс-К2 № 15 (блок К10с) |
| 2019 | Союз-2.1Б/Фрегат-М | Глонасс-К2 № 16 (блок К11с) |
| 2020 | Союз-2.1Б/Фрегат-М | Глонасс-К2 № 17 (блок К12с) |

ответственно к откладыванию запуска первого «Глонасса-К2» на несколько лет...

Итак, аппарат «Глонасс-К1» № 12 является не близнецом, а двойником «Глонасса-К1» № 11. Его стартовая масса составляла 974 кг (на 39 кг больше, чем у спутника № 11). Если на 11-м в панелях солнечных батарей используются однокаскадные арсенид-галлиевые фотоэлектрические преобразователи, то на 12-м применяются трехкаскадные элементы, значительно увеличивающие КПД.

Аппарат № 12, как и № 11, излучает пять навигационных сигналов, из них четыре с частотным разделением (FDMA) – два открытых в диапазонах частот L1 и L2 и два защищенных также в L1 и L2 – и один открытый с кодовым разделением (CDMA) в диапазоне частот L3. На 11-м для передачи сигналов используются две антенны, а на 12-м – всего одна, что позволяет потребителям получать сигналы без дополнительных расчетов.

Как и на предыдущем аппарате, дополнительная полезная нагрузка «Глонасса-К1» № 12 представлена бортовым радиокомплексом международной системы поиска и спасания КОСПАС/SARSAT. Примечательно, что данная аппаратура уже через месяц после запуска 11-го помогла спасти экипаж вертолета, попавшего в беду в горах Канады.

В отличие от № 11, на этом спутнике в оптической ретрорефлекторной антенной системе применены угольковые отражатели нового типа – с полным внутренним отражением. Это новшество должно существенно повысить эффективность работы наземных лазеров, определяющих расстояние до «Глонассов» с целью увеличения точности определения положения и расчета эфемерид спутников системы.

Продолжая славную традицию, ИСС разместили на «Глонассе-К1» № 12 две алюминиевые пластины с текстовой и графической информацией. Одна из них посвящена 50-летию факультета автоматики и вычислительной техники Томского политехнического университета, многие выпускники которого трудятся на железногорском предприятии. На второй пластине указаны фамилии офицеров боевого расчета космодрома Плесецк, участвующих в подготовке к запускам «Глонассов».

Положение дел на орбите

По состоянию на 1 декабря 2014 г., в космический сегмент системы ГЛОНАСС входят 29 спутников, в том числе:

◆ 24 «Глонасса-М», работающие по целевому назначению;

◆ «Глонасы-М» с системными № 712 и № 714, находящиеся в орбитальном резерве;

◆ «Глонасс-М» № 725, пребывающий на исследовании главного конструктора;

◆ «Глонасы-К1» № 701 и № 702, проходящие летные испытания.

При этом семь «Глонассов-М» (№ 712, 714–717, 719 и 720) уже выработали гарантийный ресурс, но продолжают функционировать, причем большая часть из них – по целевому назначению.

22 июля орбитальную группировку системы покинул спутник «Глонасс-М» № 722, пребывавший на исследовании с 12 октября 2011 г. из-за проблем с излучением сигналов в диапазоне частот L2. А 23 июля из сегмента вывели «Глонасс-М» № 724, находившийся на исследовании с 12 февраля из-за отказа не радиационно-стойкой тайваньской микросхемы памяти в его полезной нагрузке.

3 августа в 21-й рабочей точке третьей орбитальной плоскости системы начал работать по целевому назначению «Глонасс-М» № 755, заменив «Глонасс-М» № 725, отправленный на исследование.

Летные испытания второго «Глонасса-К1» продлятся полгода, после чего он, может быть, сменит «Глонасс-М» № 736 в девятой позиции второй орбитальной плоскости.

Первый штатный «Глонасс-К2» полетит в 2018 году

По текущему плану в 2015–2020 гг. намечается запустить 23 спутника семейства «Глонасс», в том числе девять «Глонассов-М», девять «Глонассов-К1» и пять «Глонассов-К2».

В 2015 г. ИСС завершает производство «Глонассов-М», последний из которых отправится на орбиту в 3-м квартале 2016 г. Между тем старт первого экспериментального «Глонасса-К2» теперь планируется в 4-м квартале 2016 г., а первого штатного «Глонасса-К2» – в 4-м квартале 2018 г.

«Сейчас мы видим 2018 год как дату начала развертывания серийных аппаратов «Глонасс-К» второго этапа», – сказал Н. А. Тестоедов в январе 2014 г. Однако космический сегмент ГЛОНАСС требует регулярного восполнения. Именно поэтому для компенсации задержки с появлением первых штатных «Глонассов-К2» было принято решение дополнительно изготовить девять серийных аппаратов «Глонасс-К1».

Надо отметить, что спутник «Глонасс-К2» будет значительно больше, мощнее и функциональнее «Глонасса-К1». К примеру,

по сравнению с К1 он будет иметь удлиненную конструкцию высотой 6 м, увеличенную более чем в 1.5 раза массу и повышенную более чем в 2.5 раза мощность системы электропитания. Последнее достигается путем увеличения в два раза площади панелей солнечных батарей.

При этом масса полезной нагрузки у К2 возрастет в два раза, а ее потребление – в 3.5 раза. Такой большой масштаб объясняется, в частности, появлением аппаратуры для излучения еще четырех навигационных сигналов с кодовым разделением: двух открытых в диапазонах частот L1 и L2 и двух защищенных в тех же диапазонах.

На «Глонассах-К2» также планируется использовать межспутниковый канал связи не только в радио-, но и в оптическом диапазоне. Кроме того, на одном из следующих «Глонассов-К» пройдут испытания водородного стандарта частоты производства нижегородской компании «Время-Ч», имеющего суточную нестабильность $5 \cdot 10^{-15}$ сек.

По материалам Роскосмоса, Министерства обороны, ИСС, Информационно-аналитического центра координатно-временного и навигационного обеспечения ЦНИИмаш, ИТАР-ТАСС, Интерфакс и газеты «Известия»





И. Чёрный.
«Новости космонавтики»

Постройневшая Ariane 5

Очередная смена архитектуры общеевропейского носителя будущего не стала неожиданностью: прежний вариант устраивал Италию и Францию, которым выгодно развитие твердотопливных технологий, но не подходил Германии, так как предусматривал закрытие целого ряда крупных предприятий, занимающихся разработкой, испытаниями и производством мощных криогенных двигателей и ракетных блоков для Ariane 5. «Оппозиция» вначале вообще была против проектирования Ariane 6, предлагая со-

Новая архитектура Ariane 6 была предложена взамен прежней в конце июня группой компаний Airbus Defense and Space и Safran. Основная идея – снижение производственных затрат за счет некоторого увеличения расходов на разработку. Предложение обсуждалось 7 июля на заседании ЕКА, но никаких решений принято не было. Тогда же из-за превышения бюджета был отклонен запрос на финансирование развития существующего тяжелого носителя в вариант Ariane 5ME: для завершения разработки и подготовки ракеты к первому запуску в 2018 г. требовалось около 1.2 млрд €.

Предварительное одобрение новая концепция Ariane 6 получила 23 сентября на встрече министров семи стран – членов ЕКА: Франции, Германии, Италии, Испании, Нидерландов, Швеции и Швейцарии. Главный исполнительный директор Airbus Group Том Эндерс (Tom Enders) предложил присутствующим, чтобы команда Airbus-Safran взяла на себя руководство проектом Ariane 6, хотя в настоящее время это функция лежит на ЕКА и французском Национальном центре космических исследований CNES.

Ariane 6: новый поворот

13 ноября на совещании в Кёльне Германия и Франция достигли соглашения о новой ракете Ariane 6, которая должна прийти на смену нынешнему европейскому носителю Ariane 5. Предложенная летом 2013 г. компоновка из двух твердо-топливных и одной криогенной ступени (НК №5, 2014, с.48–51) «похоронена тихо и без почестей».

средоточиться на эволюционном носителе Ariane 5ME. Сейчас компромисс достигнут.

Последняя конфигурация Ariane 6 скомпонована из модернизированной основной криогенной ступени EPC ракеты Ariane 5ECA, оснащенной двигателем Vulcain 2, верхней криогенной ступени (развитие блока ESC-B от носителя Ariane 5ME) с двигателем Vinci и двух или четырех твердотопливных ускорителей P120. Последние унифицируются с первой ступенью перспективной PH Vega-C (развитие существующего легкого носителя Vega). Снаряжение монолитных блоков будет осуществляться в Италии, а не на специальном заводе в Гвианском космическом центре (ГКЦ), что позволит снизить производственные издержки. Верхняя ступень Ariane 6 будет иметь возможность повторного включения и управляемого сведения с орбиты.

Архитектура предлагает конфигурации с двумя и четырьмя ускорителями (табл. 1). Визуально новая ракета будет чуть стройнее существующей: общая длина составит 63.2 м, диаметр основной ступени – 4.6 м, верхней ступени и головного обтекателя – 5.4 м.

Таким образом, модель Ariane 64 способна перехватить эстафету проекта перспективной модификации Ariane 5ME, включая возможность одновременного запуска двух спутников («даблшот») массой до 4500–5000 кг каждый. Ariane 62 более чем достаточна для замены «Союза-СТБ».

Новый носитель обойдется европейским налогоплательщикам примерно в 4.2 млрд € (5.5 млрд \$) и может быть готов к летным испытаниям уже в 2020 г. в соответствии с предложением, представленным ЕКА. В стоимость разработки входят дополнительные 700 млн € на постройку нового стартового комплекса. Ранее предполагалось, что Ariane 6 унаследует пусковую площадку ELA3, с которой сейчас стартуют Ariane 5. Но... «В настоящее время представляется, что ELA3 потребует настолько много изменений и обновлений для [эксплуатации] Ariane 6, что проще построить совершенно новый стартовый комплекс, – заявил один из чиновников ЕКА, впрочем, добавив: – Все эти затраты должны быть изучены более тщательно в ближайшие недели».

При расчетном темпе девять пусков в год стоимость производства варианта Ariane 62, который в основном должен обслуживать правительственные заказы, оценивается в 65 млн €, а изготовление более тяжелой Ariane 64, предназначенной для коммерческого рынка, обойдется примерно в 85 млн €.

Окончательно новая архитектура была одобрена Советом ЕКА на уровне министров 2–3 декабря.

Оценки и ожидания

По мнению экспертов, Директорат CNES по средствам выведения, поддержива-

ющий проект, попытался примирить три несовместимых ограничения:

- ◆ гибкие характеристики ракеты, позволяющие следовать непредсказуемым изменениям рынка;

- ◆ снижение затрат на запуск, чтобы конкурировать с американской компанией SpaceX, которая своим носителем Falcon 9 ломает устоявшиеся цены на рынке;

- ◆ загрузка крупных промышленных центров Европы.

«Результатом стала хорошо масштабируемая PH, подобная Ariane 4», – констатировал один из экспертов.

Большим достоинством новой архитектуры считается сохранение возможности парных запусков. «Важно поддерживать надежность как у Ariane 5 при одновременном снижении затрат, – пояснил Жак Бретон (Jacques Breton), коммерческий директор Arianespace. – Мы считаем, что для сохранения конкурентоспособности нужна возможность осуществлять двойной запуск по цене 90 млн €».

Прогнозы развития рынка предсказывают возрастающую во всем мире конкуренцию среди поставщиков пусковых услуг, что делает необходимым разработать систему, способную заменить Ariane 5 ECA как можно раньше, чтобы сократить расходы и гарантировать доступ Европы в космос. Ariane 6 считается также наилучшим долгосрочным решением для поддержания компетенций Европы в области средств выведения.

19 ноября президент Европейской ассоциации спутниковых операторов, генеральный директор Eutelsat Мишель де Розен (Michel de Rosen) приветствовал соглашение между Францией и Германией по Ariane 6 и выразил пожелание, чтобы носитель следующего поколения был сдан в эксплуатацию как можно быстрее. В противном случае американская фирма SpaceX утвердится в качестве лидера на коммерческом рынке, и потеснить с этого места ее будет трудно. «Наше послание: поспешите! Каждый упущенный

Характеристики существующих и перспективных вариантов ракеты Ariane

| Параметр | Носитель | | |
|--|--------------|-------------|-------------|
| | Ariane 5 ECA | Ariane 62 | Ariane 64 |
| Ускорители | 2xP230 | 2xP120 | 4xP120 |
| Тяга ускорителей у Земли, тс | 2x658 | 2x357 | 4x357 |
| Масса заряда топлива ускорителей, т | 2x240 | 2x120 | 4x120 |
| Удельный импульс ускорителей, на уровне моря /в пустоте, сек | 259/286 | 242/277 | 242/277 |
| Двигатель первой ступени | Vulcain Mk2 | Vulcain Mk2 | Vulcain Mk2 |
| Тяга двигателя первой ступени на уровне моря/в пустоте, тс | 109/138 | 109/138 | 109/138 |
| Масса топлива первой ступени, т | 173 | 149 | 149 |
| Удельный импульс двигателя первой ступени, на уровне моря/в пустоте, сек | 342/432 | 342/432 | 342/432 |
| Двигатель второй ступени | HM-7B | Vinci | Vinci |
| Тяга двигателя второй ступени в пустоте, тс | 6.6 | 18.4 | 18.4 |
| Масса топлива второй ступени, т | 14.5 | 24.3 | 24.3 |
| Удельный импульс двигателя второй ступени в пустоте, сек | 446 | 465 | 465 |
| Масса ПГ на геопереходной орбите, кг | 9600 | 5500 | 11000 |

год приводит к тому, что SpaceX увеличит свою долю на рынке и еще больше сократит издержки за счет эффекта масштаба [производства]», – предупредил он.

Пока ответ Arianespace на вызовы SpaceX ограничился уменьшением цены на легкие спутники, выводимые Ariane 5 за счет повышения цен на более тяжелые КА при парных запусках. Йоганн Леруа (Yohann Leroy), главный технический директор Eutelsat, заметил, что эта политика стала возможной отчасти потому, что конкуренты Ariane 5 по тяжести спутника – российский «Протон» и «Зенит» комплекса Sea Launch – столкнулись с проблемами контроля качества и поставок комплектующих. Но, по его мнению, такая ситуация долго не продлится, особенно если SpaceX где-то в 2015 г., как планируется, представит свой носитель Falcon Heavy и начнет конкурировать как за легкие, так и за тяжелые аппараты класса 6000 кг.

Леруа также заявил, что решение разработать Ariane 6 с двумя блоками на жидком топливе вместо твердотопливных нижних ступеней «поможет доказать пригодность носителя для будущих изменений, которые сделают его более доступным. Например, любая попытка повторного использования, что пытается реализовать SpaceX, требует двигателей на жидком топливе». Как полагают технический директор Eutelsat, жидкостная двигательная установка имеет больший эволюционный потенциал, чем твердотопливная, и новые варианты Ariane 6 могут лучше адаптироваться к изменениям в конструкции спутников.

Подводные камни

Когда через десятилетия историки техники будут писать биографию Ariane 6, они, вероятно, отметят, что самые драматические события в жизни этой ракеты происходили не столько после, сколько до ее рождения. В самом деле, европейцы ведут поисковые работы по носителю следующего поколения уже в течение десятилетия, из них более пяти лет обсуждая конкретные варианты. В этой истории смешались политические амбиции, конкуренция и экономические интересы разных стран и фирм.

Решение по новому европейскому носителю принималось в условиях неопределенности, которую внес «чертик из табакерки» – американская компания SpaceX со своими ракетами Falcon. В самом деле, для того чтобы выбрать правильные параметры системы выведения, обеспечивающие ее конкурентоспособность, нужна, по всей видимости... машина времени. Ведь необходимо или рассчитать, или угадать, какими техническими и ценовыми характеристиками будут обладать «Фолконы» за пределами 2020 г., когда Ariane 6 поступит на службу. Несколько лет назад такой проблемы просто

не существовало! А ведь кроме SpaceX есть и другие поставщики пусковых услуг – как ныне действующие, так и потенциальные. Что произойдет, когда «Протон» окончательно справится с проблемами надежности? А если японцы и индусы войдут на рынок, или американские PH Atlas и Delta вернуться на него?

Пытаясь заглянуть в будущее, тот же Eutelsat, по словам де Розена, в сентябре «многозначительно» спросил SpaceX о среднесрочной ценовой политике: будут ли подниматься цены на Falcon 9, как только компания займет значительную долю на коммерческом рынке? Ответ был таков: цены останутся стабильными в течение некоторого времени, а затем будут снижаться, а не подниматься, – по мере того, как новые технологии, экономия от масштабного фактора и повторное использование матчасти принесут желаемые результаты.

Пока, по расчетам Eutelsat, прогнозируемая стоимость запуска спутников на Ariane 64 остается в зоне конкурентоспособности: заказчик должен заплатить 85 млн € за «даблшот», то есть запуск одного спутника обойдется всего лишь в 42,5 млн €, или 53,3 млн \$. А это ниже цены пуска ракеты Falcon 9 (60 млн \$).

Даже пессимистичная оценка, данная порталом Space News для «даблшота» на уровне 115 млн € (144 млн \$), все равно оставляет Ariane 6.4 в сильной позиции, особенно в сравнении с текущим разрывом между Falcon 9 (60 млн \$) и Ariane 5 (более 200 млн \$).

Вот почему де Розен, который «является патриотом Европы, Ariane 5 и европейских спутникостроителей», тем не менее, заявил, что Eutelsat не дает никаких гарантий в отношении Ariane 6. «Если они достигнут своих целей с точки зрения гибкости и надежности, то мы, конечно, будем благосклонны к их носителю... Мы всего лишь клиенты. Как спутниковые операторы мы хотим иметь по крайней мере три варианта запуска. Нам не нужна монополия [провайдера пусковых услуг]», – сказал он, добавив, что Eutelsat уже вызвался предоставить свой спутник на одно из мест в первом полете Ariane 6.

2–3 декабря министры – представители стран ЕКА, собравшиеся в Брюсселе, приняли окончательное соглашение по проекту Ariane 6. На разработку нового носителя выделено свыше 4 млрд евро. Часть суммы будет израсходована на строительство нового стартового комплекса в Куру.

По словам генерального директора ЕКА Жан-Жака Дордэна, достигнутое соглашение является «большим успехом». Для этого потребовались долгие месяцы переговоров внутри ЕКА. Согласно заключенной договоренности, Франция профинансирует 52% проекта, а Германия – 22%. От доли участия будет зависеть и распределение заказов и контрактов для промышленности этих стран.

«Это важное и прекрасное решение. Оно открывает новую страницу в истории освоения космоса», – дал оценку

премьер-министр Франции Мануэль Вальс, особенно отметил стремление Франции усилить европейскую линейку средств выведения, обеспечив им хорошую возможность конкурировать с другими носителями на международном уровне.

Французский государственный секретарь высшего образования и научных исследований Женевиєва Фьоразо подчеркнула, что «принятое историческое решение позволит Европе достойно ответить на возникшую международную конкуренцию в сфере носителей – области стратегически важной для обеспечения европейского суверенитета, для промышленности Европы и занятости в ее странах».

Однако финансовые перспективы новой ракеты пока не очевидны. Рост предполагаемых затрат на разработку – не самая лучшая новость в нынешней экономической ситуации. Именно поэтому вызвала сомнение способность ЕКА финансировать параллельную разработку и эксплуатацию на протяжении 10 лет двух носителей – Ariane 5 ME и Ariane 6*.

Вероятно, параллельное использование двух новых ракет с учетом того, что Ariane 5 ME полетит всего за два года до Ariane 6, в самом деле имеет мало смысла. Госчиновники и представители промышленности считают, что потребное финансирование в этом случае превысило бы возможности ЕКА. Поэтому основные клиенты (операторы группировок больших спутников) и консорциум по оказанию пусковых услуг Arianespace (управляет эксплуатацией носителя) высказались за Ariane 6. То же самое можно сказать о французском правительстве, которое согласилось оплатить около 50% расходов.



* Немецкие чиновники утверждают, что Ariane 5 ME – это самый надежный, наименее рискованный выбор инвестиций до тех пор, пока нет полной оценки стоимости и характеристик Ariane 6. В то же время принятие нового варианта Ariane 6 позволит Германии поднять расходы на средства выведения со 100 до 170 млн € в год, что увеличивает загрузку предприятий и делает программу более привлекательной для страны.

«Правильные сердца» для американских ракет

В ноябре новый состав Конгресса США* возобновил обсуждение законопроекта о разрешении ассигнований на военные нужды в 2015 г. В проект H.R. 3979 были включены поправки, которые выдвинул сенатор-республиканец Джон МакКейн (John McCain). Одна из них запрещает министру обороны США подписывать новые или продлевать существующие контракты с пусковыми компаниями в рамках программы EELV, если в них предусматривается запуск с использованием двигателей российской разработки или производства. Вторая требует от министра обороны замену российских двигателей американскими не позднее 2019 г., причем новый двигатель должен быть доступен для всех провайдеров пусковых услуг в США. 4 декабря законопроект был согласован представителями обеих палат и утвержден полным составом Палаты представителей. 12 декабря его одобрил Сенат, а 19 декабря билль получил подпись президента Обамы и стал законом.

И. Чёрный.

«Новости космонавтики»

Ракетная тревога

Таким образом, если в прошлом году вопрос о прекращении поставок двигателей РД-180 производства НПО «Энергомаш» всерьез рассматривался в Совете безопасности России, то сейчас «приговор» им вынесли американские законодатели. Обострение российско-американских отношений повысило для Соединенных Штатов риски, связанные с возможностью прекращения поставок РД-180** для установки на ракету Atlas V, и сделало разработку американской двигательной установки неизбежной.

Российскому двигателю придется искать замену. Но проблема заключается в том, что сделать это нелегко, а в краткосрочном плане попросту невозможно. Неудивительно, что далеко не все представители Пентагона поддержали предложение МакКейна. В то время как руководители Минобороны подчеркивали необходимость «отвыкнуть от зависимости» от РД-180, другие военные чиновники категорически не соглашались с предложениями Конгресса начать большую государственную программу замены двигателя российского производства.

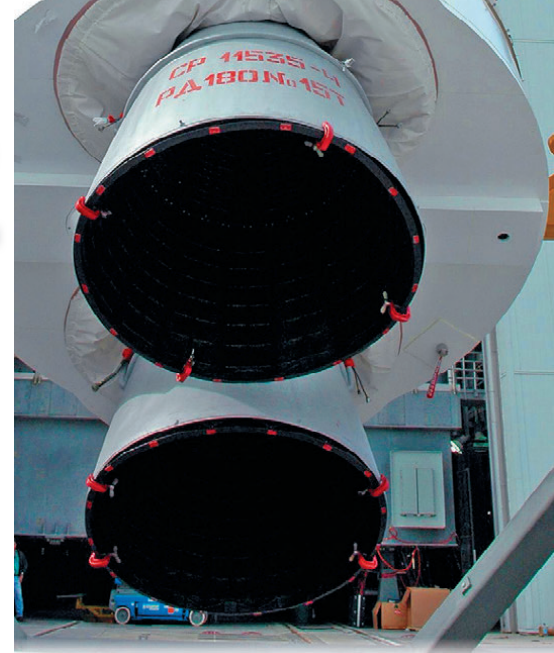
12 ноября издание Space News процитировало фрагмент письма Управления по законодательным вопросам Пентагона в Конгресс, в котором говорилось: «Министерство твердо верит, что не должно выделять ресурсы на разработку еще одного двигателя, который не сможет быть интегрирован в жизнеспособную систему запуска, особенно когда оно может обеспечить требование гарантированного доступа с существующими семействами частных носителей. Почти невозможно разработать ракетный двигатель сам по себе, который может удовлетворить потребности более чем одной ракеты, и обойтись без обширных изменений в этой самой ракете».

«Мы ищем альтернативы двигателю [РД-180], – заявила 19 ноября генерал-лейтенант ВВС США Эллен Павликовски (Ellen M. Pawlikowski), заместитель начальника Управления помощника министра обороны по заказам. – Однако у нас есть определенная тревога по поводу сроков, назначенных

В докладе Института Митчелла, подготовленном по заказу Минобороны США, говорится, что развертывание производства РД-180 в Соединенных Штатах не улучшит ситуацию. «Независимо от этого мы должны разработать собственный отечественный двигатель», – убеждены его авторы. В одном из предыдущих интервью Эллен Павликовски говорила, что ВВС уже в начале ноября могут представить план отказа от РД-180. По ее словам, создание двигателя взамен российского обойдется в 1,5 млрд \$.

Американцы ускорили закупки РД-180 в соответствии с соглашением 1997 года***, чтобы сделать запас, необходимый на случай прекращения поставок. Сейчас Объединенный пусковой альянс ULA (United Launch Alliance) – провайдер, предоставляющий услуги по запуску, в том числе с помощью ракет, оснащенных упомянутым двигателем, – имеет на складе более десятка изделий. Российские поставки возобновились в августе 2014 г., когда два РД-180 были доставлены на завод ULA в Алабаме. 15 октября Россия отправила два очередных двигателя, и до конца 2014 г. по плану должен быть поставлен еще один. Еще 27 должны поступить до 2017 г. для использования во всех миссиях, которые в настоящее время предусмотрены договорами с государственными и коммерческими клиентами, включая контракт стоимостью 11 млрд \$ на пуски для ВВС США. ULA ожидает, что между 2015 и 2017 гг. «Энергомаш» будет отгружать по восемь двигателей в год.

По состоянию на 1 ноября 2014 г., с участием РД-180 осуществлено 55 успешных пусков подряд (пять в составе PH Atlas III и 50 в составе Atlas V). Учитывая, что в 2013 г. было запущено восемь «Атласов» и столько же – за 11 месяцев 2014 г., можно полагать, что оставшиеся 46 двигателей, поставки которых предусмотрены соглашением 1997 г., будут израсходованы максимум за пять-шесть лет.



для решения проблемы в данном законопроекте. Поэтому мы пытаемся понять, как обеспечить гарантированный доступ в космос, в то же время прорабатывая альтернативы».

Несмотря на то, что Россия продолжает бесперебойно (и даже с возросшим темпом) поставлять РД-180, в начале 2014 г. ULA разослал аэрокосмическим компаниям предложение обсудить различные идеи замены российского изделия, предполагая получить поддержку государственных организаций и с их помощью уже в 2016 г. начать полномасштабные разработки «чисто американских» двигателей для своих ракет.

Военные также озаботились проблемой, и в сентябре ВВС США направили двигателестроительным компаниям официальные запросы на предоставление информации, а также провели в Лос-Анжелесе встречи с представителями отрасли по данному вопросу. Министр ВВС Дебора Джеймс (Deborah L. James) рассказала репортерам: правительство намерено положить конец зависимости от российских двигателей «в кратчайшие сроки», добавив, что перед тем, как будет принято решение о следующих шагах, руководство ВВС рассмотрит ответы представителей отрасли на запрос об информации.

Между тем поправка МакКейна ставит перед Пентагоном жесткий срок завершения использования РД-180: по истечении соответствующих текущих контрактов. Но Минобороны США пока не готово назвать ни конкретное время создания альтернативы российскому двигателю, ни пути решения этой задачи. Рассматриваются варианты создания нового американского ракетного двигателя путем ассигнования на это бюджетных средств, формирования государственно-частного партнерства или фактической передачи «на откуп» исключительно частному сектору.

«Мы все еще пытаемся понять стратегию. Есть много различных способов, за счет которых можно осуществить задуманное. Мы изучаем, сколько это будет стоить, сколько на

* На выборах 4 ноября 2014 г. Республиканская партия получила большинство в Сенате, где располагает теперь 54 местами против 46 у Демократической партии. Республиканцы также увеличили свое преимущество над Палатой представителей, получив в ней 247 мест против 188 у демократов.

** НК № 11, 2013, с. 27-28; № 12, 2013, с. 30-33; № 5, 2014, с. 58-59; № 6, 2014, с. 12-13; № 8, 2014, с. 40-41.

*** Соглашение о поставке 101 двигателя РД-180 было подписано в июне 1997 г. на авиасалоне Ле-Бурже между компанией Lockheed Martin (заказчик) и совместным предприятием RD Amross LLC, образованное НПО «Энергомаш» имени В. П. Глушко и отделением Pratt & Whitney компании United Technologies Corp. (исполнитель). Позднее в порядке реализации этого соглашения заключались контракты на отдельные партии двигателей.

