

2017 НОВОСТИ 06 (413) КОСМОНАВТИКИ



ISSN 1561-1078
9 771561 107002 >

Журнал для профессионалов
и не только



РОСКОСМОС

НОВОСТИ КОСМОНАВТИКИ

ЖУРНАЛ ГОСКОРПОРАЦИИ РОСКОСМОС

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

Издается ЦНИИ машиностроения

Редакционный совет:

И. А. Комаров –

генеральный директор
Госкорпорации «РОСКОСМОС»,

И. Ю. Буренков –

исполнительный директор по коммуникациям
Госкорпорации «РОСКОСМОС»,

А. В. Головкин –

заместитель главнокомандующего ВКС –
командующий Космическими войсками,

О. А. Горшков –

генеральный директор ФГУП ЦНИИмаш,

В. А. Джанибеков –

президент АМКос, летчик-космонавт,

Н. С. Кирдодза –

вице-президент АМКос,

В. В. Ковалёнок –

президент ФКР, летчик-космонавт,

И. А. Маринин –

главный редактор «Новостей космонавтики»,

Р. Пишель –

глава представительства ЕКА в России,

Б. Б. Ренский –

директор «R&K»,

В. А. Шабалин –

генеральный директор

ООО «СИНТЕЗ»

Редакционная коллегия:

Главный редактор: Игорь Маринин

Обозреватель: Игорь Лисов

Редакторы: Игорь Афанасьев,

Андрей Красильников

Редактор ленты новостей:

Александр Железняков

Дизайн и верстка:

Олег Шинькович, Татьяна Рыбасова

Литературный редактор:

Алла Сеницына

Распространение:

Валерия Давыдова

Подписка на НК:

по каталогу «Роспечать» – 79189

по каталогу «Почта России» – 12496

по каталогу «Книга-Сервис» – 18496

через агентство «Урал-Пресс» (495) 961-23-62

Юридический адрес редакции:

Москва, ул. Щепкина, д. 42

Адрес редакции для писем:

141070, Московская обл., г. Королёв,

ул. Пионерская, д. 4

Телефоны: +7 (926) 997-31-39

+7 (495) 513-46-13

E-mail: LisovIA@tsniimash.ru

DavidovaVV@tsniimash.ru

Web: www.novosti-kosmonavtiki.ru

Тираж 1500 экз. Цена свободная

Отпечатано в ООО «МЕДИАКОЛОР»

Подписано в печать 02.06.2017

Журнал издается с августа 1991 г.

Зарегистрирован в Государственном комитете

РФ по печати № 0110293

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

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

№ 6 (413)

2017

ТОМ 27

Информационный период

1–30 апреля 2017 г.

В номере:

ПОКА ВЕРСТАЛСЯ НОМЕР

1 Железняков А., Извеков И.
Пока верстался номер

ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

4 Красильников А.
Посадка «Фаворов»

6 Красильников А.
Итоги полета 50-й основной
экспедиции на МКС

7 Красильников А.
«Союз МС-04»: два «Олимпа»
и грузовой контейнер

8 Шамсутдинов С., Лисов И.
Биографии членов экипажа
ТК «Союз МС-04»

9 Красильников А.
Трудная дорога к старту

14 Красильников А., Хохлов А.
Полет экипажа МКС-50
Апрель 2017 года

23 Рыжков Е.
«Лебедь» вновь вспорхнул
на «Атласе»

25 Мохов В.
Грузы Cygnus OA-7.
Новые оранжевая, печь,
капсулы и... пожар

32 Афанасьев И.
Найти корабль
и спасти космонавтов

37 Лисов И.
Первый китайский грузовик
«Тяньчжоу-1» стыкуется
с «Тяньгуном-2»

42 Лисов И.
Китай уточняет планы
пилотируемых полетов

КОСМОНАВТЫ. АСТРОНАВТЫ. ЭКИПАЖИ

43 Шамсутдинов С.
О космонавтах

ПИЛОТИРУЕМАЯ ТЕХНИКА

44 Афанасьев И.
Подготовка запусков Dragon-2
и Starliner: тяжелая ноша и овраги,
про которые забыли...

ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

46 Лисов И.
Тринадцатый «Шиззянь»,
шестнадцатый «Чжунсин»

ИСКУССТВЕННЫЕ СПУТНИКИ ЗЕМЛИ

49 Афанасьев И.
«Аист-2Д»: год на орбите

50 Чёрный И.
Куарону и не снилось...
Разгрести «орбитальную свалку»

53 Рыжков Е.
Офтальмология по-японски

СРЕДСТВА ВЫВЕДЕНИЯ

54 Афанасьев И.
На чем будем летать?

55 Афанасьев И.
Falcon Heavy: прожиги
и изменение статуса старта

12 АПРЕЛЯ – ДЕНЬ КОСМОНАВТИКИ

56 Афанасьев И.
День космонавтики в России

ПРЕДПРИЯТИЯ. ОРГАНИЗАЦИИ

58 Афанасьев И.
Анатолий Коротеев:
«Трудно убедить людей в том,
что для коренных изменений
требуется всего один шаг...»

МЕЖПЛАНЕТНЫЕ СТАНЦИИ

62 Афанасьев И.
Огненные поцелуи богини любви

65 Чёрный И.
Система Blue Moon от Blue Origin

66 Лисов И.
ТГО идет на снижение

69 Лисов И.
За лунным грунтом – в ноябре

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

70 Лисов И.
С подстройкой «+1%».
Восстановление расчетной
циклограммы орбитального
полета Юрия Гагарина

СТРАНИЦА ПАМЯТИ

72 Памяти Георгия Михайловича
Гречко

73 Памяти Бориса Константиновича
Ковалёва

На первой странице обложки: Экипаж корабля «Союз МС-04»

Фёдор Юрчихин и Джек Фишер. Фото В. Зеленцова, ЦЭНКИ

На четвертой странице обложки: Спускаемый аппарат корабля
«Союз МС-02». Фото NASA/Bill Ingalls

**Старт ракеты-носителя «Союз-ФГ»
с пилотируемым кораблем
«Союз МС-04»**



Фото С. Сергеев, ЦЭНКИ

ПОКА ВЕРСТАЛСЯ НОМЕР



27 мая стало известно, что Роскосмос планирует перенести первый испытательный запуск корабля нового поколения «Федерация» с 2021 на 2022 год. Он будет осуществлен не на ракете «Ангара-5П» с космодрома Восточный (как планировалось ранее), а на новой ракете среднего класса, разрабатываемой по программе «Феникс», с Байконура.

26 мая поступила информация, что в порядке уточнения федерального бюджета объемом средств на строительство космодрома Восточный в 2017 г. может быть увеличен с 28,6 до 38,7 млрд рублей.



25-26 мая с борта МКС из пускового устройства японского модуля Kibo запущены 17 наноспутников проекта QB50, среди которых – аппараты США, Австралии, КНР, Греции, ЮАР, Испании, Финляндии, Южной Кореи, Украины, Канады и Турции.

25 мая стало известно, что Индия планирует отправку к Луне орбитального модуля, посадочного аппарата и ровера в рамках проекта Chandrayaan-2 в первом квартале 2018 г.

25 мая во время первого пуска со стартовой установки на полуострове Махия (Новая Зеландия) потерпела аварию новая ракета-носитель легкого класса Electron, созданная новозеландским подразделением американской компании Rocket Lab.

25 мая заместитель министра обороны РФ Тимур Иванов заявил, что к 2025 г. на космодроме Плесецк будет введен в эксплуатацию третий стартовый комплекс для ракет типа «Союз-2» легкого класса.

25 мая с космодрома Плесецк была успешно запущена РН «Союз-2.1Б» с РБ «Фрегат-М», которая вывела на орбиту второй российский спутник ЕКС для системы предупреждения о ракетном нападении.

24 мая Минобороны США выбрало компанию Boeing для создания двухступенчатой воздушно-космической системы, предназначенной для вывода спутников на орбиту Земли. Беспилотный сверхзвуковой летательный аппарат XS-1 размером с реактивный самолет бизнес-класса будет взлетать вертикально и приземляться горизонтально только за счет собственных двигателей без ступеней-ускорителей. Вторая ступень обеспечит выведение на орбиту спутника массой до 1360 кг.

24 мая ЕКА объявило о завершении исследования причин падения экспериментального посадочного модуля Schiaparelli межпланетной станции ExoMars 2016 на поверхность Марса.

24 мая в Кремле состоялась церемония вручения государственных наград Российской Федерации. Орденом «За заслуги перед Отечеством» I степени награждена легендарная Валентина Терешкова. Орденом «За заслуги перед Отечеством» III степени вручен инструктору-космонавту-испытателю, командиру отряда космонавтов ЦПК Олегу Кононенко.



24 мая министр обороны РФ Сергей Шойгу на правительственном часе в Совете Федерации заявил, что военное ведомство следит за американской угрозой из космоса.

23 мая астронавты США Пегги Уитсон и Джек Фишер второй раз в течение месяца выполнили работы в открытом космосе. Продолжительность внепланового выхода для замены одного из компьютеров составила 2 часа 46 мин. Пожалуй, это самый короткий выход в истории МКС.

23 мая в г. Шанхай открылась 8-я научная конференция по спутниковой навигации Китая.

23 мая стало известно, что принято решение отказаться от строительства второго стартового комплекса для РН семейства «Ангара» в Плесецке.

23 мая стало известно, что ОАО «Главкосмос» (в структуре Госкорпорации «Роскосмос») и ООО «Международная космическая компания Космотрас» в апреле учредили акционерное общество «Главкосмос пусковые услуги» (GK Launch Services). Новая компания будет заниматься предоставлением коммерческих услуг по запуску космических аппаратов на РН семейства «Союз-2» и РН, созданных на основе ракет семейства РС-20. Генеральным директором АО назначен Александр Серкин.

22 мая вице-премьер Дмитрий Rogozin заявил, что Президент РФ В. В. Путин поручил ускорить работы по созданию ракеты сверхтяжелого класса, которая должна появиться после 2025 г. и позволит совершить облет Луны.

21 мая исполнилось 80 лет одному из создателей катапультных систем корабля «Восток» и самолетов, амортизационных кресел космонавтов, шлюзовой камеры корабля «Восход-2» Николаю Ивановичу Афанасенко.

19 мая инженеры РКК «Энергия» предложили создать «стиральную машину» для использования на МКС.

18 мая российская РН «Союз-СТА» с разгонным блоком «Фрегат» успешно стартовала с космодрома Куру во Французской Гвиане и вывела на расчетную орбиту американский спутник связи SES-15.

16-18 мая проведена очередная пусковая кампания спутников с борта МКС из японского модуля Kibo. Среди 17 наноспутников – космические аппараты различных учебных заведений США, Франции, Южной Кореи, Тайваня, Швеции, Германии, Турции и Пуэрто-Рико, созданные главным образом в рамках проекта QB50. Наноспутники российских учебных заведений будут запущены российскими космонавтами в процессе выходов в открытый космос в этом году.

17 мая генеральный директор НПО имени С.А. Лавочкина Сергей Лемешевский заявил, что Госкорпорация «Роскосмос» согласно Федеральному закону №44 о госзакупках намерена оштрафовать его предприятие за задержку с запуском российско-германской обсерватории «Спектр-РГ». Причина сдвига даты с марта на сентябрь 2018 г. – непоставка в срок телескопа eRosita германским партнером.

17 мая скончался космонавт первого, гагаринского набора, совершивший три космических полета, – летчик-космонавт СССР, дважды Герой Советского Союза Виктор Васильевич Горбатко.

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

16 мая Председатель Правительства РФ Дмитрий Медведев утвердил Положение о космонавтах Российской Федерации. Одновременно отменено действовавшее ранее положение, утвержденное еще в 1981 г.

16 мая стало известно, что компания «Информационные спутниковые системы» имени М. Ф. Решетнёва проработала облик низкоорбитальной системы связи «Скиф» – аналога проекта ОЗб, но не для экваториальных, а для северных стран.

16 мая генеральный директор АО ИСС имени М. Ф. Решетнёва Николай Тестоедов заявил: благодаря созданной системе из трех геостационарных спутников-ретрансляторов «Луч-5», российский сегмент МКС до конца года избавится от зависимости от американских систем связи.

16 мая стало известно, что в целях подготовки к полету на российском ТК «Союз МС» на МКС и обратно в ЦПК прибывает итальянский астронавт Лука Пармитано. По нашим данным, перед собственным полетом Пармитано будет дублировать одного из членов экипажа программы МКС-58/59.

16 мая американская РН Falcon 9 FT, разработанная компанией SpaceX, успешно вывела на заданную орбиту спутник Inmarsat-5 F4. При этом возвращение первой ступени не планировалось.

15 мая Президент РФ Владимир Путин сообщил о договоренности о расширении сотрудничества с КНР в космической сфере, включая поставки российских ракетных двигателей в Китай.

15 мая исполнилось 75 лет со дня первого испытательного полета советского ракетного самолета БИ-1 (летчик-испытатель Г. Я. Бахчиванджи).

15 мая миновало 60 лет со дня первого запуска советской межконтинентальной баллистической ракеты Р-7 (8К71).



15 мая исполнилось 30 лет первому старту сверхтяжелой РН «Энергия» с экспериментальным КА «Полюс».

14 мая во время стендовых испытаний нового ракетного двигателя BE-4, разработанного американской компанией Blue Origin, произошла авария. Серьезно повреждено оборудование испытательного стенда.



13 мая исполнилось 75 лет летчику-космонавту СССР, дважды Герою Советского Союза, кавалеру пяти орденов Ленина, президенту Ассоциации музеев космонавтики России Владимиру Александровичу Джанибекову. За плечами Владимира Александровича – пять космических полетов.

12 мая американские астронавты Пегги Уитсон и Джек Фишер совершили плановый выход в открытый космос с борта МКС. Начало выхода задержалось из-за проблем со скафандром Фишера. Это был 200-й выход в открытый космос для экипажей МКС.

11 мая школе №5 в Курске присвоено имя летчика-космонавта СССР, заслуженного летчика-испытателя, Героя Советского Союза Игоря Петровича Волка.

11 мая американский астронавт Базз Олдрин предложил NASA выйти из проекта МКС ради скорейшего освоения Марса. Он считает, что США не могут себе позволить расходовать на МКС по 3,5 млрд \$ в год.

10 мая в Пекине стартовал эксперимент по имитации пребывания человека в условиях, близких к лунным. Первые четыре волонтера – двое мужчин и две женщины – были изолированы в установке «Юэгуан-1» («Храм Луны-1»). Волонтеры проведут здесь 60 суток.

9 мая американская компания SpaceX провела первое огневое испытание центрального блока тяжелой ракеты Falcon Heavy на своем полигоне в штате Техас.

9 мая стало известно, что американская компания Aerojet Rocketdyne намерена к 2019 г. начать массовое производство двигателей AR1, которые могли бы заменить российские РД-180, устанавливаемые на первую ступень ракеты Atlas V.

7 мая американский военный беспилотный крылатый космический аппарат X-37В совершил успешную посадку на полосе R15 космодрома на мысе Канаверал в автоматическом режиме. Это был четвертый полет по программе (OTV-4) и второй для данного аппарата. Длительность полета составила 717 сут 20 час 42 мин.

5 мая из публикаций на сайте госзакупок стало известно, что Госкорпорация «Роскосмос» выделит 31 млн руб на участие в авиасалоне в Ле-Бурже. Общая площадь экспозиции Роскосмоса на авиасалоне составит 165 м². На этой территории будут размещены экспозиции РКК «Энергия», РКЦ «Прогресс», Корпорации ВНИИЭМ и НПО имени С. А. Лавочкина.

5 мая из индийского Космического центра имени Сатиша Дхавана на о-ве Шрихарикота осуществлен пуск РН GSLV Mk.II F09, которая вывела на орбиту телекоммуникационный спутник GSAT-9.

4 мая из Гвианского космического центра состоялся пуск РН Ariane 5ECA с двумя телекоммуникационными спутниками на борту. Оба аппарата выведены на геопереходные орбиты.

4 мая Госкорпорация «Роскосмос» сообщила о включении летчика-космонавта, Героя России Александра Мисуркина в состав основного экипажа для полета на МКС по программе МКС-53/54 в сентябре 2017 г. Это будет второй космический полет Александра.

К **4 мая** Центр подготовки космонавтов Госкорпорации «Роскосмос» принял и обработал более 30 комплектов документов от желающих стать космонавтами в рамках нового набора в отряд. Всего в Центр поступило около 200 письменных обращений, но часть из них по ряду параметров не соответствует требованиям, предъявляемым к претендентам, или не содержит всех необходимых документов.

3 мая американская компания Vector Space Systems на стартовом комплексе в пустыне Мохаве (шт. Калифорния) испытала новую легкую ракету-носитель Vector-R для вывода на орбиту микроспутников. По плану одноступенчатая ракета должна была достичь высоты в 1,5 км, что и было реализовано.

3 мая. По признанию NASA, из 471 нового объекта космического мусора, зафиксированного в 1-м квартале 2017 г., 298 принадлежат США, что составляет 63%.

1 мая американская компания Virgin Galactic провела испытание своего суборбитального туристического космоплана Unity типа SpaceShipTwo. В ходе автономного полета Unity двигатели не включались, но на борту находились два пилота.

1 мая из Космического центра имени Кеннеди (Флорида, США) состоялся успешный пуск РН Falcon-9 v1.2 №33. На орбиту выведен спутник Национального разведывательного управления США, получивший обозначение USA-276 (2017-022A).

Составители А. Железняков и И. Извеков

Посадка «Фаворов»

10 апреля в 14:20:21.6 ДМВ в 150 км юго-восточнее казахстанского города Жезказган после полугодового полета на МКС совершил посадку спускаемый аппарат пилотируемого корабля «Союз МС-02» с «Фаворами» – россиянами Сергеем Рыжиковым и Андреем Борисенко и американцем Шейном Кимброу.

Первоначально приземление планировалось на 26 февраля, но аварийный запуск грузового корабля «Прогресс МС-04» в декабре 2016 г. (НК №2, 2017, с.8-11) внес коррективы в график. Запуск «Союза МС-04» был перенесен с 27 марта на 20 апреля, а посадка «Союза МС-02» соответственно отложена до 10 апреля.

В 07:44:52 экипажи закрыли переходные люки между «Союзом МС-02» и Малым исследовательским модулем «Поиск». На станции остались «Казбеки» – россиянин Олег Новицкий, француз Тома Песке и американка Пегги Уитсон.

В 10:57:26 корабль массой 6754 кг отстыковался от МКС, которая в этот момент находилась на орбите наклонением 51.66°, высотой 400.53×425.80 км и периодом обращения 92.60 мин.

– Наблюдаю в ВСК (визир специальный космонавта. – А.К.) стыковочный узел [модуля «Поиск»], посторонних предметов не наблюдаю, стыковочный узел чист, – доложил Рыжиков. – Дальность порядка 10 метров, стабильно отходим.

В 11:00:26 «Союз МС-02» с помощью двигателей причаливания и ориентации (ДПО) осуществил первый импульс увода от станции, по завершении которого сразу же развернулся по крену в положение для выдачи второго импульса.

– Есть работа ДПО. Отработали 8 сек, – сообщил Сергей. – Отрабатывается аварийное значение по превышению парциального давления кислорода. 210 [мм рт.ст.] парциальное давление.

– 210, принято, – ответил ЦУП.

И действительно на дисплее интегрированного пульта управления в спускаемом аппарате (СА) появилась красная индикация «Параметр не в допуске (PO2 = 209.942)». На тот момент давление в СА было 817 мм рт. ст., и соответственно парциальное давление кислорода должно было составлять 171 мм рт. ст. Иными словами, доля кислорода в воздухе кабины приближалась к 26% и была больше нормы в 1.23 раза. Такое несоответствие могло образоваться при продувке кислородом скафандров «Сокол-КВ-2» перед расстыковкой.

Как бы там ни было, в 11:01:46 двигателями ДПО корабль выполнил второй импульс увода от МКС длительностью 30 сек.

– Есть включение ДПО, – сказал Рыжиков. – Идет перемещение вдоль оси станции со стороны американского сегмента.

Безопасность приземления «Союза МС-02» обеспечивали три самолета Ан-26 и два



Фото NASA/Bill Ingalls



Фото А. Пентюхина, ЦЭНКИ

Ан-12, 14 вертолетов Ми-8 и 20 единиц автотехники, в том числе поисково-эвакуационные машины высокой проходимости «Синяя птица». Люди и техника были заранее перебазированы в Казахстан из Свердловской и Челябинской областей.

В 13:28:31 включился сближающе-корректирующий двигатель корабля. Он отработал 275 сек и выдал тормозной импульс величиной 128 м/с для сведения «Союза МС-02» с орбиты. По докладу Сергея максимальная перегрузка при спуске составила 4.2 g.

На высоте 10.8 км при выходе парашюта из контейнера вертлюг, предназначенный для предотвращения скручивания тросов и строп парашюта, по случайному стечению обстоятельств жестко ударил по внутренней стенке контейнера. В результате в стенке образовалась трещина размером 3.5 см, что привело к падению давления в СА. При этом стоит подчеркнуть, что ничего страшного не произошло. Во-первых, «Фаворы» были в скафандрах. Во-вторых, чуть позже так и так открылись клапаны для выравнивания давления в СА с заборным атмосферным давлением.

Посадка корабля произошла в точке с координатами 47°22'11.76" с.ш., 69°36'42.06" в.д., в 6 км к северу от расчетной точки (47°18'54" с.ш., 69°36'06" в.д.),



Фото А. Пантюхина, ЦЭНКИ

ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

– Наша мягкая посадка, которая называется «мягкой», где слово «мягкая» достаточно условно, потому что я не знаю, приходилось ли кому-нибудь переворачиваться на машине, надеюсь, что нет, но могу сказать, что это гораздо хуже, чем перевернуться на машине, – признался Борисенко. – Удар был сильный, и потом нас хорошо побросало. Будем считать, что это американские горки в момент, когда кабина на них срывается и начинает кататься самопроизвольно, но не по рельсам. Со сто-

смог удержать в руках бортдокументацию, а в этот раз, несмотря на то, что посадка была более динамичной, все осталось на месте.

– Для меня посадка особенно не запомнилась: ну, поболтало, покрутило – нормально, – сдержанно оценил Рыжиков первое в своей карьере «космическое» приземление.

Через две минуты после приземления к СА подъехала первая машина со спасателями – и спустя восемь минут из корабля начали вынимать космонавтов. По порядку: Сергея, Шейна и Андрея.

Отдыхая в кресле, Рыжиков держал в руках веточку вербы в честь Вербного воскресенья, которое христиане отмечали накануне, за неделю до Пасхи.

– После извлечения из спускаемого аппарата я не понимал, зачем меня несут, я и сам могу, такое ощущение было, – рассказал Сергей 12 апреля. – Потом принесли в палатку, начался [эксперимент] «Полевой тест» (НК №11, 2013, с.5). И тут все радости земного притяжения начали ощущаться понемножку... Но ничего – я бы их (задачи «Полевого теста». – А.К.) сложными не назвал, но реакция организма была не вполне нормальная, поэтому я его до конца не прошел. Вчера вечером и сегодня уже было нормальное состояние – бодрое.

– Если говорить о самочувствии, то вторая посадка для меня прошла гораздо комфортнее, чем первая. Самочувствие после посадки было на порядок лучше, чем после первой посадки, – отметил Андрей.

Из района приземления «Фаворов» на вертолетах перевезли в Караганду, откуда Рыжиков и Борисенко самолетом отправились на подмосковный аэродром Чкаловский, а Кимброу – с дозаправками на авиабазу Эллингтон (Хьюстон, штат Техас).



Фото А. Пантюхина, ЦЭНКИ

уточненной баллистикой ЦУПа после стыковки «Союза МС-02» со станцией.