это понадобится времени, если смотреть на вещи практически... Все это должно воплотиться в реалистичный сценарий на ближайшие 5–8 лет, гарантирующий нам доступ в космос, – пояснила Павликовски, признавая в то же время: – Ключевыми частями идущего анализа являются возможность создания государственно-частного партнерства и оценка потенциального вклада частных компаний в разработку нового двигателя... Кроме того, если, к примеру, частные американские фирмы ULA и Blue Origin действительно самостоятельно начнут изготавливать новый ракетный двигатель, возможно, это и станет решением... [Такое развитие событий будет означать, что] потенциально не нужно будет осуществлять отдельные капиталовложения в разработку нового двигателя силами только правительства США».

Несмотря на неопределенность сроков и размеров финансирования, американские ракетостроители с готовностью откликнулись на призывы Министерства обороны и ULA. Сейчас рассматриваются несколько американских альтернатив РД-180.

Дерзкие новички

Подходящее решение. Компания SpaceX является конкурентом ULA и пока ожидает сертификации своих носителей для использования в интересах ВВС США. Вместе с тем только она готова немедленно предложить «решение с полки», пригодное для замены российских двигателей. В настоящее время именно детище Элона Маска – крупнейший частный производитель ракетных двигателей в мире: в октябре, менее чем через два года после начала изготовления, SpaceX выпустила сотый ЖРД Merlin 1D. С конвейера сходит четыре таких двигателя в неделю. По прогнозам, к концу 2014 г. темп производства возрастет до пяти в неделю, а в перспективных планах достигнет 400 «Мерлинов» в год.

Процесс начинается с изготовления основных компонентов – форсуночной головки, турбонасосного агрегата (ТНА), газогенератора, камеры, клапанов и приводов, интегрированных с трубопроводами, датчиками и другими мелкими деталями, которые формируют все важные узлы двигателя. Последние собираются в две под сборки – верхнюю и нижнюю – и перед окончательной сборкой проходят контроль качества.

Двигатели испытывают на современном стенде производственно-испытательного центра SpaceX в МакГрегоре, штат Техас. Затем их отгружают в Калифорнию, где устанавливают на первой ступени PH Falcon 9, и везут обратно в Техас для испытательного прожига комплектной двигательной установки (ДУ), после чего отправляют на космодром.

Merlin 1D является мировым рекордсменом по отношению тяги к сухой массе – 155:1. На сегодня использовано уже 80 двигателей, то есть больше, чем RS-68/68A (41 полет) на PH Delta IV и РД-180 (55 полетов) на вариантах Atlas III и V. Сотый Merlin 1D должен полететь в начале 2015 г.

Предложение Blue Origin. Как стало известно в сентябре 2014 г., на запрос ULA откликнулась малоизвестная в кругах ракетостроителей фирма Blue Origin*. Ее осно-



▲ Тори Бруно и Джеффри Безос представляют двигатель BE-4

ватель и владелец Джеффри Безос (Jeffrey P. Bezos)* и новый исполнительный директор ULA Тори Бруно (Salvatore T. «Tory» Bruno) объявили о создании стратегического партнерства для разработки мощного двигателя на замену РД-180. Речь идет об однокамерном BE-4 (Blue Engine 4), работающем на компонентах топлива «жидкий кислород – сжиженный природный газ (СПГ)».

По прикидкам аналитиков, разработка нового мощного двигателя необходимой размерности с нуля может занять от пяти до семи лет и обойдется в сумму более 1 млрд \$. «Благодаря партнерству [с Blue Origin], у нас появилась возможность сократить этот цикл в два раза, – поделился Бруно. – Это означает, что уже примерно через четыре года с этого момента мы сможем начать запуски ракет с двигателями, построенными по данной технологии». В свою очередь, Безос отметил, что ULA делает значительные инвестиции в Blue Origin, но отказался уточнить, какую конкретно сумму уже получил от альянса.

Бруно также сообщил, что его компания изучала разнообразные альтернативы двигателя: «Мы закинули довольно широкую сеть и прошлись по всей отрасли... Blue Origin выбрали в связи с тем, что они ушли далеко вперед и имеют данную инновационную технологию. Конечно, это «ракетная наука»***, и у меня есть планы на случай непредвиденных обстоятельств. Но я ожидаю, что мой партнер Джефф добьется успеха».

Со своей стороны, Безос заявил: «Команда Blue Origin методично разрабатывает технологии резкого снижения стоимости и повышения надежности пилотируемого доступа в космос, и BE-4 является большим шагом вперед. Партнерство с ULA позволит нам ускорить разработку мощного амери-

канского ракетного двигателя следующего поколения».

В ходе совместной презентации ULA и Blue Origin представили лишь самую общую информацию и масштабную модель BE-4. Двигатель построен по замкнутой схеме с дожиганием отработанного на турбонасосе генераторного газа в основной камере при высоком давлении. ТНА – одновальный, расположен сбоку над форсуночной головкой камеры и перпендикулярно ее оси. Такое решение нетипично для известных двигателей с дожиганием, испытанных в полете. Диаметр среза сопла около 1.8 м, высота – от 3.6 до 3.7 м. Максимальная тяга на уровне моря около 250 тс. Остальные параметры не раскрываются, однако независимые эксперты оценивают удельный импульс значениями 307 сек на уровне моря и 342 сек в вакууме.

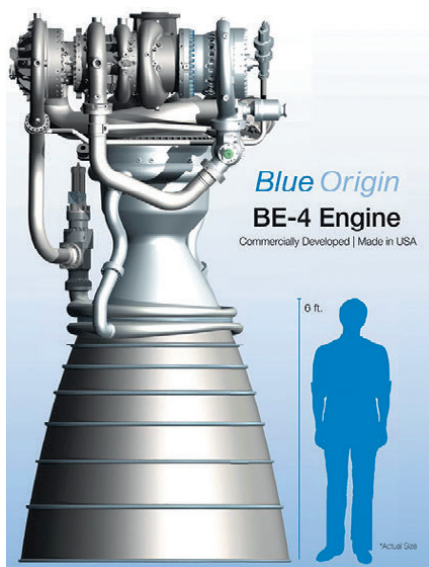
Испытания компонентов BE-4 уже идут на объекте Blue Origin в Кенте, штат Вашингтон. Компания создала специальный центр по тестированию СПГ в Ван-Хорне в Техасе. По словам представителей Blue Origin, там могут проходить прожига «боевые» двигатели. Ведется разработка масштабной модели газогенератора и на «кислом» газе. Предстоящие усилия в области разработки будут нацелены на тестирование турбонасосов и клапанов вплоть до полномасштабного испытания двигателя.

Двигатель BE-4 планируется адаптировать для обоих носителей ULA – Atlas V и Delta IV, созданных по программе EELV (Evolved Expendable Launch Vehicle). Команда Blue Origin утверждает, что работает над двигателем уже в течение трех лет. В будущем он может стать многогорзовым, но сейчас предлагается его одноразовый вариант.

* Компания участвовала в программе разработки коммерческих пилотируемых средств CCDev (Commercial Crew Development) с проектом системы доставки астронавтов на орбиту и получила от NASA деньги на ускорение разработки прототипа своего кислородно-водородного двигателя BE-3 (НК № 4, 2010, с. 52). К последующей инициативе NASA – CCIcap (Commercial Crew Integrated Capability) – она не имела касательства, выйдя из конкурсного пула.

** Он же основатель известной компании Amazon.com, крупнейшей в мире по обороту среди продающих товары и услуги через Интернет и одного из первых интернет-сервисов, ориентированных на продажу реальных товаров массового спроса.

*** Rocket Science – американская идиома, обозначающая нечто, для чего требуются исключительно специальные умения или знания, с точки зрения обычных людей граничащее с магией и при этом не гарантирующее успех предприятию.



Закрывая глаза на полное отсутствие у Blue Origin опыта создания маршевых двигателей тягой свыше 100 тс*, эксперты полагают, что применение BE-4 на новых компонентах топлива потребует существенной переделки носителей «для корректировки различий в размере и весе существующей и предлагаемой двигательной установки первой ступени». Инженеры ULA изучают этот вопрос и обещают принять решение к концу года.

Под влиянием «небывало высокого» потенциала BE-4, остающегося пока лишь на бумаге, руководство ULA уже говорит о возможности создания единого блока первой ступени для обоих семейств EELV. Сама мысль звучит заманчиво. Хочется лишь узнать мнение руководства не совместного предприятия, а фирм, его образующих, – Boeing и Lockheed Martin: кто из них будет делать «единую первую ступень»? С какого комплекса какого космодрома она будет стартовать во время летных испытаний? И как быть с требованием военных сохранить обе близкие по характеристикам (и единые по интерфейсам полезной нагрузки) ракеты для обеспечения надежного и безостановочного доступа в космос на случай долговременной «постановки на прикол» одного из носителей? Нет сомнений, что эти вопросы уже обговаривались и наверняка могут быть решены, но хотелось бы увидеть красивые картинки дивного нового варианта EELV.

Занятно, что инициатива ULA и Blue Origin вызвала не только энтузиазм «космических болельщиков», но и... критику со стороны некоторых официальных лиц. Кое-кому на Капитолийском холме не понравилось, что из процесса создания оказались исключены государственные структуры. «Альянс «спутался» с Blue Origin по проекту замены двигателя РД-180... Политики уже плачутся об этом. Они не хотят упустить

возможность покрасоваться перед своими избирателями. Но это не тот случай, которым следует воспользоваться...» – не без сарказма прокомментировал ситуацию один из наблюдателей.

Бывший высокопоставленный американский чиновник предупредил, что ожидает «множество технических проблем» с BE-4, поскольку проект предусматривает использование нестандартного топлива – жидкого кислорода и СПГ. Безос не стал увильнуть и подтвердил сложность разработки нового ракетного двигателя. «Процесс ракетостроения невозможно форсировать. Срезать углы нельзя. Он должен быть систематизированным и продуманным», – заявил он репортерам.

На сайте aviationweek.com отмечалось: «По-видимому, полностью частное венчурное предприятие по постройке нового американского ракетного двигателя не удовлетворяет потребности некоторых членов Конгресса. В письме президенту Барак Обама [от 15 сентября], отправленном [конгрессменами], говорится, что ULA и Blue Origin объявили о планах построить замену российскому двигателю РД-180. Однако Палата представителей отмечает, что ранее предполагала выделить на эти цели 220 млн \$ из государственных средств». Если частный сектор сделает это самостоятельно, никакого оправдания работы государственных предприятий не будет...

В публикации AW&ST отмечается, что работы Национального института ракетных двигательных установок (National Institute for Rocket Propulsion Systems) в Алабаме также направлены на замену российского двигателя. Поэтому «государство было хорошо представлено среди законодателей, подписавших письмо». Авторы документа призывают Обаму «настроить офис перспективных программ BBC на необходимость сотрудничать с институтом NASA, чтобы обеспечить национальную безопасность в области конкуренции космических запусков». «Люди в Хантсвилле почувствовали запах сделки и поняли, что, если Blue Origin и ULA заключили договор, их роль в этом процессе значительно снижается. Затем они вызвали местных политиков и рассказали им в доступных терминах, что «пирог проплывает мимо нас», и те на голубом глазу заявили, что это была плохая идея», – пишет журналист. Короче, политики в этом вопросе гораздо больше, чем техники...

Действительно, еще в июне Палата представителей одобрила проект бюджета Министерства обороны США на 2015 ф.г., включив в него 220 млн \$ на разработку нового американского ЖРД со сроком готовности к запуску в 2022 г. Сенатский комитет по ассигнованиям, рассмотревший законопроект в июле, рекомендовал значительно меньшую сумму – всего 25 млн \$. В ноябре источники в Конгрессе и промышленности утверждали, что компромиссная сумма будет мень-

ше 100 млн \$ и, вероятно, окажется ближе к 40 млн \$ – величине, названной Белым домом в июне. Однако в декабре, когда согласительная комиссия палат формировала окончательный текст бюджетного закона, победу одержали сторонники первоначального подхода. В закон вошла не только сумма 220 млн \$, но и требование продемонстрировать результат не позднее 2019 г.

Хотя Обама и подписал этот билль, окончательное решение относительно того, в каком направлении последует Пентагон, видимо, остается за администрацией, которая вскоре направит в Конгресс проект бюджета Пентагона на 2016 ф.г.**

Гиганты не дремлют

В отличие от «темной лошади» Blue Origin, крупнейшая в Соединенных Штатах ракетелестроительная компания Aerojet Rocketdyne еще в июне 2014 г. первой объявила о разработке альтернативы российским НК-33 и РД-180. Она выдвинула свое предложение: ракетный двигатель под условным названием AR1 тягой 500 000 фунтов (227 тс), работающий на кислородно-керосиновом топливе (НК №8, 2014, с.40). По словам представителей фирмы, на разработку должно уйти четыре года и сумма менее 1 млрд \$. В конце сентября Aerojet Rocketdyne объявила о существенном прогрессе проекта. Должностные лица компании считают, что AR1 будет привлекательной альтернативой двигателю РД-180.

Журналисты обратили внимание на слова Тори Бруно о существовании у ULA «неких планов на случай непредвиденных обстоятельств», сказанные на совместной презентации с Blue Origin. Предполагается, что руководитель альянса имел в виду именно предложение Aerojet Rocketdyne. Эта фирма объявила, что оформила контракт с ULA по завершению детальных проработок AR1, верстке производственных планов и смет расходов на три новых жидкостных двигателя и твердотопливных ускорителя для носителей EELV следующего поколения. Два ЖРД предполагается устанавливать на ракету Delta V и верхнюю ступень Atlas V, третий – это AR1. В июле 2014 г. было объявлено, что стоимость пары единиц данного изделия составит около 25 млн \$. Непонятно, правда, что в данном случае имеется в виду – себестоимость производства или продажная цена? Вероятнее всего, второе.

Несмотря на договоренности ULA с Blue Origin, старший вице-президент Aerojet Rocketdyne по перспективным программам и развитию бизнеса Пол Мейер (Paul Meyer) заявил: «Мы все еще видим себя как вариант с самой низкой степенью риска и высокой вероятностью достижения успеха... и не сдадимся при виде призрака, возникшего после объявления Blue Origin. Мы знаем, перед какими трудностями стоят разработчики двигателей, и сказали об этом BBC... Так что мы в игре. Конкуренция нас не пугает».

В отличие от BE-4, проект AR1, по мнению разработчиков, «потребует минимальных изменений в (ракете), наземном оборудовании и пусковой инфраструктуре. Гибкая модульная конструкция позволяет сконфигурировать двигатель для установки на несколько РН, – отмечается в заявлении

* В СМИ периодически появляются сведения о таинственных разработках Blue Origin, функционирующих то на перекиси водорода и керосине, то на жидком кислороде и жидком водороде. Сообщения сопровождаются туманными фразами типа «50-тонный двигатель полностью готов к полету и прошел цикл наземных испытаний», а также иллюстрациями работающей камеры, установленной на довольно примитивном стенде, ну никак не рассчитанном на ЖРД такой размерности.

** Национальное законодательство требует, чтобы Белый дом направлял в Конгресс проект федерального бюджета между первым понедельником января и первым понедельником февраля. Иногда в этом процессе происходят задержки и сдвиги. В минувшем году проект бюджета-2014 поступил в Конгресс только в апреле.



▲ Двухкамерный ЖРД AR1

Aerojet Rocketdyne. – Быстрая разработка и сертификация AR1 возможна на существующих производственных и испытательных объектах с получением полетной квалификации к 2019 г.».

Следует обратить внимание, что в последние годы перед слиянием в июне 2013 г. обе составляющие ныне существующей фирмы вели разработки собственных кислородно-керосиновых двигателей. Aerojet продвигал проект AJ-500 в виде форсированной версии НК-33, а Rocketdyne совместно с частной исследовательской компанией Dynetics предполагал возродить легендарный F-1 с первой ступени лунной ракеты Saturn V*. Оба двигателя рассматривались для установки на перспективные варианты ускорителей сверхтяжелого носителя SLS. Нынешний AR1, по-видимому, является неким продуктом слияния двух проектов, поскольку в нем прослеживаются черты обоих прародителей: по компоновке он близок в F-1, а по схеме – к НК-33. Заметим, что Dynetics успешно адаптировалась к новым условиям и с радостью влилась в разработку AR1; в сентябре 2014 г. ее директор по корпоративному развитию Стивен Кук (Stephen A. Cook) был уверен, что прототип нового двигателя будет разработан через год-два, а летный образец будет готов уже к 2019 г. – к дате, установленной последней версией бюджетного закона.

Твердотопливная альтернатива

В конце сентября свое видение перспективного «американского сердца» PH Atlas V представила компания ATK, предложив взамен РД-180 мощный твердотопливный двигатель. «Решение ATK будет экономичным и надежным, так как основано на передовых технологиях, – говорит Блейк Ларсон, президент отделения Aerospace Group корпорации ATK. – Я уверен, что [по тяге] оно будет соответствовать нынешнему двигателю РД-180 и обеспечит при необходимости дополни-

тельные возможности... ATK предлагает ВВС заменить РД-180 своей ДУ быстро и по очень привлекательной стоимости».**

ATK – один из мировых лидеров в области проектирования и изготовления мощных РДТТ. Развитие новых технологий привело к значительному улучшению их характеристик, надежности и доступности. За последние семь лет корпорация реализовала новые решения в шести типах твердотопливных двигателей, часть из которых были разработаны менее чем за два года. За всю свою историю ATK поставила более 1900 РДТТ для коммерческих и более 14 тысяч для государственных заказчиков, включая интегрированные ступени.

Твердотопливные двигатели оптимальны для установки на первую ступень ракеты, поскольку обеспечивают высокую стартовую тягу. Они конструктивно проще и надежнее жидкостных, требуют меньшей инфраструктуры для подготовки и обслуживания на земле. Последнее обстоятельство уменьшает вероятность переноса или отмены миссий. Достоинство предложения ATK состоит и в том, что все компоненты двигателя могут быть произведены исключительно в США.

Однако у твердотопливных двигателей есть и явные минусы. Несмотря на значительный прогресс, до сих пор процесс регулирования их тяги сложен и обычно задается изначальной конфигурацией топливного заряда. Для ЖРД хватает клапанов и регуляторов, тогда как заряд твердого топлива надо фрезеровать или отливать перед каждым полетом в новой форме. Для небольших двигателей это не проблема, но для крупных...

Кроме того, в двухступенчатых носителях типа Atlas V на первую ступень приходится значительная доля энергии ракеты. Здесь на первый план выходят такие характеристики, как высокий удельный импульс. РДТТ по этим параметрам значительно уступают ЖРД. Поэтому-то российские двигатели РД-180 и НК-33 и «пришлись ко двору»: они обеспечивали возможность быстрого создания ракеты с использованием существующих компонентов (прежде всего, верхних ступеней) без разрастания габаритов, массы и стоимости готового изделия.

Надо что-то делать уже сейчас

Таким образом, буквально все – и частные фирмы, и конгрессмены, и военные – озабочены «ракетной зависимостью» и готовностью что-то делать. Но пока вся эта озабоченность со стороны напоминает суету с непонятным исходом.

Известный специалист в области космической политики, профессор Университета имени Джорджа Вашингтона Джон Логсдон считает, что замена РД-180 может появиться не ранее чем через пять лет. Стоимость разработки, как уже отмечалось, составит не менее 1.5 млрд \$. Очевидно, финансирование даже в объеме 220 млн в год может оказаться недостаточным.

Если здраво оценивать предложения американской промышленности, становится ясно, что реальных альтернатив РД-180 не так уж и много.

У компании Джеффа Безоса, конечно, есть некоторый опыт в разработке криогенных ЖРД, но он, скорее всего, недостаточен для проектирования, изготовления, испытаний и запуска в серию совершенно нового маршевого двигателя высокой тяги, к тому же работающего на неосвоенном топливе.

Aerojet Rocketdyne аккумулировала огромный опыт в разработке и производстве самых разных ракетных изделий. Однако и она никогда не запускала в серию кислородно-керосиновые ЖРД замкнутой схемы, да еще и с дожиганием «кислого» газа.

Единственный современный американский углеводородный двигатель Merlin компании SpaceX, несомненно, хорош по многим показателям и, самое главное, уже летает. Однако у детища Элона Маска слишком малая тяга.



▲ Двигатель Merlin компании SpaceX

Наиболее приемлемым по срокам кажется «твердотопливное» предложение ATK, но и на его реализацию уйдет не менее двух лет и немало денег.

В общем практически все новые чистокровные американские «сердца для EELV» находятся на стадии проектирования. Обеспечить же независимость от России в таком чувствительном бизнесе, как ракетное двигателестроение, требуется уже сейчас.

Впрочем, у американцев нет повода для паники. Конечно, зависимость обидна и даже для некоторых политиков оскорбительна, но совсем не катастрофична для американской пусковой программы. У США есть, может быть, и не дешевый, но очевидный выход из ситуации – увеличить производство ракет Delta IV. В ней точно нет ни одной российской детали. Также как и в Falcon 9 v1.1, который вот-вот будет сертифицирован для запусков военных спутников.

* Сообщалось о проведении летом-осенью 2013 г. стендовых испытаний, при этом обычно речь шла о сравнительно небольших компонентах типа форсуночных элементов и газогенераторов.

** После слияния с Orbital Sciences Corp (OSC) компания ATK уже предлагала заменить мощным твердотопливным двигателем жидкостную первую ступень ракеты Antares.



25 успешной работы контурных тепловых труб в космосе

А. Ильин.
«Новости космонавтики»

Первый успешный эксперимент в космосе

1 декабря 1989 г. была запущена международная орбитальная обсерватория «Гранат». На ее борту была установлена экспериментальная установка «Алена» с контурной тепловой трубой (КТТ), разработанная Центром тепловых труб НПО имени С. А. Лавочкина и коллективом лаборатории теплопередающих устройств института теплофизики Уральского отделения академии наук.

Аппарат «Гранат» пролетал 10,5 лет. С помощью уникального рентгеновского телескопа «Сигма» был открыт ряд новых источников галактического рентгеновского и гамма-излучений, в том числе и новые «черные дыры». Все это время контурная тепловая труба успешно проходила летные испытания. Вся информация о ходе эксперимента передавалась на Землю. Неоднократно космический аппарат заходил в тень Земли, при этом циркуляция в контурной тепловой трубе останавливалась и после выхода из тени возобновлялась вновь. Деградации характеристик, изменения параметров отмечено не было.

Это был первый в мире успешный эксперимент с контурной тепловой трубой.

Этот эксперимент продемонстрировал долгосрочную успешную работу контурных тепловых труб в условиях реального космического полета и открыл дорогу развитию данному направлению. Сегодня большинство космических аппаратов по всему миру используют систему терморегулирования на основе контурных тепловых труб.

Немного истории и принцип работы КТТ

Первые космические аппараты создавались на основе герметичного корпуса, заполненного контролируемой атмосферой, куда помещалась бортовая служебная и научная аппаратура. Со временем электроника претерпела существенные изменения, и подавляющее большинство приборов получило возможность функционировать в условиях открытого космического пространства. Но возникла серьезная проблема – отвод тепла. Температурный режим необходимо было обеспечить такими механизмами теплопередачи, как излучение и теплопроводность.

Решение по отводу тепла было найдено. В системах обеспечения теплового режима негерметичных КА широкое применение нашли тепловые трубы. Современные системы терморегулирования на базе тепловых труб обладают высокой надежностью, длительным ресурсом (15–20 лет) и относительно низкой стоимостью по сравнению с активными газовыми или жидкостными контурами.

Тепловая труба является двухфазным теплопередающим устройством. При подводе тепла теплоноситель испаряется и становится газом. Газ перемещается в зону отвода тепла и конденсируется. При этом испарение и конденсация происходят практически при одной и той же температуре. Жидкость возвращается в зону испарения за счет капиллярных сил. Таким образом осуществляется передача тепловой энергии практически без перепада температур.

Принцип действия тепловых труб в 1942 г. предложил Р.С. Гоглер из General Motors, а Джордж Гровер из Лос-Аламосской национальной лаборатории в 1963 г. впервые применил сам термин «тепловая труба».

Тепловые трубы нашли многочисленные применения в различных областях. Очень важную нишу они заняли в космической технике, являясь в современных космических аппаратах основными элементами для построения систем терморегулирования.

Ограничения теплопереноса в обычных тепловых трубах связаны с гидравлическим сопротивлением при движении жидкой фазы теплоносителя в капиллярной структуре, малым капиллярным напором и вскипанием теплоносителя в капиллярной структуре.

В результате попыток преодолеть недостатки обычных тепловых труб в Свердлов-

ске в начале семидесятых годов группой советских ученых, инженеров и студентов под руководством Ю.Ф. Герасимова были созданы антигравитационные тепловые трубы, названные так за их способность передавать тепло сверху вниз, поднимая жидкость на значительную высоту против сил гравитации. В числе этих молодых тогда ученых были Ю.Ф. Майданик и В. М. Кисеев.

Созданное устройство содержало раздельные каналы для жидкости и пара, а тепловой поток в испарителе был направлен навстречу движению теплоносителя. Сама капиллярная структура расположена только в испарителе, и теплоноситель движется в ней поперек на расстояние в несколько миллиметров, а не вдоль всей структуры, как в обычных тепловых трубах. Это позволило резко увеличить капиллярный напор за счет уменьшения диаметра пор капиллярной структуры. Как следствие, такие тепловые трубы оказались способными передавать тепловые мощности в несколько киловатт на десятки метров по каналам очень малого диаметра, работать практически в произвольном положении в поле тяжести.

С научной точки зрения название «антигравитационные» звучало некорректно, и для этих теплопередающих устройств нашли термин – *контурные тепловые трубы*.

В конце 1989 г. инженеры НПО имени С. А. Лавочкина вместе с коллективом Института теплофизики Уральского отделения Академии наук под руководством Ю.Ф. Майданика осуществили первый успешный космический эксперимент с контурными тепловыми трубами. С той поры КТТ заняли свое устойчивое место в космической технике. Они буквально изменили облик современных космических аппаратов.

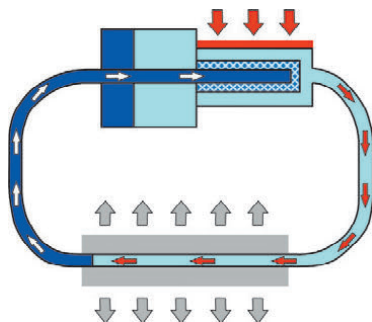
Контурные тепловые трубы для космического применения существенно отличаются от прототипа и обладают способностью работать не только в условиях гравитации, но и в невесомости. Преимущество контурных тепловых труб оказалось так велико, что международное научное сообщество признало, что они являются фактически новым классом теплопередающих устройств. Особенно приятно, что этот технический прорыв осуществлен на нашем предприятии. Это огромный успех наших проектантов, конструкторов, технологов и испытателей, которому еще предстоит дать объективную оценку.

Опыт применения

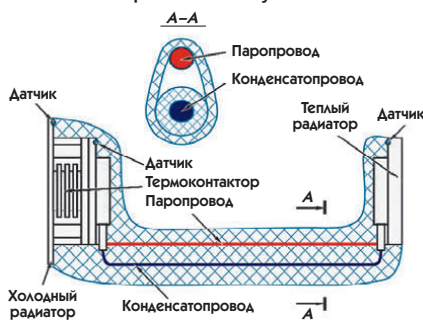
За четверть века, включившую в себя сложный для нашей космонавтики и страны в целом период перестройки, пройден весь путь создания новой технологии, ее освоения и популяризации, наземной экспериментальной и летной квалификации.

Разработки и применение КТТ начались уже для исследовательских зондов КА «Марс-96». Малые станции и пенетраторы этого проекта имели системы обеспечения теплового

▼ Схема работы контурных тепловых труб



▼ Схема экспериментальной установки «Алена»



режима на базе контурных тепловых труб с регуляторами давления. КТТ охлаждали радиоизотопные теплоэлектрогенераторы этих зондов начиная с момента их монтажа в сборочном цехе. В процессе дальнейшей сборки КА, его транспортировки на полигон, в монтажно-испытательном корпусе на Байконуре, на пусковом столе в составе ракеты-носителя мы получали телеметрическую информацию о нормальной работе четырех контурных тепловых труб, обеспечивавших нормальный температурный режим радиоизотопных источников. К сожалению, проблемы при выведении КА на орбиту не позволили нашему предприятию гордиться этим первым в мире применением контурных тепловых труб.



▲ Малые станции АМС «Марс-96»

Первым успешным применением КТТ в нашей стране было создание систем терморегулирования никель-водородных аккумуляторных батарей КА типа «Ямал-200» РКК «Энергия». Два спутника были запущены одним носителем 24 ноября 2003 г. На их бортах были установлены восемь контурных тепловых труб, которые успешно проработали более 10 лет на «Ямале-201» и продолжают работать на «Ямале-202».

Системы терморегулирования практически всех КА, разработанных НПО имени С.А.Лавочкина в последние годы, в основном базируются на применении контурных тепловых труб с регуляторами давления, которые могут не только передавать тепловой поток, но и регулировать заданный тепловой режим объектов. Сегодня КТТ с регуляторами давления являются основным средством систем обеспечения теплового режима для всех космических аппаратов, создаваемых в НПО имени С.А.Лавочкина. До 100% тепловой мощности, выделяемой нашими аппаратами, рассеивается через радиаторы на базе КТТ. Неоценимую роль играют также эти замечательные устройства при создании планетарных станций и исследовательских зондов.

Шесть радиаторов с контурными тепловыми трубами и регуляторами давления успешно эксплуатируются на борту космического аппарата «Электро-Л», который был выведен на орбиту 20 января 2011 г. и сегодня безотказно работает.

Пять радиаторов с контурными тепловыми трубами и регулятором давления установлены на борту аппарата «Спектр-Р», который был запущен 7 июля 2011 г., и демонстрируют отсутствие отказов и деградации характеристик. Более чем три года

успешно функционируют шесть радиаторов с контурными тепловыми трубами в составе российского модуля «Рассвет» на МКС.

Более 20 созданных в Центре контурных тепловых труб эксплуатировались и продолжают работать в настоящее время на четырех китайских метеорологических космических аппаратах FY-1B, FY-1C, FY-1D, FY-3A.

Благодаря своим массогабаритным преимуществам и способности отводить тепло в произвольном положении в поле массовых сил и в сочетании с сотопанельными технологиями контурные тепловые трубы практически полностью изменили облик современных космических аппаратов, позволили перейти на модульный принцип построения и наземной отработки космической техники. При этом они сохранили технологическую простоту обычных тепловых труб, а по ресурсу, метеоролитной и радиационной стойкости даже превышают свойства последних.

К настоящему времени около 500 контурных тепловых труб запущены в космос на борту космических аппаратов нашей страны, США, Китая, Европы. Огромный интерес к данному типу устройств проявляют такие страны, как Бразилия, Южная Корея, Япония, Индия и ряд других.

До настоящего времени Центр тепловых труб остается лидером в разработке и производстве этих уникальных устройств для космического применения. Центр тепловых труб обладает широким спектром оборудования, необходимого для производства контурных тепловых труб и проведения их наземной отработки. Тем не менее каждый год возникают новые задачи и новые конструкторские идеи, что заставляет нас совершенствовать и развивать нашу производственную и экспериментальную базу.

Научные задачи на будущее

Контурные тепловые трубы и системы терморегулирования на их основе остаются одним из главных объектов исследования и изучения. Этим вопросам было уделено центральное внимание на второй международной конференции «Тепловые трубы для космического применения», которая была проведена по инициативе Центра тепловых труб в Химках с 15 по 19 сентября 2014 г. Конференция была подготовлена при поддержке Роскосмоса, администраций Московской области и городского округа Химки. Она была посвящена 100-летию со дня рождения Георгия Николаевича Бабакина – выдающегося советского ученого и конструктора космической техники, первых автоматических космических аппаратов для исследования Луны, Марса и Венеры.

В конференции приняли участие более 80 специалистов



▲ Метеоспутник «Электро-Л» с радиаторами на контурных тепловых трубах

из 11 стран мира, в том числе из США, Германии, Испании, Японии, Франции.

Ключевая лекция об истории развития тепловых труб как класса техники была сделана профессором Штутгартского университета Манфредом Гроллем.

Интересным было выступление профессора Ю. Ф. Майданика из Института теплофизики Уральского отделения Академии наук. Истории применения контурных тепловых труб на космических аппаратах США был посвящен доклад Михаила Никиткина.

С новой разработкой в области тепловых труб выступил Л. Л. Васильев, профессор Института тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова Национальной академии наук Белоруссии (г. Минск).

На конференции присутствовали и сделали научные доклады специалисты практически всех головных предприятий российской космической отрасли промышленности. Многие из того, что они рассказали, было необычно и ново для представителей западных стран. Опыт, представленный коллегами из США и Европы, вызвал неподдельный интерес у наших разработчиков систем терморегулирования, о чем свидетельствовали оживленные дискуссии в перерывах и в кулуарах.

Информацию о конференции и научные материалы можно посмотреть на сайте heatpipe.ru.

Нет никаких сомнений, что технология создания контурных тепловых труб будет стремительно совершенствоваться в ближайшие годы, а их возможности далеко не все раскрыты и использованы.

Подготовлено на основе интервью главного конструктора отраслевого Центра тепловых труб Константина Гончарова, а также других материалов, предоставленных Центром



▼ Главный конструктор, руководитель Центра тепловых труб (ЦТТ), председатель оргкомитета конференции Константин Анатольевич Гончаров, профессор Института тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова Леонард Леонидович Васильев, профессор Манфред Гролл и зам. руководителя ЦТТ Анатолий Павлович Дроздов



Посадка на ядро кометы

12 ноября в 16:03 UTC впервые в истории космонавтики зонд *Philae*, отделившийся от европейского КА *Rosetta*, достиг поверхности ядра кометы 67P / Чурюмова–Герасименко.

Выбор места и подготовка к десанту

Как известно, *Rosetta* настигла комету Чурюмова–Герасименко 6 августа 2014 г. после десяти лет полета (НК № 10, 2014). Подлётный маневр перевел аппарат на дугообразную траекторию, проходящую примерно в 100 км от ядра – в плане полета она называлась *Close Approach Trajectory*, сокращенно *CAT*. Следующие две коррекции 10 и 13 августа – *CAT-1* и *CAT-2* – задали условия для еще двух проходов мимо ядра. Минимальное расстояние было отмечено 11 августа и составило около 90 км.

Импульс *CAT-3* был выполнен 17 августа в 09:00 UTC и стал началом перехода с уровня *Big CAT* на уровень *Small CAT*. Ту же цель имела и коррекция *CAT-4*, проведенная 20 августа в 92 км от ядра. В этот же день по результатам проведенных съемок ядра были выбраны пять возможных районов десантирования зонда.

24 августа в 09:00 на высоте 72 км состоялся импульс *CAT-5*, и на заданной им дуге аппарат приблизился к ядру до 52–53 км. Еще две коррекции 27 и 31 августа стали началами двух следующих дуг с такими же геометрическими параметрами. Все это время *Rosetta* с точки зрения небесной механики еще имела гиперболическую относительно ядра скорость, и условия совместного полета задавались регулярными маневрами.

3 и 7 сентября *Rosetta* провела два маневра *TGM-1* и *-2* с целью перехода на круговую орбиту, затратив на них 0.56 и 0.45 м/с. Вечером 7 сентября при помощи камеры

CIVA на зонде *Philae* был сделан снимок ядра кометы на фоне солнечной батареи станции.

10 сентября в 09:00 UTC двигатели аппарата выдали импульс *GMP-1* величиной 0.193 м/с, обеспечивший выход на «настоящую», гравитационно-обусловленную орбиту вокруг ядра на высоте 29 км с периодом обращения около 14 суток. Как несложно подсчитать, орбитальная скорость КА составляла всего 0.15 м/с.

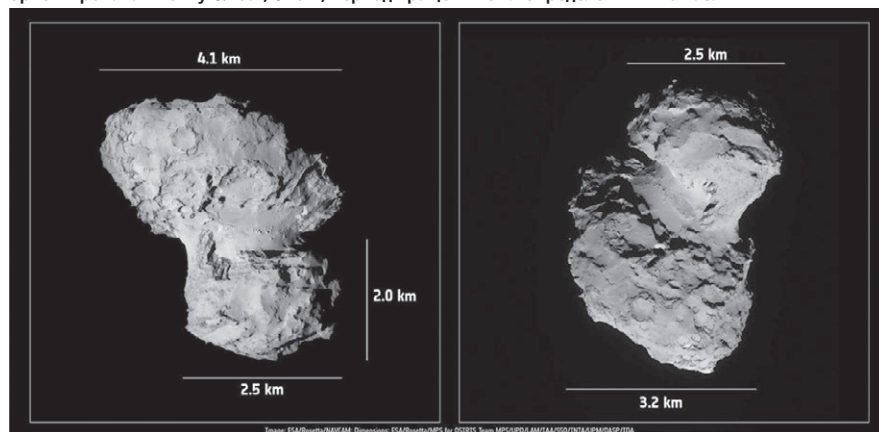
Аппарат приступил к глобальному картографированию ядра кометы, рассчитанному на четыре недели. Однако уже 15 сентября ЕКА объявило, что посадка будет предпринята в районе *J* на «голове», иначе говоря, на малом «полушарии» ядра. ЕКА пояснило, что критериями выбора была максимальная без-

опасность зонда *Philae* и наличие признаков активности вблизи запланированной точки посадки.

Стоит отметить, что по «картографической» орбите *Rosetta* не сделала ни одного полного витка. В действительности этот этап также состоял из трех дуг, из которых две («утренняя» и «вечерняя») лежали над освещенными частями ядра, а третья – над теневой. Последнее было необходимо для изучения тепловых свойств грунта кометы.

Маневр в начале третьей дуги 24 сентября позволил станции снизиться за пять суток до 20 км, и 29 сентября она вышла на круговую орбиту высотой 18.6 км с периодом 7 сут, лежащую над терминатором. 8 октября *Rosetta* сманеврировала на переход-

▼ Форма и размеры ядра кометы Чурюмова–Герасименко были точно определены к 3 октября. Большое полушарие («тело») имело размеры 4.1×3.2×1.3 км, малое («голова») – 2.5×2.5×2.0 км. Массу ядра оценили в 10 млрд тонн при объеме 25 км³ и средней плотности 0.4 г/см³. Ось вращения была ориентирована в точку $\alpha=69^\circ$, $\delta=64^\circ$; период вращения был определен в 12.40 часа



ный эллипс, а с 15 октября кружила вокруг ядра на высоте 9.8 км при периоде 66 час. Это была так называемая фаза близких наблюдений COP (Close Observation Phase).

Тем временем 26 сентября ЕКА объявило, что сброс зонда Philae состоится 12 ноября в 08:35 UTC по бортовому времени на удалении 22.5 км от центра ядра кометы, а посадка в точке J – примерно через семь часов после этого. В это время еще оставался запасной вариант с посадкой в точке C, однако 14 октября агентство подтвердило готовность к спуску по основному варианту.

Практическая подготовка к десантированию началась 28 октября – в этот день в 12:59 UTC двигатели «Розетты» были включены на 82 сек и выдали приращение скорости 0.081 м/с для ухода с орбиты COP. Второй импульс 31 октября перевел станцию на расчетную орбиту сброса высотой около 30 км.

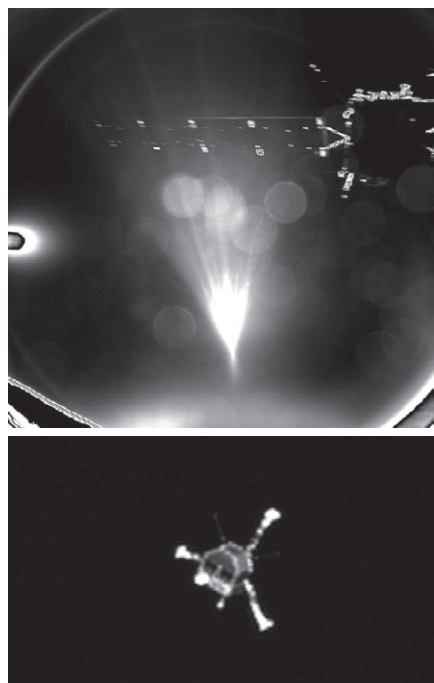
4 ноября ЕКА объявило имя для района посадки Philae, которое уже через неделю предстояло забыть. Бывший Site J назвали Агилкия (Agilkia) по имени острова на реке Нил, на который с острова Филы (Philae) перенесли храм Изиды и другие сооружения. Сам же остров Филы, на котором был в свое время найден Розеттский камень, был затоплен при заполнении Асуанского водохранилища.

Под музыку кометы

11 ноября специалисты ЕКА опубликовали запись «песни», которую «поет» комета Чурюмова–Герасименко. Звуки были записаны комплектом плазменных инструментов PRC из пяти приборов, один из которых – магнитометр – первым обнаружил ее в августе с расстояния около 100 км.

Итак, колебания проявляются в магнитном поле вокруг кометы, но что является их причиной? Точный физический механизм пока остается загадкой, но ученые полагают, что они связаны с процессом ионизации нейтральных частиц, испускаемых кометой. «Мы не ожидали этого и все еще работаем, чтобы понять физику происходящего», – за-

▼ После разделения Philae и Rosetta сфотографировали друг друга



| Время, UTC | | Событие |
|------------|----------|---|
| SCET | ERT | |
| 11 ноября | | |
| 18:05:00 | 18:33:20 | Включение систем зонда Philae, включая ретрансляцию данных через КА Rosetta |
| 19:34:40 | 20:03:00 | Начало разворота КА Rosetta для маневра. Временная потеря связи |
| 20:24:00 | 20:52:20 | Начало стабилизации зонда Philae маховиком |
| 12 ноября | | |
| | 01:00 | Загрузка на КА Rosetta последовательности команд для отделения зонда |
| 03:35:00 | 04:03:20 | Старт программы отделения и спуска на Philae. Включение научных приборов. |
| 04:00:00 | 04:28:20 | Начало выполнения бортовой программы сброса на КА Rosetta |
| 05:35:00 | 06:03:20 | Маневр Rosetta на орбиту сброса |
| 08:35:00 | 09:03:20 | Отделение зонда Philae |
| 08:57:30 | 09:25:50 | Разворот Philae в посадочное положение |
| 09:15:00 | 09:43:20 | Маневр Rosetta на орбиту наблюдения и ретрансляции |
| 10:25:00 | 10:53:20 | Возобновление приема информации от Rosetta и Philae |
| 11:31:00 | 11:59:20 | Начало сброса записанных данных с Rosetta |
| 14:33:37 | 15:01:57 | Включение активной системы посадки, начало съемки |
| 15:34:00 | 16:02:20 | Расчетный момент касания поверхности ядра со скоростью около 1 м/с |
| 15:38:52 | 16:07:12 | Начало съемки панорамы |
| 16:11:19 | 16:39:39 | Окончание посадочной циклограммы, передача информации |
| 17:20:47 | 17:49:07 | Начало первого блока научной работы на поверхности (7 часов) |
| 18:34:40 | 19:03:00 | Конец зоны ретрансляции через Rosetta |
| 13 ноября | | |
| 09:00 | 09:28 | Начало второго блока работы на поверхности |
| 21:00 | 21:28 | Начало третьего блока работы на поверхности |
| 14 ноября | | |
| 17:30 | 17:58 | Начало четвертого блока работы на поверхности |
| 15 ноября | | |
| 08:07 | 08:35 | Разрядка аккумулятора, окончание первого цикла работы на поверхности |

явил постановщик эксперимента RPC Карл-Хайнц Глассмейер (Karl-Heinz GlaBmeier) из Технического университета Брауншвейга.

Естественно, человеческое ухо услышать эту «песню» не может, поскольку она звучит на частотах 40–50 мГц. Чтобы сделать звук слышимым для людей, специалисты ЕКА «сжали» его, увеличив частоту примерно в 10 000 раз.

Но вернемся к «Розетте». Расчетная циклограмма отделения, посадки и последующей работы зонда включала перечень основных пунктов (см. таблицу).

Первая попытка включения систем зонда Philae вечером 10 ноября не удалась. Однако после принудительной перезагрузки компьютера аппарат «пришел в себя», запитал все системы и начал зарядку аккумулятора.

В ходе проверки группа управления зондом в центре управления DLR в Кёльне обнаружила, что активная система посадки, обеспечивающая прижим Philae после касания, не может быть использована. В норме реактивное сопло на верхней панели корпуса должно было работать в течение 15 секунд, не давая зонду отпрыгнуть при выстреле со скоростью 90 м/с двух гарпунов. Окончательная фиксация аппарата на грунте возлагалась на шурупы-ледобуры на каждой из трех опор. Так вот, выяснилось, что газовое сопло не может быть приведено в действие! Для этого требовалось пробить восковую пробку на баллоне с азотом, но этого не удалось сделать даже после того, как каждую из двух предназначенных для этого игл активировали по два раза, и ожидаемого подъема давления в газовой магистрали не было.

«Нам придется полностью полагаться на гарпуны при касании», – заявил руководитель

* Такой вариант не исключался: уже в ходе полета выяснилось, что запалы зарядов нитроцеллюлозы в условиях вакуума и холода могут не сработать.

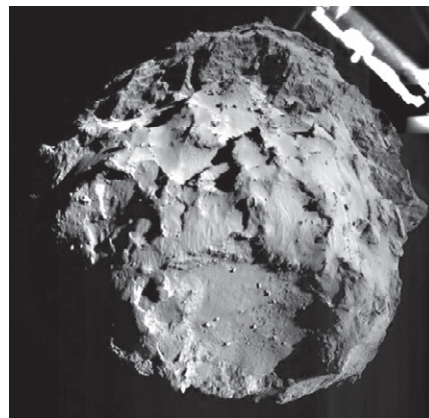
посадки Стефан Уламец (Stephan Ulamec). – Хорошо было бы не попасть на булыжник или крутой склон». В свою очередь, руководитель миссии Фред Янсен (Fred Jansen) заявил: «Если поверхность такова, как мы думаем, будет достаточно одних ледобуров».

Приняв эту проблему как данность, 12 ноября в 02:35 группа управления дала разрешение на разделение и спуск.

В 05:35 по бортовому времени Rosetta выдала импульс величиной около 0.46 м/с и перешла на траекторию, проходящую в 5 км от центра ядра кометы. Ровно через три часа специальные приводы разделения сработали и придали Philae дополнительный тормозной импульс 0.187 м/с. Радиосигнал с места события до Земли шел 28 минут 20 секунд, и, как и планировалось, в 09:03 UTC в Центр управления полетом «Розетты» в немецком Дармштадте с европейской наземной станции Нью-Норсия в Австралии пришло подтверждение разделения. Начался главный этап миссии – посадка на ядро кометы!

Через 40 минут после разделения Rosetta сманеврировала на орбиту наблюдения, и в 11:07 в Австралии начали принимать с нее информацию о состоянии обоих КА. С этого момента основной функцией «Розетты» стала ретрансляция данных малого посадочного зонда, который не способен работать с Землей самостоятельно. По межбортовой радиолинии Philae «отчитался» о своем состоянии и подтвердил работу стабилизирующего маховика и развертывание посадочных опор, передал снимки «Розетты», сделанные сразу после разделения, и первые научные данные. Rosetta также сбросила на Землю фотографию удаляющегося зонда.

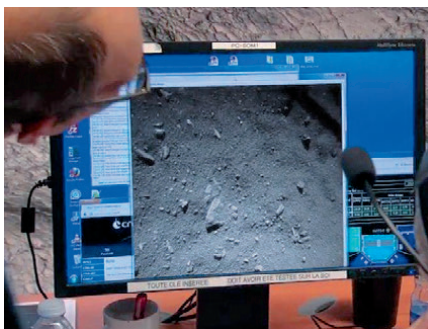
▼ В 17:37 для успокоения общественности ЕКА выдало подлетную фотографию камеры ROLIS, сделанную в 14:38:41 UTC с высоты около 3 км



Есть касание! Есть подскок...

Спуск на поверхность ядра с высоты 22.5 км занял около семи часов, в течение которых посадочный зонд Philae регистрировал параметры среды рядом с ним. За час до расчетного момента касания камера ROLIS начала подлетную съемку с разрешением 3 м и лучше.

Подтверждение посадки ожидалось в 16:02 с возможным отклонением в 40 минут. Однако все было сделано очень точно, и сигнал о касании достиг Земли в 16:03 UTC. Его приняли станция ЕКА Маларгуэ в Аргентине и дублирующая ее станция NASA под Мадридом. Доказательством послужила информация о ходе амортизаторов посадочных опор на 43 мм.



▲ А вот два снимка, сделанные в последние минуты спуска, с высоты 40 и 8 м, были официально опубликованы лишь 13 ноября, но еще накануне «утекли» через твиттер. Они показали, что поверхность ядра кометы покрыта пылью и твердыми обломками размером от миллиметров до метров

В Дармштадте началось вполне понятное ликование. Через несколько минут пришла информация о том, что оба гарпуна были выстрелены, а их тросики подтянуты. В соответствии с бортовой программой прошло выключение маховика. Казалось, все прошло штатно, и Philae должен был начать съемку панорамы камерой CIVA и измерить состав летучих веществ анализаторами COSAC и Ptolemy.

Однако через 40 минут после касания, когда закончилась посадочная циклограмма, пошли неприятные новости. Специалисты в Кёльне выяснили, что не сработал не только двигатель прижима, но и гарпуны не выстрелили*, и вообще непонятно – стоит лэндер или движется! Сигнал с зонда проходил нестабильно, с перерывами. В 17:05 в твиттере зонда Philae появилось сообщение: «Я на поверхности, но моя удерживающая система не сработала. Команда пытается определить – почему».

В 18:12 твиттер Финского метеорологического института сообщил, что два из трех шурупа-ледобура все-таки вкрутились в грунт и зафиксировали Philae.

Наконец, в 19:00 руководители полета вышли на брифинг с прессой. Экс-астронавт Томас Райтер, ныне руководитель Директората пилотируемых полетов и космических операций, сообщил, что сигнал о касании пришел в 16:03:30. Стефан Уламеке сказал, что зонд, возможно, осуществил посадку дважды, поскольку после первой мог отскочить от поверхности и сесть повторно с разворотом. Последнее было видно по характеру сигнала и по переменности тока от солнечных батарей, а также по данным маг-

нитометра ROMAP. Вращение наблюдалось в течение двух часов, а потом прекратилось, и с 17:32 связь стала устойчивой.

С точки зрения физики ничего удивительного: сила тяжести на ядре примерно в 50 000 раз меньше, чем на Земле, и вес Philae составляет лишь примерно 2 грамма. К счастью, при первом касании скорость была в значительной степени погашенной, и скорость отскока оказалась меньше отлетной. Вращение же аппарат приобрел за счет торможения маховика по циклограмме – ведь при ее составлении рассчитывали на фиксацию к поверхности!

Основные системы Philae – питание от основного аккумулятора, управление, устройство хранения информации – на спуске и после посадки работали штатно. Зонд получал питание от солнечной батареи Wall №2, однако во время устойчивого приема телеметрии с поверхности некоторые его части находились в тени.

Rosetta ушла за горизонт в 17:59 UTC – из-за особенностей рельефа это произошло на час раньше расчетных 19:03. Контакт с посадочным зондом был потерян, но наземная команда уже получила много информации для обработки – снимки камеры ROLIS, хорошие данные от Ptolemy и COSAC, информацию от приборов для определения свойств грунта SESAME и MUPUS. А вот посадочная панорама с набора камер CIVA не получилась: вместо «картинки» на Земле приняли набор черных полос.

Поиск иголки в мартовском сугробе

Что же произошло на самом деле? Как ни удивительно, наиболее подробно события удалось восстановить по измерениям магнитометра ROMAP. Еще вечером 12 ноября его команда сообщила, что всего было три касания – в 15:33, 17:26 и 17:33 по бортовому времени. Более подробная и уточненная информация была опубликована 28 ноября.

Итак, ROMAP представляет собой магнитометр и монитор плазмы и в норме исполь-

зуется для регистрации магнитного поля ядра кометы и изучения его взаимодействия с солнечным ветром. Он также улавливает собственные слабые магнитные поля «Розетты» и ее зонда, которые они генерируют при работе различных электронных схем на борту. Для измерения космических полей это – помеха, которую нужно уметь исключить из основного сигнала.

Однако во время десанта на комету собственные магнитные поля представляли самостоятельный интерес и позволяли контролировать, что происходит с Philae по мере снижения. «Любое движение зонда Philae в магнитном поле, даже самое маленькое, может быть замечено по изменениям в измеренном направлении поля», – пояснил Ганс-Ульрих Аустер (Hans-Ulrich Auster) из Брауншвейгского технического университета, один из научных руководителей эксперимента ROMAP.

По данным ROMAP было установлено следующее:

- ◆ После разделения уровень помехи в магнитном поле уменьшался по мере увеличения расстояния от «Розетты». Было также видно, что Philae медленно вращается, делая один оборот примерно за 5 минут;

- ◆ Когда были развернуты ноги посадочного устройства, угловая скорость вращения уменьшилась и составила один оборот за 8.5 минут;

- ◆ Развертывание стойки ROMAP сопровождалось уменьшением измеряемого уровня помехи за счет удаления датчика от корпуса Philae;

- ◆ Первое касание было зарегистрировано в 15:34:04 UTC по бортовому времени;

- ◆ После касания и отскока скорость вращения Philae стала увеличиваться и росла в течение примерно 40 минут, когда отключенный и замедляющий свое вращение маховик передавал угловой момент зонду в целом. К 16:10 Philae делал один оборот примерно за 13 секунд, сохраняя правильную ориентацию по отношению к ядру кометы;

- ◆ В 16:20 Philae столкнулся с элементом рельефа, возможно, с кромкой кратера.

«Мне плевать, что ты посадил зонд на комету»

Научный руководитель посадки Philae на ядро кометы, астрофизик, доктор наук Мэтт Тейлор (Matt Taylor) оказался в эпицентре нелепого скандала. Во время прямого эфира ученый предстал перед мировой общественностью в яркой рубашке с изображением полуобнаженных девушек.

В тот день издание The Verge вышло с заголовком: «Мне плевать, что ты посадил зонд на комету, если твоя рубашка сексистская и оскорбительная». Это был привет от возмущенных феминисток, обвинивших ученого в дискриминации женщин и охарактеризовавших эпизод с появлением Мэтта в телеэфире словами «шаг вперед для человека, три шага назад для человечества».

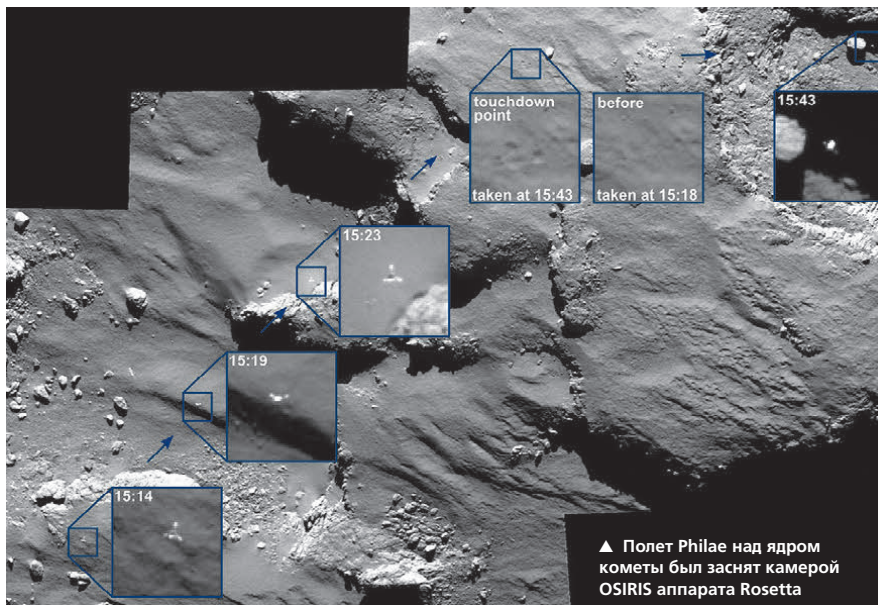
Активные феминистки представили злощастную рубашку одной из причин, по которой многие женщины не решаются заниматься наукой. Шквал негодования по этому поводу моментально захлестнул Интернет. Новость тиражировали на известных сайтах и обсуждали на крупных форумах, а видные деятели науки и представители СМИ делились своим мнением на страницах социальных сетей.