Таким образом, длительность полета «Фаворов» составила 173 сут 03 час 15 мин 08 сек (с учетом секунды, вставленной в счет времени 31 декабря 2016 г.). Борисенко за два космических полета набрал в сумме 337 сут 08 час 56 мин 32 сек, а Кимброу также за два полета – 188 сут 23 час 44 мин 35 сек. Напомним, что для Рыжикова завершившийся полет был первым.

После приземления купол парашюта снова надулся, перевернул СА и потащил его. Неприятная «поездка» по степи закончилась через 20 сек – после того, как экипаж отстрелил парашют.

Спустя два дня, 12 апреля, на пресс-конференции в ЦПК «Фаворы» поделились с журналистами впечатлениями о посадке.

роны это выглядело более экстравагантно, чем было внутри. Внутри мы хорошо были притянуты привязной системой и никуда не делись во время удара. В прошлый раз я не



Фото А. Пантюхина, ЦЭНКИ

Итоги полета 50-й основной экспедиции на МКС

Основные события и участники

50-я экспедиция на МКС началась **30 октября** 2016 г. после отчаливания от станции и приземления пилотируемого корабля «Союз МС» с экипажем в составе: командир корабля космонавт Роскосмоса Анатолий Алексеевич Иванишин, бортинженер-1 астронавт JAXA Такуя Ониси и бортинженер-2 астронавт NASA Кэтрин Хэллиси Рубинс.

На МКС остался экипаж в составе: командир станции – астронавт NASA **Роберт Шейн Кимброу**, бортинженер-1 – космонавт Роскосмоса **Сергей Николаевич Рыжиков** и бортинженер-2 – космонавт Роскосмоса **Андрей Иванович Борисенко**.

19 ноября на станцию прибыл «Союз МС-03» с экипажем в составе: командир корабля космонавт Роскосмоса **Олег Викторович Новицкий**, бортинженер-1 астронавт ЕКА, гражданин Французской Республики **Тома Готье Песке** и бортинженер-2 астронавт NASA **Пегги Аннетт Уитсон**. На МКС они стали соответственно бортинженером-4, -5 и -6.

21 ноября грузовой корабль Cygnus (полет OA-5) с помощью дистанционного манипулятора SSRMS был отсоединен от нижнего узла модуля Unity и отправлен в автономный полет. В ходе него 25–26 ноября с корабля были запущены четыре спутника Lemur-2. 27 ноября Cygnus был сведен с орбиты.

1 декабря из-за аварии третьей ступени ракеты-носителя «Союз-У» не был выведен на орбиту грузовой корабль «Прогресс МС-04». 13 декабря манипулятором SSRMS был пойман и присоединен к нижнему узлу модуля Harmony грузовой корабль HTV-6.

19 декабря со станции с использованием дистанционного манипулятора JEM RMS был запущен спутник STARS-C. В период с 1 по 4 января 2017 г. манипулятором SSRMS с ловкой насадкой Dextre были заменены шесть никель-водородных аккумуляторных батарей в канале 3А системы электропитания на секции S4 поперечной фермы американского сегмента МКС на три литий-ионные аккумуляторные батареи.

6 января Кимброу и Уитсон осуществили выход в открытый космос из Шлюзового отсека Quest длительностью 6 час 32 мин, во время которого астронавты установили три платы-адаптера, подключили три литий-ионные батареи и переместили две никель-водородные батареи в канале 3А, проложили кабель стандарта Ethernet для модернизированных компьютеров EPIC MDM по модулю Unity и демонтировали неисправный светильник на секции S3.

8–12 января манипулятором SSRMS с насадкой Dextre были заменены шесть никель-водородных батарей в канале электропитания 1А на секции S4 на три литий-ионные батареи.

13 января Кимброу и Песке выполнили выход из модуля Quest продолжительностью 5 час 58 мин. Они установили три платы-адаптера, подключили три литий-ионные батареи и переместили одну никель-водородную батарею в канале 1А, заменили поворотную камеру/светильник CLPA на Мобильной базовой системе MBS, сменили адаптер WIF на концевом захвате-эффекторе на плече А манипулятора SSRMS и сняли два поручня с модуля Destiny.

16 января с МКС с помощью манипулятора JEM RMS были запущены спутники ITF-2, Waseda-SAT-3, Freedom, EGG, AOBA-VELOX-3 и TuPOD (с аппаратами Tancredo-1 и OSNSAT внутри).

27 января посредством манипулятора SSRMS станцию покинул HTV-6. В ходе его автономного полета не удалось провести эксперимент KITE по разматыванию троса с метал-

Итоги подвел А. Красильников



Фото NASA

▲ Андрей Борисенко, Роберт Кимброу, Сергей Рыжиков, Тома Песке, Пегги Уитсон и Олег Новицкий

лическим цилиндром на конце для отработки электродинамической технологии борьбы с космическим мусором. 5 февраля корабль был сведен с орбиты.

31 января от МКС отстыковался «Прогресс МС-03» и в тот же день был сведен с орбиты. 23 февраля с задержкой на сутки манипулятором SSRMS был схвачен и пристыкован к нижнему узлу модуля Harmony грузовой корабль Dragon (миссия SpX-10). 24 февраля к станции причалил «Прогресс МС-05».

6 марта с МКС с использованием манипулятора JEM RMS были запущены четыре спутника Lemur-2 и аппарат TechEdSat-5.

19 марта с помощью манипулятора SSRMS со станции убыл Dragon, и в тот же день он приводнился в Тихом океане.

24 марта Кимброу и Песке сделали выход из модуля Quest длительностью 6 час 34 мин. Они заменили компьютер MDM EXT-2 на модернизированный EPIC MDM EXT-2 на секции S0, расстыковали кабели между гермоадаптером PMA-3 и модулем Tranquility, сменили телекамеры на манипуляторе JEM RMS и на внешней платформе JEF, осмотрели место утечки аммиака в районе блока клапанов балки радиаторов RBVM на секции P1, обслужили концевой захват-эффектор насадкой Dextre и заменили светильник на секции S1.

26 марта с использованием манипулятора SSRMS гермоадаптер PMA-3 был перемещен с

левого узла модуля Tranquility на верхний узел модуля Harmony.

30 марта Кимброу и Уитсон провели выход из модуля Quest продолжительностью 7 час 04 мин, во время которого заменили компьютер MDM EXT-1 на модернизированный EPIC MDM EXT-1 на секции S0, состыковали кабели между гермоадаптером PMA-3 и модулем Harmony, демонтировали теплозащитную крышку со стыковочного узла PMA-3, установили теплозащитные маты на механизме пристыковки CBM левого узла модуля Tranquility (один из четырех матов случайно улетел от Кимброу) и на гермоадаптере PMA-3 и почистили механизм CBM на нижнем узле Harmony.

В ходе 50-й экспедиции были осуществлены три коррекции орбиты МКС. Экипаж выполнил эксперименты по российской, американской, европейской, канадской и японской научным программам.

10 апреля «Союз МС-02» покинул станцию и совершил посадку с экипажем в составе: командир корабля Сергей Рыжиков, бортинженер-1 Андрей Борисенко и бортинженер-2 Шейн Кимброу. Длительность полета космонавтов составила **173 сут 03 час 15 мин 08 сек** (с учетом секунды, вставленной в счет времени 31 декабря 2016 г.).

На МКС продолжил полет экипаж 51-й экспедиции в составе: командир МКС Пегги Уитсон, бортинженер-4 Олег Новицкий и бортинженер-5 Тома Песке.

Основные динамические операции

Дата и время, UTC	Корабль	Событие
30.10.2016, 00:35:00	TK «Союз МС» (11Ф732А48 №731)	Расстыковка от МИМ-1 «Рассвет»
30.10.2016, 03:58:23.3	TK «Союз МС»	Посадка в 155 км юго-восточнее Джексазгана (Казахстан): 47°21'28.98" с. ш., 69°40'43.38" в. д.
02.11.2016, 03:22:00	CM «Звезда» (17КСМ №12801)	Коррекция орбиты МКС
17.11.2016, 20:20:13.099	TK «Союз МС-03» (11Ф732А48 №733)	Запуск с Байконура (Казахстан), площадка №1, ПУ №5
19.11.2016, 21:58:12	TK «Союз МС-03»	Стыковка к МИМ-1 «Рассвет» в автоматическом режиме
21.11.2016, 13:22	TKF Cygnus (полет OA-5)	Отделение от манипулятора SSRMS
27.11.2016, 23:00	TKF Cygnus	Сведение с орбиты
01.12.2016, 14:51:52.474	TKF «Прогресс МС-04» (11Ф615А61 №434)	Аварийный запуск с Байконура (Казахстан), площадка №1, ПУ №5
09.12.2016, 13:26:47	TKF HTV-6 Kounotori-6	Запуск из TNSC (Япония), СК Yoshinobu, ПУ №2
13.12.2016, 10:37	TKF HTV-6	Захват манипулятором SSRMS
27.01.2017, 15:45	TKF HTV-6	Отделение от манипулятора SSRMS
31.01.2017, 14:25:09	TKF «Прогресс МС-03» (11Ф615А61 №433)	Расстыковка от СО «Пирс»
31.01.2017, 17:34:01	TKF «Прогресс МС-03»	Сведение с орбиты
05.02.2017, 14:42	TKF HTV-6	Сведение с орбиты
19.02.2017, 14:39:00	TKF Dragon (полет SpX-10)	Запуск из KSC (США), СК LC-39А
22.02.2017, 05:58:33.318	TKF «Прогресс МС-05» (11Ф615А61 №435)	Запуск с Байконура (Казахстан), площадка №1, ПУ №5
23.02.2017, 10:44	TKF Dragon	Захват манипулятором SSRMS
24.02.2017, 08:29:49	TKF «Прогресс МС-05»	Стыковка к СО «Пирс» в автоматическом режиме
02.03.2017, 03:10:00	CM «Звезда»	Коррекция орбиты МКС
19.03.2017, 09:11	TKF Dragon	Отделение от манипулятора SSRMS
19.03.2017, 14:46:22	TKF Dragon	Приводнение в Тихом океане в 370 км юго-восточнее Лонг-Бича (США): 31°44' с. ш., 121°15' з. д.
03.04.2017, 14:20:00	CM «Звезда»	Коррекция орбиты МКС
10.04.2017, 07:57:26	TK «Союз МС-02» (11Ф732А48 №732)	Отстыковка от МИМ-2 «Поиск»
10.04.2017, 11:20:21.6	TK «Союз МС-02»	Посадка в 150 км юго-восточнее Джексазгана (Казахстан): 47°22'11.76" с. ш., 69°36'42.06" в. д.

«Союз МС-04»: два «Олимпа» и грузовой контейнер

А. Красильников.
«Новости космонавтики»

20 апреля в 10:13:43.171 ДМВ с 5-й пусковой установки 1-й площадки космодрома Байконур стартовыми расчетами предприятия ракетно-космической промышленности России осуществлен пуск ракеты-носителя «Союз-ФГ» (11А51У-ФГ №У15000-065) с пилотируемым космическим кораблем «Союз МС-04» (11Ф732А48 №735).

В составе экипажа: командир корабля, бортинженер-1 экспедиции МКС-51 и командир МКС-52 – инструктор-космонавт-испытатель 1-го класса Госкорпорации «Роскосмос» **Фёдор Николаевич Юрчихин**; бортинженер-1 корабля и бортинженер-2 МКС-51/52 – астронавт NASA **Джек Дэвид Фишер**. Позывной экипажа – «Олимпы».

Кресло бортинженера-2 на «Союзе МС-04» было занято грузовым контейнером, и, таким образом, впервые после запуска «Союза ТМА-2» в апреле 2003 г. на борту «Союза» стартовали два человека.

Корабль отделился от третьей ступени носителя в 10:22:31.389 и вышел на орбиту с параметрами (по данным Службы баллистико-навигационного обеспечения ЦУП ЦНИИмаш; в скобках – расчетные значения):

- > наклонение – 51.64° (51.67 ± 0.06);
- > минимальная высота – 199.83 км ($200 \pm 7/-22$);
- > максимальная высота – 257.41 км (242 ± 42);
- > период обращения – 88.77 мин (88.64 ± 0.37).

«Союз МС-04» получил номер **42682** и международное обозначение **2017-020A** в каталоге Стратегического командования США. В графике сборки и эксплуатации МКС полету присвоили индекс 50S, говорящий о том, что это 50-й пилотируемый корабль «Союз», запущенный по программе МКС.

Масса корабля при старте составляла 7219 кг, в том числе 880 кг топлива в баках комбинированной двигательной установки.

Для обеспечения безопасности запуска «Союза МС-04» были задействованы силы и средства Министерства обороны РФ: 125 военнослужащих, три самолета (Ан-26 и Ан-12), десять вертолетов Ми-8 и 15 единиц автотехники. Авиация дежурила на оперативных аэродромах России (Горно-Алтайск и Кызыл) и Казахстана (Байконур, Дзержкаган и Караганда).



Биографии членов экипажа ТК «Союз МС-04»

Родился 3 января 1959 г. в Батуми Аджарской АССР, Грузия. В 1983 г. окончил МАИ имени С. Орджоникидзе, а в 2001 г. – аспирантуру Московского государственного университета сервиса и защитил диссертацию кандидата экономических наук.

В 1983 г. поступил на работу в НПО «Энергия». Работал в должностях: инженер, с 1988 г. – старший инженер, с 1990 г. – инженер 1-й категории, с 1991 г. – ведущий инженер. С ноября 1990 г. по июнь 1991 г. являлся руководителем оперативной группы управления плавучего КИПа «Космонавт Юрий Гагарин». С 1991 г. работал в Главной оперативной группе управления (ГОГУ) ЦУПа, а затем в качестве сменного руководителя группы планирования ГОГУ. В 1995–1997 гг. являлся помощником руководителя полета по программе «Мир–NASA».

Командир ТК и МКС-52 Бортинженер-1 МКС-51

Фёдор Николаевич Юрчихин

423-й космонавт мира
98-й космонавт России

28 июля 1997 г. Фёдор Юрчихин был отобран в качестве кандидата в космонавты, и 14 октября 1997 г. зачислен в отряд космонавтов РКК «Энергия» (с 7 февраля 2012 г. состоит в отряде ФГБУ НИИ ЦПК). В 1998–1999 гг. прошел курс ОКП, и 1 декабря 1999 г. ему была присвоена квалификация космонавта-испытателя.

Первый космический полет Ф. Н. Юрчихин совершил 7–18 октября 2002 г. в качестве специалиста полета в составе экипажа «Атлантиса» (STS-112) по программе сборки МКС. Второй полет – с 7 апреля по 21 октя-

бря 2007 г. – командиром 15-й экспедиции МКС и бортинженером ТК «Союз ТМА-10». Третий полет – с 16 июня по 26 ноября 2010 г. – выполнил как командир ТК «Союз ТМА-19» и бортинженер МКС-24/25. Четвертый полет – с 29 мая по 11 ноября 2013 г. – командиром ТК «Союз ТМА-09М» и экипажа МКС-37, бортинженером МКС-36.

Летчик-космонавт РФ Ф. Н. Юрчихин является инструктором-космонавтом-испытателем 1-го класса. Награжден медалью «Золотая Звезда» Героя Российской Федерации, орденом Дружбы, орденами «За заслуги перед Отечеством» III и IV степени, двумя медалями NASA, имеет звание командора ордена «Феникс» (Греция).

Фёдор Николаевич женат на Ларисе Анатольевне; у них две дочери: Дарья (1993 г. р.) и Елена (2001 г. р.).

Родился 23 января 1974 г. в г. Луисвилл, штат Колорадо, и там же в 1992 г. окончил среднюю школу Centaurus. Джек поступил в Академию ВВС США и учился в составе курсантской эскадрильи CS-26. Получив в 1996 г. степень бакалавра наук по космической технике, был направлен в Массачусеттский технологический институт, где в 1998 г. защитил степень магистра в области аэронавтики и аэронавтики.

С 1998 г. Фишер проходил специализированную летную подготовку на авиабазе Лафлин в Техасе. Освоив самолет F-15E Strike Eagle на авиабазе Сеймур-Джонсон в Северной Каролине, проходил службу в 391-й истребительной эскадрилье. После 2001 г. дважды командировался в Юго-Восточную Азию, участвовал в операциях «Несокрушимая свобода» и «Южная вахта» в Афганистане и Ираке.

С 2003 г. Джек Фишер обучался в Школе летчиков-испытателей ВВС США на авиабазе Эдвардс. По окончании ее в июне 2004 г. был направлен в 40-ю эскадрилью летных испытаний на авиабазе Эггин (Флорида), где был ведущим пилотом по ряду программ и испытаний боеприпасов, в частности бомбы малого диаметра SDB.

Бортинженер ТК Бортинженер-2 МКС-51/52

Джек Дэвид Фишер (Jack David Fischer)

550-й космонавт мира
337-й астронавт США

В 2006 г. получил назначение в 411-ю эскадрилью летных испытаний на авиабазе Эдвардс как участник объединенной испытательной группы по истребителю F-22. Фишер налетал 3000 часов на более чем 45 типах летательных аппаратов.

В 2008 г. майор Фишер был зачислен в Командно-штабной колледж ВВС США в качестве интерна по стратегической политике. В течение года служил в Пентагоне в рабочей группе при председателе Объединенного комитета начальников штабов и в Управлении космических и разведывательных средств при старшем советнике заместителя министра обороны по закупкам, технологиям и снабжению.

29 июня 2009 г. Джек Фишер стал кандидатом в астронавты NASA в составе 20-го набора. В июле 2011 г. он закончил общекосмическую подготовку и работал в отряде астронавтов в должности оператора

связи с кораблем «Союз» и в отделах по проекту и эксплуатации МКС, а также в отделе по программе освоения дальнего космоса.

10 марта 2015 г. полковник Фишер прибыл на подготовку к полету в ЦПК имени Ю. А. Гагарина в качестве бортинженера 52/53-й экспедиции на МКС. Его командиром был назначен Фёдор Юрчихин, третье место в корабле занимал Паоло Неспולי (ЕКА). До ноября 2016 г. они также дублировали экипаж корабля «Союз МС-03» (экспедиция 50/51).

В октябре 2016 г. в связи с сокращением числа российских космонавтов в экипажах Фёдор Юрчихин и Джек Фишер были переведены на корабль «Союз МС-04» и экспедицию 51/52. Старт в космос 20 апреля 2017 г. стал первым в карьере американца.

Джек Фишер награжден двумя медалями «За особые заслуги», четырьмя Воздушными медалями, медалью «За боевые действия», Благодарственной медалью и медалью «За выдающуюся военную добровольную службу», а также тремя наградами Космического центра имени Джонсона «За высшие достижения».

Джек женат на Элизабет Симонсон; у них две дочери – Сэрая и Бетани.

Подготовили С. Шамсутдинов и И. Лисов



Трудная дорога к старту

А. Красильников

Так получилось, что перед запуском «Союза МС-04», образно говоря, было заменено все, что только можно: экипаж, корабль и ракетаноситель. Существенно изменилась и дата старта. Но обо всем по порядку.

Первоначально на «Союзе МС-04» должны были лететь Александр Мисуркин, Николай Тихонов и Марк Ванде Хай. Однако в прошлом году Госкорпорация «Роскосмос» приняла решение о временном сокращении количества российских космонавтов на МКС с трех до двух, начиная с запуска «Союза МС-04» и до появления на станции Многоцелево-

го лабораторного модуля «Наука» (НК № 10, 2016, с.5). Объяснялось это желанием увеличить эффективность программы научных экспериментов, проводимых на российском сегменте МКС, и снизить расходы.

В результате из экипажа вывели Тихонова, а полет Мисуркина и Ванде Хая перенесли на «Союз МС-06» (старт – 13 сентября 2017 г.). Почему? Потому что Тихонов был на корабле бортинженером-1. Теперь же его место занял Ванде Хай, но он готовился только в качестве бортинженера-2. Поэтому потребовалось дополнительное время для переквалификации американца в бортинженера-1.

Вместо экипажа Мисуркина на «Союз МС-04» передвинули Фёдора Юрчихина и Джека Фишера, которые должны были лететь с Паоло Неспולי на «Союзе МС-05» (запуск – 28 июля 2017 г.). Итальянец остался на «Союзе МС-05», а освободившееся правое кресло на «Союзе МС-04» при старте занял грузовой контейнер.

«Вес контейнера порядка 70 кг, – сказал Юрчихин 3 апреля на предполетной пресс-конференции в ЦПК. – Определены вещи, которые могут компактно улечься в контейнер: влажные салфетки, продукты питания. Нужно заполнить контейнер таким образом, чтобы он не мешал нам работать с органами управления аппарата».

«Мышей там точно не будет», – добавил он, пояснив, что ранее Роскосмос и NASA вели переговоры об отправке вместе с экипажем на «Союзе МС-04» грызунов для совместного эксперимента на МКС.

Изначально в качестве «Союза МС-04» планировалось использовать корабль с заводским № 734. Однако в январе 2017 г. Роскосмос объявил, что экипаж Юрчихина отправится на МКС на корабле № 735 – том самом, на котором Фёдор и Джек должны были лететь на станцию изначально. Госкорпорация пояснила, что замена корабля проведена не по техническим причинам (НК № 3, 2017, с.9). Правда, испытания изделия № 734 на космодроме Байконур выявили негер-



Эмблема экипажа корабля «Союз МС-04»

Графический символ экипажа выполнен художником из Нидерландов Люком ван ден Абеленом в соответствии с идеями и предложениями командира корабля Фёдора Юрчихина. Дизайн был окончательно согласован 22 октября 2016 г. и утвержден Роскосмосом 9 ноября того же года.

По словам Юрчихина, идею для эскиза дала эмблема второй высадки на Луну на «Аполлоне-12». Форма эмблемы напоминает визирное устройство ВСК-4, с помощью которого экипаж сближается со станцией. Классический парусник на рисунке символизирует мечту о полете в космос и сам космический корабль «Союз», стремящийся к МКС, которую олицетворяет яркая золотистая звезда слева от корабля.

Разноцветные звезды, из которых состоит шлейф, тянущийся за морским кораблем, – отсылка к эмблеме экспедиции МКС-52, командиром которой является Юрчихин. Позади корабля в контуре Земли видны классические рисунки из работ основоположника теоретической космонавтики Константина Эдуардовича Циолковского. На бордюре эмблемы размещены название корабля, фамилии космонавтов, флаги их стран и логотип Роскосмоса.

Аналогичную нашивку, только без фамилий, получили и дублиры. – Л.Р.

Юбилейный пуск

«Союз МС-04» стал 307-м пилотируемым кораблем в мире и 138-м в СССР/России выведенным на околоземную орбиту. Это также был 1467-й орбитальный пуск ракеты-носителя с космодрома Байконур, 59-й полет «Союза-ФГ», 506-й старт с пусковой установки №5 (в прошлом №1) и 187-й запуск в рамках программы МКС.

Главным же, с точки зрения статистики, было то, что данный пуск стал юбилейным, 3200-м, осуществленным с российских космодромов с целью выведения полезного груза на околоземную орбиту или отлетную траекторию.

Орбитальные пуски с российских космодромов

Космодром	Всего	Результаты			
		1	2	3	4
Байконур	1467 (1730)	1322 (1548)	1 (1)	57 (65)	87 (116)
Капустин Яр	101 (106)	84 (89)	0 (0)	1 (1)	16 (16)
Плесецк	1613 (2129)	1518 (1999)	4 (4)	37 (56)	54 (70)
Свободный	5 (5)	5 (5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
С подводной лодки	3 (4)	2 (3)	0 (0)	0 (0)	1 (1)
Домбаровский	10 (90)	9 (89)	1 (1)	0 (0)	0 (0)
Восточный	1 (3)	1 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Всего	3200 (4067)	2941 (3736)	6 (6)	95 (122)	158 (203)

В скобках указано количество запущенных спутников (без учета габаритно-весовых макетов).

1. Спутники выведены на расчетную орбиту.
2. Спутники не отделились от средства выведения на расчетной орбите.
3. Спутники выведены на нерасчетную орбиту.
4. Спутники не выведены на орбиту.