Очень скоро Тейлор под напором критики, больше напоминающей травлю, со слезами на



глазах извинился на конференции ЕКА перед всеми, кого оскорбил своим внешним видом, и признал, что ошибся в выборе одежды. Тейлор произнес следующие слова: «Я совершил большую ошибку и оскорбил много людей. Мне очень-очень жаль».

Следует отметить, что Мэтт Тейлор вообще выглядит неформально: он бородат и покрыт татуировками на космическую тематику. Еще задолго до скандала у Тейлора не раз спрашивали, не мешает ли его карьере внешность, на что ученый отвечал, что ему повезло работать в команде, где никто не оценивает людей по внешности.



Г.-У. Аустер пояснил, что это событие нельзя назвать посадкой, так как в данных не читается никаких признаков вертикального ускорения, в отличие от первого и последнего касания. «Мы думаем, что Philae, вероятно, коснулся поверхности лишь одной ногой... и после этого начал кувыркаться. Теперь мы видели не просто вращение вокруг оси Z, а намного более сложное движение, сильно влияющее на измерения магнитного поля», – сказал он. После столкновения вращение замедлилось, и основной период теперь составлял один оборот за 24 секунды;

◆ В 17:25:26 Philae коснулся поверхности снова, первоначально одной опорой, а затем и всеми тремя;

◆ В 17:31:17 Philae сел на грунт в третий раз и встал на все три опоры.

Информацию ROMAP о трех последовательных посадках Philae подтвердили также данные теплового картографа-анализатора MUPUS и радиоданные аппаратуры CONSERT.

Следующий вопрос заключался в том, где же после двух прыжков оказался аппарат и в каком состоянии. Продолжительность полета после первого отскока превышала 110 минут. Гравитационная модель ядра кометы подсказывала, что скорость при отскоке составила около 0.38 м/с, что позволило Philae пролететь приблизительно километр. Во второй раз зонд отскочил со значительно меньшей скоростью – порядка 0.03 м/с – и улетел максимум на несколько метров.

Самое первое касание произошло в запланированной эллиптической области приземления. Это подтвердили снимки камеры ROLIS на спуске, которые уже вечером 12 ноября удалось надежно привязать к данным камеры OSIRIS на аппарате Rosetta. Измерения приборов CONSERT говорили о том, что зонд мог переместиться к большой депрессии, названной в сентябре Site B, и может находиться на ее кромке.

14 ноября в Дармштадте наконец получили с «Розетты» снимки, сделанные навигационной камерой во время посадки зонда с высоты 15.5 км с разрешением 1.3 м. Два из них были сделаны в 15:30:32 и в 15:35:32 UTC – за 214 секунд до первого касания (в это время Philae был на высоте приблизительно 250 м) и через 86 секунд после него.

На втором снимке вблизи расчетной точки было замечено темное пятно – скорее всего, поднятое при касании облако пыли.

Самое смешное, что на снимке присутствовал сам зонд Philae и его тень, однако обнаружили его не сразу. Лишь 16 ноября эта новость была опубликована в блоге миссии с указанием имен первооткрывателей.

17 ноября на Землю наконец-то пришли снимки района посадки камерой OSIRIS, имеющей на высоте 15.5 км разрешение 0.28 м. На трех из них было прекрасно видно движение Philae с юго-запада к точке посадки, а на четвертом, сделанном в 15:43, – след от опор зонда в точке первого касания и сам посадочный аппарат, отклонившийся после отскока почти на 45° и летящий в сторону востока со скоростью около 0.5 м/с. К сожалению, вне этого района съемка не велась.

21 ноября свою оценку дали постановщики эксперимента CONSERT. Используя данные, полученные его двумя частями на «Розетте» и на зонде как в периоды прямой видимости, так и при радиопросвечивании ядра, они указали две возможные зоны посадки – основную шириной 30 м и длиной 350 м и вторую, небольшую, которая получается при определенных допусках на геометрическую модель ядра.

Казалось, дополнительные съемки с помощью OSIRIS'a в этих зонах позволят быстро определить, где именно Philae закончил свой путь, однако специальная кампания 12–14 декабря не принесла успеха. Вероятно, одна из причин неудачи – то, что Philae слишком редко и плохо освещен Солнцем. Поиски планируется возобновить в январе.

Работа на ядре

Но вернемся от поиска Philae к нему самому. Второй сеанс связи с зондом начался 13 ноября в 06:01 UTC, когда в результате вращения ядра Rosetta вновь «увидела» район посадки. В начале линии связи Rosetta – Philae была неустойчива, но после подъема орбитального аппарата над горизонтом качество связи улучшилось, и Philae смог передать телеметрию, снимки и другие данные с поверхности. Сеанс продолжался до 09:58, когда Rosetta вновь скрылась под горизонтом.

Подготовленную программу работы второго сеанса пришлось переделать. Неясность положения аппарата заставила отложить взятие образцов грунта буровым устройством SD2 до лучших времен. Вместо этого во второй раз запустили съемку посадочной панорамы.

Уже утром ЕКА опубликовало первый снимок камеры CIVA-P на поверхности ядра, а ближе к вечеру – панораму из семи кадров. На них попали концы трех посадочных опор, одной из штанг научной аппаратуры и антенны прибора CONSERT, позволив не только увидеть, что именно находится вокруг зонда, но и оценить его ориентацию. Поскольку на одном из кадров было видно небо, а на другом – близкая скала, можно было предположить, что аппарат стоит во впадине рельефа с большим наклоном – порядка 30° или даже больше. Казалось также, что одна из его опор зависла над пустотой. «Балкончик», где размещались контактные инструменты, оказался на высоте 25–30 см над грунтом.

На брифинге 13 ноября глава Центра управления ЕКА Паоло Ферри (Paolo Ferri) объявил: «Philae находится на поверхности и делает отличную работу. Он работает очень хорошо, и мы можем сказать, что Philae – везунчик». Руководитель полета Игнасио Танко (Ignazio Tanco) объявил, что следующее «окно» откроется в 19:27 и продлится до 23:47 бортового времени.

Добавим, что вечером 12 ноября и затем 14 ноября Rosetta корректировала свою орбиту, чтобы оптимизировать график сеансов. Орбитальный аппарат передавал информацию на Землю со скоростью около 28 кбит/с, из которых служебная телеметрия составляла 1–2 кбит/с, а весь остальной поток приходился на научные данные.

Стефан Уладек сообщил, что зонд оказался в очень неблагоприятных условиях по освещенности. В первоначально выбранной точке продолжительность «дня» должна была быть около 7 часов из 12.4-часовых местных «суток». В реальности оказалось, что аппарат попал в тень высокой скалы и что лишь одна из солнечных батарей зонда освещена в течение 80 минут каждого оборота ядра, а еще на две свет падает по 20–30 мин. Это означало, что баланс по питанию отрицательный: потребности лэндера намного превышали приход энергии, направляемый на заряд дополнительного аккумулятора.

Нужно было спешить с научной программой, пока еще оставалась энергия в основной батарее. Восемь приборов из десяти уже провели измерения полностью или частично, и было принято решение задействовать вечером 13 ноября два контактных эксперимента, пусть даже с риском опрокинуть зонд. Команды были отправлены на борт и исполнены: головка спектрометра APXS опустилась на грунт, а пенетратор прибора MUPUS был в него забит.

Результаты измерений были получены утром 14 ноября. К счастью, ориентация аппарата не изменилась, и в этом же сеансе – помирать, так с музыкой! – было запущено бурение грунта до глубины 250 мм.

Вечерний сеанс 14 ноября продолжался с 22:29 до 00:36 и стал последним для Philae.

Для питания зонда задействовали не только основной аккумулятор, уже почти опустошенный, но и дополнительный, подзаряжаемый от солнечных батарей. Аппарат успел передать информацию об успешной работе бурильного устройства SD2 и все научные результаты, включая данные измерений, проведенных анализаторами COSAC (грунта на органику) и Ptolemy (газовой среды на изотопный состав).

В ходе сеанса по заложенной программе Philae изменил свою ориентацию – повернулся вокруг вертикальной оси на 35° и приподнялся на 4 см. Смысл операции был в том, чтобы повернуть к Солнцу большую солнечную батарею Wall №1 и увеличить количество получаемой энергии. Сделав последний снимок камерой ROLIS и выполнив измерения радиозондом CONSERT, с падением напряжения до 20 В он погрузился в сон.

В будущем, когда комета подойдет ближе к Солнцу и снимаемая с солнечной батареи мощность увеличится, Philae сможет набрать заряд и возобновить работу. Прогноз данных о температуре оборудования зонда показывает, что он не будет остывать настолько сильно, чтобы выйти из строя. Интересно, что по мере приближения к Солнцу затененное положение Philae может оказаться преимуществом: зонд будет защищен от перегрева и, быть может, окажется работоспособен даже в перигелии. Поэтому каменную стену, около которой он нашел приют, так и назвали – Скала Перигелия (Perihelion Cliff).

Что под поверхностью?

Говоря о результатах Philae, нужно подчеркнуть: у операторов и ученых не было никакого резерва времени, и по каждому из контактных экспериментов они могли рассчитывать только на одну попытку.

Итак, 14 ноября представитель французского CNES Филипп Годон (Philippe Gaudon) с сожалением сообщил, что единственный замер альфа-протон-рентгеновского спектрометра APXS показал наличие меди и титана. Очевидно, у головки прибора не открылась крышка.

18 ноября ученые из германского DLR сообщили предварительную информацию о работе прибора MUPUS. Блок формирования тепловой карты TM, расположенный на корпусе посадочного зонда, исправно работал как во время спуска, так и во время трех касаний поверхности, показав очень низкую тепловую инерцию верхнего слоя грунта. Тепловой зонд MUPUS'a в начальном положении зафиксировал температуру -153°C, а после опускания датчиков на грунт было отмечено охлаждение еще на 10° в течение примерно получаса. «Мы считаем, что это произошло либо в результате излучения тепла в направлении холодной соседней стены... или потому что датчики были погружены в кучу холодной пыли», – прокомментировал Йорг Кнолленберг (Jörg Knollenberg), разработчик инструмента MUPUS.

14 ноября пенетратор MUPUS легко вошел в поверхность на несколько миллиметров, но нижележащий слой оказался гораздо тверже, чем можно было предположить. Внедрение в грунт началось на самом слабом из трех имеющихся режимов. Убедившись, что датчик глубины не меняет

показаний, прибор переключил ударный механизм на «вторую скорость», а затем на третью, но и это не помогло продвинуться. Дело дошло до самого мощного, штатного, «котчаянного» режима. В результате ориентация Philae заметно изменилась, но после семи минут работы «молоток» сломался, не справившись с неожиданным препятствием!

«Невозможность получить [тепловые] данные подповерхностных слоев – это грустно, – отметили ученые. – Обнаружение очень твердой коры – это отличная находка, которую орбитер не смог бы сделать». По их оценке, прочность поверхности, в которую уперся отбойный молоток, составила более 2 МПа. «Если сравнивать эти данные с лабораторными измерениями, становится ясно, что мы столкнулись с твердой поверхностью, по прочности сопоставимой с замерзшим льдом», – пояснил Тильман Спон (Tilman Spohn), научный руководитель MUPUS.

Объединив информацию от теплового картирующего устройства и от пенетратора, ученые пришли к предварительному выводу о том, что верхние слои поверхности ядра кометы Чурюмова–Герасименко состоят из пыли толщиной 10–20 см, под которой предполагается очень твердый лед или смесь льда и пыли. На больших глубинах лед, вероятнее всего, становится более пористым, так как по данным приборов «Розетты» средняя плотность ядра ниже.

Забор грунта с помощью итальянской установки SD2 и его анализ на органику прибором COSAC был самым интересным и сложным во всем проекте. 19 ноября постановщик эксперимента Амалия Эрколи Финци (Amalia Ercoli Finzi) подтвердила, что бур успешно отработал, пройдя до отметки 560 мм от условного нуля и 469 мм ниже дна «балкончика». Он был извлечен штатно, и правильно отработал карусельный механизм, сгрузив содержимое в пещку и поместив ее в COSAC.

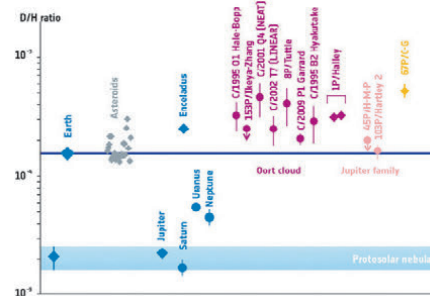
Однако к этому моменту оставалось неизвестным, был ли в действительности взят грунт. Из-за жестких ограничений по массе установка SD2 не имела никаких средств контроля, и могло случиться так, что бур уперся в твердый слой и приподнял край Philae вместо того, чтобы пройти глубже. Что же касается анализатора, то известно, что газовыделение в ходе работы было недостаточным, но постановщики пока не готовы признать, что прибор отработал вхолостую.

Точно известно, однако, что и COSAC, и Ptolemy провели после посадки анализы газовой среды вблизи поверхности ядра. Анализ этих данных продолжается.

Откуда взялась вода?

В то время как всеобщее внимание было приковано к работе Philae, был получен и опубликован чрезвычайно интересный результат работы спектрометра ROSINA на основном аппарате. По измерениям, проведенным в первый месяц после прибытия к комете Чурюмова–Герасименко, удалось установить, что присутствующая в ее веществе вода существенно отличается по изотопному составу от земной.

Теоретическое моделирование процессов при образовании Солнечной системы показывает, что отношение дейтерия к водо-



роду D/H должно зависеть от расстояния до Солнца, а в первые несколько миллионов лет оно еще и менялось со временем.

Однако из-за сложной динамики Солнечной системы разобраться в процессе переноса вещества непросто. Долгопериодические кометы, которые прилетают к нам из облака Оорта, первоначально были сформированы в области Урана и Нептуна. Это достаточно далеко от Солнца, чтобы водяной лед мог сохраниться в своем первоначальном виде. (Впоследствии эти кометы были выброшены на задворки Солнечной системы из-за гравитационного воздействия газовых гигантов.) А вот короткопериодические кометы семейства Юпитера, в том числе и комета Чурюмова–Герасименко, формировались еще дальше, в Поясе Койпера за пределами орбиты Нептуна, да так там и остались.

Соотношение D/H измерено уже у нескольких комет и, как оказалось, лежит в достаточно широких пределах. Из 11 исследованных комет до сих пор только одна соответствовала составу земной воды. Это комета 103P/Хартли-2 из семейства Юпитера, которую наблюдал космический телескоп Herschel в 2011 г.

Так вот, по данным ионного спектрометра ROSINA, соотношение D/H у вещества кометы Чурюмова–Герасименко превышает земное в три раза. Этот коэффициент оказался выше, чем для любой из долгопериодических комет, прибывших к нам из Облака Оорта. Следовательно, первичное вещество на периферии Солнечной системы существенно отличалось от земного.

Но тогда мы вновь получаем вопрос: откуда тогда на нашей планете появилось такое большое количество воды? Первичную воду Земля утратила на начальном этапе своей жизни, когда на ее поверхности было еще очень жарко. Гипотеза о ее вторичном заносе кометами на протяжении миллиардов была хороша всем, кроме того, что она неверна.

Правда, остаются еще астероиды, для которых отношение D/H полностью соответствует земному. И хотя воды в их веществе меньше, чем в кометном, все же можно представить себе формирование океанов из воды, занесенной астероидами.

«Это неожиданное открытие может указывать различное происхождение комет из семейства Юпитера: возможно, они сформировались в более широком диапазоне расстояний от Солнца, чем мы думали ранее, – заявила Катрин Альтвегг (Kathrin Altwegg), научный руководитель ROSINA. – Наше открытие также исключает идею, что все кометы семьи Юпитера содержат воду земного типа, и добавляет веса моделям, которые указывают на астероиды как основной механизм поставки воды для океанов Земли».

В ноябре 2014 г. на авиакосмическом салоне в Чжухае (КНР) был впервые продемонстрирован макет посадочного аппарата и марсохода, которые Китай планирует доставить на Красную планету в 2018 г. Однако это лишь один проект перспективной китайской программы научных космических исследований, обнародованной осенью 2014 г. в серии публикаций в китайском научном журнале Chinese Journal of Space Science.

На Марс, Юпитер и Цереру

Базой для подготовки программы стали успехи Китая в области исследования Луны. Страна осуществила три успешных запуска лунных аппаратов в 2007, 2010 и 2013 гг., первые два из которых выполнили съемку Луны с орбиты спутника, а третий произвел мягкую посадку и доставил луноход на ее поверхность (НК № 2, 2014).

Аппарат «Чанъэ-2» после выполнения основной программы ушел с окололунной орбиты на перехват астероида Тутатис, отсняв его в декабре 2012 г. с предельно малой дистанции. В октябре 2014 г. был осуществлен четвертый лунный пуск, в ходе которого было отработано возвращение на Землю со второй космической скоростью, а орбитальный аппарат в настоящее время возвращается к Луне для дальнейших исследований. Ближайшей целью лунной программы является доставка лунного грунта (НК № 12, 2014).

В ноябре 2011 г. была предпринята попытка запуска первого китайского КА к Марсу, но, к сожалению, зонд «Инхо-1» погиб вместе с российским аппаратом «Фобос-Грунт».

В процессе реализации этих проектов Китай создал современный комплекс дальней космической связи и приобрел необходимый опыт управления межпланетными аппаратами до расстояния порядка 100 млн км. Техническая готовность страны к успешному осуществлению межпланетных исследований не вызывает сомнений.

На основании вышеизложенного Китайская академия наук подготовила программу исследований в дальнем космосе до 2030 г. Программа состоит из трех этапов последовательно увеличивающейся сложности и включает запуски девяти или десяти межпланетных зондов.

Первый этап включает в себя следующие проекты:

- ◆ Учет астероидов, сближающихся с Землей, встреча с одним из них и посадка на него (2017);

▼ Посадочная марсианская платформа с трапами на все четыре стороны...



И. Лисов.

«Новости космонавтики»
Фото М. Жердева

Межпланетные и научные планы Китая

- ◆ Спутник Марса для глобального дистанционного зондирования и посадочный аппарат с небольшим марсоходом (2018);

- ◆ Космическая обсерватория для наблюдения Солнца из фиксированной точки (2018).

На втором этапе осуществляются миссии:

- ◆ Спутник для глобального дистанционного зондирования Венеры (2021);

- ◆ Посадочный аппарат на Марс и большой марсоход (2023);

- ◆ Радионаблюдения Солнца с полярной орбиты (2024);

- ◆ Доставка грунта с Цереры, крупнейшего астероида Главного пояса (2024).

Планами третьего этапа предусмотрены:

- ◆ Спутник Юпитера и изучение Европы (2025);

- ◆ Панорамное наблюдение солнечных бурь (2027);

- ◆ Доставка грунта с Марса (2028).

Заявленные научные цели исследований в целом традиционны и охватывают практически весь спектр в отношении каждого из изучаемых объектов. Обращает на себя внимание поиск признаков жизни: он предусмотрен при изучении Марса и поверхности астероидов, а в полет к Юпитеру предполагается взять с собой в специальном контейнере образцы земной жизни, чтобы проследить за ее выживанием.

Другие научные аппараты

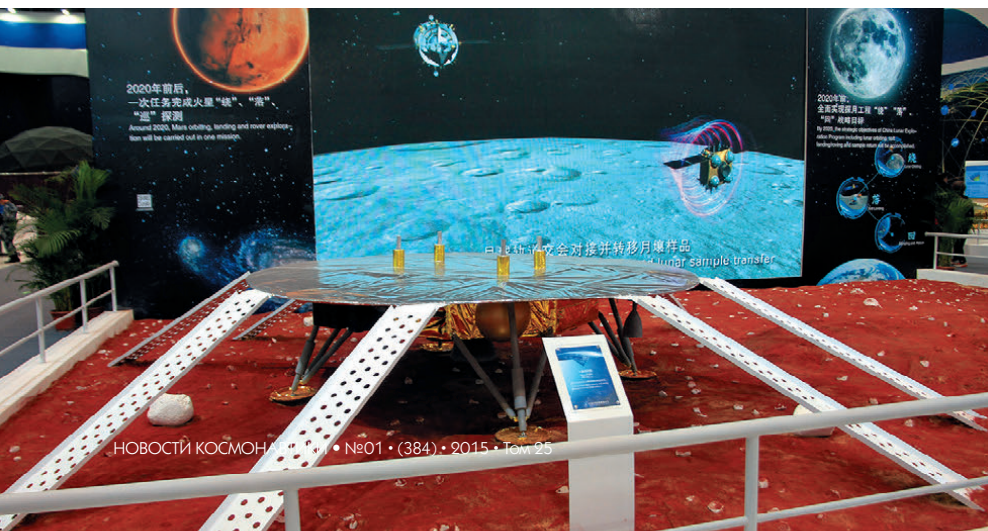
В январе 2011 г. Китай приступил к выполнению Программы стратегических приоритетов в области космической науки, утвержденной Госсоветом КНР в марте 2010 г. и реализуемой как самостоятельно, так и в партнерстве с другими странами с целью выхода на мировой уровень космических исследований.

В течение 12-й пятилетки (2011–2015) осуществляются разработка пяти утвержденных научных проектов и отбор новых миссий на следующий пятилетний период (2016–2020).

Проект QUESS (Quantum Experiments at Space Scale – квантовые эксперименты на космических масштабах) представляет собой пионерское исследование в области квантовой механики. Его автором является академик Китайской АН Пань Цзяньвэй, а задача состоит в изучении явления квантовой запутанности и построении экспериментальной системы связи с его использованием. Конкретно речь идет о практическом осуществлении системы дальней связи, основанной на высокоскоростном квантовом распределении ключей между спутником и наземной станцией, а также об исследованиях в области распределения квантового запутывания и квантовой телепортации на космических масштабах и фундаментальных тестах законов квантовой механики в глобальном масштабе.

На спутнике будут установлены четыре типа полезных нагрузок: устройство связи на квантовых ключах, передатчик с квантовым запутыванием, источник фотонов с квантовым запутыванием и квантовый управляющий процессор. В настоящее время ведется сборка квалификационной модели КА, который должен быть выведен носителем CZ-2D на орбиту наклонением 97.79° и высотой 600 км.

Проект DAMPE (Dark Matter Particle Explorer – исследователь частиц скрытой массы) основан на работах Чан Цзиня в



области космических лучей и гамма-лучей высоких энергий. Как известно, под скрытой массой понимается массивная неизлучающая материя неизвестной природы. Для поиска и изучения частиц скрытой массы предполагается осуществить наблюдения с высоким разрешением электронов и гамма-квантов высоких энергий. Кроме того, ставится цель выяснить происхождение космических лучей посредством наблюдения электронов высоких энергий и тяжелых ядер с энергиями порядка 1000 ГэВ и изучить механизм распространения и ускорения космических лучей путем наблюдения гамма-квантов высоких энергий. В настоящее время ведется сборка квалификационной модели КА. Аппарат массой до 1900 кг должен быть запущен на орбиту наклонением 97.4° и высотой 500 км ракетой CZ-2D.

Модуляционный телескоп жесткого рентгеновского диапазона HXMT (Hard X-ray Modulation Telescope; *НК* № 2, 2007) – хорошо известный «традиционный» проект. В его рамках должен быть проведен обзор всего неба в широком диапазоне энергий от 1 до 250 кэВ, в ходе которого будет обнаружено большое количество массивных черных дыр и других высокоэнергичных объектов. Будут получены существенные ограничения на космический рентгеновский фон, проведены целенаправленные наблюдения таких объектов, как черные дыры и рентгеновские двойные, включая изучение динамики вещества и процессов излучения в сильном гравитационном и магнитном поле. В настоящее время ведется сборка квалификационной модели КА. Спутник массой около 2700 кг должен быть запущен ракетой CZ-4B на орбиту наклонением 43° и высотой 550 км.

Возвращаемый КА «Шицзянь-10» (SJ-10) – второй китайский научный проект на технической базе спутника-фоторазведчика после «Шицзянь-8» с грузом семян для экспонирования в условиях космического полета и последующей селекции (*НК* № 11, 2006). Он предложен академиком Ху Вэньжунем и, как и его российский аналог «Фотон-М», предназначен для экспериментов в области космической технологии и биологии в условиях микрогравитации. Работы находятся на этапе предварительного проекта. Спутник массой 3600 кг будет запущен носителем CZ-2D на орбиту наклонением 63° и высотой 220×482 км, и через 15 суток его возвращаемый аппарат вернется на Землю. Научная программа включает 10 технологических (материаловедение, физика жидкости, горение) и девять биологических (радиационная и гравитационная биология, биотехнология) экспериментов.

Проект обсерватории солнечно-земных связей «Куафу» был предложен еще в 2003 г. учеными Пекинского университета. Обсерваторию планировалось разместить в точке Лагранжа L1 системы Солнце–Земля. Несколько позже в проект вошли представители Канады, предложившие дополнить его двумя высокоэллиптическими КА для наблюдения полярных сияний (*НК* № 2, 2007). Система из трех КА (китайский KuaFu-A, канадские KuaFu-B1 и B2) давала возможность интегрированных непрерывных длительных многоуровневых наблюдений с целью выяснения происхождения солнечного ветра, ко-

рональных выбросов солнечного вещества, определения скорости и потока этого вещества по отношению к Земле, отслеживания его распространения и эволюции.

В 2011 г. новое правительство Канады сократило расходы на космические исследования, вынудив Канадское космическое агентство отказаться от участия в совместном проекте. В декабре 2012 г. ЕКА также отказало миссии «Куафу» в поддержке. Проект не закрыт официально, но находится на пересмотре.

Еще восемь научных проектов были выбраны в 2011 г. для предварительной проработки.

Научная программа китайского «Мира»

Одна из публикаций в Chinese Journal of Space Science посвящена научным исследованиям на борту будущей постоянной китайской орбитальной станции. Гу Идун и другие авторы из Научно-технического центра использования космоса при Китайской АН подтверждают следующий план-график ее создания и развертывания:

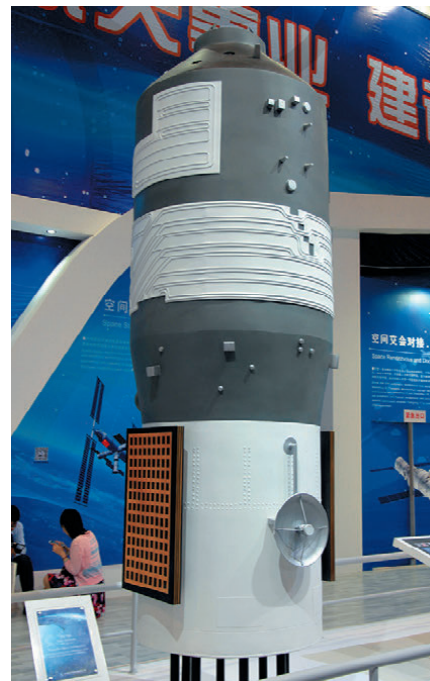
- ❖ 2015 г. – запуск космической лаборатории «Тяньгун-2» и космического корабля «Шэньчжоу»;
- ❖ 2016 г. – запуск и стыковка первого грузового корабля «Тяньчжоу»;
- ❖ 2018 г. – запуск базового блока постоянной орбитальной станции «Тяньгун»;
- ❖ 2020 г. – запуск исследовательского модуля № 1;
- ❖ 2022 г. – запуск исследовательского модуля № 2.

На протяжении 2015–2022 гг. планируются регулярные полеты пилотируемых и грузовых кораблей для использования и снабжения лаборатории и станции.

На борту лаборатории «Тяньгун-2» будет осуществляться полный цикл культивирования высших растений. С использованием интегрированной печи будут проводиться эксперименты по материаловедению и космическому производству, включая полупроводниковые оптоэлектронные материалы, металлические сплавы и метастабильные материалы, кристаллы с новыми свойствами, микро-, нано- и композитные материалы. Термокапиллярная установка с жидкостным мостом будет использоваться для экспериментов по конвекции в условиях микрогравитации, включая изучение критических процессов и механизмов нестабильности.

Первый «Тяньчжоу», фактически выполняющий роль модуля дооснащения, будет иметь на борту клеточный биореактор, аппаратуру для изучения двухфазной жидкости, а также экспериментальный высокоточный акселерометр с электростатическим подвесом и виброизолирующую систему. Биореактор позволит наблюдать за процессами в культурах ткани, включая механизмы разрастания и дифференциации стволовых клеток. Двухфазный эксперимент предназначен для изучения фазовых переходов при испарении и конденсации жидкости.

На «Тяньгун-2» в дополнение к автономному проекту QUESS планируется эксперимент по распределению квантовых ключей и отработке соответствующей аппаратуры. Кроме того, в интересах косми-



▲ Макет лаборатории «Тяньгун-2»

ческой навигационной системы «Бэйдоу» будут испытываться квантовые стандарты частоты с лазерным охлаждением атомов рубидия с целью достижения стабильности суточного хода на уровне 10^{-15} ... 10^{-16} .

Лаборатория будет оснащена тремя приборами для оптических наблюдений, включая многоугольное спектральное устройство MSI (Multi-angle Spectral Imager), трехмерный микроволновый высотомер 3DMA (Three-Dimension Microwave Altimeter) и ультрафиолетовый датчик земного горизонта UVL (UV Limb sounder).

Детектор поляризации гамма-всплесков POLAR совместной китайско-швейцарской разработки является первым в своем роде прибором, работа которого позволит понять структуру, происхождение и эволюцию Вселенной.

Постоянную станцию «Тяньгун» планируется эксплуатировать до 2032 г. Ее экспериментальные установки и стойки для размещения сторонней аппаратуры будут доступны для ученых всех стран. К настоящему времени отобраны для реализации первые 150 научных проектов и ведется разработка стоек научной аппаратуры.

Научная аппаратура станции обеспечит исследования в области космической биологии и физики. Среди уже привычных направлений выделяются исследования по гипомангнитной биологии, синтезу биомолекул в космосе и биомеханике. Планируются эксперименты в области фундаментальной физики, включая изучение поведения ультрахолодных атомов рубидия и калия и исследование экзотических квантовых состояний и новых явлений.

На внешней платформе станции будут развернуты индивидуальные инструменты для обзора небесной сферы и наблюдения земной поверхности. Среди них – большой оптический телескоп для обзора неба в интересах изучения темной энергии, ускоренного расширения Вселенной, космической эволюции, скрытой массы, формирования галактик и звездных исследований.

7 ноября NASA опубликовало отчет о результатах наблюдения уникального события – пролета вблизи Марса кометы C/2013 A1 Сайдинг-Спринг (как ее назвали в честь обсерватории-первооткрывательницы). Максимальное сближение ядра кометы с Красной планетой имело место 19 октября в 18:27 UTC на расстоянии 139 500 км, их относительная скорость была близка к 56 км/с.

За весь период астрономических наблюдений Земле никогда так не везло: ни одна комета не проходила даже на расстоянии, в 10 раз большем. Однако жгучий интерес к событию был обусловлен не только этим. Судя по параметрам подлетной параболической орбиты наклоном 129°, комета Сайдинг-Спринг принадлежала к населению облака Оорта – зоны на расстояниях 5000–100 000 а.е. от Солнца, заполненной ледяными телами, которые остались там со времени образования Солнечной системы, – и впервые в своей истории достигла ее внутренней области.

Комету обнаружил еще за орбитой Сатурна профессиональный астроном Роберт МакНот (Robert McNaught) на трех снимках Уппсальского южного телескопа Шмидта за 3 января 2013 г. Вскоре ее нашли в данных других обсерваторий за декабрь и октябрь 2012 г., что позволило надежно определить орбиту и предсказать тесное сближение с Марсом вблизи перигелия в октябре 2014 г. Астрономическое сообщество с явным сожалением убедилось, что столкновения не будет, но и при такой дистанции часть вещества комы – газопылевой оболочки кометы – должна была попасть в атмосферу Марса, создав подобие метеоритного дождя. Таким образом, ученые внезапно получили возможность прямого измерения состава объекта из облака Оорта!

К счастью, средства для наблюдений у них были. На орбите Марса находились американские аппараты Mars Odyssey, MAVEN и MRO, европейский Mars Express и индийский MOM (Mangalyaan). С поверхности за кометой могли следить роверы Opportunity и Curiosity. Разумеется, подключились и наземные телескопы, в числе которых ИК-телескоп обсерватории Мауна-Кеа на Гавайях, орбитальные аппараты и другие межпланетные зонды: Kepler, Swift, Spitzer, Chandra, Hubble Space Telescope, SOHO, WISE и Stereo.

Страница с далекой окраины Солнечной системы не подвела: часть сопровождающих ядро обломков и пыли вошла в атмосферу Марса, затормозилась и испарилась, создав в ионосфере временный дополнительный слой заряженных частиц. Поступление кометного материала в атмосферу достигло своего максимума через 90–110 минут после встречи. «Наблюдая эффект от входа пыли в верхнюю атмосферу Марса, я очень радовался нашему решению собрать наши спутники на другой стороне планеты в момент прохождения пика пылевого хвоста», – заметил директор отде-

▲ В заголовке:

Фотомонтаж из снимков, сделанных «Хабблом» в день максимального сближения кометы и Марса. Кадры с кометой были сделаны между 12:06 UTC 18 октября и 03:17 UTC 20 октября, фотография Марса – 19 октября в 02:37 UTC, звездный фон пересчитан из Паломарского обзора под разрешением «Хаббла»



Д. Бецис специально для «Новостей космонавтики»

ления планетологии в штаб-квартире NASA Джеймс Грин (James L. Green).

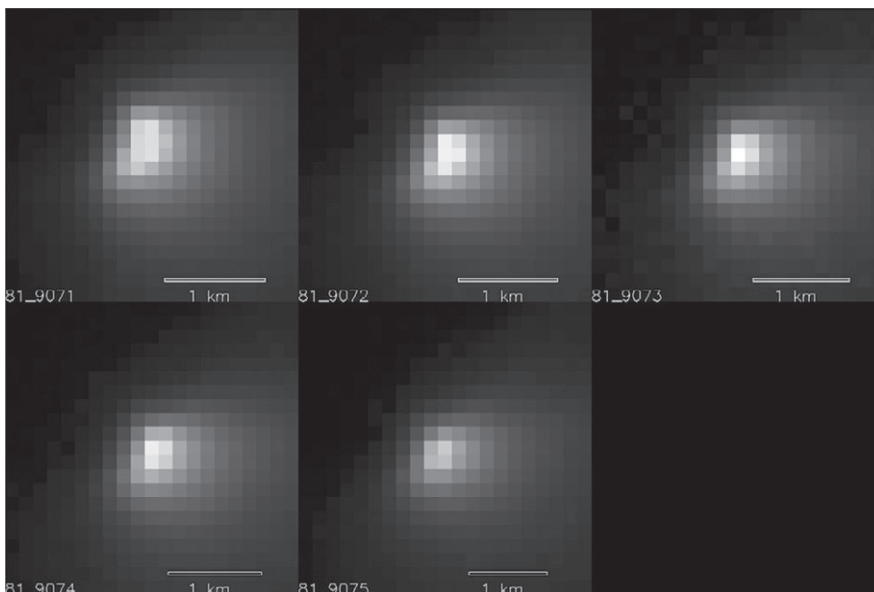
Ведущая роль в наблюдениях «на месте» принадлежала спутнику MAVEN (Mars Atmosphere and Volatile Evolution), специально для изучения атмосферы Марса и ее эволюции, включая взаимодействие с солнечным ветром и потерю вещества. Аппарат вышел на орбиту вокруг Красной планеты совсем недавно – 21 сентября (HK №11, 2014). Его основная программа, рассчитанная на один год, официально стартовала только 16 ноября. И хотя в момент пролета кометы инструменты MAVEN находились еще на этапе тестирования и калибровки, добытая ими информация оказалась весьма ценной.

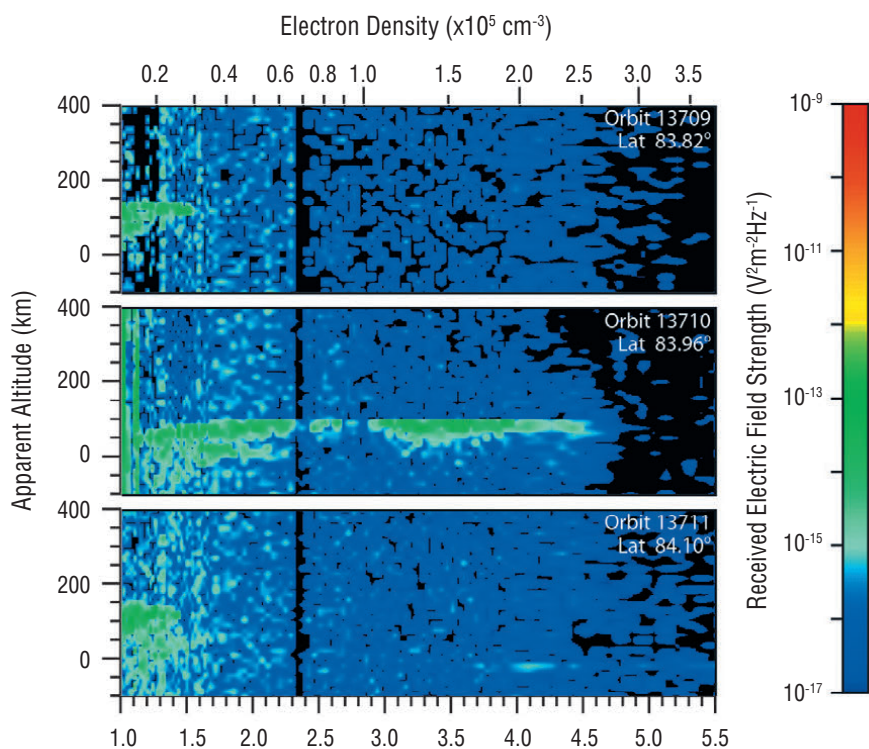
Итак, 2 и 9 октября были проведены коррекции орбиты MAVEN, обеспечивающие его нахождение в день события с 19:53 по 20:23 UTC за Марсом по отношению к набегающему потоку пыли. Кроме того, с 17:45

до 21:00 аппарат принял специальную ориентацию, снижающую до минимума его «заметность» в качестве цели и одновременно обеспечивающую наилучший угол обзора. Из-за этого пришлось пожертвовать ориентацией главной антенны на Землю, поэтому связь осуществлялась по малонаправленной антенне на низкой скорости.

Масс-спектрометр нейтральных газов и ионов NGIMS (Neutral Gas and Ion Mass Spectrometer) зафиксировал поступление в атмосферу ионов натрия, калия и марганца и сразу нескольких изотопов магния, железа, цинка, хрома и никеля. Видовой УФ-спектрограф IUVS (Imaging Ultraviolet Spectrograph) зарегистрировал мощное свечение ионов магния и железа, которое доминировало в ультрафиолетовом спектре Марса в течение нескольких часов после пролета и спадало в течение следующих двух суток. На Земле такого яркого следа не оставлял еще ни один метеорный поток!

▼ Фотографии с камеры HiRISE на борту аппарата MRO, по которым можно установить размер ядра кометы. Снимки сделаны с расстояния от 138 000 до 150 000 км с разрешением 140 м





▲ Спектр плотности электронов, снятый в период 19–20 октября с аппарата Mars Express инструментом MARSIS. По вертикальной оси отложена высота над поверхностью, по горизонтальной – частота излученных радаром сигналов. Каждой частоте соответствует определенная плотность электронов, и по величине отклика, изображенного цветом (от синего к красному), можно судить о концентрации на разных высотах.

На верхнем спектре представлена картина за несколько минут до вхождения кометы в атмосферу, и видно только небольшое эхо от солнечного излучения на высоте 150 км, что типично для ночной стороны Марса. Следующий снят 7 часов спустя и фиксирует дополнительный слой электронов на высоте 80 км в широком спектре частот, с плотностью 260 частиц на 1 см². Третий спектр представляет распределение еще через 7 часов, когда временный слой уже рассеялся

Важные детали отметил итальяно-американский радар MARSIS (Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionospheric Sounding) на борту КА Mars Express. Он зарегистрировал сильный рост плотности электронов спустя несколько часов после прохождения кометы, причем на значительно меньшей высоте, чем та, что характерна для обычного максимума концентрации. Это тоже был «след» мелкой пыли, испарившейся в верхней атмосфере Марса.

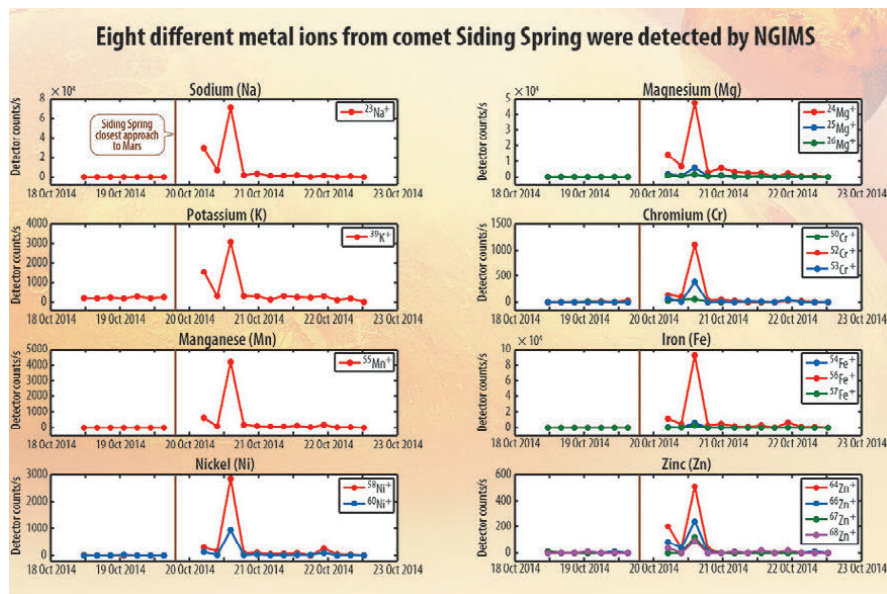
Обращаясь по вытянутой орбите высотой 350×10500 км, европейский аппарат не мог надежно укрыться от опасности. Тем не менее 22 июня операторы провели коррекцию, чтобы сдвинуть момент прохождения перигея на 109 минут вперед и «спрятать» спутник за Марс хотя бы на наиболее опасные 27 минут.

Самый долгоживущий из орбитальных зондов – Mars Odyssey – провел коррекцию с целью укрытия за Марсом 5 августа. В день события он наблюдал за кометой, вышел в запланированное время на связь и передал серию инфракрасных изображений, полученных прибором THEMIS (Thermal Emission Imaging System). Два нейтронных спектрометра на его борту (для низких и высоких энергий) также были нацелены на изучение эффекта, произведенного пылью и газом от кометы.

Аппарату MRO (Mars Reconnaissance Orbiter) тоже пришлось «прятаться» за Марсом в течение самых опасных 30 минут, для чего были проведены две коррекции – 2 июля и 27 августа – OTM-37 и

OTM-38 соответственно. Основную информацию предоставили три его инструмента: камера высокого разрешения HiRISE (High Resolution Imaging Science Experiment), контекстная камера CTX (Context Camera) и спектрометр CRISM (Compact Imaging Spectrometer). В частности, по результатам работы первой из них, следившей за яркостью кометы в течение 40 часов до и 15 часов после пролета, определили период вращения ядра – около 8 часов. Спектрометр

▼ Спектры различных металлов, оставленных в ионосфере кометой и найденных прибором NGIMS с борта MAVEN



CRISM сделал снимки комы в 107 спектральных полосах за 11 минут до и через 26 минут после максимального сближения.

Дополнительные данные были получены с климатического зонда MCS (Mars Climate Sounder), камеры MARCI (Mars Color Imager) и радара SHARAD (Shallow Radar). Последний записывал отклик от сигналов, пропущенных через возникший временный слой заряженных частиц, которые свидетельствовали о десятикратном повышении концентрации электронов.

В течение 40 минут непосредственно перед максимальным сближением за кометой следил Mangalyaan и передал ряд цветных фотографий с дистанции от 180 000 до 130 000 км. Он тоже прибыл к Марсу в сентябре (HK № 11, 2014), через 2 дня после MAVEN.

Рover Opportunity сфотографировал комету панорамной камерой Pancam в созвездии Кита за 2.5 часа до момента пролета и пылевой бомбардировки. К сожалению, мешала пылевая буря к западу от Равнины Меридиана, а во время самого события небо было слишком светлым. И все же на снимках, сделанных с выдержкой 50 сек, «гостя» отчетливо выделяется среди звезд. Спустя три часа после пролета комета появилась в поле зрения Curiosity, который наблюдал ее камерами ChemCam и Mastcam с большим разрешением – к сожалению, тоже не в лучших условиях, так как в кратере Гейл еще только-только начало темнеть. В отличие от орбитальных аппаратов, для роверов комета Сайдинг-Спринг не представляла угрозы.

Изображения позволили определить размер плотного облака вещества, сопровождающего ядро кометы, – примерно 20 км. Диаметр самого ядра оказался меньше ожидаемого, порядка 700 м. Из-за его вращения комета Сайдинг-Спринг имеет «хвост» не совсем обычной формы.

Как и ожидалось, встреча с Марсом комете не повредила. Она продолжила свое движение, максимально сблизившись с Солнцем 25 октября. В этот период и далее на нее по-прежнему устремлены взгляды аппаратов и исследователей.

С 11 по 16 ноября в Чжухае (провинция Гуандун) состоялся юбилейный, 10-й авиакосмический салон Китая. В мероприятии, которое проводится раз в два года начиная с 1996 г., приняли участие около 700 организаций и предприятий: из них – 55% китайских и 45% иностранных. На авиашоу прибыло более 120 самолетов и вертолетов, в том числе более тридцати – китайского производства.

Чжухай в ряду мировых аэрокосмических салонов (Ле-Бурже, Фарнборо, МАКС) занимает особенное место: именно там представляет свои новинки быстро растущая промышленность Китая. Оставляя за кадром авиационную часть, рассмотрим экспозиции двух основных китайских ракетно-космических корпораций.

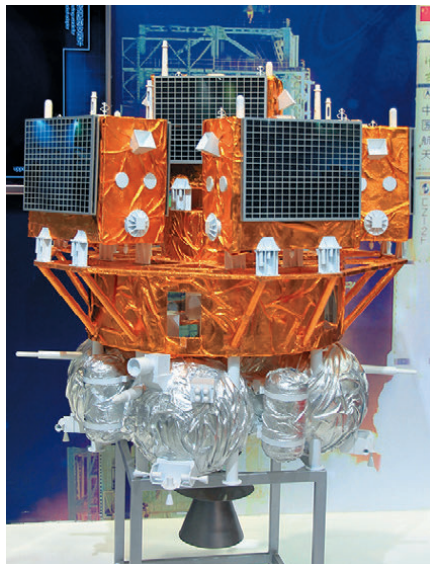
Китайская корпорация космической науки и техники CASP представила продукцию трех своих сегментов: аэрокосмические системы, вооружение, космическая техника, приложения и услуги. Среди ее натуральных экспонатов были тактические ракеты класса «поверхность–поверхность» и «воздух–поверхность», ракеты ПВО и беспилотные аппараты.

Демонстрация сверхзвуковой крылатой ракеты «Чаосинь-1» (CX-1), созданной в Первой академии CALT под руководством Вана Хунпо и подозрительно напоминающей российско-индийскую Brahmos, вызвала энергичный протест индийской стороны, которая даже попыталась обвинить Россию в передаче технологий совместного проекта Китаю.

Представитель российского НПО машиностроения отверг эти подозрения как «абсолютно беспочвенные». « Действительно, ракета CX-1 весьма похожа на «Брамос» или «Оникс», – признал он. – Даются характеристики, которые аналогичны нашим изделиям, например скорость и дальность стрельбы, но этих заявлений недостаточно, чтобы подозревать нас в продаже технологий».

В свою очередь, Ван Хунпо заявил, что CX-1 является самостоятельной разработкой с существенными отличиями в конструкции и более высокими характеристиками. Так, ее скорость на малых высотах достигает $M=2.3$, а на высоте 17000 м – величины $M=3.0$, в то время как соответствующие показатели для Brahmos составляют 2.0 и 2.6.

▼ Блок разведения MSUS



Поднебесная в Чжухае-2014

В космическом разделе CASC экспонировала средства выведения, пилотируемую технику и КА научного и прикладного назначения.

Носители были представлены в первую очередь макетами ракет нового поколения на экологически чистом топливе – средней CZ-7 и тяжелой CZ-5 – и кислородно-водородным двигателем YF-75D для верхней ступени последней. Был также показан макет блока разведения MSUS (Multi-Satellite Upper Stage) массой 4300 кг и тягой 5 кН для существующих ракет CZ-2D и CZ-4B.

Кроме того, демонстрировались ЖРД орбитального маневрирования второго поколения тягой 490 Н и электрореактивные двигатели – ионные LIPS-200 и LIPS-300 и холловские HT-80 и НЕР-100MF с магнитной фокусировкой.

Информационные стенды с хорошо известной информацией о трех этапах китайской пилотируемой программы дополнял макет грузового корабля «Тяньчжоу-1», который должен быть запущен ракетой CZ-7 с космодрома Вэнчан с 6.5 т доставляемых грузов и состыковаться с орбитальной лабораторией «Тяньгун-2».

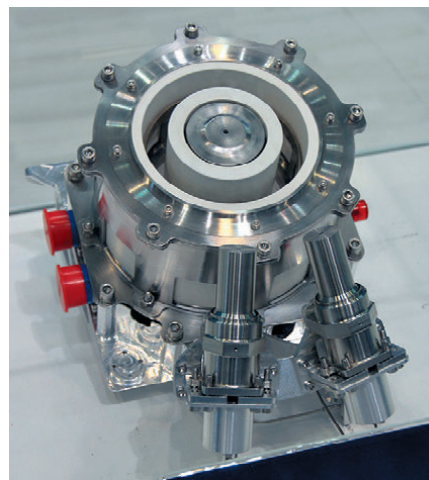
Отдельная экспозиция посвящалась исследованию Луны и планет. Впервые была представлена программа исследования Марса, в рамках которой CAST планирует около 2020 г. в одном полете реализовать спутник Марса, посадочный аппарат и марсоход. К этой же дате должна быть достигнута стратегическая цель лунной программы Китая – доставка на Землю лунного грунта. Традиционная натурная экспозиция ««Чаньэ-3» и «Юйту» на Луне» стала теперь отчетом о проделанной работе, а путь в будущее указывал приземистый марсианский ровер с непропорционально большими панелями солнечных батарей.

В прикладном разделе демонстрировалось «генеалогическое древо» спутниковых платформ компании CAST: базовые DFH-3 и DFH-4, усовершенствованные DFH-4S, DFH-4SP и DFH-4E и перспективная DFH-5. Последняя предназначена для создания геостационарных аппаратов сверхтяжелого класса со стартовой массой 6500–9000 кг при сухой массе служебного модуля 1800–2750 кг. Система электропитания будет иметь мощность от 10 до 30 кВт, из которых от 4 до 22 кВт выделяется для полезной нагрузки. Аппараты на базе DFH-5 могут нести связную аппаратуру

массой 1200–2200 кг, включающую свыше 120 транспондеров и 10 антенн.

Наглядное представление о DFH-5 давал натурный макет телекоммуникационного спутника на ее основе в масштабе 1:5. Стоящий рядом макет спутника «Чжунсин-11» (ChinaSat-11) – самого совершенного китайского аппарата на базе DFH-4 – был выполнен в масштабе 1:3, что скрадывало различия.

Кроме того, демонстрировались макеты полярного метеоспутника «Фэньюнь-3», гражданских аппаратов ДЗЗ высокого разрешения «Гаофэн-1» и «Гаофэн-2» и безымянного коммерческого спутника ДЗЗ, оснащенного оптической системой с апертурой большого диаметра. Была представлена подробная информация по пяти следующим спутникам семейства «Гаофэн».



▲ Китайский электрореактивный двигатель НЕР-100MF

«Гвоздем» экспозиции Китайской корпорации космической науки и промышленности CASIC, безусловно, стали твердотопливный носитель «Фэйтянь-1» (см. с.39-40) и запускаемые им малые спутники. Среди приборов выделялись радар Ка-диапазона для получения трехмерной картины осадков и аппаратура прицеливания и сопровождения.

Корпорация CASIC представила также пять типов боевых интегрированных систем для экспорта, в том числе систему ПВО, противокорабельную систему наземного базирования, сухопутную ударную систему, авиационный беспилотный комплекс и систему управления разведки класса C4ISR.

Д. Бецис специально для «Новостей космонавтики»



Новые черты лунного лица

24 ноября на сайте научных программ NASA появилась информация о странных участках на поверхности Луны, найденных на фотографиях американского аппарата LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter). Их общая черта – удивительная молодость рельефа, бросающая вызов стандартным представлениям о геологической истории Луны.

Необычные «пэтки»

Как мы знаем, большая часть поверхности Луны сформирована в результате вулканической активности. Однако древний возраст лавовых полей, безошибочно определяемый по плотности ударных кратеров на них, уже давно убедил ученых, что активные процессы на Луне прекратились около миллиарда лет назад. Но так ли это на самом деле?

Была некая «заноза», которая тревожила ученых более 40 лет. При изучении материалов съемки Луны картографической камерой корабля Apollo 15 на снимке за 3 августа 1971 г. ученые обнаружили странный участок рельефа в Озере Счастья (Lacus Felicitatis; находится севернее Моря Паров за кратером Янгель) в районе с координатами 18.65° с.ш., 5.29° в.д. На вершине купола диаметром около 15 км и высотой 300 м лежала небольшая, три на два километра, D-образная впадина глубиной до 50 м. Склоны впадины были явно выраженными и крутыми, а на всей ее площади насчитали лишь два ударных кратера. Это означало, что структура Ина – такое имя ей дали в честь полинезийской богини – деталь исключительно молодая и образовалась всего лишь от 10 до 1 млн лет назад.

Повторные съемки Ины были одной из приоритетных задач межпланетной станции LRO – американского аппарата, который был выведен на орбиту вокруг Луны в 2009 г. и работает по сей день (НК №8 и №12, 2009; НК №2, №5, №10 и №12, 2010 и пр.). Его главная оптическая камера LROC (Lunar Reconnaissance Orbiter Camera) «просматривает» местность с разрешением до полуметра.

Однако снимки LROC принесли новые сюрпризы: Ина перестала быть уникальным объектом. Группа Сары Брейден (Sarah E.

Braden) из Университета штата Аризона и Вестфальского Вильгельмс-университета в Мюнстере обнаружила уже 70 участков рельефа, похожих на тот единственный, что видели астронавты «Аполлона». «Необычные морские пэтки» (Irregular Mare Patches, IMP), как окрестили ученые свою находку, оказались совсем не редкостью. Однако они были меньше, чем Ина – в среднем 500 м в наибольшем измерении, и слишком малы, чтобы их видели с Земли. Потому о них и не знали раньше, за одним исключением из эпохи «Аполлонов». Тем не менее на темных морских равнинах видимой с Земли стороны Луны их довольно много.

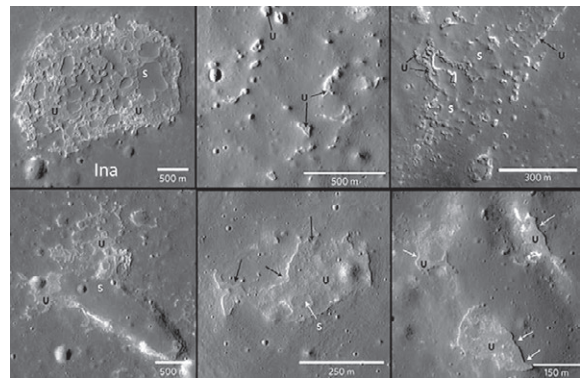
«Открытие новых деталей на лунной поверхности – это потрясающе! – рассказывает Сара Брейден. – Мы просматривали сотни снимков высокого разрешения, и, когда я находила новый IMP, это всегда был праздник. Необычные морские пэтки настолько не похожи на обычные лунные детали, такие как ударные кратеры, области ударного расплавления и материалы горных областей, что они буквально бросаются в глаза».