ПИЛОТИРУЕМЫЕ ЛЕТЕЛЫ

Фото С. Сергеева, ЦЭНКИ

метичность клапана в системе обеспечения теплового режима спускаемого аппарата, но данную неисправность быстро устранили.

Так с чем же была связана замена корабля? Говорят, что с контрактом между компанией Boeing и РКК «Энергия», согласно которому последняя в счет урегулирования многомиллионного долга перед американской фирмой по проекту «Морской старт» бесплатно передала ей пять мест на кораблях «Союз», которые «Боинг» затем продал NASA (НК № 3, 2017, с. 7; № 4, 2017, с. 7).

Так вот в этом соглашении был прописан корабль № 734. Однако с учетом того, что первый полет по контракту начнется в сентябре 2017 г. (Джозеф Акаба на «Союзе МС-06»), 734-й нельзя было использовать в качестве «Союза МС-04»...

Старт «Союза МС-04» изначально намечался на 27 марта 2017 г. Однако 1 декабря 2016 г. запуск «Прогресса МС-04» закончился аварией на 382-й секунде полета на этапе работы третьей ступени РН «Союз-У» (НК № 2, 2017, с. 8-11). Комиссия пришла к выводу, что наиболее вероятной причиной аварии стала разгерметизация бака окислителя третьей ступени в результате разрушения двигательной установки РД-0110 (11Д55).

В итоге было рекомендовано вернуть все третьи ступени ракет-носителей, осна-

Фёдор Юрчихин: «Интернет на МКС – это кафе с wi-fi, где люди общаются со своими гаджетами»

19 апреля в гостинице «Космонавт» города Байконур прошла предстартовая пресс-конференция основного и дублирующего экипажей пилотируемого корабля «Союз МС-04».

Журналисты не смогли не затронуть тему неблагоприятных отношений между Россией и США, поинтересовавшись у космонавтов, как это отражается на климате между членами экипажей. Но Джек Фишер, впервые отправляющийся на околоземную орбиту, оказался готов к каверзному вопросу, заранее написав ответ на бумажке. Более того, астронавт зачитал его на русском языке, убедительно показав своим примером, что политика обошла экипажи стороной.

«Мы друзья, и эта дружба началась с первого космонавта Юрия Алексеевича Гагарина. Вы помните его фотографию с улыбкой и голубем? Это, наверное, моя любимая картина во всей космической истории. Он открыл дверь в небеса не только для СССР, он открыл ее для всего мира. Посмотрел на нас с этой улыбкой и пригласил всех нас следовать за ним, – прочитал Джек. – Наша неофициальная эмблема... у нас нет [ее сейчас, чтобы показать]... (Но Фёдор Юрчихин



Фото А. Палтохина, ЦЭНКИ



Фото В. Зеленинов, ЦЭНКИ

щенные 11Д55, в самарский РКЦ «Прогресс» для дополнительных проверок и замены двигателей на аналогичные из других, более поздних партий. В Самаре двигатели снимались с носителей «Союз-У», «Союз-ФГ», «Союз-2.1А» (14А14-1А и 372РН16) и «Союз-СТА» и отправлялись на Воронежский механический завод (ВМЗ) на перепроверку.

Для выведения «Союза МС-04» сначала предполагалось использовать «Союз-ФГ» № Р15000-058. В момент декабрьской аварии он находился на Байконуре. Было решено не торопиться с отзывом его третьей ступени, перезакрепив носитель на запуск «Союза МС-05». А для «Союза МС-04» был выбран «Союз-ФГ» № У15000-065, производство которого завершалось в РКЦ «Прогресс».

На этом носителе сменили двигатель 11Д55 № 5353361416, изготовленный на ВМЗ в первом полугодии 2016 г., на двигатель № 1205362414, произведенный во второй половине 2016 г. Новая ракета была доставлена космдром в начале марта. К тому времени запуск «Союза МС-04» уже был отложен до 20 апреля.

моментам достал эмблему из кармана и дал Фишеру.) О, отлично! Она чит миссию «Союз-Аполлон». И рукопожатие в космосе в 1975 г. показало миру, как работать вместе во время «холодной войны». И затем МКС – это лучший пример международного сотрудничества для истории.

Летные испытания «Союзов МС» могут продлить

20 апреля исполнительный директор по пилотируемым космическим программам Госкорпорации «Роскосмос» Сергей Крикалёв сообщил, что программу летных испытаний кораблей «Союз МС» могут продлить.

«Изначально предполагалось провести летные испытания на четырех кораблях, – пояснил он. – Программа еще не закончилась и должна завершиться посадкой «Союза МС-04». Не исключено, что мы можем продлить программу испытаний. На первых двух кораблях были определенные нюансы, они сейчас исправляются. Посмотрим, как будут обработаны результаты предыдущих испытаний».

Сергей Константинович добавил, что на случай продления программы летных испытаний предусмотрены еще один-два полета «Союзов МС».



Фото С. Сергеева, ЦЭНКИ



Фото С. Сергеева, ЦЭНКИ

Космос – это опасное место, поэтому его так сложно исследовать. Это настолько сложно, что никто не может делать этого в одиночку. И это предоставляет нам возможность работать вместе как одна команда. И совершать великие дела, как первый космонавт, вооруженный только улыбкой и голубем. Я надеюсь, что мы сможем послужить миру примером того, что, работая вместе, нет предела тому, чего мы можем достичь».

А вот Фёдор, кажется, был настроен не столь оптимистично в отношении политической ситуации в мире, как Джек, признавшись, что мысли, высказанные им в ноябре 2016 г., когда он был в дублирующем экипаже «Союза МС-03» (НК № 1, 2017, с.3-4), не изменились, а еще больше укрепились.

«Тогда я сравнил экипажи, которые сидели здесь за стеклом, с последними героями человечества, потому что в СМИ постоянно говорили о третьей мировой войне. Прошло меньше полугода, а количество публикаций о третьей мировой войне увеличилось. В зале сидит моя семья, и я очень не хочу, чтобы это действительно произошло, – подчеркнул Юрчихин. – И каждый из нас, мы не нейтральные, а активные участники того процесса, о котором вам говорил Джек. Мы хотим вернуть глаза людей к миру и умению вместе сотрудничать. И МКС – это огромный пример того, как люди разных национальностей могут работать вместе. Мы за это».

Фишер поведал, что жизненный путь до космического полета был для него сложным. «Я и моя семья привыкли к довольно быстрому ритму жизни. Мы переезжали с одного места на другое. Но после того, как я пришел в NASA и после прохождения основной космической подготовки я занимал несколько должностей и просто находился в ожидании своего полета, – рассказал он. – Затем я начал работать по программе коммерческих пилотируемых полетов и «Орион». Эта работа мне очень понравилась, поскольку я понял, что могу что-то изменить».

После назначения в экипаж на протяжении трех лет, которые я готовился к своему старту, я испытывал только восторг. Я чувствовал невообразимую радость от того, сколько людей по всему миру работают в этой программе на благо и во имя исследования космоса. Мне и Фёдору чрезвычайно повезло сидеть на вершине этой огромной ракеты, которая является достижением международного сотрудничества и работой многих людей. Я безумно рад тому, что принимаю в этом участие».

Джек признался, что две дочери служат для него невообразимым вдохновением. «Когда я был ребенком, моя мама подарила мне табличку, на которой было написано: «То, что ты есть сейчас, – это дар божий, а то, кем ты станешь, – это твой дар ему». И моей целью всегда было вкладывать весь

свой опыт и усилия в то, чтобы сделать какие-то перемены в мире, – отметил астронавт. – Моя младшая дочь Бетани сейчас очень храбро и с огромным усилием борется с раком, вдохновляя всех вокруг себя. У нее безумно доброе сердце».

А моя старшая дочь Сэрая два года назад посетила Россию и влюбилась в вашу страну, полюбила русскую культуру. Сейчас она изучает международную экономику, русский язык и русскую культуру в Университете имени Джорджа Вашингтона. Я так горжусь ею, что она осознает важность понимания разных культур. Чтобы по-настоящему преодолеть и разрушить границы гравитации, стать межпланетными существами, нам необходимо работать вместе, как одна команда, и эта команда просто невозможна без понимания и уважения друг друга».

Ф. Н. Юрчихин сообщил, что «Союз МС-04» получил собственное древнереческое имя «Арго», и пояснил выбор экипажа: «Космонавт – это профессия, связанная с путешествиями вокруг Земли, к Луне и обратно. Человек всегда мечтает о путешествиях к звездам. А аргонавты в XIV веке до н.э. были одними из первых путешественников. Это наша давняя мечта: чтобы наши корабли имели собственные имена, помимо аббревиатуры. И спасибо Джеку, который подхватил эту идею. Ему очень понравилось имя «Арго». Аргонавты – это мореплаватели на корабле «Арго», а космонавты и астронавты – это «плователи» Вселенной. «Арго» – четыре буквы, «Союз» – четыре буквы. «Арго» – это «А», с первой буквы мы и начали названия».

Джек сказал, что если бы у экипажа был выбор, кого посадить в правое кресло «Союза МС-04» вместо грузового контейнера, то это были бы их жены – Элизабет и Лариса. Фёдор согласился с ним, но справедливо добавил: «Безусловно, не в качестве груза».

Командир дублирующего экипажа Сергей Рязанский поведал об эксперименте «Пробиотик» по производству кефира на МКС, у истоков создания которого он стоял. «Эксперименты с пробиотиками – это одно из интереснейших направлений. Несколько научных групп занимаются подобными работками. И я уверен, что будет интересный научный результат и – в итоге – практическая польза для космонавтов, когда мы сможем получать свежие молочные продукты на борту», – сказал он.

Фёдор Юрчихин сравнил поиск компромисса между членами экипажа с решением



Фото NASA/Aubrey Semignani



Фото О. Урусова, ЦЭНКИ

спорных моментов в семье. «В семье гораздо больше факторов риска, когда могут поспорить оба. Они же находят компромиссное решение, удовлетворяющее обоим. И в экипаже то же самое. Если мы представляем космический корабль или станцию как наш дом, то мы – семья, – объяснил космонавт. – Мы находим какие-то сглаживающие моменты, потому что мы не только экипаж, мы – единая семья. И стараемся быть примерами для политиков. Другое дело: видят ли они нас вообще, замечают ли? Вот если бы они тоже относились к нациям, к государствам, ко всему, как к семьям, то, может быть, по-другому было бы».

Космонавт признался, что в пятый космический полет семья отпустила его с трудом: «Если первые разы в моей семье это были относительно легкие решения, хотя это нелегкое решение для всех, то в этот раз было очень сложное решение для моей семьи. И я благодарен, что в конце концов мы пришли к единому знаменателю – и моя семья опять со мной. Следующего раза, наверное, не будет. Девочки, я обещаю вам!»

когда мы прилетим на станцию, то Фёдор нас там будет встречать. А как проводишь, так и встретишь...»

Командир не считает, что очередной космический полет превратился для него в рутину. «Каждый полет – это испытания космической отрасли, это испытания отношений всех космонавтов, это испытания самих космонавтов, поэтому рутинной эта работа не может быть никоим образом. Я не могу сказать, что у меня нет волнения и это какая-то обыденность. Впереди интересный полет, и он будет совершенно другим, чем предыдущий, поэтому мне это интересно. Это не может быть рутинной, – заявил Фёдор. – Вот сбор личных вещей – это действительно уже рутина, потому что 60–70% личных вещей собираются в полет тоже в пятый раз. Я благодарен своей супруге за коллекцию семейных фотографий. Она всегда берет на себя этот труд, и я абсолютно спокоен: она сделает то, что нужно, и так, как надо. Поэтому я буду знать, кому, как и что подписать, что сделать, что взять, что сфотографировать, – это уже все достаточно просто».



Фото О. Урусова, ЦЭНКИ

▼ Традиция юмористических постеров экипажей «Союзов» продолжается. На этой картине, представленной на Байконуре, Фёдор Юрчихин и Джек Фишер изображены в роли героев романа Марка Твена. Дело в том, что во время подготовки экипажа из двух человек космонавты в шутку стали называть себя Томом Сойером и Гекльберри Финном



Фото О. Урусова, ЦЭНКИ

▲ Рэндольф Брезник – полковник Корпуса морской пехоты, боевой летчик

Джек поделился той информацией, что последние три года много времени тренировался в России, поэтому в его отсутствие семьей руководила жена: «Есть много способов для поддержания связи с семьей и, в частности, с супругой. Есть телефоны и видеочаты, и, если необходимо поговорить, то мы можем использовать все эти средства. Моя жена как жена военного очень сильная, и много раз она сталкивалась с такими ситуациями, когда мне приходилось уезжать».

Сергей признался, что Фёдора дублировать сложно, потому что он задирает планку очень высоко. «Но я надеюсь, что мы с Рэнди (Рэндольф Брезник. – А.К.) очень достойно представили дублирующий экипаж. Фёдор из тех людей, которые с удовольствием подсказывают и учат. Полезно дублировать такого опытного человека. Мы с Фёдором летали в прошлый раз (в 2013 г. – А.К.). Он много чему учил на борту, он подсказывает и учит в ходе подготовки, – поделился он впечатлениями. – И сейчас мы стараемся проводить Фёдора как можно лучше, потому что

Фишер возьмет с собой в орбитальную командировку личные фотографии и небольшие вещи семьи и друзей, чтобы потом поделиться со всеми тем восторгом и интересом, которые он будет испытывать в космосе.

Фёдор сообщил, что основным индикатором невесомости при запуске корабля будет его плюшевая собачка: «Мой щенок готовится к своему пятому полету и будет нашим главным индикатором, на правах опытного члена экипажа. Что касается других индикаторов, то Джек уже говорил о болезни своей дочери, и мы с ним участвовали в разных программах, связанных с детьми, посещали госпитали. В частности, в прошлом году я посещал Центр имени Дмитрия Рогачёва. Два индикатора невесомости будут связаны с этими программами».

Долго выбирали, какой персонаж будет принят в качестве индикатора для нашей страны, чтобы потом передать в какой-нибудь медицинский центр. И так получилось, что, как и многие космонавты, я участвовал в создании одного из мультфильмов Роскосмоса. В нем





два героя – Юра и Нюра задают вопросы – и в легкой беседе, в такой иносказательной, доступной форме, мы объясняем детям, что такое космические программы. Персонажи получились очень удачными, и я подумал: почему бы им не стать как раз теми самыми индикаторами невесомости? Спасибо руководству Роскосмоса, которое поддержало эту идею».

А американским индикатором невесомости будет солнце с разноцветными лучами. «Больница в Хьюстоне, которая помогла моей дочери, называется MD Anderson, и для них талисман – это солнце с разноцветными лучами. Это важно, потому что эти врачи и специалисты помогли выжить моей дочери», – объяснил Фишер.

Выяснилось, что у Юрчихина есть возможность не только учить своего напарника, но и самому поучиться у него. «Я всегда стараюсь не учить и не нравочать, а еще и учиться у человека, – сказал командир. – Наш экипаж полетит с двумя планшетниками – вместо бортовой документации мы будем держать электронные планшеты. И в

этом большая заслуга Джека, ведь у него есть чему поучиться при общении с новыми электронными гаджетами».

Фишер также не остался в долгу, заявив, что его командир – профессионал с большой буквы: «Он хороший человек, хороший отец, хороший муж и хороший космонавт. Самое важное, что он мой друг. Есть выражение из фильма «Белое солнце пустыни»: «Дорога легче, когда встретится добрый попутчик». Вои и он мой попутчик – не только наставник, но и друг».

А вот как Фёдор охарактеризовал появление интернета на МКС: «Представьте себе: есть кафе с wi-fi и кафе без wi-fi. Если вы посещаете кафе без wi-fi, то люди сидят за одним столиком и общаются друг с другом, а если кафе с wi-fi, то люди сидят за одним столиком и общаются со своими гаджетами, – отметил космонавт. – С одной стороны, интернет принес к нам на станцию умение общаться со всем миром, но, с другой стороны, есть зона интернета – и народ уходит в свои гаджеты. И ты порой так думаешь: с кем же чайку попить...»

Первый «Союз МС» с быстрой схемой сближения

«Союз МС-04» стал 22-м российским кораблем, который прибыл на МКС с использованием четырехвитковой (шестичасовой) схемы сближения со станцией, 12-м «Союзом» и первым среди всех кораблей серии МС.

Тем временем в РКК «Энергия» прорабатывается еще более быстрая двухвитковая (трехчасовая) схема сближения с МКС. Об этом сообщил в январе 2017 г. на 41-х Королевских чтениях разработчик коротких схем сближения, баллистик «Энергии» Рафаил Муртазин. «Первый полет по двухвитковой схеме может начаться в 2017–2018 гг. на грузовом корабле «Прогресс», а пилотируемый полет – в 2019–2020 гг.», – сказал он.

Суть схемы заключается в выведении корабля ракетой-носителем «Союз-2.1А» на квазикомпланарную орбиту, которая не совпадает по плоскости с орбитой станции, но с обеспечением необходимого начального фазового угла. При этом за счет дополнительного изменения наклона орбиты выведения достигается существенная минимизация затрат топлива на последующее согласование орбит корабля и станции. Результаты моделирования показали,

что расход топлива на сближение не превышает 3–5 м/с по сравнению со штатной компланарной схемой выведения корабля.

О способах дальнейшего сокращения длительности быстрых схем сближения Рафаил Фарвазович рассказывал нашему журналу четыре года назад (*НК* № 5, 2013, с. 10-11).

А пока двухвитковая схема проходит «горнило» разрешений и согласований, в зависимости от обстоятельств для сближения кораблей с МКС используются в основном двухсуточная и ставшая штатной с 2012 г. четырехвитковая схемы.

Итак, **20 апреля** на 1-м витке полета «Союз МС-04» с помощью сближающе-корректирующего двигателя (СКД) осуществил первый двухимпульсный маневр. Параметры маневра были заложены в память бортовой ЦВМ-101 перед запуском с учетом номинальной орбиты выведения и двух приложенных к ней номинальных импульсов. Двигатель включился в 10:52:09 (длительность работы – 52,3 сек, величина импульса – 20,82 м/с) и в 11:30:29 ДМВ (63,6 сек, 25,67 м/с). В результате корабль перешел на орбиту наклоном 51,64°, высотой 280,95×324,02 км и периодом обращения 90,39 мин.

Директор центра внешних коммуникаций Госкорпорации «Роскосмос» Михаил Фадеев вручил Юрчихину удостоверение члена Союза журналистов России. «Теперь Вы журналист, который летит на орбиту. И хотел бы сказать Джеку, что, кроме друга и коллеги, с Вами отправляется практически настоящий космический папарацци», – сказал он.

Первым делом по прибытии на МКС Фёдор собирается узнать, где там ближайший телефон, чтобы позвонить своим родным и близким и сообщить им, что у него все хорошо. А Джек как новичок прежде всего, естественно, хочет увидеть Землю в иллюминаторе.

После этого началось автономное сближение «Союза» со станцией, во время которого бортовая ЦВМ-101 с использованием векторов состояния корабля и МКС самостоятельно рассчитала второй двухимпульсный маневр, одной из задач которого было подправить орбиту с учетом фактической орбиты выведения, и все последующие маневры вплоть до стыковки.

Баллистики подмосковного ЦУПа параллельно с бортовой ЦВМ-101 моделировали все маневры автономного сближения. Вот какие результаты моделирования были получены по второму двухимпульсному маневру. Двигатель СКД должен был запуститься на 2-м и 3-м витках, в 12:32:11 (22,4 сек, 8,72 м/с) и в 13:28:37 (12,1 сек, 4,46 м/с). После маневра «Союз» оказался на орбите наклоном 51,66°, высотой 297,81×329,69 км и периодом обращения 90,57 мин. Далее корабль осуществлял подъем до высоты орбиты станции с выходом в ее близкую окрестность.

В 16:18:30 «Союз МС-04» в автоматическом режиме причалил к Малому исследовательскому модулю «Поиск». МКС продолжила полет по орбите наклоном 51,66°, высотой 401,89×426,92 км и периодом обращения 92,60 мин.

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

Экипаж МКС-50:

Командир – Шейн Кимброу
Бортинженер-1 – Сергей Рыжиков
Бортинженер-2 – Андрей Борисенко
Бортинженер-4 – Олег Новицкий
Бортинженер-5 – Тома Песке
Бортинженер-6 – Пегги Уйтсон

Экипаж МКС-51: (с 10 апреля)

Командир – Пегги Уйтсон
Бортинженер-1 – Фёдор Юрчихин (с 20 апреля)
Бортинженер-2 – Джек Фишер (с 20 апреля)
Бортинженер-4 – Олег Новицкий
Бортинженер-5 – Тома Песке

Полет экипажа МКС-50/51

Апрель 2017 года

В составе станции на 01.04.2017:

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

МИМ-2 «Поиск»
УМ Tranquility
ОМ Cupola
МИМ-1 «Рассвет»
МЦМ Leonardo
НМ BEAM
«Союз МС-02»
«Союз МС-03»
«Прогресс МС-05»

Два маневра станции

В апреле с помощью двух корректирующих двигателей Служебного модуля «Звезда» были осуществлены две плановые коррекции орбиты МКС.

Первый маневр состоялся 3 апреля с включением двигателей в 14:20:00 UTC. Двигатели проработали 35,6 сек и выдали импульс величиной 0,55 м/с. В результате станция перешла на орбиту наклонением 51,66°, высотой 400,5×424,4 км и периодом обращения 92,60 мин (по данным Службы баллистико-навигационного обеспечения ЦУП ЦНИИмаш).

Целью маневра было обеспечение баллистических условий для приземления пило-

тируемого корабля «Союз МС-02» 10 апреля и запуска «Союза МС-04» 20 апреля.

Второй маневр провели 27 апреля в 05:10:00. Длительность работы двигателей составила 30 сек, приращение скорости – 0,46 м/с. После этого МКС оказалась на орбите наклонением 51,66°, высотой 403,64×426,81 км и периодом обращения 92,61 мин.

Задача маневра заключалась в формировании баллистических условий для посадки «Союза МС-03» 2 июня.

Телеуправляемый с Земли эхограф

В этом месяце Сергей Рыжиков, Андрей Борисенко, Олег Новицкий и Фёдор Юрчихин много времени уделили медико-биологическим экспериментам.

В ходе исследования «Коррекция» (определение эффективности фармакологической коррекции минерального обмена в условиях длительного воздействия микрогравитации) космонавты брали пробы венозной крови, обрабатывали их на центрифуге «Плазма-03» и укладывали в морозильник MELFI, а также регистрировали в бортовом журнале количество принятых жидкости, пищи и медицинских препаратов после завтрака, обеда и ужина.

По схеме эксперимента «Дан» (изучение взаимосвязи между изменениями давления в сонной артерии и изменением чувствительности центрального дыхательного механизма) обследуемый надевал пневмовакуумный костюм «Чибис-М», создающий отрицательное давление на нижнюю часть тела, а помогающий определял время задержки дыхания на выдохе и вдохе, регистрировал электрокардиограмму аппаратурой «Гамма-1М» и измерял артериальное давление.

В интересах эксперимента «Нейро-иммунитет» (получение научных данных о воздействии стрессоров различного генеза на систему иммунитета до, во время и после космического полета) брались пробы волос, крови и слюны, записывалась ЭКГ прибором

«Космокард» и выполнялось психологическое тестирование.

В рамках исследования «Биокард» (механизм перестройки в электрофизиологии сердца при воздействии отрицательного давления на нижнюю часть тела в условиях длительной микрогравитации) экипаж регистрировал ЭКГ аппаратурой «Гамма-1М» и измерял артериальное давление аппаратурой «Тензоплюс» при нахождении в костюме «Чибис-М».

Задачей «Профилактики-2» было исследование механизмов действия и эффективности различных режимов физической нагрузки в условиях длительных космических полетов на состояние общей и физической работоспособности космонавтов.