Детали открытия изложены в номере Nature Geoscience за 12 октября. Некоторые из обнаруженных двойников Ины имеют легкую степень кратерированности – и это означает, что они могли возникнуть не более 100 миллионов лет назад. На первый взгляд – немало, но по геологическим масштабам это буквально вчера. На Земле 100 млн лет назад был меловой период и царствовали динозавры. Три детали помоложе – им может

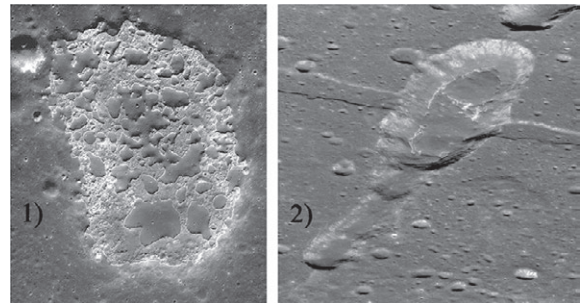
быть лишь 50 млн лет, и это уже эпоха быстрого развития млекопитающих. Возраст самого молодого IMP оценивается сейчас в 18 млн лет.

Как считает Джон Келлер (John W. Keller), научный руководитель проекта LRO, сделанное открытие – одно из тех, что заставляют исследователей переписывать учебники. Существование их не только удивительно, но и очень важно для моделей термической эволюции Луны: скорее всего, внутренние слои горячее, чем предполагалось. Новые данные серьезно противоречат теории о том, что вулканическая активность на нашем естественном спутнике совсем прекратилась, хотя она определенно идет на спад. Придется по-новому взглянуть на процессы формирования лунной коры в целом.

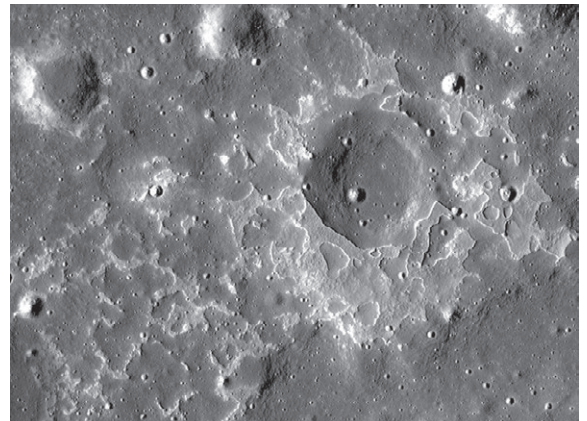
Структуры типа Ины можно интерпретировать как затвердевшие лавовые массы, которые просочились на поверхность относительно недавно через щели уже сфор-



▲ Необычные участки лунной поверхности на снимках с камеры LRO. Стрелки указывают на структуры из базальта, очень молодые по сравнению с окружающей местностью



▲ 1 – Ина, странная территория, увиденная астронавтами миссии «Аполлон-15» с орбиты Луны; 2 – вулканическое образование крупным планом



▲ Еще один типичный пример «необычного патча» – участок под названием Маскелин, недавно обнаруженный на фотографиях LRO, на котором отчетливо видны базальтовые «натёки» на фоне окружающего рельефа, окаменевшего более миллиарда лет назад. Об этой находке сообщили в отчете NASA 12 октября 2014 г.

мированной лунной коры. Недра Луны остывают медленно, и это все еще возможно. Облик спутника Земли продолжает меняться, и сегодняшний последний период вулканической активности – важная стадия его геологической истории.

Что же касается вероятности «настоящих» извержений сейчас и в будущем, Марк Робинсон (Mark S. Robinson), научный руководитель камеры LROC, полагает, что такая возможность вовсе не исключена. «Мы так мало знаем о Луне! – признает он. – Я бы очень хотел спуститься на один из необычных участков и лично измерить температуру с помощью термодатчика. Некоторые считают, что Луна выглядит мертвой, но я никогда так не думал».

Молодые вулканические образования, по мнению Марка Робинсона, остаются предметом будущих исследований – как с помощью роботов, так и в ходе пилотируемых миссий.

Языком гравитации

Новые черты лица нашего спутника раскрываются и при обработке результатов гравиметрической съемки Луны в проекте GRAIL (Gravity Recovery and Interior Laboratory).

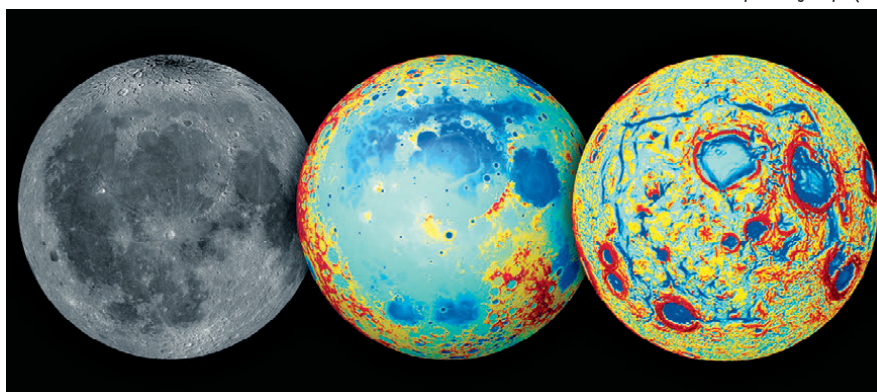
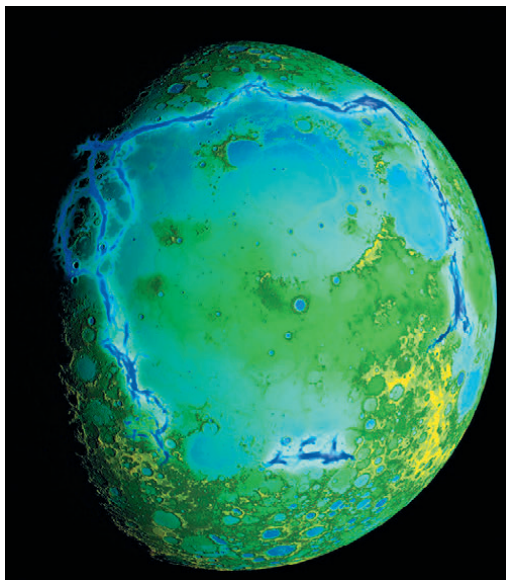
Два космических аппарата, запущенные в сентябре 2011 г., работали на орбите средней высотой 55 км над Луной по декабрь 2012 г.

При пролете над аномальными районами с неравномерным распределением масс, над горными системами или, наоборот, над глубокими кратерами их движение возмущалось под влиянием флуктуаций силы тяжести. Воздействие на два спутника не было одновременным из-за существенной дистанции между ними. Как следствие, расстояния все время немного менялись, и эти изменения измерялись с большой точностью.

Таким способом два аппарата GRAIL и дали информацию для детальной карты гравитационного поля Луны и осветили совершенно незнакомые до того детали ее внутреннего строения. Скажем, кора Луны оказалась значительно тоньше, чем в ранее принятых моделях. (Более подробно о миссии можно прочесть в *НК* № 11, 2011, о ее первых основных результатах – в *НК* № 2, 2013.)

Продолжая анализ данных, ученые смогли обнаружить удивительную прямоугольную структуру общей площадью 6,5 млн км², охватывающую 17% поверхности Луны, а также понять историю и структуру Океана Бурь (Oceanus Procellarum) – под этим именем она была известна последние 400 лет.

Зондирование с орбиты и исследование на месте в 1960-е и 1970-е годы показали, что Океан Бурь отличается от остальных районов Луны не только ровным рельефом морских базальтовых лав, но и элементным составом с повышенной концентрацией радиоактивных элементов – калия, тория и



▲ В верхней части – топографическая карта Океана Бурь. Ниже, слева направо: оптическая фотография, на которой не особенно видна прямоугольная форма, топографическая карта, где она проступает значительно четче, и распределение гравитационного градиента, «очерчивающее» прямоугольник

урана. Первые данные GRAIL подтвердили высокую концентрацию этих элементов, отпечатавшихся в свое время за разогрев лунных недр, и показали нехарактерно низкий средний уровень поверхности и еще более тонкую, чем в других местах, кору.

Происхождение Океана Бурь ранее приписывали крупной космической катастрофе – падению большого астероида. Однако гравитационные данные GRAIL в сочетании с детальной топографической картой LRO показали, что эта версия несостоятельна. Если бы Океан Бурь имел ударное происхождение, его границы должны были бы лежать по окружности или эллипсу. Однако неожиданно оказалось, что маломасштабные аномалии гравитационного поля, выявленные при обработке всего комплекса данных GRAIL, образуют другую фигуру – довольно ровный прямоугольник со сторонами примерно по 2500 км. Конечно, ни прямые углы, ни ровные стороны пограничных структур, опоясывающие Океан Бурь, астероидная гипотеза не объясняет.

Новые данные рисуют иную версию событий: наиболее вероятно, что мы имеем дело с системой рифтовых долин Луны. Во многом они напоминают аналогичные образования на Земле, Марсе и Венере. Подоб-

ные детали скрыты от невооруженного глаза под поверхностью темных вулканических равнин и в случае Луны проявились лишь в градиентах силы тяжести над рифтами.

В период вулканической активности конвекционные потоки магмы поднялись и «раздвинули берега» Океана Бурь, доставив из глубины богатый радиоактивными элементами материал. Кора между ними осталась тонкой. По мере остывания она сжималась, и появились многочисленные поры и трещины, сформировавшие на границах сложную и глубокую систему каналов. Именно по ним лава выходила из горячих недр наверх, причем не только в древнюю эпоху, но и позже, когда рельеф Луны в основном уже застыл.

Результаты исследований опубликованы в журнале *Nature**. По словам Марии Зубер (Maria T. Zuber) из Массачусеттского технологического института, которая является научным руководителем проекта GRAIL и одним из авторов статьи, в рамках новой гипотезы удастся объяснить все «странности» лунного Океана. Массы, застывшие в системе каналов, отличались и по составу, и по плотности; их распределение сформировало наблюдаемую картину гравитационных градиентов. Высокая концентра-

ция радиоактивных элементов, особенно тория, также вполне характерна для подобных структур. Поднимаясь из глубин мантии, вещество выделяло достаточное количество тепла, что приводило к перераспределению пород, частичному их расплаву, выходам на поверхность в трещинах и разломах.

Авторы исследования отметили, что прямоугольная основа геологических структур Океана Бурь напоминает аналогичную зону в районе южного полюса Энцелада – весьма активного спутника Сатурна. В обоих случаях происхождение таких структур представляется связанным с вулканическими и тектоническими процессами.

Итак, недра нашего ближайшего соседа оказались намного активнее по сравнению с тем безжизненным обликом, который мы имели на основе визуальных наблюдений. Открытия последних лет подтверждают, что с появлением новых методов изучения Луна обретает все новые и новые черты. И они могут быть особенно важны для проектов будущих космических программ – как в плане фундаментальных исследований, так и для практического применения ресурсов.

«Ближняя сторона Луны изучалась на протяжении веков и до сих пор преподносит сюрпризы ученым с правильными инструментами», – утверждает Мария Зубер.

* Jeffrey C. Andrews-Hanna et al. 2014. Structure and evolution of the lunar Procellarum region as revealed by GRAIL gravity data // *Nature* 514, 68–71.

По материалам science.nasa.gov, www.nasa.gov/grail, www.sciencedaily.com и др.

Восточный готовится к первому пуску

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»

17 ноября на совещании с вице-преьерами в Горках председатель Правительства РФ Д. А. Медведев констатировал: отставание от графика строительства космодрома Восточный по-прежнему есть, и «это безусловно плохо», а причины проблем носят и объективный, и субъективный характер.

Строительство космодрома в Амурской области Дмитрий Анатольевич назвал очень большим и амбициозным проектом не только для Дальнего Востока, но и для всей России. «Он имеет не только научное, но и экономическое значение. Даже геополитическое, если хотите. В данном случае речь идет о престиже нашей страны, – подчеркнул премьер-министр».

Заместитель председателя правительства Д. О. Рогозин проинформировал собравшихся о своем визите на возводящийся космодром, где осмотрел технический и стартовый комплексы и строящийся город. Основной целью ноябрьской поездки стала проверка готовности объектов строительства к работам в зимний период. «Сейчас известно, что в этом регионе температура опускается уже до -20°C , поэтому и бетонные работы, и завоз технологического оборудования – все это приходится делать в достаточно сложных условиях», – пояснил вице-премьер.

По итогам поездки Дмитрий Рогозин отметил, что условия для монтажных работ в зимний период в основном созданы. Для достижения необходимой строительной готовности требуется немедленный завоз технологического оборудования, для чего нужна «высочайшая степень синхронизации работ между Центром эксплуатации наземной инфраструктуры космодрома (ЦЭНКИ), предприятиями промышленности и, конечно, самими строителями, специалистами». Вице-премьер уточнил: «До конца 2015 г. должны подготовить стартовый и технический комплексы Восточного, город. В декабре 2015 г. – первый пуск...»

Строители не раз сообщали об отставании от графика на отдельных объектах до двух месяцев, заверяя, что должны в оперативные сроки его преодолеть*. Дмитрий Олегович уже говорил, что установленные сроки запусков не подлежат корректировке, несмотря на некоторое отставание строительства космодрома от графика. Ранее он заявлял, что работы должны идти в строгом соответствии с графиком и никаких разговоров о сдвиге плана по осуществлению пилотируемого пуска с Восточного в 2018 г. быть не должно.

* В 2013 г. Д. О. Рогозин заявил, что федеральное правительство не получало полной информации о задержках и что виновные привлечены к ответственности. В 2014 г. Д. А. Медведев поддержал идею создать Центр координации на Восточном, поскольку координировать строительство космодрома из Москвы сложно.

** РКЦ «Прогресс» вместе с кооперацией изготавливает 69 наименований наземного технологического оборудования для космодрома.

*** Федеральное казенное учреждение «Дирекция космодрома Восточный» создано распоряжением Правительства от 28 августа 2012 г. № 1546. Этим же распоряжением определены основные цели учреждения и установлена его численность. Дирекция находится в ведении Роскосмоса.



Ракета и спутники

Вице-премьер проинформировал о первом планирующемся запуске. «РН «Союз» готова, готовы также «Ломоносов» и «Аист» – два КА, которые мы планируем запустить в декабре следующего года», – сказал он, уточнив, что спутники будут поставлены на космодром в середине 2015 г. для предполетной подготовки.

Не исключено, что к университетскому спутнику «Ломоносов», созданному корпорацией ВНИИЭМ для МГУ и предназначенному для изучения гамма-всплесков, и «Аисту-2Д», разработанному РКЦ «Прогресс» в сотрудничестве с самарскими вузами, присоединится малый космический аппарат (МКА) «Контакт-наноспутник». Такая вероятность была высказана **19 ноября** на заседании Совета главных конструкторов самарского Центра, посвященном обеспечению первого запуска с Восточного.

На Совете рассматривались вопросы подготовки наземной инфраструктуры космодрома, а именно – стартового и технического комплексов. Большая часть необходимого оборудования** уже доставлена на Восточный. По мнению специалистов, основная причина, сдерживающая ее монтаж, заключается в продолжающихся строительных работах – вследствие этого отсутствует необходимый температурно-влажностный режим для хранения и монтажа оборудования.

Заместитель генерального конструктора, главный конструктор по средствам выведения РКЦ «Прогресс» Д. А. Баранов сообщил, что изготовление ракеты «Союз-2.1А» и блока выведения «Волга» для первого пуска идет по графику.

На совещании в Горках поднимался вопрос о расширении работ по Восточному в дальнейшем. «Что касается второй очереди космодрома, то считаю, что надо, конечно,

сначала завершить всю предэкспертную документацию, – отметил Д. О. Рогозин. – Не делать так, как мы делали в первой очереди, когда приходилось выдавать на-гора проектно-сметную документацию и сразу вести эти работы. Это как раз и вызывало отставание от графика. Поэтому с начала следующего, 2015 г. такого рода работа будет начата и до конца года завершена, с тем чтобы с 2016 г., как мы планируем, приступить уже к строительству второго стартового стола».

Дмитрий Олегович рассказал, как ведется работа с молодыми специалистами – теми, кому предстоит работать на космодроме Восточный и жить в городе Циолковском: «Во-первых, мы привлекаем сейчас ребят практически из всех вузов нашей страны, которые готовят специалистов ракетно-космической промышленности, для участия в строительстве космодрома по линии стройотрядов. У нас в этом году работало 441 человек, но уже летом 2015 г. выйдет 1200 человек, и это позволит нам вовремя завершить работы». Это студенты 50 вузов по всей России.

По результатам опроса стройотрядовцев, подчеркнул Д. О. Рогозин, многие из них хотят связать свою жизнь с космодромом Восточный: «Это и элемент пропаганды в целом всей отрасли среди молодых специалистов».

Весной 2015 г. планируется провести научно-техническую конференцию с участием ректоров «космических» вузов. Дело в том, что для города Циолковский потребуются не только работники ракетно-космической промышленности, специалисты по космонавтике, готовые работать в Амурской области, но и люди, которые будут обслуживать сам город. «Мы сейчас намечаем план подготовки в ведущих вузах специалистов, которых будем планировать к переезду на космодром уже буквально через несколько лет», – сказал вице-премьер на совещании.

19 ноября председатель Правительства России Д. А. Медведев подписал постановление № 1217, в соответствии с которым на Правительство РФ возложены функции и полномочия учредителя дирекции космодрома Восточный*** в части назначения ее руководителя и прекращения его полномочий. «В связи с тем, что создание космодрома Восточный – задача особой государственной

важности, принятое решение будет способствовать повышению эффективности управления дирекцией и решению основных задач по созданию космодрома Восточный», – отметил пресс-служба правительства.

Принятое решение должно повысить ответственность должностных лиц, руководящих строительством. Актуальность решения обусловлена сохранением директивных сроков первого запуска с Восточного.

Об аппаратах, вузах, студентах и строителях

Выступая 4 августа на 40-й научной ассамблее Международного комитета по исследованию космического пространства (COSPAR), ректор МГУ В. А. Садовничий напомнил, что ученые университета создали ряд КА, однако наиболее масштабный проект – спутник «Ломоносов»: «Надеюсь, что в следующем году с только что введенного космодрома Восточный мы запустим наш спутник «Ломоносов»... Это будет космическая лаборатория для изучения экстремальных явлений в нашей Вселенной».

Аппаратура спутника позволит изучать гамма-всплески, которые, по словам Виктора Антоновича, являются «самыми мощными энерговыделениями во Вселенной»: «На борту «Ломоносова» установлены приборы, охватывающие весь спектр изучения этого природного явления». Спутник будет также нести прообраз прибора, который позволит минимизировать расстройство вестибулярного аппарата у космонавтов. А аппаратура для мониторинга радиационной обстановки «Ломоносова» вместе с приборами других КА войдет в глобальную систему контроля радиационной опасности, которая является критической при пилотируемых полетах.

На упомянутом выше Совете главных конструкторов, прошедшем 19 ноября в Самаре, генеральный директор РКЦ «Прогресс» А. Н. Кирилин сообщил, что выведение спутника «Аист-2Д» при первом запуске с космодрома Восточный позволит решить сразу несколько актуальных вопросов: следить за состоянием посевов, контролировать пожароопасную ситуацию, обнаруживать незаконные постройки и вырубки. «Аппарат с уникальными характеристиками сможет снимать полосу в 41 км в ширину и до 2000 км в длину. Сейчас начинает собираться летный образец».

Третьим МКА, который выйдет на орбиту в первом запуске, должен стать научно-технический аппарат (НТА) «Контакт-наноспутник», созданный по программе развития наноспутниковых технологий Самарского государственного аэрокосмического университета (СГАУ). Подробностей о его устройстве пока мало.

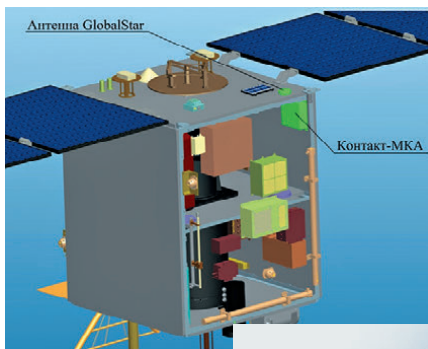
Научный руководитель Центра испытаний и комплексной отработки систем наноспутников СГАУ профессор И. В. Белоконов отмечает, что специалисты университета смогли активировать космические исследования благодаря поддержке губернатора Самарской области Н. И. Меркушкина. «Инициативы регионального правительства [которое выделило на реализацию программы создания наноспутников 23 млн руб] создали уникальные условия для развития наноспутниковых технологий в Самаре, –

отметил Игорь Витальевич. – В сочетании с научным потенциалом самарских вузов и наработками РКЦ мы получили возможности для быстрого развития и внедрения передовых космических технологий».

СГАУ – один из немногих университетов мира, обладающий собственной орбитальной группировкой КА, а также комплексом приема и обработки информации. С 2013 г. в околоземном пространстве работают два спутника серии «Аист», созданные учеными и студентами СГАУ совместно со специалистами РКЦ «Прогресс». Оба аппарата предназначены для решения образовательных, научно-технических и экспериментальных задач.

Самарские студенты уже участвуют и в строительстве Восточного. В июле–августе десять человек из отряда «Легенда» в рамках всероссийской студенческой стройки работали на космодроме. «В сентябре я встречался с ребятами: они признались, что запомнят это время на всю жизнь, – рассказал ректор СГАУ Е. В. Шахматов. – Они очень гордятся, что приняли участие в таком грандиозном деле. Учитывая масштабы работ, помощь студентов оказалась очень кстати. Студенты мечтают вернуться на площадку космодрома. В следующем году мы предлагаем сформировать отряд уже численностью 30 человек, чтобы еще активнее помогать строителям».

В декабре было решено, что СГАУ начнет готовить специалистов для космодрома Восточный. «Д. О. Рогозин, который согласился возглавить наш наблюдательный совет, по-



▲ Полезная нагрузка первого запуска с Восточного: спутник «Аист-2Д» и «Контакт-наноспутник»

ручил нам взять под патронаж подготовку кадров для космодрома и наукограда [Циолковский], – пояснил Евгений Владимирович. – Сейчас мы с вузами Амурской области, с министерством образования и науки Амурской области заключили соответствующие соглашения, договорились о сотрудничестве и поэтапно будем эту работу проводить».

Ректор отметил, что в 2013 г. при поддержке Н. И. Меркушкина аэрокосмический университет совместно с РКЦ «Прогресс» создали на базе вуза Институт космического машиностроения (ИКМ). Сейчас он оснащается необходимым оборудованием. В Институте будет возможно производство полного цикла – от создания модели спутника до его изготовления и испытания. В этой работе будут участвовать студенты и аспиранты СГАУ

и сотрудники РКЦ «Прогресс». «Если сейчас «Аист-2» в основном изготавливается на заводе [«Прогресс»], то потом эти МКА мы будем делать у себя на территории. Это очень важный момент, и это задел для космодрома Восточный, потому что мы хотим принимать часть абитуриентов из близлежащих к космодрому областей и готовить их в Самаре. ИКМ будет базовым для такой подготовки», – подчеркнул Е. В. Шахматов.

О ходе работ

А что происходит на Восточном сейчас? Строительство космодрома не останавливается даже в самых сложных погодных условиях Амурской области. В середине декабря на космодроме завершилось бетонирование огневого кольца стартового сооружения – одного из главных элементов стартового комплекса. После выхода на кнулеву отметку строителям останется лишь залить плиту перекрытия, а затем усилить конструкцию листами металлоизоляции. Сейчас бетон набирает прочность под тепловыми контурами – из-за низких температур установлены тенты и тепловые пушки.

В настоящее время на техническом комплексе космодрома Восточный Главным управлением Спецстроя России по территории Дальневосточного федерального округа возводится новый вахтовый городок. Уже готовы и переданы в эксплуатацию два двухэтажных жилых здания с медицинским пунктом и точкой торговли товарами повседневного пользования. По мере необходимости увеличивается число рабочих, задействованных на строительстве объектов наземной космической и обеспечивающей инфраструктуры космодрома. По причине удаленности строительных площадок от ЗАТО Углегорск, где имеются общежития, а также для создания максимально комфортных условий проживания работников, вахтовые городки создаются в непосредственной близости от объектов строительства.

Возводимый городок будет автономным жилым комплексом со всеми необходимыми системами жизнеобеспечения. В восьми комфортабельных зданиях модульного типа будут проживать 1480 человек (1400 рабочих и 80 инженерно-технических работников). В городке предусмотрено централизованное энергоснабжение, холодное и горячее водоснабжение, канализация. Здания оборудуют системами автоматической пожарной сигнализации, оповещения и управления эвакуацией проживающих. Наличие резервных электростанций обеспечит бесперебойное энергоснабжение.

Все мобильные здания прошли необходимую сертификацию, полностью соответствуют требованиям санитарно-гигиенического контроля, пожарной безопасности. Они оптимально адаптированы для проживания и безвредны для окружающей среды. Горячее трехразовое питание работников будет организовано в двух столовых. Городки подобного типа обеспечивают благоприятные условия для проживания строителей космодрома Восточный и существенно повышают эффективность организации строительства.

Историческая встреча на орбите

В ноябре 2014 г. российская космонавтика добилась большого практического успеха. Впервые в отечественной истории экспериментальный космический аппарат выполнил продолжительную программу орбитальных маневров, сблизился до малого расстояния и осуществляет совместный полет с некооперирующим космическим объектом – ракетной ступенью, с помощью которой он был выведен на орбиту.

П. Павельцев. «Новости космонавтики»

23 мая 2014 г. ракетой «Рокот» с разгонным блоком «Бриз-КМ» на заданную околоорбитальную орбиту высотой около 1500 км были доставлены четыре российских спутника с номерами от «Космос-2496» до «Космос-2499». В ноте Постоянного представительства РФ при ООН в Женеве от 12 августа всем им было указано одинаковое назначение: «Космический объект предназначен для решения задач в интересах Министерства обороны Российской Федерации» [1].

В день старта Управление пресс-службы и информации Министерства обороны и пресс-служба ОАО ИСС сообщили о запуске трех КА, которые были затем идентифицированы аналитиками как спутники связи «Родник».

В каталог Стратегического командования (СК) США по результатам пуска были включены пять объектов с номерами от 39761 до 39765. Как показывают доступные через специализированный сайт [2] орбитальные элементы на указанные объекты, первые три из них в период с июня по ноябрь за счет небольших изменений высоты орбиты осуществили разведение по рабочим точкам и заняли позиции в одной плоскости в 120° друг от друга. Четвертый объект, найденный на эллиптической орбите высотой 1151×1503 км*, был сразу же идентифицирован как РБ «Бриз-КМ» после увода. Параметры его орбиты изменялись естественным образом.

Фото А. Моргунова



Пятый, с каталожным номером 39765 и международным обозначением 2014-028E, сначала имел неопределенный статус (TVA – To Be Assigned), а позднее был официально признан американцами фрагментом «Бриза-КМ» (Breeze-KM Deb). Его начальная орбита имела высоту 1480×1509 км и была близка к орбитам трех остальных спутников. Радиолокационное сечение объекта составляло 0.37 м² и было значительно меньше, чем у трех основных спутников (1.65–1.79 м²).

Хоббит, или Туда и обратно

Как показали последующие наборы элементов на объект 39765 – а до 8 августа они выдавались СК США в среднем три раза в сутки, – уже 29–31 мая так называемый фрагмент изменил свою орбиту заметным образом, увеличив перигей на 0.5 км и снизив апогей на 0.2 км. Более серьезные маневры были отмечены в период с 26 июня по 4 июля и с 8 по 11 июля, когда двумя «ступеньками» перигей был снижен на 9.4 км, а апогей – на 4.2 км. С этого момента у наблюдателей не осталось сомнений в том, что объект 39765 в действительности является активным спутником.

Особого удивления этот факт, впрочем, не вызвал. К этому моменту уже выявился странный дефицит «Космосов»: запущенный 14 июня «Глонасс» был официально объявлен как «Космос-2500», в то время как при аккуратном подсчете всех заявленных пусков и спутников у него получался номер 2498. Британский аналитик Роберт Кристи получил доступ к российской ноте от 8 апреля в адрес женеvского бюро ООН [3] еще до ее официального опубликования и объявил, что 25 декабря 2013 г. в аналогичном пуске «Рокота» на орбиту было выведено не три, а четыре спутника, включая «Космос-2491» (объект 39497, или 2013-076E). Логично было считать, что маневрирующий объект 39765 – второй из «потерянных» «Космосов», имеющий номер 2499. Однако достоянием прессы эта новость не стала – никто из наблюдателей и «болельщиков» не попытался «про этот случай растрюбить по “Би-Би-Си”».