В ходе экспериментов «Взаимодействие-2» (изучение закономерностей поведения экипажа в длительном космическом полете) и «Контент» (дистанционный мониторинг психофизиологического состояния космонавтов, а также внутри- и межгруппового взаимодействия на основе количественного анализа деятельности экипажа по связи с ЦУП-М) россияне заполняли опросники и записывали результаты на карту памяти лэптопа RSE-Med.

В фокусе исследования «Пилот-Т» была надежность профессиональной деятельности космонавта в длительном космическом полете. А в эксперименте «Удод» изучалась возможность коррекции гемодинамических изменений в невесомости с помощью отрицательного давления на вдохе.

В интересах эксперимента «Космокард» (изучение влияния факторов космического полета на электрофизиологические характеристики миокарда и на их связь с процессами вегетативной регуляции кровообращения) в течение суток записывалась ЭКГ с помощью холтеровского монитора «Анна-Флэш 3000».

По эксперименту «Кардиовектор» (получение новой научной информации о роли правых и левых отделов сердца и системы кровообращения в условиях длительного полета) выполнялись измерения с исполь-



Гидролабораторию в ЦПК скоро откроют

5 апреля начальник ЦПК Юрий Лончаков сообщил, что гидролаборатория на территории Центра, которая была закрыта на реконструкцию в 2014 г., начнет функционировать в ближайшее время.

«Сейчас документы на гидролабораторию оформляются в Главгосэкспертизе. Надеюсь, что в конце апреля – начале мая мы получим заключение [Главгосэкспертизы] и начнем работать», – сказал он.

Ввод гидролаборатории в эксплуатацию планировался в декабре 2015 г., однако по различным причинам этот срок неоднократно переносился (НК №6, 2015, с.3; №4, 2016, с.12; №8, 2016, с.9). Поэтому космонавты были вынуждены отрабатывать планирующиеся выходы в открытый космос с борта МКС по российской программе на тренажере «Выход-2» в ЦПК.

зованием одноименной аппаратуры и сфигмоманометра «Тензоплюс» с автоматической регистрацией и записью на лэптоп RSE-Med.

Механизмы сенсомоторной координации в невесомости изучались в ходе исследования «Мотокард» с использованием бегущей дорожки БД-2 и комплекса «Миограф» в модуле «Звезда».

25 апреля в рамках российско-канадского эксперимента «Матрешка-Р»/Radi-N2 (изучение радиационной обстановки на трассе полета и на борту МКС) россияне инициализировали восемь пузырьковых детекторов «бабл-дозиметр» и передали их соседям для размещения в Узловом модуле Harmony на экспонирование.

В интересах российско-американского исследования «Перемещение жидкостей»/Fluid Shifts (изучение механизмов регуляции распределения жидких сред в организме и их влияния на изменения внутричерепного давления и функции зрительного анализатора в условиях длительного космического полета и воздействия отрицательного давления на нижнюю часть тела) Олег Новицкий при содействии Тома Песке брал пробы слюны, крови, мочи и питьевой воды и помещал их в морозильник MELFI, принимал бромид натрия, проводил ультразвуковое исследование организма аппаратурой Ultrasound-2, определял давление церебральной и кохlearной жидкостей прибором CCFP и внутричерепное давление неинвазивным методом отоакустической эмиссии на частоте продуктов искажения аппаратурой DPOAE, делал оптическую когерентную томографию для исследования строения глаза системой OCT и измерял артериальное давление аппаратурой CardioLab Holter и тонометром.

Между тем на американском сегменте МКС 4 апреля Шейн Кимброу собрал образцы своей крови и мочи и уложил их в морозильник MELFI для последующего возвращения на Землю в интересах эксперимента Biochemical Profile по изучению воздействия космического полета на человека.

В тот же день астронавты с помощью люксметра провели замеры освещенности в Узловом модуле Tranquility и Лабораторном модуле Destiny, где пока еще установлены старые люминесцентные лампы, в отличие, например, от Узлового модуля Unity, где стоят новые светодиодные светильники. В течение месяца Пегги Уитсон заполняла опросники эксперимента Lighting Effects, который позволит оценить улучшение циркадных ритмов, сна и когнитивных функций астронавтов при замене на борту МКС люминесцентных ламп на светодиодные с регулируемой интенсивностью и цветом.

4 апреля экипаж снимал на видео места проведения досуга на борту станции, а также зафиксировал процедуру очистки вентиляционной системы для эксперимента Habitability, который поможет определить достаточный объем обитаемых модулей для длительных космических полетов.

В апреле каждую неделю экипаж заносил данные в специальное приложение на планшетном компьютере iPad для исследования Dose Tracker. В нем регистрируются все лекарства, которые принимаются на станции, с целью последующего определения их эффективности и возможных по-



бочных эффектов в условиях космического полета.

В День космонавтики (12 апреля), проснувшись поутру, Пегги заполнила журнал наблюдений за сном и взяла образцы мочи для экспериментов Biochemical Profile и Repository. Затем она выполнила три теста по оценке накопившейся усталости для исследования Cognition.

12 и 19 апреля Песке переписал на лэптоп данные с личного дозиметра радиационного контроля.

В этом месяце Тома и Пегги регулярно выполняли интерактивные задачи на планшете iPad в интересах исследования Fine Motor Skills, наблюдающего воздействие микрогравитации на мелкую моторику человека.

17 апреля астронавты осуществили тест на лэптопе по эксперименту Neuromapping, оценивающему изменения в функционировании головного мозга в космическом полете. Задания делались в двух положениях – в пристегнутом состоянии и в свободном плавании.

На следующий день экипаж в европейском Лабораторном модуле Columbus настроил и протестировал эхограф для нового эксперимента Echo, целью которого является испытание телеуправляемой из ЦУПа ультразвуковой системы, оснащенной моторизованными зондами. В дальнейшем данное оборудование будет использоваться для исследования Vascular Echo.

24 апреля Джек Фишер взял образцы своей крови и выдыхаемой микрофлоры для канадского эксперимента Marrow, наблюдающего за воздействием микрогравитации на костный мозг человека.

27 апреля Уитсон заполнила опросник по оценке сна и сняла биометрический датчик эксперимента Everywear, тестирующий мобильные системы сбора физиологических данных человека, подключенные к планшету iPad. На следую-

щий день она замерила пульс с использованием тонометра и приложения Everywear.

28 апреля экипаж подготовил и проверил оборудование студенческого эксперимента Genes in Space («Гены в космосе»). Это исследование должно ответить на вопрос: может ли полимеразная цепная реакция использоваться для изучения изменений ДНК на борту МКС?

Шейн оставил Пегги в наследство носки

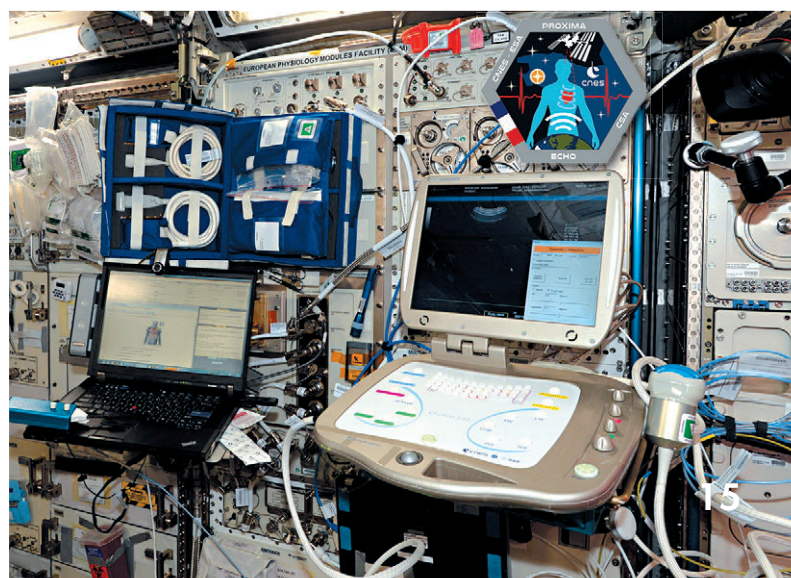
В апреле Сергей, Андрей и Шейн (они же «Фаворы») продолжили начатую в конце марта подготовку к приземлению на корабле «Союз МС-02».

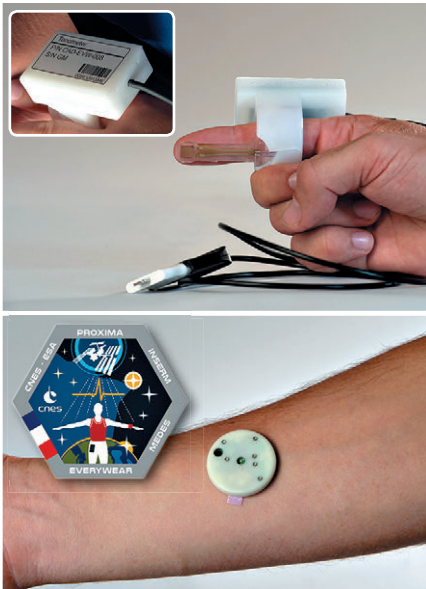
Рыжиков и Борисенко провели тренировки в пневмовакуумных костюмах «Чибис-М», которые готовят организм космонавта к возвращению в земную гравитацию путем создания отрицательного давления на нижнюю часть тела. Они также укладывали возвращаемые грузы в спускаемом аппарате и удаляемые – в бытовом отсеке корабля.

4 апреля «Фаворы» выполнили тренировку по спуску в «Союзе МС-02», а подмосковный ЦУП – тест системы управления движением и навигации корабля. 6 апреля космонавты осуществили профилактику механизмов герметизации крышек люков между Малым исследовательским модулем «Поиск» и кораблем «Союз МС-02».

9 апреля Кимброу передал командование станцией Уитсон. Пегги стала первой женщиной, которая командует МКС второй раз.

▼ Европейский эхограф для эксперимента Echo





▲ Датчики европейского эксперимента Everywear

– Мы прекрасно провели время здесь. Это был потрясающий опыт в течение почти шести месяцев для Андрея, Сергея и меня, – дал оценку Шейн. – И мы получили удовольствие от работы с Пегги, Тома и Олегом в течение примерно четырех с половиной месяцев. Нам действительно понравилось быть с ними.

– У нас очень хороший экипаж, у нас превосходный командир, у нас прекрасная наземная поддержка и у нас незабываемые воспоминания о нашем прекрасном времяпрепровождении на борту МКС. Спасибо каждому! – поблагодарил Сергей.

– 50-я экспедиция была невероятно успешной. Мы провели четыре выхода в открытый космос, поймали два грузовых корабля, разгрузили и загрузили три грузовика за относительно короткое время и получили потрясающее количество сделанных научных экспериментов. И все это благодаря членам 50-й экспедиции и ее командиру Шейну Кимброу, – подчеркнула Пегги.

Уитсон добавила, что экипаж на борту станции не носит обувь, но улетающий Кимброу оставил ей несколько больших носков, чтобы восполнить отсутствие обуви.

10 апреля в 07:57:26 UTC корабль «Союз МС-02» отчалил от модуля «Поиск» и спустя 3.5 часа «Фаворы» приземлились в Казахстане.

Спасибо от спасателей

В этом месяце россияне наблюдали и снимали Землю с целью выявления развития природных катаклизмов (эксперимент «Ураган») и оценки экологической обстановки (эксперимент «Экон-М»).

Астронавты регулярно меняли жесткий диск в ноутбуке эксперимента Meteor, расположенного на рабочей стойке WOLF над нижним иллюминатором модуля Destiny и предназначенного для исследования физических и химических свойств метеорных пылевых частиц.

5 апреля был заменен объектив цифрового фотоаппарата Nikon D2X, установленного на иллюминаторе нижнего люка модуля Harmony в целях автоматической фотосъемки земной поверхности по заявкам школьников и студентов в ходе эксперимента EarthKAM.

На следующий день Сергей Рыжиков пообщался с начальником Национального центра управления в кризисных ситуациях (НЦУКС) МЧС России Виктором Яцуценко. Согласно договоренности о взаимодействии МЧС России и Госкорпорации «Роскосмос», космонавты в рамках эксперимента «Сценарий» снимают земную поверхность по заданию НЦУКС.

Виктор Николаевич отметил, что снимки, поступающие со станции в НЦУКС, успешно используются для мониторинга лесопожарной обстановки, движения ледостава на крупных реках и вулканической активности. «Данные с борта МКС позволяют органам и силам управления МЧС на всех уровнях получать информацию об оперативной обстановке. Мы ежедневно благодаря вашим

снимкам уточняем масштабы и динамику развития чрезвычайных ситуаций. Это позволяет нам принимать меры, направленные на недопущение человеческих жертв и материального ущерба», – подчеркнул он в ходе сеанса связи.

Россияне и японцы выращивают высококачественные кристаллы белка

В апреле космонавты обеспечивали биотехнологические эксперименты на российском сегменте. При этом результаты исследований были возвращены на Землю на «Союзе МС-02», а новые образцы для продолжения исследований доставил «Союз МС-04».

По ходу эксперимента «Фаген» (определение влияния совокупного солнечного и галактического излучения на генетический аппарат бактериофагов в условиях космического полета) 3 апреля экипаж зафиксировал мезенхимальные стволовые клетки в контейнере МСК №5 перед его спуском на Землю. 21 апреля привезенные контейнеры МСК №6 и №7 были размещены соответственно в универсальном высокотемпературном биотехнологическом термостате ТБУ-В №4 при температуре +4°C и на панели 328 в модуле «Звезда».

В рамках эксперимента «Кальций» (изучение влияния микрогравитации на растворимость фосфатов кальция в воде) 6 апреля космонавты измерили проводимость биоматериалов в пеналах «Кальций-Э» автономным цифровым устройством «Кальций-И» и подготовили их к возвращению на Землю. 21 апреля в модуле «Рассвет» были размещены новые пеналы с биоматериалами.

21 апреля в интересах исследования «Каскад» (наблюдение процессов культивирования клеток различных видов в условиях микрогравитации) экипаж переместил биореактор и тубу со шприцом с посевной культурой из привезенного термостата «Анабиоз» в термостат ТБУ-В №2 при температуре +26°C. В последующие дни осуществлялось





Скафандры EMU может не хватить, а замена им будет нескоро

26 апреля был опубликован доклад главного инспектора NASA Пола Мартина (<http://oig.nasa.gov/audits/reports/FY17/IG-17-018.pdf>), в котором выражалась озабоченность тем, что имеющихся скафандров EMU для выходов в открытый космос может не хватить до планируемого завершения эксплуатации МКС в 2024 г., а разрабатываемый в настоящее время скафандр нового поколения могут не успеть испытать на станции до этого срока.

Разработка скафандра EMU была начата компанией ILC Dover в 1974 г. для программы Space Shuttle. Впервые на орбиту новые скафандры отправились в полете STS-1 в 1981 г., а первый выход в них был совершен в полете STS-6 в 1983 г.

EMU включает следующие основные части: шлем, кираса HUT, «ранец» основной системы жизнеобеспечения PLSS, запасной кислородный блок SOP, рукава, штанины LTA и блок управления с дисплеем DCM. Данные части можно заменять по отдельности. Количество «ранцев» PLSS ограничено, и когда говорят о количестве скафандров EMU, то имеют в виду именно количество «ранцев» PLSS.

Изначально EMU предполагалось использовать только на шаттлах. Поэтому в 1982 г. скафандр был сертифицирован на один полет на шаттле с последующим межполетным обслуживанием на Земле. Однако впоследствии было принято решение задействовать EMU в программе Космической станции (позже – МКС). Для этого в 1990 г. была начата разработка стационарного варианта EMU.

В 1995 г. скафандр был сертифицирован на полгода (или на 25 выходов), в 2000 г. – на один год, в 2003 г. – на два года. После того, как было решено завершить эксплуатацию шаттлов, в 2007 г. EMU сертифицировали на три года, а годом позже – на шесть лет. При этом появилась возможность обслуживания скафандров на орбите.

Такие нововведения были предприняты не от хорошей жизни. Ведь после того, как шаттлы перестали летать, единственным кораблем, способным вернуть EMU на Землю для обслуживания и ремонта, стал Dragon. А поскольку его полеты подвержены переносам, то некоторые скафандры стали «пересидывать» отведенный шестилетний срок на МКС. К примеру, EMU №3010, доставленный на станцию шаттлом в 2009 г., до сих пор находится на ней...

Инспектор NASA особо отметил, что скафандры EMU эксплуатируются не в тех условиях, для которых они предназначались. Поэтому устаревшие со временем технологии, примененные в них, постоянно дают о себе знать. Среди примеров: связь системы охлаждения с системой вентиляции; чувствительность компонентов скафандра к загрязненной воде; неустойчивость некоторых систем к отказам; изначальное отсутствие возможности обслуживания «ранцев» PLSS на орбите. Конструктивные недостатки EMU привели к длительной процедуре десатурации

(вымывание азота из крови), дискомфорта температуры в скафандре, лимитированию температуров кирасы и, соответственно, повреждению плеч астронавтов при многократном использовании EMU, уставанию и повреждению пальцев в перчатках, недостаточному объему питьевой воды в бачках.

В отчете говорится, что к настоящему времени при разработке, изготовлении, эксплуатации и обслуживании скафандров EMU зафиксировано более 3400 аномалий на Земле и на орбите. В это число входят 27 значительных инцидентов со скафандрами в космосе во время выходов, которые могли привести к травме или гибели астронавтов. К примеру: повреждение перчаток; дискомфортная температура; утечка воды и запотевание остекления в шлеме; превышение уровня углекислого газа; попадание посторонних предметов в глаза; потеря связи. Пять из этих инцидентов повлекли за собой преждевременное прекращение выхода. Самый серьезный из них – появление 1–1.5 л воды в шлеме скафандра EMU №3011 астронавта Луки Пармитано во время выхода 16 июля 2013 г. (HK №9, 2013, с.11-12; №4, 2014, с.17-18).

Так почему же скафандров EMU может не хватить? Дело в том, что всего было изготовлено 18 «ранцев» PLSS, из которых сейчас осталось только 11. Пять «ранцев» были утрачены в полетах (№1007 и №1012 – при аварийном запуске шаттла «Челленджер» (STS-51L) в 1986 г.; №1014 и №1016 – при разрушении шаттла «Колумбия» (STS-107) в ходе спуска на Землю в 2003 г.; №1017 – при аварийном запуске корабля Dragon (SpX-7) в 2015 г.), один (№1001) использовался только для сертификации и один (№1002) был потерян при наземных испытаниях в 1980 г.

Из 11 оставшихся «ранцев» четыре (№1003, 1006, 1008, 1010) находятся на МКС, два (№1004 и №1009) готовятся к доставке на станцию, два (№1005 и №1015) пребывают в ремонте и три (№1011, 1013, 1018) используются при наземных тренировках астронавтов.

Беспокойство инспектора вызывает немалая вероятность потери скафандров EMU при запуске или возвращении на Землю, а также в случае их серьезной неисправности. И с учетом того, что эксплуатация МКС может быть продлена до 2028 г., риск остаться без средств обеспечения выходов на американском сегменте станции вырастет еще больше. А читатели HK со стажем наверняка помнят, как российская сторона спасала американскую, когда скафандры EMU были неисправны...

Можно было бы произвести еще несколько «ранцев» PLSS, но, по оценке NASA, изготовление одного изделия будет стоить около 250 млн \$, что совершенно невыгодно...

А что же отчет говорит насчет замены для EMU? В период с 2007 по 2016 гг. NASA разрабатывало скафандр нового поколения для выходов в рамках программы Advanced Space Suit Project (ASSP), потратив на данные работы 51.6 млн \$. Были созданы два прототипа скафандра – Z-1 и Z-2.

Первый стоимостью 1.8 млн \$ состоял из двух частей – кирасы, созданной фирмой

Oseaneering International, и штанин, которые сделала компания ILC Dover. Эти части интегрировались в NASA. Особенности Z-1: вход сзади (по типу российского скафандра «Орлан»); мягкая кираса; возможность работы при различных внутренних давлениях.

Второй прототип был полностью изготовлен в ILC Dover за 5.5 млн \$ и доставлен в NASA в 2016 г. Z-2 вообрал в себя преимущества Z-1 и был очень подвижным, мягким и гнущимся.

В рамках программы ASSP за 22.3 млн \$ были созданы два прототипа «ранцев» – PLSS 1.0 и PLSS 2.0. В 2018 г. планируется изготовить прототип «ранца» PLSS 2.5. К настоящему моменту на эту работу уже потрачено 16.3 млн \$. Программой предусматривалась также разработка летного «ранца» PLSS 3.0, который должен был заменить «ранец» PLSS в EMU.

Однако в ноябре 2016 г. NASA отказалось от разработки PLSS 3.0 и решило создать на замену EMU скафандр Exploration EMU (xEMU) Lite. На его основе в будущем спроектируют лунный скафандр xEMU и марсианский mEMU (см. рисунок). Скафандр xEMU Lite будет использовать кирасу и «ранец» PLSS от программы ASSP и дополняться рукавами и штанинами от скафандра EMU.

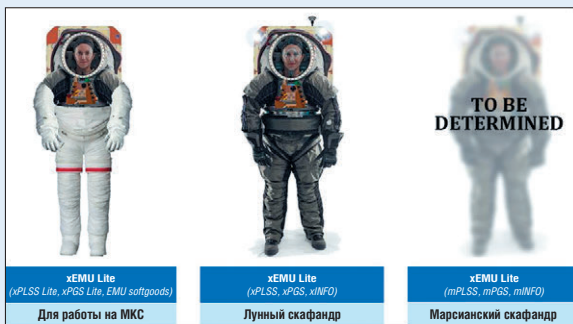
NASA рассчитывает заказать изготовление xEMU Lite в 2019 г. и доставить его на МКС в 2023 г. Инспектор справедливо задается вопросом: хватит ли времени на испытания нового скафандра, если эксплуатация МКС завершится в 2024 г.? А если возникнут какие-то задержки при создании скафандра?

В отчете подчеркивается, что NASA, потратив бюджетные деньги и много лет, до сих пор не изготовило ни одного летного скафандра нового поколения. Это связано в том числе с отсутствием четкого плана с целями будущих полетов в дальний космос. Особое недоумение у инспектора вызвал тот факт, что NASA частично продолжало финансирование разработки универсального выходного и аварийно-спасательного скафандра по программе Constellation Space Suit System (CSSS) в 2011–2016 гг., несмотря на официальное закрытие программы Constellation в 2010 г.

В результате, по мнению auditors, агентство потратило 80.8 млн \$ на разработку систем, которые мало того, что дублировали разработки в рамках программы ASSP, так еще и имели более низкий технологический уровень. Правда, NASA с данным выводом в отчете не согласилось, утверждая, что разработки программы CSSS очень пригодились в программе ASSP. На это инспектор ответил, что те разработки, которые «перетекали» из CSSS в ASSP, потянули всего на 9 млн из затраченных 80.8 млн \$...

В итоге аудиторы выдали NASA следующие рекомендации: разработать и внедрить официальный план по созданию, изготовлению и испытанию выходного скафандра нового поколения в соответствии с задачами космической программы NASA, пожеланиями астронавтов и текущим сроком окончания эксплуатации МКС в 2024 г.; сравнить затраты на поддержание эксплуатации скафандров EMU с затратами на разработку и испытания выходного скафандра нового поколения; учесть при разработке нового скафандра уроки, полученные во время эксплуатации выходных скафандров, чтобы не допустить ситуаций, угрожающих жизни астронавтов и способных сказаться на выполнении программы полетов.

Агентство в лице заместителя руководителя по пилотируемым программам Уильяма Герстенмайера пообещало выполнить все рекомендации к 30 сентября 2017 г.





▲ Подготовка к предстоящей посадке – нашивка эмблемы на скафандр

ручное перемешивание биореактора с посевной культурой.

Для эксперимента «Константа-2» (выявление наличия и характера влияния факторов космического полета на активность модельного ферментного препарата по отношению к специфическому субстрату) 21 апреля космонавты поместили доставленные кассеты с образцами в термостат

ТБУ-В № 4 при температуре +4°C. В последующие дни кассеты по очереди вынимались, размещались на час на панели 418 в модуле «Звезда» для прогрева и затем фотографировались.

Выполняя эксперимент «Структура» (получение высококачественных кристаллов рекомбинантных белков), 21 апреля россияне перенесли в модуль «Звезда» привезенную аппаратуру «Луч-2М» с биокристаллизационными кассетами с монокристаллами протеинов.

В рамках российско-японского эксперимента «Кристаллизатор»/JAXA-PCG (кристаллизация биологических макромолекул и получение биокристаллических пленок в условиях микрогравитации) 21 апреля в установке PCRf в стойке Ryutai в японском Экспериментальном модуле Kibo были размещены доставленные на «Союзе МС-04» два контейнера с 47 образцами протеинов, подготовленными российскими и японскими учеными. В течение шести недель в условиях микрогравитации и при постоянной температуре из них будут выращиваться высококачественные кристаллы белка, которые возвратят на Землю на «Союзе МС-03» в июне. Результаты эксперимента помогут разработать лекарства против мультрезистентных бактерий, болезни Альцгеймера, мышечной дистрофии и периодонтита, а также пригодятся при создании заменителя крови.

3 апреля astronauts перенастроили оборудование стоек Express-1 и Express-2 после завершения эксперимента с мышами Rodent Research-4, который изучал изменение костной ткани в невесомости. В тот же день экипаж установил в стойку Express-7 программируемую изоляционную платформу РИМ, которая призвана оградить экспериментальное оборудование от вибрации и микроускорений, возникающих на станции при динамических операциях. Это очень важно для исследований с выращиванием кристаллов белка, а также по физике жидкости, биологии растений, изучению стволовых клеток и культивированию клеток и тканей в невесомости.

5 апреля в интересах подготовки к японскому эксперименту с мышами Multi-Omics Mouse астронавты смонтировали панель перчаточного ящика на стойке Kobaigo в модуле Kibo и промаркировали каптоновой лентой точки для установки рабочего стола. На следующий день они смонтировали и проверили работу блока клапанов углекислого газа. Оборудование для эксперимента должен привезти грузовой корабль Dragon (полет SpX-11) в июне.

В этом месяце экипаж выращивал в оранжевое Veggie красный римский салат и китайскую капусту.

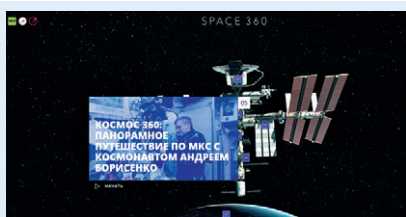
Манипулятор ловко меняет блоки снаружи

9 апреля сработала защита по превышению тока (3.7 А) в блоке дистанционного управления электропитанием RPCM S11A-C на секции S1 американской поперечной фермы. В результате обесточился мультиплексор-демультиплексор MDM, управляющий балкой радиаторов на секции S1, а хьюстонский ЦУП перестал получать данные о температуре и давлении в блоках клапанов балки радиаторов RBVM и не мог управлять ими.

11 апреля «Земля» пять раз пыталась восстановить подачу питания через RPCM, но все попытки сразу завершались срабатыванием защиты. 13 апреля подача питания пошла, специалисты смогли проверить функционирование блоков RBVM и убедились, что с ними все в порядке. Но спустя час снова сработала защита... При второй попытке защита сработала через 40 мин. А вот третья попытка увенчалась успехом. По крайней мере защита перестала беспокоить.

Но недолго музыка играла... 17–18 апреля защита снова срабатывала. Наконец специалистам это надоело, и было принято решение о замене блока RPCM S11A-C с помощью дистанционного манипулятора SSRMS с ловкой насадкой Dextre.

25 апреля мобильный транспортер с манипулятором и насадкой по командам ЦУП-Х переехал по поперечной ферме из рабочей точки WS6 в точку WS3. 26 апреля SSRMS пе-



Проект «Космос 360»

Во время полета Андрей Борисенко в рамках специального проекта «Космос 360», организованного Роскосмосом, РКК «Энергия» и телеканалом RT, снял на борту МКС серию видеосюжетов в инновационном панорамном формате «360 градусов».

В этих роликах Андрей провел экскурсию по модулям российского и американского сегментов станции, показал каюты, в которых спят члены экипажа, и продемонстрировал выполнение гигиенических процедур. Он также рассказал о том, как питаются космонавты и как поддерживают физическую форму.

Кроме того, в рамках этого проекта зрителям показали тренировку космонавтов в невесомости на самолете Ил-76МДК, экспонаты московского Мемориального музея космонавтики, объекты ЦПК и возвращение космонавтов на Землю.

Видеосюжеты и дополнительная информация доступны на сайте проекта «Космос 360» (<http://space360.rt.com>).





Трамп поздравил Пегги Уитсон с рекордом

5 апреля NASA объявило, что полет Пегги будет продлен на три месяца и она возвратится на «Союзе МС-04» 3 сентября 2017 г., а не на «Союзе МС-03» 2 июня. Это уже второе продление полета Уитсон, так как первоначально приземление «Союза МС-03» намечалось на 16 мая.

«Это замечательная новость, — отреагировала Уитсон. — Я люблю находиться здесь. Живя и работая на МКС, я чувствую, что делаю наибольший вклад. Получить еще три месяца — это то, чего я желала».

Продление полета Уитсон стало возможно благодаря соглашению, достигнутому между NASA и Роскосмосом. Американская сторона воспользовалась решением Роскосмоса временно сократить количество российских космонавтов на МКС с трех до двух и намерена таким образом увеличить научную отдачу от станции.

24 апреля в 05:47:26 UTC Пегги превысила рекорд по суммарной продолжительности космических полетов среди астронавтов

США, принадлежавший Джеффри Уильямсу (534 сут 02 час 48 мин 41 сек). Стоит напомнить, что Уитсон уже является обладательницей трех женских рекордов: по суммарному налету, по количеству выходов в открытый космос и по их суммарной длительности. И если все пойдет по плану, то, возвратившись на Землю в сентябре, Пегги установит свой пятый рекорд — по продолжительности одного космического полета среди женщин (289 сут 05 час 05 мин). Пока данное достижение принадлежит итальянке Саманте Кристофоретти (199 сут 16 час 42 мин 43 сек).

24 апреля в 15:00 с Пегги и Джеком посредством телемоста из Овального кабинета Белого дома пообщались президент США Дональд Трамп, его дочь Иванка и астронавт Кэтлин Рубинс. Президент поздравил Уитсон с рекордом от имени американского народа и всего мира и поинтересовался, что она чувствует, установив его.

«На самом деле это огромная честь побить такой рекорд, но главная честь для меня — представлять всех людей в NASA, которые сделали этот космический полет возможным и позволили мне установить этот рекорд», — ответила Пегги.

Она рассказала Трампу о научных исследованиях и о жизни на борту станции, подчеркнув, что МКС — это ключевой мостик для человечества на Земле к путешествиям в дальний космос. В свою очередь, Джек Фишер поделился с президентом своими впечатлениями от полета на корабле «Союз» и первых дней пребывания на станции. «МКС — это наилучший пример международного сотрудничества и того, что мы в состоянии сделать совместно в истории человечества», — отметил он.

MBSU-2 на секции S0. Иными словами, «Земля» не могла ни управлять им, ни получать с него телеметрию. При этом блок продолжал поставлять питание на преобразователи постоянного тока DDCU каналов 2A и 2B. Поведение MBSU-2 было похоже на то, как вел себя MBSU-1, с которым в октябре 2011 г. была потеряна связь и которого в итоге заменили в августе 2012 г. во время выхода в открытый космос.

На МКС имеются два запасных MBSU. Посоветовавшись, специалисты NASA приняли решение заменить MBSU-2 в мае с помощью робототехнической системы. Предложение сделать это во время выхода в открытый космос было отклонено.

Отработка стыковки маневрирующих спутников

В этом месяце космонавты занимались также техническими экспериментами «Отклик» (регистрация ударов метеороидных и техногенных частиц по внешним элементам конструкции станции с помощью пьезоэлектрических датчиков) и «Идентификация» (исследование динамики конструкции МКС при различных внешних силовых воздействиях с учетом изменения ее модульного состава).

3 апреля астронавты сменили емкость с акрилонитрилбутадиенстиролом, используемым при печати в 3D-принтере AMF. 13 апреля они заменили выталкиватель и лоток для печати.

5 апреля экипаж выполнил эксперимент SPHERES Universal Docking Port по стыковке в невесомости маневрирующих с помощью углекислого газа микроспутников. Дооснащение «сфер» стыковочными узлами позволит провести многоплановую отработку алгоритмов стыковки.

5–6 апреля астронавты сменили образцы материалов в печи с электромагнитной левитацией ELF, находящейся в многоцелевой стойке малых полезных нагрузок MSPR-2

решел с модуля Harmony на Мобильную базовую систему MBS, находящуюся на транспортере, и надел Dextre. После этого насадка экипировалась инструментом RMCT.

В ночь на 29 апреля с использованием SSRMS и второй руки Dextre блок RPCM S11A-C был извлечен и временно помещен в пустую позицию S14B-N там же на секции S1. Затем блок S14B-G переместили в освободившуюся позицию S11A-C, а отказавший блок S11A-C — из позиции S14B-N в опустевшую позицию S14B-G. Новый блок в позиции S11A-C заработал нормально.

Кстати, это уже третья по счету замена блоков RPCM с помощью робототехнической системы. Предыдущие состоялись в феврале 2015 г. и в августе 2016 г. (после неудачи в июле 2016 г.).

14 апреля с использованием японского манипулятора JEM RMS и ловкой насадки SFA через шлюзовую камеру модуля Kibo было вынесено и установлено на внешней платформе JEF оборудование ExHAM-2-2, включавшее тестовую аппаратуру связи для спутников в рамках турецкого эксперимента. Данный эксперимент осуществлялся по соглашению между Японским агентством аэрокосмических исследований JAXA и Министерством транспорта, морского дела и связи Турции, заключенному 8 сентября 2016 г. По нему японская сторона предоставляет турецкой возможность проведения двух экспериментов снаружи МКС и запуска спутника типа CubeSat размером 3U с борта станции.

17 апреля астронавты наддули шлюзовую камеру модуля Kibo и проверили ее герметичность. На следующий день они открыли внутренний люк шлюза, выдвинули

стол и сняли с него многоцелевую экспериментальную платформу MPEP с адаптером HXP, применявшимся для переноса оборудования ExHAM. После этого стол был задвинут внутрь шлюзовой камеры, и люк закрыли.

19 апреля экипаж разгерметизировал шлюз. Затем по командам специалистов ЦУПа в Цукубе был открыт внешний люк шлюзовой камеры, а стол выдвинут наружу. С помощью манипулятора JEM RMS с насадкой SFA с узла EFU №4 внешней платформы JEF сняли и установили на стол платформу NREP. Потом стол задвинули внутрь шлюза и закрыли внешний люк.

Платформа NREP была вынесена наружу в августе 2016 г. (НК №10, 2016, с.4-5). На ней находилась аппаратура NanoRacks-Gumstix (НК №9, 2016, с.22-23), предназначенная для исследования влияния на компьютеры бомбардировки космическими лучами, которая может создавать помехи в работе процессоров, вызывать сбои или потерю данных.

25 апреля Пегги Уитсон и Джек Фишер наддули шлюзовую камеру, открыли внутренний люк, выдвинули стол и сняли с платформы NREP аппаратуру NanoRacks-Gumstix. Вместо нее на платформе смонтировали оборудование NanoRacks-CID (испытание камеры, способной снимать одновременно очень яркие и очень блеклые объекты в космосе) и Honeywell-Morehead-DM (испытание в космических условиях мультипроцессорной системы с использованием коммерчески доступных компонентов). 28 апреля платформа NREP была снова установлена на платформе JEF.

В ночь на 25 апреля ЦУП-Х потерял связь с блоком подключения электропитания



в модуле Kibo. 13 апреля Песке повторил данную операцию. 20 апреля экипаж поменял местами блоки SCE в печи, которые измеряют удельное электросопротивление образцов материалов. 26 апреля астронавты демонтировали из ELF камеру с образцами для осмотра.

Печь ELF используется для затвердевания материалов с использованием метода электромагнитной левитации. С помощью этой аппаратуры можно измерить теплофизические свойства сплавов с высокой температурой и осуществить затвердевание сплавов с глубоким переохлаждением.

6 апреля вышла из строя вторая лампа белого света в стойке изучения жидкостей FIR. Напомним, что в феврале были заменены обе лампы, но первая после этого не захотела включиться. Таким образом, стойка осталась без работающих ламп. Научные эксперименты в ней пришлось приостановить.

На станции были две запасные лампы, а еще три планируется привезти на «Дракон» (миссия SpX-12) в августе. 12 апреля астронавты сменили обе лампы, однако на следующий день они не заработали. 18 апреля экипаж переустановил лампы – помогло!

11 апреля астронавты заменили жесткий диск в аппаратуре эксперимента DECLIC, исследующего поведение критических жидкостей и кристаллизацию. 12 апреля в стойке изучения горения CIR прогорел воспламенитель. 19 апреля экипаж сменил оба воспламенителя и волокнистый рукав в многопользовательской аппаратуре горения топлива MDCA в стойке. Он также попытался разобраться с программной ошибкой местоположения плунжера № 1 подачи топлива, но безуспешно.

13 апреля экипаж заменил картриджи в европейской материаловедческой лаборатории MSL, где проводятся эксперименты SETA (изучение затвердевания вдоль эвтектического пути в тройных сплавах) и METCOMP (исследование метастабильного затвердевания композитов).

24 апреля астронавты провели сборку и проверку двух микроскопов NanoRacks Microscope-3.

▼ «...А вот Венеция весной»



Поздравление от Патриарха

5 апреля Кимброу почтал на видеокамеру детские книги Джеффри Беннета «Волшебник, который спас мир», «Макс отправляется на Марс» и «Макс отправляется на Юпитер». Шейн выполнил простые эксперименты: разложил солнечный свет на спектр и показал ослабление интенсивности света при прохождении им атмосферы, чтобы проиллюстрировать рассказанные в книгах истории. Данные видеозаписи в дальнейшем будут использоваться в образовательных целях на Земле.

В этом месяце из модуля Columbus возобновились сеансы радиолобительской связи через новый трансивер Ericsson MP-X, доставленный на станцию в феврале. 14 апреля Тома поговорил по радиосвязи с учащимися 7–10 классов из колледжа имени Роже Мартена дю Гара в Белеме (Франция).

16 апреля Патриарх Московский и всея Руси Кирилл посредством телемоста из Храма Христа Спасителя поздравил Олега Новицкого с праздником Пасхи.

«Вспоминаю, как мы с вами общались на Рождество и еще с двумя вашими товарищами, которые благополучно приземлились. Вы сейчас один несете за всю Россию космическую вахту, – сказал председатель Русской православной церкви. – Хотел бы сердечно вас поздравить, пожелать помощи Божией в ваших трудах, здоровья, крепости сил, мира душевного, чтобы ваше пребывание на орбите было спокойным, успешным и возвращение было счастливым».

Олег поблагодарил Патриарха за теплые слова, отметив, что ему приятно чувствовать такую огромную духовную и земную поддержку.

«Для меня всегда большая радость общаться с космонавтами, потому что в меру своих сил стараюсь понять весь груз, который лежит на ваших плечах», – признался Кирилл, попросив Новицкого передать астронавтам поздравления с Пасхой, которую в этом году все христиане отмечают в один день.

«Обязательно передам. Я знаю, что им будет очень приятно ваше внимание, они очень обрадуются», – пообещал космонавт.



Спектрометр AMS-02 нуждается в ремонте

NASA планирует осуществить выходы в открытый космос с борта МКС в 2018 г. для ремонта системы охлаждения магнитного спектрометра AMS-02, находящегося на секции S3 американской поперечной фермы.

Дело в том, что из четырех насосов, имеющих в системе охлаждения AMS-02, два отказали, один работает и еще один находится в резерве, хотя и он имеет признаки неисправности. В этой ситуации выход из строя работающего насоса грозит оставить спектрометр без охлаждения.

Во время внекорабельной деятельности по американской программе, намеченной на 12 мая, астронавты тестируют кабель передачи данных на спектрометре AMS-02 с помощью инструмента, доставленного на грузовом корабле Cygnus (полет OA-7), чтобы специалисты поняли, можно ли использовать этот кабель для проведения ремонта.

В настоящее время изготавливаются 12 модернизированных насосов. Они будут готовы к сентябрю 2017 г. После испытаний из них выберут четыре насоса, которые в конце 2018 г. привезут на станцию.

Ремонт спектрометра AMS-02 оценивается в 100 млн \$, но ученые говорят, что он стоит того, поскольку позволит продолжить уникальный эксперимент по поиску доказательств существования темной энергии и темной материи во Вселенной.

19 апреля француз ответил на вопросы школьников из Себастьянополя (штат Калифорния). 26 апреля Пегги и Джек выступили в прямом эфире перед ежегодной конференцией Национальной ассоциации вещательных организаций США в Лас-Вегасе (штат Невада). При этом вещание из модуля Destiny впервые шло с использованием телевидения сверхвысокой четкости.

27 апреля Песке побеседовал по радио с ребятами из лицея имени Элен Буше в Тионвилле (Франция).

Добро пожаловать, «Олимпы»!

20 апреля в 13:18:30 UTC корабль «Союз МС-04» причалил к модулю «Поиск». В 15:05 были открыты переходные люки – и к «Казбекам» (Олег Новицкий, Тома Песке и Пегги Уитсон) присоединились «Олимпы» (Фёдор Юрихин и Джек Фишер).

«Старички» провели для «новичков» инструктаж по безопасности и перераспределили между членами увеличившегося экипажа станции ответственность при аварийных ситуациях. Аварийно-спасательные скафандры «Сокол-КВ-2» и перчатки прибывших космонавтов были высушены и уложены на хранение, а корабль «Союз МС-04» – законсервирован (в работе в нем остался только газоанализатор).



ПИЛОТИРОВАНИЕ КОСМОЛА

24 апреля из «Союза МС-04» демонтировали две телекамеры и светильники СДД-302. Параллельно шла разгрузка корабля, из правого кресла вытащили грузовой контейнер. Была обновлена бортовая документация на МКС и на планшетах iPad.

25 апреля космонавты выполнили профилактику механизмов герметизации крышек люков между «Союзом МС-04» и «Поиском». Они также перекинули на жесткий диск видео с камер GoPro, которые записывали действия «Олимпов» при полете к станции.

Прилет запоздавшего «Лебеда»

В апреле на МКС продолжилась подготовка к прибытию грузового корабля Cygnus («Лебедь», собственное имя «Джон Гленн», полет ОА-7). Он должен был прилететь на станцию в конце марта, но из-за технических проблем космическая встреча задержалась на месяц.

11 апреля манипулятор SSRMS шагнул с Мобильной базовой системы MBS на модуль Destiny, а затем на модуль Harmony. Этот маневр позволил, во-первых, обеспечить условия для ловли «Лебеда» и, во-вторых, про-

тестировать сустав вращения на конце плеча В манипулятора, к работе которого возникли замечания.

13–14 апреля было проверено функционирование панели ручного управления кораблем НСР и блоков связи УКВ-диапазона CUCU. 17 апреля астронавты ознакомились с циклограммой сближения и захвата «Лебеда», а также с приборами наблюдения и средствами управления грузовиком. На следующий день Тома и Пеги тренировались подводить манипулятор SSRMS и ловить корабль (его роль исполнял узел FRGF на многоцелевом модуле Leonardo). Они также отработали нештатную ситуацию с переходом манипулятора в защитный режим, требующий от операторов перемещения с робототехнического рабочего места RWS в Обзорном модуле Cupola на аналогичное место в модуле Destiny.

20 апреля была установлена камера CBCS на иллюминаторе нижнего узла модуля Unity, куда предстояло пристыковать грузовик. 21 апреля экипаж провел еще одну тренировку по захвату корабля на тренажере ROBOT.

22 апреля в 10:05 UTC Песке поймал «Лебеда» манипулятором.

«Экипаж 51-й экспедиции хотел бы поздравить все команды в NASA, Orbital ATK и подрядчиков с безупречной миссией по доставке грузов. Мы очень горды приветствовать на борту корабль «Джон Гленн», – заявил Тома. – Более трех тонн груза в герметичном отсеке корабля Cygnus найдут хорошее применение для продолжения наших исследований и открытий. Такие успехи как этот – плод тяжелой работы космических агентств, частных компаний и международного сотрудничества всего мира – действительно делает МКС таким специальным начинанием на службе всего человечества».

«Хорошо сказано, станция», – оценил капком Майкл Дженсен.

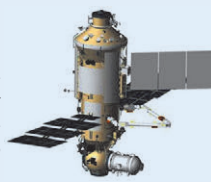
После этого наземные специалисты дистанционно переместили грузовик и в 12:39 присоединили его к нижнему узлу модуля Unity. С открытием переходных люков началась разгрузка «Лебеда». Правда, в этот день ее пришлось ненадолго прервать из-за ложного срабатывания пожарной сигнализации.

Когда же запустят модуль «Наука»?

Выступая на 33-м Космическом симпозиуме в Колорадо-Спрингс (штат Колорадо) 4 апреля, гендиректор Роскосмоса Игорь Комаров сказал, что усовершенствованный Многоцелевой лабораторный модуль (МЛМ-У) «Наука» не будет готов к запуску в декабре 2017 г. По его словам, ситуация с модулем оказалась более сложной, чем ожидалось, и теперь старт МЛМ предполагается в первой половине 2018 г.

Напомним, что в декабре 2012 г. модуль был перевезен из ГКНПЦ имени М.В. Хруничева в РКК «Энергия» для автономных и комплексных испытаний перед его отправкой на космодром Байконур для запуска ракетой-носителем «Протон-М» в декабре 2013 г.

Перипетии с МЛМ подробно описаны журналистом Анатолием Заком на сайте www.russianspaceweb.com. В мае 2013 г. в ходе испытаний двигательной установки МЛМ была выявлена негерметичность клапана, вызванная попаданием в него металлической стружки из магистрали. При дополнительной инспекции аналогичное загрязнение (металлическая стружка размером от 0.2 до 0.8 мм) было обнаружено в других клапанах и магистралях пневмогидравлической системы двигательной установки.



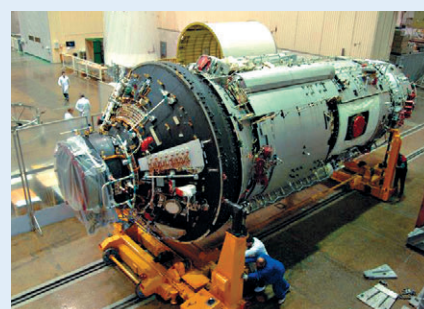
Комиссия выяснила, что загрязнение попало в магистрали и клапаны при проведении в Центре Хруничева работ по переоборудованию дублера Функционально-грузового блока «Заря» (ФГБ-2) в МЛМ «Наука», которое, в частности, заключалось в пе-

ределке пневмогидравлической системы (ПГС) двигательной установки. «Недостаточность уровня методологического и технологического обеспечения работ по разрезке стыков магистралей ПГС с гарантированным соблюдением требований чистоты внутренних полостей трубопроводов и агрегатов систем», – говорилось в акте комиссии о причине загрязнения.

В итоге в декабре 2013 г. модуль был возвращен в Центр Хруничева для ремонта. При этом старт МЛМ сдвинулся на ноябрь 2015 г.

Но объем ремонтно-восстановительных работ оказался настолько большим, что в комплекте с необходимостью выполнения повторных комплексных испытаний модуля на космодроме в конечном итоге привел к переносу запуска на декабрь 2017 г. В ходе ремонта предстояло заменить все загрязненные магистрали и клапаны, а также двигатели, у которых к этому времени закончился отведенный срок службы.