Дальше – больше! 17 июля «Космос-2499» (будем теперь называть его так) снизился еще на 11 км, 28 июля уменьшил свой перигей сразу на 86 км, а 31 июля – еще на 125 км! Теперь он обращался по орбите высотой 1247×1492 км, причем положение перигея относительно восходящего узла (так называемый аргумент перигея) было

почти таким же, как и у летающего еще ниже «Бриза-КМ». Возникло предположение, что неопознанный объект подбирается именно к этой цели, которое впоследствии полностью оправдалось.

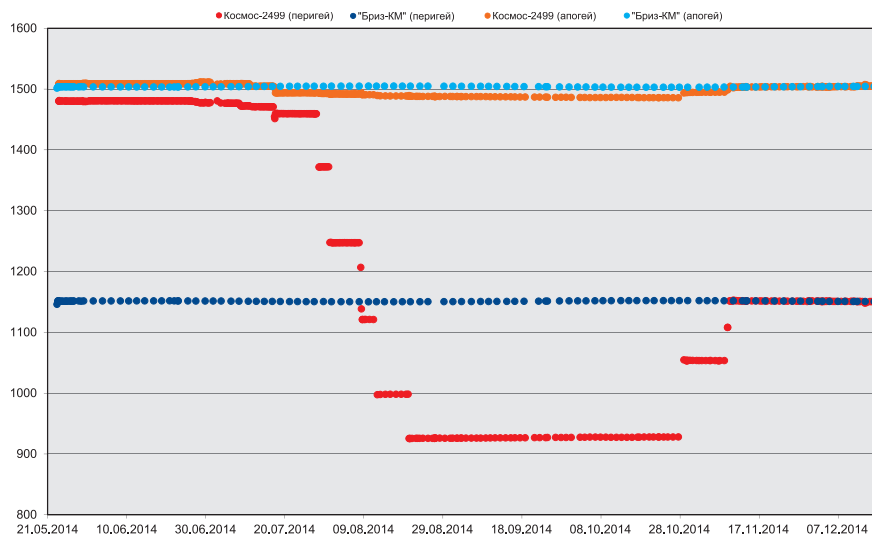
Дальнейший ход маневров «Космоса-2499» виден из таблицы и графика. У читателя может возникнуть вопрос: а зачем активный аппарат уходил ниже своей цели и так надолго? Дело в том, что из-за значительной разницы высот начальных орбит у КА и у «Бриза» отличалась скорость прецессии узлов, и к 8 августа они успели разойтись на 3.1°. Это означало, что даже если, уравнивая высоты, свести два объекта в пространстве, их относительная скорость будет измеряться сотнями метров в секунду. Чтобы расхождение плоскостей сменилось сближением, нужно было спуститься ниже цели, а чтобы убрать уже накопившуюся разницу – оставаться там в течение нескольких недель. Вот для чего «Космос-2499» к 20 августа тремя последовательными шагами снизился до 925×1489 км и после этого свыше двух месяцев «не шевелился» совсем.

| Дата | Наклонение | Перигей, км | Апогей, км |
|----------------------|------------|-------------|------------|
| «Космос-2499» | | | |
| 26.05.2014 | 82.447° | 1480.1 | 1508.6 |
| 31.05.2014 | 82.454° | 1480.7 | 1508.4 |
| 04.07.2014 | 82.448° | 1476.6 | 1508.7 |
| 11.07.2014 | 82.452° | 1470.9 | 1504.5 |
| 17.07.2014 | 82.457° | 1459.7 | 1493.7 |
| 29.07.2014 | 82.447° | 1372.0 | 1492.7 |
| 01.08.2014 | 82.454° | 1247.2 | 1491.9 |
| 08.08.2014 | 82.460° | 1121.0 | 1490.8 |
| 14.08.2014 | 82.453° | 998.0 | 1488.7 |
| 20.08.2014 | 82.454° | 925.4 | 1489.2 |
| 28.10.2014 | 82.448° | 1053.0 | 1495.3 |
| 09.11.2014 | 82.451° | 1107.9 | 1498.9 |
| 09.11.2014 | 82.445° | 1151.7 | 1502.9 |
| Справочно: «Бриз-КМ» | | | |
| 08.11.2014 | 82.443° | 1151.8 | 1503.2 |

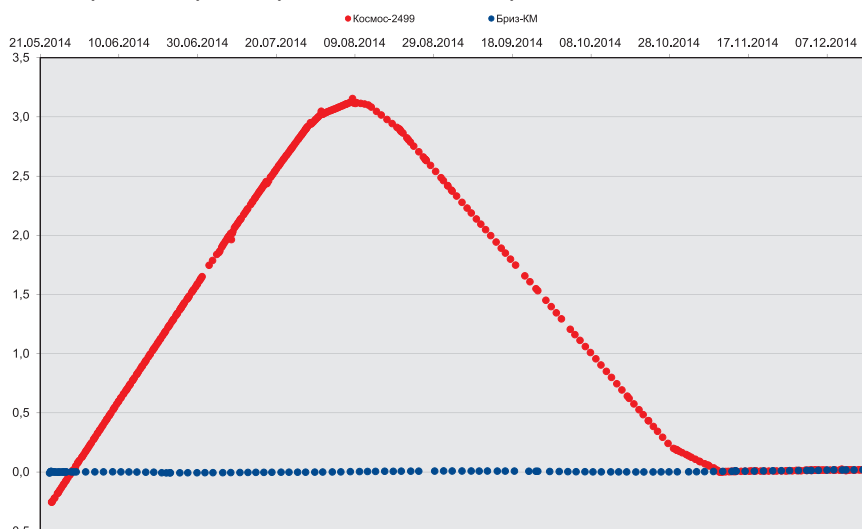
Следует заметить, что прозвучавшие позднее предположения о маневрировании данного КА с использованием плазменных двигателей (см. «0 новых холловских двигателей») не имеют никакой связи с реальностью. Любые двигатели с высоким удельным импульсом и очень малой тягой изменяют орбиту КА медленно и плавно, в нашем же случае изменения высоты на десятки километров происходили за время, не превышающее нескольких часов. К примеру, по орбитальным элементам до и после маневра 31 июля отчетливо читался одноимпульсный переход, совершенный около 09:12 ДМВ с приращением скорости примерно 20 м/с. Кстати, суммарное приращение скорости во всех больших маневрах составило около 190 м/с, что вполне доступно обычному ЖРД малой тяги при расходовании сравнительно малой массы топлива – не более 10% начальной массы спутника.

21 октября происходящее вышло в публичную сферу: «Интерфакс» со ссылкой на

* Здесь и далее для простоты изложения и проверки приводятся максимальная и минимальная высота над сферой радиусом 6378.14 км, рассчитанные непосредственно из двусторонних элементов СК США – без моделирования полета и определения фактических высот над земным эллипсоидом. Соответствующие начальные параметры были приведены в НК № 7, 2014.



▲ Изменения перигея и апогея орбиты КА «Космос-2499» (объект 39765) в процессе маневрирования с целью встречи с РБ «Бриза-КМ», рассчитанные по данным Стратегического командования США



▲ Отклонение восходящего узла орбиты КА «Космос-2499» (объект 39765) от узла орбиты РБ «Бриза-КМ» достигло примерно 3.2°, прежде чем начало уменьшаться в результате маневров спутника

Роберта Кристи объявил об обнаружении на орбите маневрирующего российского аппарата. Агентство процитировало предположение англичанина о том, что «Космос-2499» является спутником-инспектором и использует «Бриза-КМ» в качестве мишени.

В этот день положения узлов КА и РБ отличались лишь на 0.5°, и совмещения плоскостей можно было ожидать уже 2 ноября. Однако 28 октября спутник провел первый подъем орбиты, отчего скорость схождения плоскостей уменьшилась. Сразу после этого СК США во второй раз поменяло статус объекта 39765 – обозначило его как Payload («Полезный груз»), переименовало в Cosmos 2499 и вновь увеличило частоту определения параметров орбиты.

Плоскости совместились 9 ноября; в этот день около 01:07 ДМВ «Космос-2499» произвел второй подъем орбиты и затем выполнил серию маневров по стабилизации взаимного положения КА и РБ. Картина их не может быть восстановлена на основе имеющихся орбитальных элементов, но граничные условия таковы. В результате второго подъема орбиты 9 ноября и при отсутствии последующих маневров спутник должен был пройти в 08:21 ДМВ примерно в 16 км от цели. Моделирование взаимно-

го движения объектов после стабилизации дает момент наиболее тесного сближения в 08:48 ДМВ и минимальное расстояние 0.76 км. Каково оно было в реальности – пока остается тайной.

«Я – говорящий сверчок...»

На этом закончился первый этап эксперимента – выход в окрестности заданной цели, – и немедленно начался второй, который можно охарактеризовать как ее длительное сопровождение. Элементы с эпохой 10 ноября в 08:18 ДМВ зафиксировали почти полное равенство параметров двух орбит. Узлы совпадали с точностью до 0.02°, положения перигея различались на 0.2°, средняя высота полета «Космоса-2499» была ниже на 0.25 км, причем он поднимался на 1 км выше «Бриза» в перигее и опускался на 1.5 км ниже в апогее. Аппарат находился примерно в 51 км позади ступени и приближался к ней примерно на 0.8 км за виток.

К вечеру 11 ноября «Космос-2499» точку поднялся, так что его средняя высота была теперь всего на 40–50 метров ниже, чем у «Бриза-КМ», а скорость сближения стала едва заметна. Расстояние сократилось до 39 км к 13 ноября и до 30 км к 16 ноября и должно было уменьшиться до нуля еще через 10 суток.

Тем временем 17 ноября британская газета Financial Times разразилась подробной статьей о «Космосе-2499», политкорректно называя его «объектом 2014-28Е». «Его назначение неизвестно, и оно может быть гражданским: например, проект по уборке космического мусора, – писал редактор по вопросам обороны и безопасности Сэм Джоунз. – Или аппарат для ремонта или заправки существующих спутников. Однако интерес подскочил из-за того, что Россия не объявила его запуск – и из-за специфических и очень активных и точных движений спутника в небесах». Он напомнил далее о давно закрытой советской программе «Истребитель спутников» и о том, что в 2010 г. Олег Остапенко, командующий Космическими войсками России, а ныне руководитель ее космического агентства, сказал, что Россия вновь разрабатывает спутники-инспекторы и ударные аппараты [4].

В тот же день телеканал Russia Today пересказал содержание британской статьи

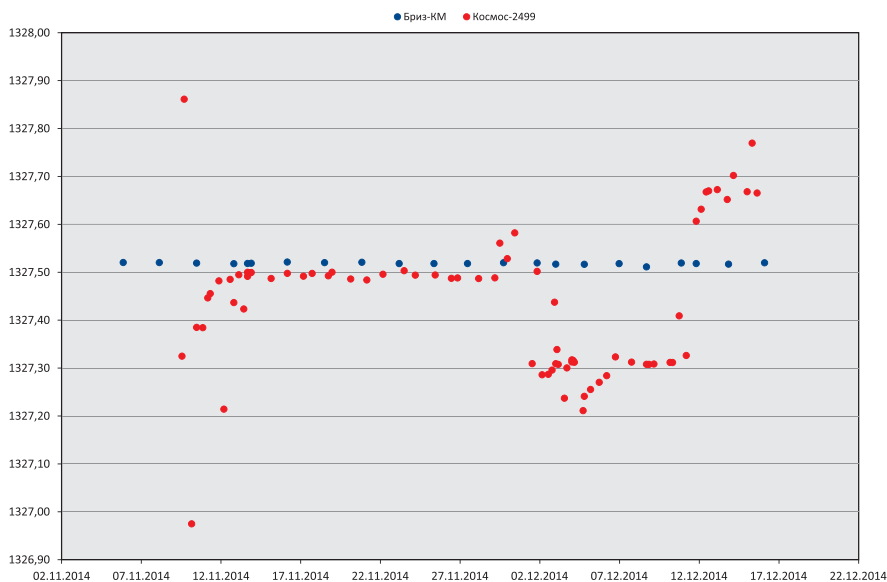
О НОВЫХ ХОЛЛОВСКИХ ДВИГАТЕЛЯХ

В начале октября пресс-служба ФГУП «Центр Келдыша» сообщила, что впервые на орбите в составе КА разработки ОАО ИСС имени академика М. Ф. Решетнёва проведены успешные включения блоков коррекции на основе плазменных двигателей холловского типа нового поколения с улучшенными характеристиками. Их созданием руководил профессор Олег Анатольевич Горшков, являясь руководителем подразделения-разработчика и главным конструктором изделия в течение 9.5 лет – с момента начала проекта и до изготовления летных комплектов двигателей, что совпало с его переходом из Центра Келдыша на постоянную работу в МФТИ.

Плазменные двигатели холловского типа относятся к классу электромагнитных двигателей с внешним магнитным полем, в которых ключевую роль играет замкнутый дрейф электронов. В основе действия холловского двигателя лежит создание сильного электрического поля в плазме. Впервые идея о формировании заметного перепада потенциала в плазме была высказана советским физиком А. В. Жариновым в ходе исследований распределения потенциала по радиусу в цилиндрической магнитной ловушке с магнитными «пробками» при магнетронном способе создания плазмы, содержащей быстрые ионы. Позднее на базе этой идеи были разработаны две схемы холловских двигателей – двигатель с анодным слемом (предложен А. В. Жариновым) и стационарный плазменный двигатель (предложен А. И. Морозовым).

Россия занимала и занимает лидирующие позиции в области разработки холловских двигателей. Их летные испытания начались в 1971 г., а с 1982 г. двигатели используются на КА как штатные исполнительные органы. В основном они применяются на геостационарных КА для коррекции положения в направлениях «север-юг» и «запад-восток». С 2004 г. российские холловские двигатели начали применяться на борту зарубежных КА ведущих фирм США и Европы – EADS Astrium, Thales Alenia Space и Space Systems/Loral.

В сообщении не указано, на каком именно спутнике используются двигатели новой разработки. Представляется логичным, что речь идет о КА «Луч», выведенном на орбиту 27 сентября (НК № 11, 2014).



▲ Совместный полет и маневрирование КА «Космос-2499» и РБ «Бриз-КМ» после первой встречи

под громким заголовком «Астрономы обнаружили объект, похожий на российский спутник-убийцу».

Пока другие печатные органы обсасывали эту тему, «Космос-2499» не совершал каких-либо заметных маневров. В результате 25 ноября он оказался рядом с «Бризом» и на протяжении нескольких витков проходил на расстояниях менее 1 км от него. Расчет по орбитальным элементам дал минимальное расстояние в 12:35 ДМВ – оно составило 0,25 км, причем относительная скорость объектов в этот момент не превышала 0,46 м/с. Безусловно, на результаты этого расчета могли повлиять и неточность элементов, и алгоритмические особенности, и малозаметные маневры КА относительно цели. Однако все они должны были работать на увеличение прогнозируемого расстояния по сравнению с реальным, так что приведенные числа можно считать оценкой сверху. Таким образом, была выполнена и вторая задача эксперимента – пролет на очень близком расстоянии от цели с минимальной относительной скоростью.

Добавим, что на этом миссия «Космоса-2499» не завершена. Дополнительные серии малых маневров отмечались 29 ноября, 1 декабря (снижение на 0,20 км относительно «Бриза») и 11 декабря (подъем на 0,15 км выше него). Эксперименты на орбите продолжают.

С самого начала выдвигалось предположение о том, что таинственный спутник, как и его декабрьский предшественник, создан в железнгорском ОАО ИСС имени М. Ф. Решетнёва. Такую версию подсказывал факт выведения на «Рокоте» совместно с тремя связными аппаратами двух малых экспериментальных изделий – спутников «Юбилейный» в мае 2008 г. (НК № 7, 2008) и «МиР» в июле 2012 г. (НК № 9, 2012), созданных специалистами этой прославленной фирмы совместно с преподавателями и студентами Сибирского государственного аэрокосмического университета. В их основу были положены новая многофункциональная негерметичная платформа ОАО ИСС и командно-телеметрическая система сбора и передачи научной и служебной информа-

ции, навигационных измерений и управления работой аппаратуры спутника ДОКА-Б от НИЛАКТ ДОСААФ (г. Калуга).

Железнодорожное предприятие анонсировало возможность создания на этой базе спутников различного назначения массой до 100 кг. Первенец, КА «Юбилейный» массой 45 кг, выполненный в форме шестиугольной призмы со стороной 30 см и высотой 80 см, имел радиолюбительский позывной RS-30; спутник «МиР» («Юбилейный-2») с камерой дистанционного зондирования Земли и высокоскоростной радиолнией сброса информации в S-диапазоне потяжелел до 65 кг и откликнулся на имя RS-40.

Неожиданное подтверждение родства «Космоса-2499» с этими КА пришло от российских радиолюбителей. 20 ноября житель Рузаевки (Мордовия) Дмитрий Пашков, работающий под позывным R4UAV, сообщил о регистрации радиосигналов «Космоса-2499» на частотах 435,465 и 435,565 МГц. Более того, 1 декабря он принял телеметрию, передаваемую аппаратом в режиме CW, то есть по сути азбукой Морзе. Спутник идентифицировал себя как RS-47; формат сообщения соответствовал уже известному для российских радиолюбительских КА с бортовой аппаратурой НИЛАКТ и поддавался расшифровке по опубликованной инструкции для «Чибиса-М» (RS-39). Сообщение содержало такие параметры, как напряжение на солнечной батарее (16,4 В) и на аккумуляторах (16,3 В), зарядный ток (нулевой), токопотребление от АБ (1,26 А), температуры на передатчиках и на навигационном устройстве (от +23° до +27°С) и др.

Радиолния S-диапазона на частоте 2280 МГц была обнаружена западными радиолюбителями 1 декабря. Пол Марш и Свен Гран отметили, что передатчик включается в тот момент, когда «Космос-2499» приближается к Москве и угол места становится больше 5°.

Осталось добавить, что 2 декабря Дмитрий Пашков принял сигналы с позывным RS-46 с «Космоса-2491», а 3 декабря Сес Басса нашел его в S-диапазоне на все той же частоте 2280 МГц.

«Никто, кроме нас!»?

Разумеется, разговоры о спутнике-убийце не имеют под собой никакой серьезной основы. Технология поиска и сближения на орбите с некооперирующей целью является базовой для целого ряда орбитальных приложений, включая обслуживание, заправку и ремонт КА на орбите, построение и поддержание распределенных спутниковых группировок, а также – при соответствующих обстоятельствах – инспекцию и уничтожение спутников. Безусловно, радует, что Российская Федерация продемонстрировала такие возможности – но мы сделали это далеко не первыми.

Япония произвела эксперименты по повторному сближению на орбите двух первоначально состыкованных КА в рамках проекта ETS-7 в период с июля 1998 по октябрь 1999 г. В первом эксперименте после расстыковки две части были разведены на расстояние всего 2 м. Во втором планировалось сближение с расстояния 500 м, но из-за технических проблем пришлось развести спутники на 10–12 км, а стыковка состоялась через 20 суток после разделения. Третий эксперимент с аналогичной максимальной дальностью прошел без серьезных замечаний (НК № 24, 1997; № 15-16, 17-18 и 19-20, 1998).

Опасения по поводу объекта 2014-28E резонны, заявила профессор Джоан Джонсон-Фриз, эксперт по национальной безопасности Военно-морского колледжа в Ньюпорте (США), в интервью сетевому изданию space.com 19 ноября. «Любой спутник, способный маневрировать, потенциально может быть оружием. Но значит ли это, что все маневрирующие спутники являются оружием? Нет», – утверждает она. По мнению американки, спекуляций добавляет секретность этого спутника и то, что о нем не было объявлено в момент запуска.

Эксперт полагает, что руководители российской программы будут рады сохранять молчание и подогревать спекуляции. «Я думаю, все, что русские могут сделать, чтобы спровоцировать США прямо сейчас, будет поддержано их правительством. Если это может вызвать озабоченность США, они будут только рады», – считает Джонсон-Фриз.

Британия предприняла в августе–ноябре 2000 г. пионерский эксперимент по сближению на орбите, используя в качестве мишени КА «Хантянь-1» («Цинхуа-1»), а в качестве активного аппарата – запущенный тем же носителем наноспутник SNAP массой 6,5 кг, имеющий запас рабочего тела всего в 32 грамма! Сближение было инициировано при начальном расстоянии между объектами свыше 10 000 км. Попытка не удалась, так как расогласование орбит было больше ожидаемого, и в ходе маневров газ для реактивного сопла был исчерпан (НК № 8, 2000; № 8, 2001).

США осуществили в 2005–2007 гг. сразу три подобных эксперимента. Запущенный 15 апреля 2005 г. спутник DART осуществил сближение с выведенным ранее на орбиту КА MUBLCOM, но из-за некорректной работы бортовой навигационной системы исчерпал запас рабочего тела при дальности 92 м. Продолжая подход на остаточной скорости без работающих двигателей, он столкнулся со своей целью через 11 часов после запуска (НК № 6, 2005).

Стартовавший тремя днями раньше военно-экспериментальный аппарат XSS-11 массой 145 кг можно смело считать идейным предшественником «Космоса-2499». Хотя детали его космических странствий засекречены, известно, что в период с апреля по ноябрь 2005 г. американец осуществил четыре или пять встреч с ракетной ступенью, которой был доставлен на орбиту, подходя к ней до дальности 300–1500 м (НК № 6 и 12, 2005). В январе 2006 г. XSS-11 ушел на более низкую орбиту и вплоть до августа дождался совмещения плоскостей с метеорологическим спутником DMSP 5D2 F6, а в сентябре–декабре 2006 г. неоднократно наблюдался на близких к нему орбитах. К сожалению, дальнейшая его судьба независимыми наблюдателями не прослежена.

Третий американский эксперимент начался 8 марта 2007 г. совместным запуском спутников ASTRO и NEXTSat с целью демонстрации технологии дозаправки и ремонта КА на орбите. По идеологии и исполнению он очень напоминал японскую программу ETS-7. Первая расстыковка состоялась 5 мая с расхождением на 10 м. При втором тесте 11 мая имел место сбой с расхождением до 6 км, и лишь 20 мая объекты были состыкованы вновь. В июне были проведены еще три испытания с максимальным удалением 7 км; наконец, 16–20 июля было отработано повторное сближение без стыковки с начального расстояния 310 км (НК № 5 и 8, 2007).

Для полноты картины напомним и об американских экспериментах по инспекции геостационарных аппаратов в рамках проектов Prowler (1990 г.; НК № 3, 2011), MiTeX (НК № 8, 2006; № 3, 2009) и GSSAP (НК № 9, 2014).

В рамках проекта Prisma (Швеция) 15 июня 2010 г. были выведены на орбиту два состыкованных аппарата – активный КА Mango массой 145 кг и спутник-мишень Tango массой 40 кг. 11 августа они расстыковались и разошлись на 0,5 км, после чего осуществляли управляемый групповой полет по согласованной программе (НК № 6 и 10, 2010).

Различные тесты с этой парой продолжались вплоть до начала 2013 г. После завершения основной программы было решено провести еще один, незапланированный эксперимент – сближение и инспекцию с расстояния до 10 метров французского спутника Picard, выведенного на орбиту одновременно с парой Mango+Tango. Спутник Tango был отключен командой с Земли, а Mango 19 апреля 2013 г. покинул его окрестности и начал обрабатывать заданную схему маневров. Чтобы совместить за разумное время плоскости орбит, разошедшиеся почти на 13°, была предложена комбинированная схема с одновременным изменением высоты полета и наклона орбиты активного КА. В ходе ее 18 марта 2014 г. Mango сделал первый снимок КА Picard с большой дистанции.

21 мая началась вторая серия маневров, в результате которой в августе предполагалось достичь совмещения орбит по положению плоскости и наклонению и подняться до высоты полета спутника Picard. После этого до ноября–декабря планировались эксперименты по визуальной инспекции, проверке степени воздействия на спутник-мишень выхлопа бортовых двигателей Mango и т. п. К сожалению, выполнить эту программу не

удалось: в июне или июле в баках шведского КА кончилось топливо, запас которого не удалось точно оценить. Плоскости орбит объектов совпали 20 августа, но совместить их по наклонению и высоте оказалось невозможно. Последний небольшой маневр КА Mango был зафиксирован 18 сентября 2014 г.

В один день со шведами, 15 июня 2010 г., Китай запустил свой спутник-инспектор «Шицзянь-12». 12 августа он начал сближение с китайским спутником «Шицзянь-6-03А», запущенным двумя годами раньше. Активный КА осуществил серию зависаний на различных расстояниях от цели и дважды, 2 и 10 сентября, подходил к ней на минимальное расстояние, измеряемое сотнями и даже десятками метров. 26 сентября «Шицзянь-12» начал маневрирование для перелета к новой цели; выполнив совмещение плоскостей, 16 ноября он начал сближение со спутником «Шицзянь-6-04А» и осуществил близкие подходы к нему 5 и 15 декабря (НК № 8 и 10, 2010; № 2, 2011).

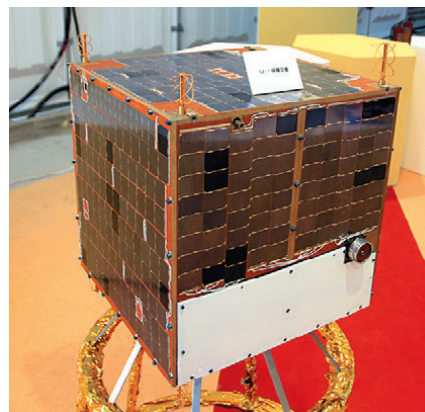
Строго говоря, этот китайский эксперимент не был первым. 27 сентября 2008 г. от пилотируемого корабля «Шэньчжоу-7» был отделен субспутник с условным наименованием ВХ-1. Удалившись на 460 км, он произвел повторное сближение с орбитальным модулем корабля, подойдя 9 октября до расстояния порядка 1 км. Субспутник ушел из окрестностей орбитального модуля 11 октября и, по-видимому, предпринял вторую попытку вернуться к нему начиная с 30 декабря, однако маневры прекратились 9 января 2009 г. без видимого результата (НК № 10, 2010).

Два китайских экспериментальных спутника наблюдения Земли «Шицзянь-9А» и «Шицзянь-9В», выведенные на орбиту 14 октября 2012 г., после расхождения до расстояния 1200 км осуществили повторное сближение с неоднократным подходом до расстояния порядка 1 км (НК № 12, 2012).

Последний и самый сложный китайский эксперимент начался 19/20 июля 2013 г. запуском одним носителем спутников «Таньсо-3» (официальное наименование «Чуансинь-3»), «Таньсо-4» («Шиянь-7») и «Таньсо-5» («Шицзянь-15»). Последний 9–10 августа осуществил сближение с «Таньсо-3» с начального расстояния порядка 1000 км; 16–17 августа он осуществил быстрый маневр с целью выхода к старому спутнику «Таньсо-2» («Шицзянь-7») и 18–20 августа произвел первое сближение с ним до расстояния порядка 1,5 км. Второй и третий циклы работ с «Таньсо-2» были проведены в мае и во второй половине сентября 2014 г.; минимальное расстояние в обоих случаях оценивается в 0,5 км (НК № 9, 2013; № 7, 2014).

В свою очередь, 19 октября 2013 г. «Таньсо-4» впервые отделил субспутник-мишень и на протяжении следующих четырех месяцев неоднократно осуществлял ее захват и освобождение. По-видимому, в этот период проводились заявленные эксперименты с космическим манипулятором, включая

* No First Placement of Arms in Outer Space, документ A/69/438 [L.14]. Голосование проводилось 4 ноября на Первом комитете и 2 декабря на сессии Генеральной ассамблеи ООН.



▲ Спутник сопровождения пилотируемого корабля «Шэньчжоу-7»

замену стандартных блоков на субспутнике в режиме телеоператорного управления, сходные с реализованными США в проекте ASTRO/NEXTSat. Второй большой цикл экспериментов начался в сентябре 2014 г. и продолжается до настоящего времени. Расстояние между спутником и мишенью, по-видимому, не превышает 5 км, а внешне – по орбитальным элементам – это похоже на совместные «танцы» шведской пары Mango и Tango.

Завершая этот материал, приведем оценки, данные главой Роскосмоса О.Н. Остапенко на пресс-конференции 15 декабря. Олег Николаевич отметил, что российские КА «Космос-2499» и «Космос-2491», запущенные в мае 2014 и декабре 2013 г., не являются «убийцами спутников», не имеют отношения к военным программам и используются в мирных целях – в интересах исследований, проводимых высшими учебными заведениями. «Это наша инициативная работа совместно с Российской академией наук, – заявил глава космического ведомства. – Ту миссию, которая перед ними была поставлена, они выполнили. Я думаю, в данной ситуации рассматривать их как что-то сверхъестественное неуместно».

Олег Остапенко напомнил, что в 2014 г. Россия впервые представила в ООН проект резолюции о неразращении первыми оружия в космосе*, и он был принят подавляющим большинством голосов – против проголосовали только США, Израиль, Украина и Грузия. «И разумеется, что-то размещать, не отвечающее этой инициативе, было бы неправильно», – убежден глава Роскосмоса.

Источники:

1. Вербальная нота Постоянного представительства Российской Федерации при Организации Объединенных Наций (Вена) от 12 августа 2014 года на имя Генерального секретаря// <http://www.oosa.unvienna.org/pdf/reports/regdocs/ser728R.pdf>
2. Сайт <https://www.space-track.org/>
3. Вербальная нота Постоянного представительства Российской Федерации при Организации Объединенных Наций (Вена) от 8 апреля 2014 года на имя Генерального секретаря// <http://www.oosa.unvienna.org/pdf/reports/regdocs/ser709R.pdf>
4. Sam Jones. Object 2014-28E – Space junk or Russian satellite killer?// *Financial Times*, 17.11.2014// <http://www.ft.com/cms/s/2/cdd0bdb6-6c27-11e4-990f-00144feabd0c.html>

Второй «Электро-Л» прошел испытания

И. Афанасьев.

«Новости космонавтики»

19 ноября – 9 декабря метеорологический спутник второго поколения «Электро-Л» №2 разработки НПО имени С. А. Лавочкина проходил тепловакуумные испытания в Научно-испытательном центре ракетно-космической промышленности в Пересвете. Аппарат с подключенной наземной кабельной сетью и установленными элементами экранно-вакуумной теплоизоляции, датчиками теплового потока и системы контроля вакуума был помещен в камеру с давлением 10^{-6} мм рт. ст.

Целью комплексных электрических испытаний в вакуумной камере являлось подтверждение работоспособности систем спутника в обстановке, приближенной к реальным условиям функционирования. Успешно протестированный КА был возвращен в Химки, где наземные проверки и испытания спутника продолжались.

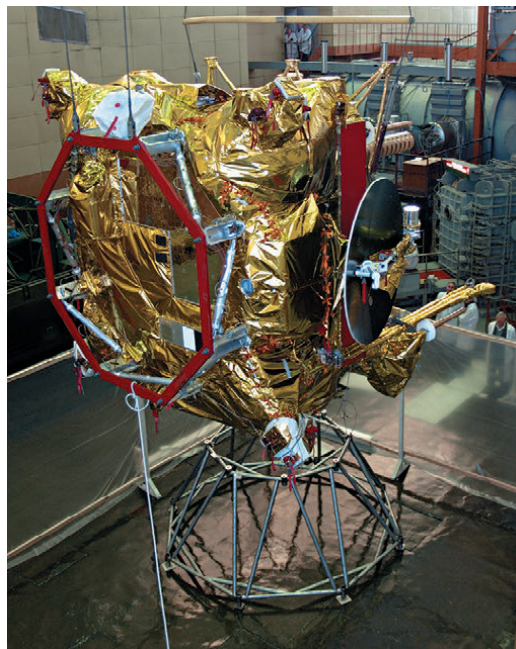
Пока аппарат укомплектован техническим экземпляром основной целевой нагрузки – модернизированного многозонального сканирующего комплекса для оперативного гидрометеорологического наблюдения Земли с геостационарной орбиты. «В декабре «Российские космические системы» (РКС) должны поставить нам штатное многозональное сканирующее устройство гидрометеорологического обеспечения МСУ-ГС. При выполнении этого графика запуск аппарата состоится в начале апреля следующего года», – сообщил гендиректор НПО имени С. А. Лавочкина Виктор Хартов.

Сам спутник, построенный на унифицированной малогабаритной платформе «Навигатор», был полностью собран и укомплектован штатными образцами бортовой служебной аппаратуры в сентябре. Значительная часть сборочно-монтажных работ и автономных испытаний систем, которые претерпели изменения на этом аппарате по сравнению с «Электро-Л» №1, выполнена еще в 2013 г. Тогда же закончилась наземно-экспериментальная отработка изделий – аналогов КА «Электро-Л» №2, предназначенных для подтверждения конструктивной прочности и технических характеристик антенно-фидерных систем, а также систем терморегулирования аппарата.

Напомним: «Электро-Л» №2 предназначен для обеспечения многоспектральной съемки всего диска Земли в видимом и инфракрасном диапазонах (разрешение 1 км и 4 км соответственно). Штатная периодичность съемки – 30 минут, но в случае стихийных явлений по командам с Земли периодичность может быть доведена до 10–15 минут. В целом характеристики второго летного экземпляра будут существенно лучше показателей «Электро-Л» №1.

Модернизация МСУ-ГС на «Электро-Л» №2 проведена с учетом экспериментов на первом аппарате и дополнительных требований тематического заказчика – Росгидромета и ФГБУ НИЦ «Планета». Серьезная доработка потребовалась после сбоя в работе первого спутника. С учетом сроков завершения изготовления штатных образцов МСУ-ГС №1 и №2 отправка КА на космодром возможна во второй половине марта 2015 г. По предварительным данным, запуск «Электро-Л» №2 предполагается выполнить с Байконура 9 апреля 2015 г. с помощью РН «Зенит-3SLБФ» с разгонным блоком «Фрегат-СБ».

«Запуск второго КА должен был состояться, безусловно, раньше*, но по результатам летных испытаний первого аппарата проведена очень глубокая модернизация второго спутника: на 40% переделана полезная нагрузка, переделана конструкция», – пояснил Виктор Хартов, добавив, что в новый спутник заложен «запас прочности», намного превосходящий требования технической документации.



▲ Подготовка КА «Электро-Л» №2 в тепловакуумной камере. Фото НИЦ РКП

Обновленный МСУ-ГС будет выполнять те же целевые задачи, что и его предшественник на первом летном экземпляре «Электро-Л». Вместе с тем изменится режим съемки и качество получаемых снимков. Теперь сканирующий комплекс будет не проводить параллельно-последовательную съемку в различных каналах, а одновременно снимать во всех десяти спектральных диапазонах.

Параллельно кооперация производит дооснащение наземного комплекса приема и обработки информации (НК ПОР), где головным исполнителем является НПО имени С. А. Лавочкина. Работы профинансированы и ведутся в полном объеме.

Помимо производства второго летного экземпляра, началось создание КА «Электро-Л» №3. Заключены договоры со всей

«Электро-Л» №1 стартовой массой около 1800 кг был выведен на геостационарную орбиту в январе 2011 г. и после завершения летных испытаний в августе 2011 г. передан в эксплуатацию. Первый современный российский спутник гидрометеорологического назначения получил значимые результаты. Аппарат сумел запечатлеть след челябинского метеорита, солнечное затмение в 2013 г., мини-тайфун в Тихом океане и многое другое.

В конце марта 2014 г. на КА возникли проблемы с системой ориентации и стабилизации*, препятствующие съемке Земли с требуемыми параметрами. Как рассказал Виктор Хартов, перестали функционировать силовые маховики, и специальное затмение в 2013 г., мини-тайфун в Тихом океане и многое другое.

В конце марта 2014 г. на КА возникли проблемы с системой ориентации и стабилизации*, препятствующие съемке Земли с требуемыми параметрами. Как рассказал Виктор Хартов, перестали функционировать силовые маховики, и специальное затмение в 2013 г., мини-тайфун в Тихом океане и многое другое.

К настоящему времени путем продолжительных и кропотливых исследований специалистами НПО имени С. А. Лавочкина удалось добиться стабилизации КА, что дало возможность использования с ограничениями основного прибора МСУ-ГС. Начиная с конца октября 2014 г. в дневное время аппарат осуществляет до 11 включений МСУ-ГС в 30-минутном интервале каждые сутки. Информация поступает и обрабатывается штатными средствами НК ПОР-Э Роскосмоса. Ведется работа по повышению качества информации и увеличению количества сеансов приема.

кооперацией по его разработке, работы также проавансированы и развернуты. В НПО имени С. А. Лавочкина идет изготовление конструкции и составных частей для комплектации третьего спутника.

НПО уже закончило проектирование гидрометеорологического КА нового поколения – «Электро-М». В период с 2021 по 2024 г. на орбиту выйдут четыре спутника этой серии, которые будут проводить многозональную сканирующую одновременную съемку в 20 каналах, фиксировать молнии, производить измерения влажности и состояния магнитосферы и верхней атмосферы.

В кооперацию по созданию аппаратов входит ОАО «Информационные спутниковые системы» (ИСС) имени академика М. Ф. Решетнёва. Красноярская фирма в рамках данного проекта отвечает за разработку и изготовление системы автономной навигации для спутника. ИСС выбрано в качестве подрядчика по этой части проекта как единственное предприятие в России, способное в требуемые сроки выполнить весь цикл работ по созданию системы автономной навигации для аппарата, которому предстоит эксплуатация на геостационарной орбите. Весь необходимый для этого научный и технический задел имеется.

* Сразу после запуска «Электро-Л» №1 речь шла о конце 2013 г.

17 ноября завершились государственные испытания модернизированного комплекса распознавания космических объектов «Окно-М», развернутого в Таджикистане в интересах Войск воздушно-космической обороны (ВКО) РФ.

«В настоящее время на комплексе «Окно» проводятся мероприятия по подготовке к принятию на вооружение и постановке на боевое дежурство в составе Главного центра разведки космической обстановки Космического командования Войск ВКО», – сообщил представитель Минобороны РФ по Войскам ВКО полковник Алексей Золотухин.

Оптико-электронный комплекс контроля космического пространства «Окно» входит в состав Главного центра разведки космической обстановки и является составной частью отечественной Системы контроля космического пространства (СККП), предназначенной для оперативного получения сведений о космической обстановке, каталогизации космических объектов (КО) искусственного происхождения, определения их класса, назначения и текущего состояния. Комплекс, расположенный на высоте 2216 м над уровнем моря в горах Санглок в 15 км от города Нурек, разработан Красногорским заводом имени С.А. Зверева. Он находится на опытно-боевом дежурстве с 1999 г. и является собственностью России с 2004 г.

Комплекс способен обнаруживать и отслеживать космические объекты на высоте до 40 000 км, определять их класс, назначение и текущее состояние. Принцип действия комплекса основан на пассивной локализации космических объектов по отраженному солнечному свету. Наблюдение осуществляется в ночное и сумеречное время в автоматическом режиме. За один сеанс комплекс выдает информацию как обо всех известных, так и о вновь обнаруженных космических объектах. Кроме того, любой КА, выведенный на орбиту с любого космодрома в радиусе более 2000 км, попадает в зону действия комплекса в течение нескольких витков.

Месторасположение «Окна» выбрано с учетом свойств атмосферы (оптической прозрачности и стабильности) и количества ясных ночных часов (около 1500 часов в год).

В состав комплекса входят командно-вычислительный центр, поисковые оптико-электронные станции обнаружения космических объектов, оптико-электронные станции измерения угловых координат и фотометрирования КО, узел связи и передачи данных, метеостанция. Поисковые станции оснащены телескопами, у которых диаметр главного зеркала достигает 1100 мм. Станции сопровождения имеют аппаратуру с диаметром объектива 500 мм в узкоугольном канале и 235 мм в широкоугольном. Зона обзора по азимуту составляет от 0 до 360°, а по углу места 20–90°.

До модернизации в составе комплекса «Окно» работали четыре оптико-электронные станции обнаружения и две станции сбора информации о КО. В настоящее время в эксплуатацию введены еще две станции обнаружения и две станции сопровождения. Кроме того, установлена современная телевизионная аппаратура обнаружения и вычислительные средства нового поколения,



Окно на горе

ния, созданные на основе отечественной элементной базы.

Модернизация позволила существенно повысить характеристики комплекса. Раньше «Окно» в Нуреке работало по высокоорбитальным космическим объектам – тем, которые находятся на орбитах от 2000 км и выше. После модернизации комплекс позволяет начать работать по основной проблеме – по низким орбитам. И сегодня комплекс в составе десяти оптико-электронных станций способен работать по обнаружению и сопровождению космических объектов на высотах от 120 км.

«Этот промежуток высотного эшелона от 120 км до 2000 км мы заполнили модернизированными станциями комплекса «Окно». Красногорский завод имени С.А. Зверева провел огромную работу, что в конечном итоге позволило как раз сейчас принимать решение об эксплуатации комплекса нового состава», – подчеркнул заместитель командующего войсками Космического командования Войск ВКО генерал-майор Анатолий Нестечук.

На сегодня комплекс «Окно» вносит весомый вклад в Главный каталог космических объектов. По словам А. Н. Нестечука, наземный сегмент СККП не только способен, но и гарантированно обнаруживает запуски любых космических объектов, осуществляемые из любого места земного шара. «В этом году нами было обнаружено 189 КА, они были взяты на сопровождение и включены в каталог, из них 161 – иностранные аппараты», – сообщил заместитель командующего.

Он уточнил, что в космическом пространстве сегодня находится около 100 000 космических объектов, и о каждом нужно иметь информацию. «Сегодня мы ведем учет более 13 000 КО, но есть потенциал, чтобы увеличить возможности наполнения Главного каталога», – сказал А. Н. Нестечук.

«Вторая задача, которую мы обязаны гарантированно выполнить, это распознать космический объект и выдать информацию распознавания. И хочу вас заверить, что еще не было в истории соединения контроля космического пространства, чтобы мы эту задачу не выполнили. Есть различные нормативы, по которым мы обязаны эту работу проводить, и мы жестко следуем

этим нормативам. При наличии априорной информации обнаруживаем и распознаем космические объекты в течение суток. При отсутствии априорной информации о запуске какого-либо космического объекта – трое суток, и мы гарантированно выдаем в Генеральный штаб [информацию о том], что запущено, кем запущено, для чего предназначено, как будет работать, и, более того, мы ежедневно контролируем состояние этих космических объектов», – разъяснил заместитель командующего войсками Космического командования.

Он отметил, в частности, что в течение 2014 г. была выдана информация о 180 невзрачных на орбите КА иностранных государств. Войска ВКО шесть раз предупреждали об опасном сближении разных космических объектов (в том числе обломков космического мусора) с Международной космической станцией. «Но наши специалисты отслеживают не только МКС, мы зафиксировали 25 фактов сближения и с другими космическими объектами», – сообщил Анатолий Нестечук.

Российская СККП в ближайшие годы пополнится станциями нового поколения. Об этом сообщил командующий Войсками ВКО генерал-лейтенант Александр Головкин. Новые комплексы распознавания космических объектов на первом этапе будут созданы на территории Алтайского и Приморского краев. До 2018 г. планируется развернуть в разных российских регионах более десяти таких комплексов.

Минобороны намерено также развивать космический эшелон средств обнаружения ракетных пусков. Так, к 2018 г. должна быть создана Единая космическая система (ЕКС) из десяти спутников. По словам Анатолия Нестечука, первый КА системы планируется запустить в 2015 г. Ранее министр обороны РФ Сергей Шойгу сообщал, что создание ЕКС позволит России обнаруживать пуски действующих и перспективных баллистических ракет по всему миру. Он уточнил, что ЕКС должна заменить средства предупреждения о ракетном нападении, разработанные еще в советское время.

С использованием сообщений «Русской службы новостей», агентства «Военное.рф», РИА «Новости» и ИТАР-ТАСС



◀ Каспийское и Аральское моря. Снимок сделан 29 августа 2014 г. камерой МСУ-МР КА «Метеор-М» №1. НЦ ОМЗ РКС



Глобальные данные прибора МСУ-МР позволяли отслеживать траектории перемещения тайфунов, циклонов, ураганов, которые относятся к опаснейшим явлениям природы. Данные о них использовались Росгидрометом, министерствами обороны и транспорта России для проводки судов рекомендованными курсами и своевременного оповещения населения.

В целях прогнозирования весеннего половодья и паводков на основе данных спутника готовилась информация о степени разрушения ледяного покрова и разливов рек. Ежегодно данные съемки с «Метеора-М» №1 использовались для осуществления оперативного мониторинга сельскохозяйственного землепользования, лесопользования (незаконные вырубки, лесовосстановление), лесных и торфяных пожаров, вулканической активности и решения других прикладных задач.

Среди потребителей получаемой со спутника информации были министерства обороны, образования и науки, природы, сельского хозяйства, чрезвычайных ситуаций, транспорта, экономического развития, Росгидромет, Роскосмос, РАН, органы исполнительной власти десятков субъектов Российской Федерации.

За пять лет эксплуатации «Метеора-М» №1 разработан и реализован 821 вариант программы работы бортовой целевой аппаратуры. Средствами наземного комплекса приема, обработки, архивации и распространения спутниковой информации Роскосмоса и Росгидромета провели более 17 000 сеансов приема целевой информации, приняли и обработали свыше 6340 заявок на получение информации с аппаратуры КМСС. Съемка поверхности Земли аппаратурой МСУ-МР осуществлялась в непрерывном режиме. Кроме того, обрабатывались и выполнялись оперативные заявки МЧС России, подаваемые через российского оператора Международной хартии «Космос и стихийные бедствия». За время эксплуатации потребителям выдано более 581 млн км² информации с КМСС и более 23 915 млн км² информации с МСУ-МР.

8 июля 2014 г. на орбиту был выведен «Метеор-М» №2 – второй спутник космического комплекса «Метеор-3М», предназначенный для решения аналогичных задач. Уже через 2,5 недели он начал передавать первые снимки Земли с многозонального сканирующего устройства малого разрешения МСУ-МР приемлемого качества во всем спектре, а еще через месяц – первые инфракрасные спектры атмосферы и поверхности в высоком разрешении, которые могут быть использованы для повышения точности прогнозов погоды.

Спектры исходящего излучения атмосферы и поверхности Земли принимаются с инфракрасного Фурье-спектрометра ИКФС-2,

Минус один и плюс один

О ситуации с российскими метеоспутниками

И. Афанасьев.

«Новости космонавтики»

25 ноября в новостной части сайта Федерального космического агентства появилось сообщение: «С 1 октября 2014 г. КА «Метеор-М» №1 выведен из оперативного использования и передан на исследование главному конструктору. По завершении программы исследования будет принято решение о дальнейшей эксплуатации КА».

«По оценке специалистов, система ориентации спутника вышла из строя*. Из-за этого он не может использоваться по назначению, – сообщил корреспонденту «Интерфакс-АВН» представитель космической отрасли. – Справедливости ради надо сказать, что спутник полностью отработал на орбите пятилетний срок, гарантированный разработчиком». Действительно, «Метеор-М» №1 – первый в серии перспективных метеоспутников, запущенный 17 сентября 2009 г. и положивший начало воссозданию российской метеорологической орбитальной группировки**, – проработал пять лет почти день в день.

«Метеор-М» №1 входил в состав космического комплекса гидрометеорологического и океанографического обеспечения «Метеор-3М» и предназначался для оперативного получения информации в целях прогноза погоды, контроля озонового слоя и радиационной обстановки в околосреднем космическом пространстве, а также для мониторинга морской поверхности.

Аппарат использовался также в целях обеспечения безопасности мореплавания, исследований ледяного покрова в приполярных акваториях Мирового океана и за-

мерзающих морях, а также на крупных озерах умеренных широт. С помощью спутника контролировалось состояние водной среды и континентального шельфа в исключительной экономической зоне России; он помогал обнаруживать разливы нефтепродуктов на водной поверхности, а также проводить мониторинг развития загрязнений акватории Мирового океана.

Разработкой КА гидрометеорологического назначения занимается корпорация ВНИИЭМ, официально именуемая ОАО «Научно-производственная корпорация «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические комплексы» имени А.Г.Иосифьяна». Первый прототип отечественного метеоспутника был выведен на орбиту 28 августа 1964 г. под именем «Космос-44», а первый экспериментальный метеорологический спутник «Космос-122» стартовал 25 июня 1966 г. Предприятием создано несколько поколений метеоспутников и запущено 68 метеорологических КА, а также семь природно-ресурсных КА «Метеор-Природа» и четыре «Ресурса-О1».

Для решения поставленных задач в состав целевой аппаратуры КА «Метеор-М» №1 были включены комплекс многозональной спутниковой съемки (КМСС), многоканальное сканирующее устройство малого разрешения (МСУ-МР), модуль температурного и влажностного зондирования атмосферы (МТВЗА), бортовой радиолокационный комплекс (БРЛК) и другие приборы. С их помощью на регулярной основе проводились работы по оперативному картированию ледяной обстановки на внутренних и внешних морях России, строились обзорные и локальные карты облачности.

* Специализированный сайт OSCAR (Observing Systems Capability Analysis and Review Tool) Всемирной метеорологической организации по анализу и мониторингу работы систем наблюдения информировал общественность, что 23 сентября 2014 г. произошел отказ системы стабилизации и что с этого момента работа приборов невозможна.

** Группировка прекратила свое существование в 2006 г. с выходом из строя запущенного в декабре 2001 г. спутника «Метеор-3М».

предназначенного для температурного и влажностного зондирования атмосферы Земли. Это перспективная разработка, выполненная совместно ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша» (головной разработчик и патентообладатель), Красногорским заводом имени С. А. Зверева (ОАО КМЗ), входящим в холдинг «Швабе» Государственной корпорации «Ростех», а также Научно-исследовательским институтом информатики и систем управления (НИИ ИСУ) при МГТУ имени Н. Э. Баумана.

Данные ИКФС-2 используются для нужд оперативной метеорологии и климатологии в части получения данных о вертикальных профилях температуры и влажности в тропосфере, общем содержании и высотном распределении озона, концентрации малых газовых составляющих, температуры подстилающей поверхности и др.

«Метеор-М» №2 передает глобальные и локальные изображения облачности, поверхности Земли, ледового и снежного покровов в видимом, инфракрасном и микроволновом (в том числе сантиметровом) диапазоне. С его помощью можно получать температуру морской поверхности и радиационную температуру, радиолокационные изображения, данные о распределении озона в атмосфере и информацию о гелиогеофизической обстановке в околоземном космическом пространстве, а также о спектральной плотности энергетических яркостей уходящего излучения для определения вертикального профиля температуры и влажности в атмосфере и оценки составляющих радиационного баланса системы Земля – атмосфера.

В конце ноября 2014 г. Роскосмос сообщил: «В настоящее время с положительными результатами завершаются летные испытания КА «Метеор-М» №2. Принимаемая гидрометеорологическая, гелиофизическая, СВЧ и другая информация используется заинтересованными потребителями для решения задач гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды в полном объеме».

«В настоящее время ведутся работы по оформлению результатов летных испытаний «Метеора-М» №2 для подготовки решения о передаче КА в эксплуатацию», – уточнил заместитель руководителя Федерального космического агентства М. Н. Хайлов.

Несмотря на явные успехи «Метеора-М» №2, вывод из эксплуатации первого КА уменьшил и без того немногочисленную отечественную группировку гражданских спутников дистанционного наблюдения Земли. Сейчас на орбите функционируют «Метеор-М» №2, «Электро-Л» №1, «Ресурс-П» №1, «Ресурс-ДК» и «Канопус-В». По числу работающих аппаратов Россия пока отстает от ведущих космических держав, но это отставание планируется ликвидировать. Учитывая сложившуюся ситуацию, руководство страны принимает экстренные меры по развертыванию национальной орбитальной группировки спутников наблюдения, к которым относятся и метеорологические.

Ближайшие потребности будут закрыты путем изготовления и запуска по крайней мере двух серийных КА по документации КА «Метеор-М» №2. Роскосмос объявил конкурс на их создание 30 декабря 2013 г. и подвел его итоги 6 февраля 2014 г. Единственную

заявку подала корпорация ВНИИЭМ, с которой и был заключен контракт 26 февраля на сумму 3136.2 млн руб. Спутники с номерами 2-1 и 2-2 будут собраны на базе универсальной космической платформы УКП-М, изготавливаемой по разделу II ФКП-2015 – серийные поставки. Их запуски запланированы на декабрь 2015 и декабрь 2016 г.

В дальнейших планах корпорации – создание КА «Метеор-М» №3. Этот спутник будет значительно отличаться от предшественников, обладая определенной спецификой среди прочих аппаратов, входящих в космический комплекс «Метеор 3М», так как должен иметь океанографическую и гидрологическую направленность.

Основное назначение аппарата – всепогодный и независимый от освещенности радиолокационный мониторинг с использованием многорежимного бортового лоатора с активной фазированной антенной решеткой (АФАР). Заложенные в проект современные конкурентоспособные характеристики позволяют надеяться на обеспечение решения не только метеорологических и океанографических, но и других задач разнообразных заказчиков и потребителей.

Для решения вопросов глобальной оценки и составления длительных прогнозов погоды функционирования только низкоорбитальных спутников недостаточно – нужны и геостационарные. Для относительно автономной работы России необходимо полностью сформировать метеорологическую группировку из КА трех классов: низкоорбитальных (типа «Метеор»), геостационарных («Электро», см. с. 70) и спутников, работающих на приполярной орбите. Аппараты

последнего типа уже разрабатывают – это серия «Арктика», но в эксплуатацию они поступят нескоро.

Всего будущая сеть объединит пять аппаратов. «Чем больше спутников, тем лучше, потому что это вопрос национальной безопасности, – уверен заместитель директора по науке ФГБУ «Гидрометцентр России» Д. Б. Киктёв. – То, что у нас есть, сейчас дает слишком скромный объем информации... Что-то обеспечивают и наземные станции, но нужны данные с разных наблюдательных платформ. Это и наземное станционное и радиологическое зондирование, и спутники, и радары, и самолетные наблюдения, и судовые наблюдения, и морские буи. Все эти виды информации нужны, у каждого из этих видов информации есть свои плюсы и минусы».

Наземные станции наблюдения – еще одна большая проблема России. Из необходимого стране минимума в десять тысяч станций есть только две тысячи. За последние несколько лет в эксплуатацию ввели не-

сколько сотен новых, но этого количества все равно недостаточно. Для сравнения: в Европе, Китае, Японии и Южной Корее таких станций в несколько раз больше, причем по большей части они автоматические.

Заместитель начальника Управления автоматических комплексов и систем Федерального космического агентства В. А. Заичко выступил на XII Всероссийской конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», прошедшей 10–14 ноября в Москве. Он сообщил, что Роскосмос намерен к 2020 г. иметь на орбите 27 действующих аппаратов ДЗЗ. Такое число предусмотрено проектом Федеральной космической программы на 2016–2025 годы.

В состав группировки войдут четыре спутника семейства «Метеор», по два «Электро-Л», «Электро-М», «Арктика-М» и «Океан», три спутника «Ресурс», два аппарата «Обзор-0». Помимо гидрометеорологических и природноресурсных спутников, на орбите будут представлены аппараты картографирования и мониторинга чрезвычайных ситуаций: четыре «Канопуса», два «Картографа-0Э» и по два радиолокационных аппарата «Кондор» и «Обзор-Р».

Уже в конце декабря 2014 г. группировку должен пополнить «Ресурс-П» №2, а в 4-м квартале 2015 г. – «Ресурс-П» №3 и «Канопус-В» №2.

«По «Ресурсу-П» №3: работы по изготовлению этого КА идут по плану, – сообщил на конференции М. Н. Хайлов. – В следующем году мы планируем его запустить. Также в 2015 г. планируется запуск аппарата «Канопус-В» №2».

▼ Ледовая обстановка в Татарском проливе. Цветосинтезированное изображение, полученное аппаратурой КМСС с борта КА «Метеор-М» №1 21 марта 2014 г. Дальневосточный центр НИЦ «Планета»