Однако позже ремонт значительно осложнился, потому что, помимо магистралей и



клапанов, загрязненными стружкой оказались и топливные баки модуля. Сделать такие же новые баки за приемлемое время не представлялось возможным, а предлагавшиеся взамен баки не подошли, так как, во-первых, требовали сложных и дорогостоящих работ по их интеграции в модуль, и, во-вторых, их применение отражалось на успешности выполнения полета МЛМ к станции. К тому же часть предлагаемых баков также оказалась загрязненной...

В результате было решено провести очистку топливных баков от металлической стружки. Кстати, при их осмотре выяснилось, что в некоторых местах на баках появились следы коррозии, которую также необходимо удалить.

По состоянию на середину мая старт модуля «Наука» планируется в октябре 2018 г.



Разрыв на американской солнечной батарее

В этом месяце экипаж проводил съемку внутри модулей Kibo, Cupola, «Заря» и «Звезда» для сервиса Google Street View.

3 апреля астронавты почистили вентиляторы в системе межмодульной вентиляции в модуле Unity. Дело в том, что измерения потока воздуха в марте показали уменьшение его скорости, свидетельствующее о наличии загрязнения.

В тот же день, 3 апреля, космонавты слили в емкости оставшуюся питьевую воду из первого бака системы «Родник» корабля «Прогресс МС-05» и в последующие дни в этот бак заливался солевой раствор урины. Параллельно продолжались разгрузочно-погрузочные работы в корабле.

4 апреля был заменен светильник в модуле Tranquility, а 5 апреля – в модуле Columbus.

5 апреля Шейн очистил контуры водяного охлаждения скафандров EMU № 3006 и № 3008 после мартовских выходов в открытый космос. При этом он допустил ошибку: оба скафандра во время проведения работ

«Сокращение экипажа не повлияет на проведение экспериментов»

Генеральный директор Госкорпорации «Роскосмос» Игорь Комаров в интервью «Российской газете», вышедшем 12 апреля, заявил, что временное сокращение количества российских космонавтов на МКС с трех до двух было абсолютно правильным решением.

«И, по-хорошему, его надо было принимать еще раньше, потому что много нареканий связано с загрязкой МКС, с обеспечением программы экспериментов, с их эффективностью. Этому были посвящены отдельные обсуждения в правительстве и на совещании у президента, – объяснил он. – Я могу точно и ответственно сказать, что сокращение российского экипажа с трех до двух человек на МКС не повлияет на ведение экспериментов. Более того, благодаря этому мы можем решить многие вопросы: с одной стороны – финансовые, а с другой – закрытие проблем РКК «Энергия» по взаимоотношениям с компанией «Боинг» и другие».

не были переключены с бортового питания на автономное. В результате скафандры могли пострадать от скачков тока, присущих станционному питанию...

27–28 апреля Пегги и Джек при помощи анимационной программы DOUG изучили трассы перехода и рабочие зоны во время выхода EVA-42, намеченного на 12 мая, а также ознакомились с его циклограммой и конфигурацией инструментов.

5 апреля, как и в январе, в системе электропитания модуля «Звезда» космонавты поменяли местами аккумуляторные батареи № 2 и № 3. По результатам тестов 17 апреля были заменены батарея № 2 и блок управления преобразователем тока БУПТ-1М.

6 апреля астронавты должны были перенести блок раздачи питьевой воды из стойки Express-6 в стойку с кухней в модуле Unity, но не нашли необходимый адаптер. 11 апреля эта работа была успешно сделана. 27 апреля экипаж смонтировал нагреватель пищи в стойке с кухней, однако обнаружил, что нагреватель не включается при переводе переключателя в позицию «1», но зато включается при его переводе в позицию «2». Иными словами, переключатель установлен неправильно...

7 апреля астронавты разбирались в причинах неисправности морозильника Glacier-2, который в марте начал постоянно перезапускаться. Они убедились, что проблема кроется не в источнике и не в кабеле питания, а в самом морозильнике. Его придется спустить на Землю на корабле Dragon (миссия SpX-11) для ремонта.

11 апреля экипаж сменил Ethernet-хаб РЕНВ на усовершенствованный iРЕНГ в стойке Express-6. Это позволит увеличить скорость передачи данных, что необходимо для оборудования TangoLab, которое доставит «Дракон» в июне.

11 апреля астронавты демонтировали с системы получения кислорода OGA фильтр АСТЕХ и передали его российской стороне для использования при очистке воды. В тот же день система NORS (HK № 1, 2016, с.9) была впервые применена для наддува атмосферы станции азотом.

В период с 11 по 14 апреля космонавты искали причины выдачи некорректных команд с устройства программно-логического управления в модуле «Заря» и причины перегрузки по току в шине обмена ПШО-31 в районе сопряжения модуля «Заря» с переходным отсеком модуля «Звезда».

11 апреля экипаж сменил мочеприемник и фильтр-вставку в ассенизационно-санитарном устройстве (туалете) модуля Tranquility. 19 апреля то же самое было сделано в туалете модуля «Звезда».

12 апреля астронавты заменили внутреннее защитное стекло на иллюминаторе № 7 в модуле Cupola, которое было слишком поцарапано. На следующий день был сменен блок дистилляции в системе переработки мочи UPA в модуле Tranquility по причине высокого загрязнения дистиллята урины консервантом. Правда, впоследствии новый блок несколько раз вырубал систему.

12 апреля сработала защита по превышению тока (3 А) в блоке дистанционного управления электропитанием RPCM N21B4B-B, который обеспечивает подачу питания на

«Союз» испытают без бортинженера

29 апреля генеральный директор РКК «Энергия» Владимир Солнцев в интервью ТАСС сообщил, что в 2018 г. планируется испытать и с 2019 г. ввести в штатную эксплуатацию пилотируемый корабль «Союз» без бортинженера.

Это позволит посадить на «Союз» по два «космических туриста», а не по одному, как раньше. «На борту будет один командир, обеспечивающий управление кораблем, и два участника космического полета», – пояснил Владимир Львович.

клапан блока управления потоком SFCA в среднетемпературном контуре внутренней системы терморегулирования модуля Harmony. 13 апреля блок RPCM удалось привести в чувство.

В тот же день россияне поменяли блок фильтров CO₂ в газоанализаторе ИКО501 в модуле «Звезда».

14 апреля Пегги и Тома заменили устаревшие роутеры в модулях Destiny и Harmony. После этого «Земля» обновила программное обеспечение объединенной станционной локальной компьютерной сети JSL до версии 10.0. Новые роутеры обеспечат повышение скорости передачи данных в сети до гигабитов в секунду.

14 апреля экипаж сменил фильтр газожиждкостной смеси и фильтр-реактор в системе регенерации воды из конденсата атмосферной влаги СРВ-К2М в модуле «Звезда». 19 апреля в системе заменили блок разделения и перекачки конденсата БРПК-1, а 25 апреля – блок колонок очистки.

17–18 апреля астронавты помогли «Земле» разобраться с аномалиями в телеметрии, поступающей с морозильника Frost-2, который в марте был установлен в модуле Kibo. Они проверили подстыковку и работоспособность кабеля.

18 апреля экипаж выполнял рутинную фотосъемку панелей американских солнечных батарей. При анализе присланных снимков специалисты обнаружили разрыв размером 15–18 см на полотне панели солнечной батареи канала 3В, расположенной на секции S6 поперечной фермы.

20 апреля астронавты попытались вернуться к жизни морозильник Merlin-2 в стойке с кухней в модуле Unity, который служит для хранения еды и медицинских упаковок и с которого в марте перестала поступать телеметрия. Однако перезагрузить его компьютер не удалось. После этих манипуляций морозильник перестал еще и охлаждать. Ничего страшного: «Лебедь» привез новый морозильник, который и был установлен 24 апреля в стойку с кухней вместо неисправного.

21 апреля россияне проверили новый преобразователь напряжения ПН28-120, доставленный на станцию «Союзом МС-04». 23 апреля астронавты доложили о скрежете в велоэргометре CEVIS. Источником шума оказался шаговый двигатель в эргометре, который 27 апреля был заменен на новый.

28 апреля экипаж посетил надувной модуль BEAM для установки экрана на датчик мониторинга радиационной обстановки. Примечательно, что экран толщиной 1.1 мм был сделан на 3D-принтере AMF прямо на борту станции.

Е. Рыжков специально
для «Новостей космонавтики»

«Лебедь» вновь вспорхнул на «Атласе»

18 апреля в 11:11:26 EDT (15:11:26 UTC) со стартового комплекса SLC-41 станции ВВС «Мыс Канаверал» сотрудники компании «Объединенный пусковой альянс» ULA (United Launch Alliance) при поддержке 45-го космического крыла ВВС США осуществили пуск PH Atlas V с автоматическим грузовым кораблем Cygnus (миссия CRS OA-7, собственное имя «Джон Гленн») компании Orbital ATK. Корабль предназначен для снабжения МКС грузами и припасами.

Старт и выведение прошли нормально. Спустя 21 мин после пуска корабль отделился от верхней ступени и успешно вышел на орбиту с параметрами:

- наклонение – 51.65°;
- высота в перигее – 230.1 км;
- высота в апогее – 239.0 км;
- период обращения – 89.16 мин.

В каталоге Стратегического командования (СК) США объект получил номер **42681** и международное обозначение **2017-019A**.

Гибкость в планировании миссий

Автоматический транспортный аппарат Cygnus (разработка компании Orbital ATK), наряду с грузовозвращаемым кораблем Dragon (SpaceX) является одним из двух доступных NASA средств доставки грузов на МКС, созданных по программе оказания коммерческих услуг снабжения CRS (Commercial

Resupply Services). Впервые он совершил полет в космос 18 сентября 2013 г., выполнив демонстрационную миссию Orb-D1 по программе коммерческой орбитальной транспортировки COTS (Commercial Orbital Transportation Services). За этим последовали семь коммерческих стартов.

Данная миссия – третья, когда Cygnus доставляется на орбиту носителем Atlas V пускового провайдера ULA вместо собственной транспортировки COTS (Commercial Orbital Transportation Services). За этим последовали семь коммерческих стартов. Пусковая альтернатива (возможность запуска на двух носителях) стала решающим преимуществом «Лебедя» в то время, когда Orbital бился за второй контракт по CRS.

В декабре 2008 г. компания Orbital получила от NASA контракт на восемь грузовых миссий. Вследствие аварии носителя Antares 28 октября 2014 г., когда был потерян корабль OA-3, график пусков был сорван, но фирме удалось быстро перестроиться, осуществив с помощью ракеты Atlas V миссии OA-4 (декабрь 2015 г.) и OA-6 (март 2017 г.) с улучшенными кораблями, несущими большую массу грузов. Это позволило компании Orbital выполнить свои обязательства перед NASA и «перевести дыхание» после аварии.

17 октября 2016 г. корабль OA-5 был благополучно выведен на орбиту обновленным носителем Antares 230 (HK № 12, 2016). Возвращая свою ракету в строй, Orbital ATK похвалила ее, отметив «великолепные результаты полета». Однако даже в

самой «слабой» 401-й конфигурации Atlas V мощнее, чем Antares 230, что позволяет запустить корабль Cygnus с большей массой грузов. Необходимость уложиться в плотный пусковой график снабжения МКС привела к тому, что осенью 2016 г. и эта миссия перешла на Atlas, хотя технически Orbital ATK был готов использовать свою ракету.

В итоге общее число полетов корабля Cygnus удалось уменьшить с 8 до 7 при том же объеме доставляемых грузов, так что миссия OA-7 стала последней в рамках первоначального контракта. Впрочем, с тех пор NASA расширило старый заказ до 11 полетов и заключило с компанией Orbital новый контракт по второй фазе CRS на как минимум шесть дополнительных миссий снабжения в период с 2019 г.

Миссия OA-7 стала восьмым американским пуском, четвертой миссией ULA и третьим полетом носителя Atlas V в этом году.

«Джон Гленн»

Cygnus состоит из герметичного грузового отсека PCM (Pressurized Cargo Module) и служебного отсека (Service Module). Доработанный корабль с увеличенным отсеком PCM-E

* Служебный модуль корабля построен на основе космических платформ GEOStar и LEOStar фирмы Orbital для автономных КА, а грузовой – компанией Thales Alenia Space, которая отвечала за герметичный грузовой отсек европейского корабля снабжения ATV, а также многоцелевой модуль снабжения MPLM (Multi-Purpose Logistics Module), разработанный ранее для NASA при эксплуатации системы Space Shuttle.



(Enhanced), переделанными панелями солнечных батарей и топливными баками дебютировал 9 декабря 2015 г. (НК № 2, 2016) и с тех пор стал стандартным вариантом для всех миссий.

9 марта данному экземпляру корабля было присвоено имя SS John Glenn в память об ушедшем из жизни 8 декабря 2016 г. первом астронавте США, совершившем орбитальный космический полет. Джон Хершел Гленн-младший входил в первый отряд американских астронавтов («первая семерка») и проходил подготовку в рамках первой американской пилотируемой программы Mercury. 20 февраля 1962 г. на корабле Friendship 7 миссии Mercury-Atlas 6 он совершил трехвитковый полет вокруг Земли.

Старт с задержкой в месяц

О том, что миссия OA-7 будет выполнена на «Атласе» весной 2017 г., объявили 4 ноября 2016 г. 10 января NASA сообщило, что старт состоится 16 марта, но к началу февраля дата сместилась на 19 марта. 10 марта было объявлено, что из-за проблемы с гидросистемой первой ступени, выявленной при предстартовых проверках, старт откладывается до 21 марта. 17-го была названа дата 24 марта, а 20-го прошел сдвиг на 27 марта, на этот раз из-за замечаний к наземной гидросистеме. Еще через два дня ULA объявила о задержке на неопределенный срок, и вновь из-за гидросистемы 1-й ступени. Наконец, 3 апреля Orbital ATK назвала окончательную дату – 18 апреля.

В итоге ракета с бортовым номером AV-070, выпущенная в конфигурации 401 (без стартовых ускорителей), полетела с месячной задержкой. Данная миссия стала 71-й для носителя Atlas V и 60-м успешным пуском подряд.

Стартовое окно 18 апреля длилось 30 минут, с 11:11 до 11:41 EDT. Столь большая длительность определялась большим запасом характеристик носителя, позволяющим ступени Centaur выйти в нужную плоскость орбиты. Действительно, масса корабля (7225 кг) в точности соответствовала «Прогрессу», а

носитель со стартовой массой 339 т и с кислородно-водородной второй ступенью значительно превосходил ракеты класса «Союз».

Миссия началась за 2.7 сек до старта с включения двигателя РД-180 первой ступени. Когда тяга превысила вес ракеты, Atlas оторвался от земли и начал полет, поднимаясь над мысом Канаверал. В T+18.4 сек началась серия маневров по крену и тангажу, и ракета легла на азимут пуска 44.4°. Спустя 82.5 сек после старта AV-070 прошла звуковой барьер, а еще через 11.1 сек – зону максимального динамического давления.

Команда «Выключение двигателя первой ступени» BECO (Booster Engine Cutoff) прошла в T+255.6 сек, а еще через 6 сек центральный блок ССВ (Common Core Booster) отделился от верхней ступени. Операции по подготовке и запуску двигателя блока Centaur начались еще до разделения ступеней, а включение прошло через 10 сек после него. Спустя 8 сек после включения двигателя был сброшен обтекатель XEPF (Extra-Extended Payload Fairing) диаметром 4.2 м, длиной 13.8 м и массой 2487 кг.

Двигатель RL10C-1 ступени Centaur проработал до команды MECO (Main Engine Cutoff) 13 мин 40.4 сек. Его низкая тяга предопределила своеобразный вертикальный профиль полета с наибольшей высотой свыше 350 км и последующим снижением и достижением орбитальной скорости на высоте примерно 230 км.

Через 169.1 сек после выключения двигателя, то есть через 21 мин 01.1 сек после старта, Cygnus отделился от ракетного блока и начал выполнять свою прямую миссию.

Двигатель второй ступени включился один раз для выведения корабля на орбиту и второй раз на 10.7 сек для сведения блока Centaur с орбиты (через 27 мин 29.3 сек после отделения полезного груза). Расчетная точка падения была в T+67 мин 06.6 сек к югу от Австралии. Ступень сгорела в атмосфере, и, как и предсказывала компания ULA, ни один обломок не упал в океан.

Сближение

Через два часа с небольшим после выхода на орбиту корабль раскрыл две «круглые» солнечные батареи. Затем он начал серию маневров по подъему орбиты для сближения с МКС, намеченному на 22 апреля.

Долгий четырехсуточный полет потребовался из-за того, что после многократных задержек старт Cygnus'a почти «наехал» на запуск с Байконура «Союза МС-04», запланированный на 20 апреля. Пилотируемый корабль, разумеется, имел преимущество, и грузовик должен был ждать в очереди.

Под управлением операторов компании Orbital ATK в г. Даллес (шт. Вирджиния) менее чем за сутки Cygnus OA-7 выполнил подъем орбиты и занял позицию позади МКС и чуть выше ее: условная средняя высота орбиты корабля по состоянию на 19 апреля была 405.2 км, а станции – 404.7 км. Дождавшись прихода «Союза», 20 апреля американский грузовик снизился до 394.5 км и стал медленно догонять МКС.

Финальная серия импульсов привела его 22 апреля примерно за 5 часов до расчетного времени захвата в точку принятия решения «да/нет» на проведение операции стыковки (Go/No-Go for Joint-Ops).



После дистанционных проверок всех систем аппарата и станции, получив «да» на операцию стыковки от хьюстонского ЦУПа, Cygnus начал медленное сближение с МКС.

К 07:00 UTC корабль достиг «точки прицеливания» JTRP (Joint Targeting Reference Point) и «завис» в ней. Началась фаза совместных операций JOPS (Joint Operations Phase). С этого момента и до захвата каждый шаг требовал устойчивого канала связи между кораблем, МКС и наземными операторами. Сообщение велось с помощью аппарата связи на ближнем участке PROX (Proximity Communication System), установленной на японском модуле Kibo. В случае возникновения проблем с кораблем или станцией система PROX обеспечивает возможность ручного аварийного прекращения операций сближения с отходом назад и реализацией повторной попытки.

И хотя аварийное прекращение активных действий во время операций по сближению редкость, все же они иногда случаются. Пример: в феврале во время миссии SpX-10, выполнявшейся компанией SpaceX, корабль Dragon прекратил сближение из-за аппаратной проблемы в системе спутниковой навигации, повлекшей утрату информации о взаимном положении объектов (НК № 4, 2017).

Примерно за три часа до захвата с разрешения Хьюстона Cygnus выполнил первый из четырех импульсов ADV для сближения со станцией. После второго импульса члены экипажа станции выполнили разворот МКС для захвата корабля; этот пятиминутный процесс по циклограмме реализуется за 2 часа до захвата. После того, как станция поменяла положение в пространстве, ЦУП-Х разрешил выполнение двух финальных импульсов – третьего и четвертого – для приведения «Лебедя» в точку зависания в 250 м ниже МКС за час до захвата.

В этот период Cygnus использовал систему измерения относительного положения для автоматического сближения и стыковки



TriDAR (Triangulation and LIDAR), включающую средства определения дальности путем триангуляции и лазерный дальномер (лидар). Эти устройства были созданы канадской компанией Neptec на средства NASA и Канадского космического агентства CSA. Система, протестированная в последних полетах шаттлов, обеспечивает операторам «Лебеда» визуальную информацию для контроля процедур сближения и стыковки.

Почти сразу Хьюстон разрешил дальнейшее сближение и вход в запретную зону вокруг станции с говорящим названием «держись подальше» (KOS, Keep Out Sphere). С этого момента операторы NASA из ЦУП-Х отслеживали подход корабля наряду с основной группой управления компании Orbital ATK.

В 09:36 UTC грузовик прибыл в точку зачисления в 30 м от станции. Вскоре после этого МКС вышла из тени. Было дано «добро» на перемещение в точку захвата, в 09:42 корабль начал движение в этом направлении и через 10 мин завис в 12 м от МКС. Управляя канадским роботом-манипулятором Canadarm2 длиной 17,5 м, в 10:05 UTC Тома Песке при помощи Пегги Уитсон захватил Cygnus.

После того, как корабль был надежно взят «в тиски» манипулятора, операторы ЦУП-Х перетащили его к модулю Unity (Node 1) и пристыковали в 12:39 UTC.

Ожидается, что Cygnus пробудет на станции 88 дней и отстыкуется от нее 19 июля. Тем временем уже 1 июня к станции должен стартовать Dragon с полетным заданием CRS Spx-11.

Ближайшие планы

Следующий пуск ULA (он же – очередная миссия Atlas V) состоится 13 июня с базы ВВС США Ванденберг с аппаратом NROL-42 для Национального разведывательного



управления NRO (National Reconnaissance Office). Предполагается, что это будет спутник радиотехнической разведки для работы на высокоэллиптической орбите.

Очередной полет корабля Cygnus (миссия OA-8) ожидается в сентябре на ракете Antares, которая стартует со Среднеатлантического регионального космопорта MARS (Mid-Atlantic Regional Spaceport) на территории принадлежащего NASA Летного центра Уоллопс в штате Вирджиния. Оставшиеся пуски в рамках старого контракта также будут использовать этот носитель.

Объединенный пусковой альянс специализируется на пусках для правительственных заказчиков США, а также проводит коммерческие миссии «Атласа» в интересах компании Lockheed Martin. Большую часть своей первой «десятилетки» провайдер являлся монополистом по выведению крупных КА в интересах американских правительственных ведомств. Однако ситуация изменилась, когда SpaceX бросил вызов господству ULA в этом сегменте рынка. Ответным шагом альянса стали новые инициативы.

Так, в сентябре 2016 г. компания анонсировала услуги по ускоренному запуску RapidLaunch с целью заполнения пробелов собственного пускового манифеста по коммерческим миссиям, когда от подписания контракта до запуска будет проходить четыре месяца, а в каких-то случаях и меньше – все зависит от специфики миссии. Двумя месяцами позже компания объявила об открытии нового сайта RocketBuilder – публично доступной интернет-платформы, позволяющей потенциальным клиентам выбрать конфигурацию ракеты специально под свои нужды, непосредственно отслеживать стоимость носителя и возможности для экономии, которые могут сбалансировать расходы, такие как сниженные страховые выплаты, благодаря исключительной надежности ракеты.

Миссия OA-7 стала первой реализованной в новом режиме: всего за четыре месяца до первоначальной даты пуска Orbital получила запрос NASA и заказала запуск на ракете Atlas V. При выполнении контракта CRS-2 будут возможны запуски на любом из носителей в зависимости от заказанной массы груза.

В. Мохов.

«Новости космонавтики»

Грузы Cygnus OA-7

Новые оранжерея, печь, капсулы и... пожар

Масса грузов, доставленных на МКС кораблем Cygnus OA-7, была почти такой же, как в миссиях OA-4 и OA-6, и на тонну больше, чем в предыдущей OA-5 (табл. 1). Распределение грузов по категориям мало изменилось: примерно по трети пришлось на оборудование для служебных систем МКС, на грузы для экипажа и на оборудование и материалы для научных исследований. Лишь 3% (93 кг) в сумме составила масса компьютерного оборудования, фото- и видеоаппаратуры, оборудования для работ в открытом

космосе и грузов для российского сегмента МКС (табл. 2).

В миссии OA-7 вновь присутствовали «негерметичные полезные нагрузки» общей массой 83 кг. Это была очередная четверка наноспутников Lemur 2, предназначенных для выведения на орбиту в автономном полете из пускового контейнера на агрегатном отсеке корабля Cygnus. Кроме того, большая группа малых аппаратов класса «кубсат» размещалась в герметичном грузовом отсеке Cygnus для последующего запуска с МКС.

В состав доставленных Cygnus грузов для экипажа вошли сумки с едой, одежда, предметы личной гигиены и посылки, в том числе пасхальные подарки. Для служебных систем МКС было доставлено 1215 кг оборудования и запчастей. Среди них – заменяемые блоки для системы водоснабжения, жизнеобеспечения и электроснабжения. В число оборудования для работ в открытом космосе (73 кг) вошла нижняя часть скафандра EMU («штаны»), рукава и сменные ботинки к нему, инструментарий, удлинитель троса и вспомогательные инструменты.



ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

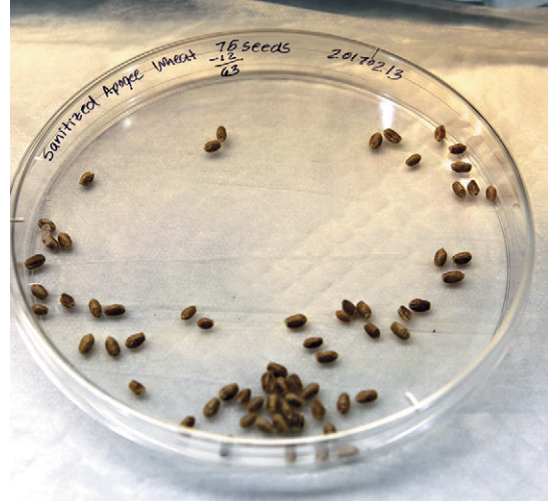
На место извлеченного из отсека РСМ-Е груза планируется разместить около 1500 кг использованного или неисправного оборудования, пустой тары, ненужных вещей и прочих отходов. Вместе с кораблем они сгорят в атмосфере Земли в конце июля 2017 г.

Наука «Лебедь»

Помимо четырех «негерметичных» спутников Lemur-2, Cygnus в своем герметичном грузовом отсеке доставил на МКС 940 кг оборудования и материалов для нескольких десятков научных исследований и экспериментов из примерно 250 запланированных на период 50-й и 51-й экспедиций. Часть оборудования и материалов перевозилась в контролируемых условиях в четырех специальных контейнерах.

Грузовик привез на станцию очередную оранжерею – АРН (Advanced Plant Habitat) и два набора семян. Оранжерея, разработанная совместно Космическим центром имени Кеннеди и корпорацией Orbital Technologies, будет размещена в нижней части экспериментальной стойки Express в японском лабораторном модуле Kibo. АРН имеет габариты 530×910×610 мм. Во время штатной работы она потребляет 735 Вт электроэнергии. Отсек для выращивания растений имеет площадь 1708 см² и рассчитан на высоту побегов до 43 см. Корневые системы растений будут размещаться на площади 1853 см², глубина залегания корней предусмотрена до 5 см.

Оранжерея оснащена системой освещения, позволяющей регулировать ее интенсивность в дальнем красном, красном, синем, зеленом диапазонах видимого спектра и белом широком спектре света. Система регулирования параметров внутренней атмосферы камеры выращивания позволяет поддерживать температуру в диапазоне от +18 до +30°C с точностью ±0.5°C и влажность от 50 до 90% с точностью ±3%. В оранжерее установлены более 180 датчиков для измерения температуры, содержания кислорода и влажности. В АРН будут проводиться исследования, результаты которых по-



▲ Семена пшеницы сорта Апогей для посадки в оранжерее АРН

зволят в будущем экипажам космических кораблей и станций обеспечивать самим себя свежими продуктами питания. (На МКС уже находится американская оранжерея Veggie, в которой проходят подобные эксперименты.)

«Лебедь» доставил также замороженные материалы ADC (Azonafide Antibody-Drug Conjugates) для эксперимента по оценке эффективности и метаболизма в условиях невесомости азонафидных антител-конъюгатов, входящих в состав препарата азонафида для борьбы с раком. Это иммуноактивное лекарство с антителами, нацеленными только на раковые клетки. В результате повышается эффективность химиотерапии, при этом уменьшаются ее побочные эффекты. Препарат разработан фармакологической фирмой Oncolipix, которая подготовила и профинансировала это исследование.

Экипаж станции установит укладки с замороженными образцами раковых клеток и азонафидом в биореакторы MultiWell BioCell в установке SABL (Space Automated Bioproduct Lab), где будет обеспечена температура +37°C и содержание углекислого газа на уровне 5%. В условиях невесомости раковые клетки вырастают в трехмерные сферические структуры, которые очень похожи по форме на те, что развиваются в организме человека.

Исследование на МКС позволит лучше протестировать препарат. По завершении эксперимента образцы будут возвращены на Землю для изучения.

Среди научных грузов Cygnus OA-7 были новые ампулы с образцами материала Cs₂LiYCl₆:Ce (также называется CLYC, используется в сцинтилляционных детекторах нейтронного и гамма-излучения). При их расплавлении в печи SUBSA (Solidification Using

▼ Укладка «грунта» аргиллита в оранжерею АРН



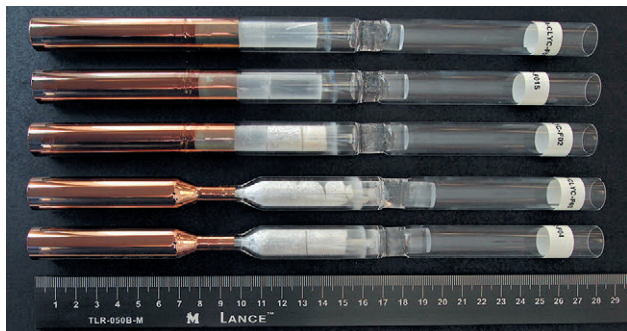
Табл. 1. Миссии и массы доставляемых грузов кораблей Cygnus

Миссия	Старт	Стыковка	Расстыковка	Сход с орбиты	Масса доставляемых грузов, кг
OA-D1	18.09.2013	29.09.2013	22.10.2013	23.10.2013	590 (данные NASA) 699.8 (данные OSC)
OA-1	09.01.2014	12.01.2014	18.02.2014	19.02.2014	1261 (данные NASA) 1465 (данные OSC)
OA-2	13.07.2014	16.07.2014	15.08.2014	17.08.2014	1493.8 (данные NASA) 1665 (данные OSC)
OA-3	28.10.2014	02.11.2014 авария РН (план)	03.12.2014 (план)	04.12.2014 (план)	2215 (без упаковки, данные NASA) 2294 (с упаковкой, данные NASA)
OA-4	06.12.2015	09.12.2015	19.02.2016	20.02.2016	3349 (без упаковки, данные NASA) 3513.1 (с упаковкой, данные NASA)
OA-6	23.03.2016	26.03.2016	14.06.2016	22.06.2016	3279 (без упаковки, данные NASA) 3395 (с упаковкой, данные NASA)
OA-5	17.10.2016	23.10.2016	21.11.2016	27.11.2016	2292 (без упаковки, данные NASA) 2342 (с упаковкой, данные NASA)
OA-7	18.04.2017	22.04.2017	16.07.2017 (план)	23.07.2017 (план)	3285 (без упаковки, данные NASA) 3459 (с упаковкой, данные NASA)

Табл. 2. Номенклатура грузов миссий кораблей Cygnus

Тип грузов	Масса, кг						
	OA-1	OA-2	OA-3	OA-4	OA-6	OA-5	OA-7
Грузы для экипажа	424 (33.6%)	764 (51.2%)	748 (33.7%)	1181 (35.3%)	1139 (34.7%)	585 (25.5%)	954 (29.0%)
Оборудование для служебных систем МКС	333 (26.4%)	355 (23.8%)	637 (28.8%)	1007 (30.0%)	1108 (33.8%)	1023 (44.7%)	1215 (37.0%)
Оборудование и материалы для научных исследований	434 (34.4%)	327 (21.9%)	727 (32.8%)	847 (25.3%)	777 (23.7%)	498 + 83* (25.4%)	940 + 83* (31.1%)
Электронное и компьютерное оборудование, фото- и видеоаппаратура	48 (3.8%)	8 (0.5%)	37 (1.7%)	87 (2.6%)	98 (3.0%)	56 (2.4%)	2 (0.1%)
Оборудование для работ в открытом космосе	22 (1.8%)	39 (2.6%)	66 (3.0%)	227 (6.8%)	157 (4.8%)	5 (0.2%)	73 (2.2%)
Оборудование для российского сегмента МКС						42 (1.8%)	18 (0.6%)
Итого	1261	1493	2215	3349	3279	2292	3285

* 83 кг – масса контейнера с малыми КА, размещенного снаружи корабля (категория «Негерметичные грузы»).



▲ Ампулы с образцами CLYC для печи SUBSA

а Baffle in Sealed Ampoules) и последующем охлаждении будет исследоваться рост полупроводниковых кристаллов в невесомости. Это улучшенная установка для продолжения исследований, начатых с прежним вариантом печи на борту МКС в 2002 г. В новой печи отрабатываются технологии по снижению влияния остаточных микроускорений (так называемых g-jitter) на процесс затвердевания расплавов в закрытых ампулах. Эти g-jitter приводят к возникновению естественной конвекции в расплавах, мешающей при отвердевании получению материалов с требуемой структурой и чистотой.

Доставлен на борт станции также набор аппаратуры для продолжения технологического эксперимента ZBOT (Zero Boil-Off Tank) по отработке экспериментальной системы терморегулирования криогенных баков, не допускающей закипания в них хранимых жидкостей. Эксперимент будет проводиться в стойке с перчаточным ящиком MSG (Microgravity Science Glovebox). Малогабаритный экспериментальный бак для этого эксперимента пройдет испытания при заполнении на 70, 80 и 90% объема. Правда, в нем не будет применяться криогенный компонент, а только летучая жидкость с температурой кипения +30°C. Результаты этого исследования пригодятся при проектировании перспективных систем хранения топлива и терморегулирования КА.

На «Лебеде» установлен неотделяемый полезный груз **Saffire III** (Spacecraft Fire Experiment III) для третьего этапа эксперимента по изучению распространения огня на космических кораблях. Это установка, габариты которой составляют 1330×900×530 мм, не предназначена для переноса на МКС. В ее состав входит камера горения, где проходит эксперимент, и отсек с аппаратурой сбора и передачи данных и электропитания.

Saffire I проводился в июне 2016 г. во время полета Cygnus OA-6. Тогда поджигали один большой образец из хлопка и стекловолокна размером 399×940 мм. В ноябре 2016 г. в ходе миссии Cygnus OA-5 был предпринят эксперимент Saffire II: поджигались девять образцов размером 50×250 мм из материалов, часто используемых на КА.

Теперь в программе Saffire III после отделения корабля от станции в июле 2017 г. вновь будет поджигаться тонкий матерчатый образец габаритами 399×940 мм. Его воспламенение обеспечивает провод в нижней части, который раскаляется за счет пропускания электрического тока. В камере горения будет обеспечена концентрация кислорода 21% от общего объема. Датчики будут регистрировать параметры воздуш-

ного потока и горения (скорость распространения пламени, скорость выгорания кислорода, рост концентрации углекислого газа, температура горения, изменение давления). С борта Cygnus будет передано около 20 Гбит данных. Целью этого эксперимента является изучение развития пламени в условиях невесомости.

Кроме того, на корабле Cygnus OA-7 установлены три капсулы **RED-Data-2** (Reentry Data Collection 2), которые должны собрать данные об условиях на КА во время входа в атмосферу Земли. Капсулы имеют максимальный диаметр примерно 230 мм и массу около 2.4 кг. С их помощью будут также проведены испытания трех новых теплозащитных материалов: легкого абляционного углеродного материала с фенольной пропиткой C-PICA (Conformal Phenolic Impregnated Carbon Ablator), огнеупорного абляционного керамического материала с силиконовой пропиткой C-SIRCA (Conformal Silicone Impregnated Refractory Ceramic Ablator), а также материала Avcoat, разработанного для покрытия спускаемого аппарата корабля Orion.

В капсулах RED-Data-2 установлены температурные датчики и акселерометры для регистрации тепловых и физических нагрузок при спуске в атмосферу. Для транспортировки капсулы помещены в легкие алюминиевые корпуса. После спуска в атмосферу они передадут записанные данные, после чего канут в воды Тихого океана. Поиск и спасение капсул не предусмотрено.

Микроспутники

И. Афанасьев. «Новости космонавтики»

В миссии OA-7 на орбиту было доставлено 38 спутников форм-фактора «кубсат» различных размеров – четыре Lemur-2 в диспенсере фирмы NanoRacks снаружи корабля и еще 34 КА внутри герметичного грузового отсека. Они будут развернуты с борта МКС с помощью диспенсера NRCSD, установленно-

го на конце японского роботизированного манипулятора.

Спутники дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) **Lemur-2** были подробно описаны ранее (в частности, *НК* №4, 2017, с.36). Из числа остальных 28 созданы в разных странах в рамках проекта QB50 Европейского космического агентства, три составляют группу образовательных спутников ELaNax XVII, а еще три аппарата запускаются по отдельным соглашениям.

Кубсат-проект QB50

Грузовой корабль Cygnus OA-7 доставил на орбиту группу из 28 эксплуатационных кубсатов QB50 для развертывания с МКС в мае 2017 г.

QB50 – это программа Института гидродинамики имени фон Кармана (Von Karman Institute for Fluid Dynamics) в Брюсселе, финансируемая Еврокомиссией в рамках 7-й рамочной программы и направленная на создание международной сети кубсатов для многоточечных измерений нижней термосферы Земли. Внедрение кубсатов в научные исследования позволяет создавать многоспутниковые группировки свободно летающих КА для проведения измерений, на которые обычно способны только крупные дорогие научные спутники.

Проект QB50 официально был инициирован в феврале 2012 г., когда когда Институт фон Кармана направил запрос по изучению заявок. 50 университетов и научных учреждений решили создать 50 кубсатов с идентичными научными инструментами для беспрецедентного сбора данных в нижней термосфере на высоте от 90 до 380 км. В целях подтверждения эффективности шести научных приборов, выбранных для миссии QB50, в 2014 г. ракетой «Днепр» была запущена пара спутников-прототипов QB50P01 и QB50P02.

Первоначальный план предусматривал запуск всех спутников QB50 на борту ракеты «Циклон-4» с космодрома Алькантара в Бразилии, однако этот проект в настоящее время прекращен. После продолжительных поисков нового средства запуска было достигнуто соглашение с NASA о запуске большей части аппаратов с борта МКС на орбиту высотой 400 км и наклоном 51.6°. Еще восемь КА должны быть выведены на солнечно-синхронную орбиту высотой 500 км в

▼ Диспенсер для кубсатов на внешней поверхности грузового корабля



качестве попутной полезной нагрузки на индийской PHLV в конце мая 2017 г.

Проект QB50 имеет четыре основные цели – облегчение доступа в космос, научные исследования, орбитальную демонстрацию и обучение.

В рамках проекта была разработана система развертывания кубсатов QuadPack, которая упростила интеграцию нескольких полезных нагрузок и обеспечила совместимость практически с любыми имеющимися на рынке носителями.

Образовательная цель QB50 была достигнута за счет участия в программе большого числа университетов, что позволило увеличить число отдельных студентов, которые получили практический опыт разработки спутниковой миссии. Часть коллективов за время ожидания запуска уже успела реализовать следующие проекты, базирующиеся на опыте работы над QB50 (НК № 11, 2015).

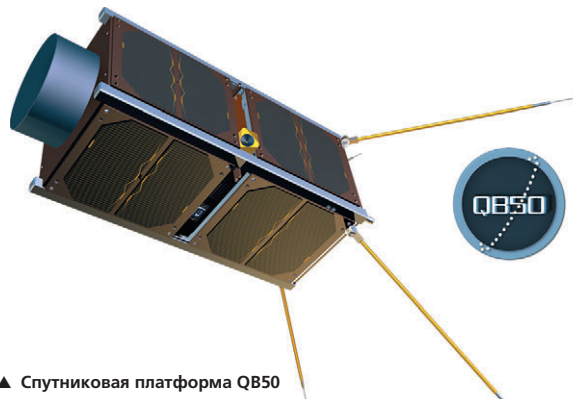
Еще одна решенная задача – использование кубсат-платформы QB50 для разработки и демонстрации технологий на нескольких спутниках, которые не являются частью основного созвездия и преследуют другие цели, такие как демонстрация систем теплозащиты и навигации в космосе: например, таких развертываемых элементов, как паруса.

Основная задача инициативы QB50: сбор ранее недоступных данных из термосферы Земли – наименее изученной (по ряду причин) части атмосферы, которая играет важную роль в связывании энергии и обменных процессах воздушной оболочки нашей планеты.

Приборы дистанционного зондирования, такие как радиометры и активные рефлектометры, являются мощным инструментом для получения вертикальных профилей нижней части атмосферы до высоты 100 км, где плотность воздуха достаточна для измерения обратного сигнала. То же самое относится к наземным обсерваториям.

Измерения на больших высотах возможно с помощью КА, однако весьма дорого, поскольку плотность атмосферы на высотах 200–350 км вызывает значительное торможение спутника и требует наличия двигательной установки для поддержания орбиты. Делались попытки использовать эллиптические орбиты с низким (около 200 км) перигеем, что позволяло спутнику провести на малой высоте лишь несколько минут подряд и выполнить лишь «одноточечные» измерения, которых не хватает для того, чтобы понять процессы переноса энергии, происходящие в глобальном масштабе.

Внедрение форм-фактора кубсат и технический прогресс в миниатюризации инструментов позволяют реализовать многоспутниковую группировку



▲ Спутниковая платформа QB50

реалистичной стоимости для измерений «на месте».

QB50 включает свободнолетающее созвездие спутников (без активного управления орбитами), служащих для сбора глобальных измерений термосферы в течение нескольких месяцев. В сочетании с данными других измерений группировка QB50 предоставит огромное количество информации для моделирования земной атмосферы и

дальнейшего понимания атмосферных процессов, которые будут использоваться во многих приложениях.

Для измерений в нижней термосфере на спутниках группировки QB50 устанавливаются научные датчики одного из трех типов:

- ◆ масс-спектрометр ионов и нейтральных частиц INMS (Ion-Neutral Mass Spectrometer), созданный в Мюллеровской лаборатории космической науки (Mullard Space Science Laboratory, Британия);

- ◆ флюксметр FIPEX (Flux-Φ-Probe Experiment) Дрезденского технического университета, Германия;

- ◆ многоигольчатый зонд Лэнгмюра mNLP (multi-Needle Langmuir Probe) Университета Осло, Норвегия.

Инструмент INMS представляет собой миниатюрный анализатор ионизированных и нейтральных частиц с малой массой, таких как атомарный и молекулярный кислород, азот и оксиды азота. INMS содержит коллиматор/ионный фильтр, ионизатор и спектрометр заряженных частиц. Частицы поступают в ионный фильтр, где заряженные отсекаются, а нейтральные проходят серию дефлекторов для коллимации и последующего отбрасывания заряженных частиц. Электронный пучок 50 эВ ионизирует нейтральные частицы, которые затем проходят через электростатический анализатор и разделяются по массе.

INMS имеет разрешающую способность по азимуту и углу места в 5° и собирает образцы частиц с энергиями от 0.1 до 28 эВ с энергетическим разрешением лучше 3%, что обеспечивает чистое разделение основных составляющих термосферы. Инструмент способен проводить измерения во всем своем энергетическом диапазоне с частотой один раз в секунду, что соответствует выборке 4 мсек при 256 дискретных шагах измерения энергии.

Инструмент FIPEX создан для выявления и измерения временных вариаций поведения атомарного и молекулярного кислорода – это ключевой параметр процессов, проходящих в нижней термосфере. Атомарный кислород – доминирующий ион в этих регионах, отвечающий за ряд атмосферных процессов, имеющих отношение к моделированию. Кроме того, он вызывает эрозию поверхностей КА, и измерения его концентрации помогут построить будущие аппараты, способные противостоять воздействию окружающей среды на низкой околоземной орбите в процессе длительного полета.

FIPEX использует золотой катод для недиссоциирующих реакций, в которых обнаруживается атомарный кислород, и платиновый анод для диссоциативной адсорбции с выявлением атомарного и молекулярного кислорода. Принцип работы сенсора основан на ионной проводимости керамических материалов, позволяющих перекачивать кислород с одного электрода на другой путем приложения постоянного напряжения и измерения тока, который соответствует массовому

▼ Научные приборы, устанавливаемые на спутниках QB50



Табл. 3. Спутники группировки QB50, запущенные на корабле Cygnus OA-7

Код	Размер	Инструмент	Организация-разработчик	Название кубсата	Страна, за которой зарегистрирован КА	Диспенсер
AU01	2U	INMS	Университет Аделаиды	SUSat	Австралия	D7
AU02	2U	INMS	Университет Нового Южного Уэльса	UNSW-ECO	Австралия	D1
AU03	2U	mNLP	Университет Сиднея	i-INSPIRE-2	Австралия	D9
AZ01	2U	FIPEX	Университет Стелленбосха	ZA-AEROSAT	Южная Африка	D10
AZ02	2U	FIPEX	Компания SCS-SPACE	nSIGHT-1	Южная Африка	D6
CA03	3U	mNLP	Университет провинции Альберты	ExAlta-1	Канада	D12
BE02	2U	INMS	Харбинский технологический институт	LilacSat-1	Бельгия/КНР	D6
BE03	2U	FIPEX	Нанкинский университет науки и технологии	NJUST-1	Бельгия/КНР	D1
BE04	2U	INMS	Северо-Западный политехнический университет	Aoxiang-1	Бельгия/КНР	D2
DE02	2U	FIPEX	Дрезденский технический университет	SOMP2	Германия	D3
ES01	2U	INMS	Компани E-USOC, ETSIA, Политехнический университет Мадрида	QBITO	Испания	D7
FI01	2U	mNLP	Университет Аальто	Aalto-2	Финляндия	D7
FR01	2U	FIPEX	Ecole Polytechnique	X-CubeSat	Франция	D4
FR05	2U	FIPEX	Ecole des Mines Paris-Tech	SpaceCube	Франция	D5
GR01	2U	mNLP	Университет Фракии имени Демокрита	DUTHSat	Греция	D6
GR02	2U	mNLP	Университет Патры и Космический фонд Либре	UPSat	Греция	D5
IL01	2U	mNLP	Научный центр Герцлия	Hoopoe	Израиль	D5
KR01	2U	INMS	KAIST	LINK	Южная Корея	D10
KR02	2U	FIPEX	Национальный университет Сеула	SNUSat-1	Южная Корея	D9
KR03	2U	FIPEX	Национальный университет Сеула	SNUSat-lb	Южная Корея	D11
SE01	2U	FIPEX	Компания Open Cosmos Ltd. и Университет Лулеа	qbee	Швеция	D4
TR01	2U	mNLP	Технический университет Стамбула	BeEagleSat	Турция	D2
TR02	2U	mNLP	HAVELSAN	HAVELSAT	Турция	D3
TW01	2U	INMS	Национальный университет Чан Куна	Phoenix	Республика Китай	D4
UA01	2U	FIPEX	Национальный политехнический университет Украины	PolyITAN-2-SAU	Украина	D9
US01	2U	INMS	Университет Колорадо	Challenger	США	D1
US02	2U	FIPEX	Университет Мичигана	Atlantis	США	D2
US04	2U	FIPEX	Университет Турабо	Columbia	США (Пуэрто-Рико)	D3

Примечание: Aalto-2 стал первым спутником Финляндии



▲ Единственный из «пачки» QB50 «тройной» кубсат – канадский ExAlta-1

потоку кислорода. Различные процессы на катоде и аноде позволяют легко и точно рассчитывать поступление обоих компонентов при условии правильной калибровки обеих измерительных цепей.

Датчик FIPEX имеет размер 20×3.5×0.5 мм и потребляет мощность менее 1.6 Вт для нагрева подложки-носителя из диоксида циркония до 660°C. Общая сборка прибора имеет размер 80×100×10 мм и содержит пару датчиков, один из которых работает, а второй используется как запасной. Масса прибора всего около 70 г; он способен проводить измерения вплоть до парциальных давлений кислорода 10⁻¹⁰ мбар.

Многоигольчатый зонд Лэнгмюра mNLP может обеспечить измерения абсолютной плотности электронов при пространственном разрешении около одного метра, позволяя создавать подробные карты явлений плазменной турбулентности в глобальном масштабе. Лэнгмюровские зонды могут определять электронную температуру, плотность электронов и электрический потенциал плазмы.

В плазменную среду вводятся два или более электродов, между которыми имеется постоянный или изменяющийся во времени электрический потенциал. Измерение токов и потенциалов в этой электродной системе позволяет определять физические свойства плазмы: когда на датчик подается напряжение смещения, результирующий ток пропорционален плотности заряда плазмы.

Инструмент mNLP использует четыре восьмисантиметровых стержня диаметром 2.2 мм, которые удерживают зонды перед фронтом ударной волны спутника, каждый с различным потенциалом смещения относительно потенциала спутниковой платформы. Ток собирается отдельно от всех четырех «игольчатых» зондов, что позволяет проводить измерения с очень высоким временным разрешением, а также исключает необходимость активного управления потенциалом КА.

Кроме игл, mNLP включает алюминиевую крышку, печатную плату для монтажа четырех датчиков и печатную плату для размещения электроники. Токи от 1 нА до 2 мА могут измеряться прибором с частотой дискретизации до 7 кГц, что соответствует пространственному разрешению 1.1 м. На свету фотозмиссия держит потенциал спутника в допустимых пределах, но в ночное время требуется периодическая эмиссия электронов, когда плавающий потенциал кубсата падает до слишком большого отрицательного уровня.

Все спутники QB50 (табл. 3) оснащены термисторами, термопарами и терморезисторами для точного измерения внешней температуры КА при моделировании поля потока. Поверхность спутника отражает частицы окружающей атмосферы, создавая



▲ Южно-африканский nSIGHT-1

отраженный луч, изменяющий атмосферную среду в окрестности спутника и влияющий на измерения других датчиков. Поэтому для точной оценки свойств отраженного пучка и корректных данных из других приборов необходимо точное считывание температуры поверхности спутника. Некоторым приборам также нужно измерять температуру из-за их принципа работы, который зависит от температуры.

Группа ELaNa XVII

IceCube – это тройной кубсат, разработанный Центром космических полетов имени Годдарда (NASA) с целью проверки радиометра субмиллиметрового диапазона (874 ГГц) для наблюдения за ледяными облаками. Наблюдение этих явлений из космоса и по-

Ноорое – представитель QB50

Л. Розенблюм специально для «Новостей космонавтики»

Ноорое (англ. «Удод») – уже второй аппарат, сделанный израильскими школьниками. Это «двойной кубсат» размерами 10×10×22.7 см и массой 1.8 кг. Предыдущий ученический наноспутник «Духифат-1» типа «одинарный кубсат» стартовал в июне 2014 г. (НК №8, 2014, с.32), и с ним, вопреки ожиданиям, до сих пор поддерживается связь. Еще в ходе сборки «Духифата-1» его разработчики подали заявку на участие в европейском проекте QB50, которая получила «зеленый свет». Финансовый взнос Израиля составил около 2 млн €. Руководитель проекта – д-р Меир Ариэль (Meir Ariel).

Ранее Ноорое назывался «Духифат-2», что в переводе с иврита также означает «Удод». Анна Геллер, руководитель создания предыдущего ученического аппарата, вспоминает, что название предложил ее муж, д-р Леон Геллер: «Удод – маленький, красивый и символизирует нашу страну». Разработчики его поддержали: «На следующий день я преподнесла идею моим ученикам в Герцлийской [межшкольной] научной лаборатории, и они согласились».

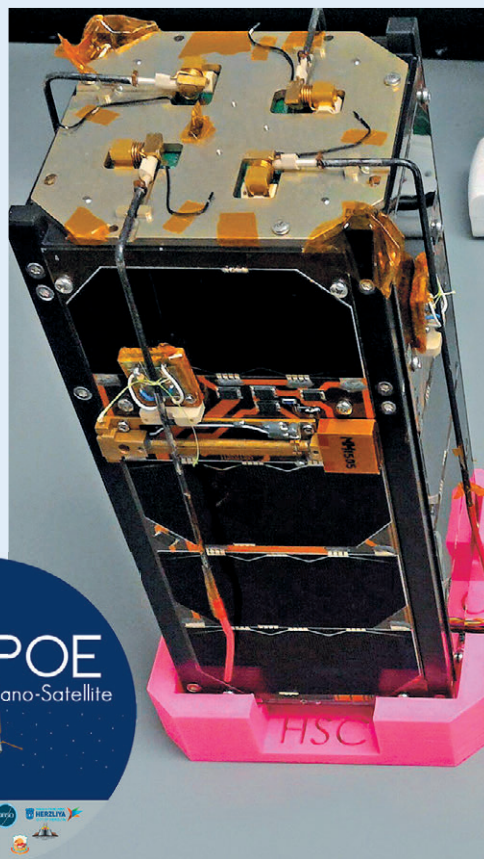
Однако для второго спутника, создаваемого в рамках международного проекта, было выбрано английское слово Ноорое (без номера), а «Духифат-2» осталось для внутреннего употребления.

В проекте принимали участие более восьмидесяти учеников старших классов – как из расположенной в центре страны Герцлии, так и из небольших периферийных городов: Офа-

кима, Йерухама, Офры и бедуинского поселка Хура. (Привлечение к научным проектам подростков с периферии и из национальных меньшинств считается в Израиле задачей государственной важности). Два последних года старшеклассники трудились в Герцлийском научном центре в десяти рабочих группах, и к их услугам была чистовая комната, лаборатория электроники и наземная станция для связи со спутником. Каждая группа отвечала за определенную область: система управления, интерпретация бортовых данных, контроль параметров, разработка систем и т.д.

Работой юных разработчиков руководили инженеры из университетов и от предприятия по производству спутников «Мабат» концерна Israel Aerospace Industries Ltd. (IAI). Готовый спутник прошел вибрационные испытания и проверку в вакуумной камере IAI.

Помимо исследований верхних слоев атмосферы, КА предназначен для экспериментов по радиосвязи и для демонстрации технологий, которыми овладели создатели аппарата – школьники. Данные будут приниматься на наземной станции в Научном центре Герцлии.





▲ Наноспутник IceCube

нимание процессов, происходящие в них, имеют отношение к климатическим моделям, осадкам и регулированию излучения атмосферы. Дистанционное зондирование в субмиллиметровом диапазоне волн определено в качестве основного метода для изучения ледяных облаков, благодаря его большой глубине проникновения в облачный слой, отличной объемной чувствительности к массе ледяных кристаллов и осуществимости в рамках имеющихся технологий. Длина волны 874 ГГц выбрана из-за того, что в этом диапазоне рассеяние на ледяных облаках приводит к более значительному снижению яркостной температуры, чем на более низких частотах, и позволяет получать вертикально интегрированные графики распределения ледяных частиц и их размеров.

Задача IceCube – проверка техники радиометра диапазона 874 ГГц для устранения рисков создания будущих наземных и космических приборов дистанционного зондирования. Проект нацелен на сбор данных в течение четырех недель минимум для подтверждения пригодности данной технологии для будущих КА.

Спутник имеет размеры 10×10×34 см и массу 4 кг. Из трех «кубиков» формата 3U на платформу приходится 1.7 части и 1.3 части – на инструмент. В качестве платформы использован коммерчески доступный набор фирмы Pumpkin Inc. и одна изготовленная на заказ монтажная плата, которая обеспечивает интерфейс данных и питания к полезной нагрузке. Аппарат оснащен двумя развертываемыми панелями СБ и фотоэлементами, установленными на корпусе. Максимальная мощность системы энергоснабжения – 38 Вт.

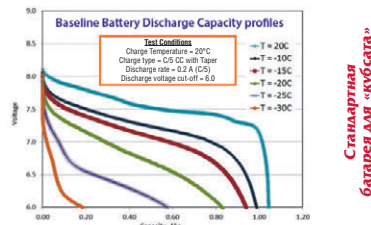
Определение положения в пространстве осуществляется с помощью шести грубых и одного точного датчика Солнца, а исполнительные органы поддерживают ориентацию приборной секции в направлении на Землю. GPS-приемник определяет точное положение КА для правильной географической и временной привязки измерений. Полезная нагрузка (радиометр) соединяется с платой, которая питает и соединяет прибор с системой обработки данных, через последовательный интерфейс RS-422. Связь с Землей осуществляется в диапазоне дециметровых волн (380–480 МГц) со скоростью передачи данных по нисходящему каналу 1.5 Мбит/с.

Радиометрический инструмент содержит отражатель с облучателем, смеситель, ультрастабильный генератор, цепь ВЧ-уси-

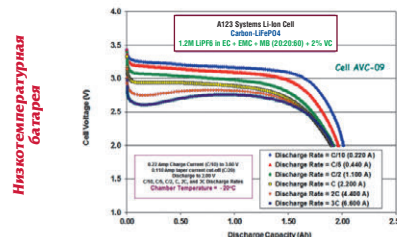
ления и промежуточной частоты, видеоусилитель и детектор. Последний чувствителен к сигналам с вертикальной поляризацией между 862 и 886 ГГц и достигает показателя «сигнал–шум» 15 дБ. Параболическая антенна имеет диаграмму направленности полушириной 1.7° и охватывает полосу шириной 10 при наблюдениях с высоты 400 км. Время выборки составляет одну секунду.

IceCube будет работать в режимах ориентации в надир, на лимб Земли и в космическое пространство, чтобы оценить работу инструмента в различных режимах наблюдения. В соответствии с целями миссии КА имеет срок активного существования по крайней мере четыре недели.

CSUNSat-1 – это двойной кубсат, разработанный и управляемый Университетом штата Калифорния в Нортридже (CSUN, California State University Northridge) для демонстрации новой низкотемпературной системы хранения энергии, разработанной в Лаборатории реактивного движения JPL (Jet Propulsion Laboratory).



Стандартная батарея для «кубсата»



Низкотемпературная батарея

▲ Электротехнические параметры новой батареи CSUNSat-1 в сравнении со стандартной

Гибридная система (литий-ионная батарея плюс суперконденсатор), размещенная на спутнике, сохраняет уровень заряда при работе в условиях низких температур (например, на «ночном» участке орбиты или в дальнем космосе). В настоящее время для поддержания рабочего состояния на холоде аккумуляторы КА требуют подогрева во избежание деградации, как правило, расходуя на это значительную часть энергетического бюджета миссии. Технология, позволяющая аккумуляторам эффективно функционировать до -50°C, очень привлекательна для космических полетов в будущем. С ее помощью КА смогут выполнять больше «полезной работы» (например, научных исследований или наблюдений) при меньших затратах энергии, массы и объема.

CSUNSat-1 проведет серию тестов для демонстрации готовности инновационной системы хранения энергии к использованию в космических полетах. Задачи экспериментальной системы: обеспечить по меньшей мере 90 % энергоснабжения типичного кубсата при температуре -35°C, показав 90 % начальной емкости батареи после 200 циклов «заряд–разряд» до 50 % уровня и 90 % первоначальной мощности после 200 суток эксплуатации.

Установленный на спутнике литий-ионный аккумулятор рассчитан на функционировании при температуре до -50°C с высокими удельными характеристиками без использования нагревателя. Он соединен с ультраконденсатором, который снабжает КА энергией во время пиковых переходных нагрузок и ограничивает глубину разряда батареи, в конечном счете продлевая срок службы системы хранения энергии.

Экспериментальная энергосистема CSUNSat-1 рассчитана по меньшей мере на 200 суток работы с фиксацией данных об ухудшении характеристик батареи, после чего возможно переключение всего потребления электроэнергии КА на низкотемпературную систему. На спутнике также установлен пакет радиоловительской связи, передающий телеметрию азбукой Морзе, чтобы привлечь внимание радиоловителей.

CXBN-2 изготовлен в рамках наноспутниковой программы Государственного университета Морхеда (Morehead State University) как второй кубсат для исследования космического рентгеновского фона и предназначен для регистрации диффузного рентгеновского фона в диапазоне мощности от 30 до 50 кэВ. Данная миссия, направленная на решение фундаментальных вопросов о структуре, происхождении и эволюции Вселенной, предоставит возможность проникновения в суть высокоэнергетического фона, оставшегося от ранних этапов ее развития.

Спутник CXBN-1 был запущен 13 сентября 2012 г. в качестве вторичной полезной нагрузки на RN Atlas V вместе с парой военных спутников. Он сопровождался в течение 4.5 месяцев, однако на большинстве витков отношение сигнала к шуму было слишком низким, чтобы можно было получить существенный объем данных. Технические цели, такие как демонстрация различных систем спутниковой платформы, в основном были достигнуты, однако начать научные наблюдения не удалось по причине аномально низкого питания и слабого сигнала.

CXBN-2 – это двойной кубсат (10×10×20 см) стартовой массой 2.4 кг, вну-

▼ Спутник CXBN-2



тренные компоненты которого смонтированы на алюминиевом шасси, что облегчает использование солнечных батарей и антенн, а также применение направляющих для выброса кубсата из стандартного диспенсера. Спутник оснащен четырьмя разворачиваемыми панелями солнечных батарей (СБ) с фотоэлектрическими преобразователями (КПД – 26%), которые вырабатывают до 15 Вт электроэнергии при правильной ориентации на Солнце и запитывают четыре литий-ионных аккумулятора емкостью 2.2 А·ч. Для управления электропитанием и распределения электроэнергии служит регулируемая шина с напряжением 3.3 В и 5 В с защитой от перегрузки по току.

СХВН-2 стабилизирован вращением со скоростью 10 об/мин с тем, чтобы СБ «смотрели» в сторону Солнца. Для определения положения в пространстве служит двойной солнечный датчик, работающий по каналам тангажа и рысканья, а также звездный датчик и MEMS-гироскоп. Данные о скорости вращения КА поставляют комплект аппаратуры, включающий трехосевые гироскопы, магнитометры и температурный датчик. Для оценки скорости вращения можно также использовать звездный датчик (настроен на звезду Канопус). Управление по трем осям с точностью 2° осуществляется с помощью магнитных катушек.

Основной контроллер СХВН-2 – 30-мегагерцовый процессор MSP430 компании Texas Instruments. Связь осуществляет терминал, работающий в полосе 437 МГц с номинальной скоростью передачи данных: по восходящей линии – 9.6 кбит/с и нисходящей линии – до 38.4 кбит/с.

Инструмент СХВН – детектор рентгеновского и гамма-излучения на основе кремния на подложке кадмий-цинк-теллур (СЗТ), чувствительный к диапазону энергий от 30 до 50 кэВ, где пик космического фона достигает максимума. Матрица имеет 16×32 СЗТ-пикселя размером 600×600 мкм каждый при энергетическом разрешении 1 кВ. Пиксели имеют толщину 5 мм, обеспечивая достаточный объем взаимодействия для поглощаемых гамма-лучей. Детекторный узел расположен за узлом коллиматора, который определяет поле зрения прибора (36°), а также содержит пару калибровочных источников с радиоизотопом америция-241.

Основная цель проекта СХВН (измерение диффузного рентгеновского фона в критическом диапазоне 30–50 кэВ с ошибкой не более 5%) позволит ученым наложить ограничения на модели, пытающиеся объяснить относительный вклад источников, обеспечив тем самым понимание фундаментальной физики ранней Вселенной.

Нестандартные изделия

ALTAIR 1, или **Altair Pathfinder**, – «шестерной» (6U) кубсат, разработанный фирмой Millennium Space Systems для завершения демонстрационной миссии продуктов ALTAIR Core и технологий поддержки полезных нагрузок. Компания Millennium Space Systems (Эль-Сегундо, Калифорния) специализируется на спутниковых платформах и компонентах для всех типов КА массой до 3000 кг. Линейка продуктов ALTAIR – это решения, предлагаемые для небольших

спутников, которые могут быть поставлены в течение шести месяцев с момента получения заказа.

Платформа ALTAIR концептуально разработана как кубсат размерности 27U (30×30×30 см), способный разместить полезную нагрузку массой до 50 кг и потребляемой мощностью до 90 Вт. Версия E1 ALTAIR, использующая коммерчески доступные компоненты и обеспечивающая полезной нагрузке мощность 27 Вт, имеет фиксированную цену 500 тыс \$. ALTAIR рекламируется как платформа для низкоорбитальных и геостационарных спутников, а также миссий в дальний космос.

«Шестерной кубсат» ALTAIR 1 выполнен в уникальном типоразмере 10×10×68 см и имеет массу 14 кг. Он оснащен основным оборудованием для демонстрации критических подсистем платформы ALTAIR, чтобы устранить технические риски и повысить уровень готовности технологий для первого полета коммерческой версии спутниковой платформы.

ALTAIR 1 тестирует элементы новых технологий в навигационной системе, бортовой системе управления и энергосистеме. В конструкции использованы трехмерные печатные компоненты и СБ, смонтированные на корпусе, а также на четырех больших разворачиваемых панелях для увеличения мощности энергосистемы до 16 Вт. Заряд хранится в аккумуляторе емкостью 6.4 А·ч.

Система определения положения и управления ориентацией включает два инерциальных измерительных блока, трехосный магнитометр, один маховик по каналу тангажа и конформные магнитные катушки для стабилизации по остальным осям. GPS-приемник и звездный датчик имеются на борту в испытательных целях и не требуются для управления. Подсистема команд и обработки данных состоит из двух контуров – аналогового (т.н. Level Zero) и цифрового на базе процессора. Терморегулирование – пассивное (излучатели и нагреватели).

Общая цель миссии ALTAIR 1 – демонстрация подсистем новой платформы в операционной среде, определение радиационной стойкости специально подобранной электроники и ее экранирование для



▲ Демонстрационный ALTAIR1 размерности 6U



▲ Платформа ALTAIR размерности 27U

использования в космосе. Функциональные демонстрации будут включать работу навигационных датчиков в течение длительного периода времени и тестирование функций обработки данных бортовых вычислительных систем, радиостанций следующего поколения и нового радиочастотного интерфейса. Расчетный срок активного существования КА – как минимум четыре недели.

KySat-3 – это кубсат типа 1U массой 1 кг от консорциума Kentucky Space, в который входят Университет Кентукки и Государственный университет Морхеда. Аппарат является копией KySat-2, запущенного 20 ноября 2013 г. на ракете Minotaur I, и имеет второе название SGsSat в соответствии с основной задачей – испытанием так называемого звездного гироскопа (Stellar Gyroscope). В первом полете сделать это не удалось из-за проблем с отправкой команд с наземных станций и предполагаемого радиационного повреждения КА.

Аппараты KySat-2 и KySat-2 построены на базе протокола SPA (Space Plug-and-Play Avionics), параллельно с которым ведется разработка протокола SPA-1 (I2C) для проекта Trailblazer. Основная его идея – обеспечить сборку спутника из готовых компонентов с заранее определенными интерфейсами.

Звездный гироскоп состоит из одной 5-мегапиксельной камеры и одноплатного компьютера Beagleboard-xM с операционной системой Linux. Сделав последовательно два снимка, устройство выявляет на них наиболее яркие звезды, определяет по ним предполагаемую матрицу поворота и проверяет ее на остальных светилах. При совпадении матрица используется для дальнейшего прогноза ориентации КА.

SHARC (Satellite for High Accuracy Radar Calibration – спутник для высокоточной калибровки радаров) создан силами Исследовательской лаборатории ВВС США (AFRL) и также представляет собой нестандартное изделие типоразмера 5U массой 8 кг. Он послужит мишенью для более чем 120 межвидовых радиолокаторов С-диапазона и для отработки алгоритмов быстрой выдачи данных (единицы минут вместо суток), необходимых для слежения за космическим мусором.

Кроме того, КА оснащен гипервизором (Hypervisor) Агентства перспективных оборонных исследовательских проектов DARPA, имеющим в своем составе GPS-приемник и приемопередатчик С-диапазона, и системой связи EyeStar, использующей спутники Globalstar для ретрансляции командно-телеметрической информации.

По материалам NASA, OSC, spaceflight101.com и NanoRacks Co.



Фото NASA/Bill Ingalls

Найти корабль и спасти космонавтов

Как известно, космические полеты сопряжены с большими сложностями подготовки и проведения, а также с риском возникновения аварийных ситуаций на всех этапах. Одна из важнейших задач при запуске и возвращении пилотируемых кораблей – поиск и спасание экипажей.

Т-10-1») приземлился в 4 км от места аварии. Космонавты Владимир Титов и Геннадий Стрекалов остались живы. В 1986 г. на 72-й секунде полета из-за аварии твердотопливного ускорителя на глазах миллионов телезрителей и на виду тысяч наземных наблюдателей разрушился шаттл «Челленджер» – все семь членов экипажа погибли.

Очевидно, что поисковики и спасатели должны быть готовы действовать на всех этапах космической миссии. В нашей стране работы по поисково-спасательному обеспечению (ПСО) полетов пилотируемых космических кораблей выполняются силами и средствами подведомственных организаций Федерального агентства воздушного транспорта (Росавиация), Министерства обороны и Федерального космического агентства (ныне – Госкорпорация «Роскосмос») в лице Ракетно-космической корпорации (РКК) «Энергия» имени С. П. Королёва, Центра подготовки космонавтов (ЦПК) имени Ю. А. Гагарина и Института медико-биологических проблем Российской академии наук (ИМБП РАН). Вопросами поиска, спасения и эвакуации экипажей в РКК «Энергия» занимается Отдел поисково-спасательного обеспечения и технического обслуживания кораблей «Союз ТМА» и пилотируемого транспортного корабля.

Потребность участия в ПСО технических специалистов возникла с самого начала космических полетов. Конкретно решение создать в ОКБ-1 (так до 1966 г. называлась РКК «Энергия») специальное подразделение было принято позже: 16 июня 1965 г. С. П. Королёв подписал приказ «О формировании группы поиска и эвакуации космических кораблей и экипажей». Руководитель предприятия считал, что необходимо взаимно увязывать полет космонавтов, операции поиска и спасения и эвакуацию экипажа из корабля. По его мнению, в число спасателей должны были войти люди, непосредственно участвующие в разработке и производстве пилотируемой космической техники.

Согласно приказу, группа поиска и эвакуации создавалась «в целях упорядочения взаимоотношений ОКБ с ВВС, ВМФ и другими организациями в поисково-спасательных работах и эвакуации космических кораблей и экипажей». На группу возлагался ряд задач, среди которых были разработка рациональных структур и работ по поиску, спасению и эвакуации экипажей КА и контроль своевременной выдачи исходных данных по районам штатного и аварийного спуска, расстановка подвижных средств телеметрического контроля и т.п. Аналогичные задачи выполняются и сегодня.

Почему же это подразделение появилось в ОКБ-1 только спустя четыре года

после первого полета? Ведь по логике такую группу надо было создать не позднее 1960 г., то есть до начала пилотируемых стартов. Тем не менее поиском совершившего посадку «Востока» и приземлившегося отдельно от него космонавта занимались военные. Вопрос возник, когда космонавты начали приземляться внутри корабля. Для того чтобы не просто быстро найти спускаемый аппарат, но и добраться до экипажа, нужны были специалисты, очень хорошо знакомые с космической техникой. Говорить об этом начали чуть раньше: в период развертывания проектирования кораблей серии 7К – будущих «Союзов», когда возникла необходимость эвакуации (извлечения) космонавтов из севшего спускаемого аппарата.

Надо полагать, большую роль в формировании необходимого подразделения сыграли и события, связанные с нештатной посадкой «Восхода-2» в пермской тайге, когда спасатели смогли эвакуировать космонавтов только на третьи сутки после приземления.

Группа поиска и эвакуации была создана в летно-испытательном отделе, образованном в 1964 г. под руководством известного летчика-испытателя Сергея Николаевича Анохина. Руководителем группы был назначен другой летчик-истребитель – генерал Александр Иванович Халутин, участник Великой Отечественной войны, выполнивший 164 боевых вылета, в 16 воздушных боях лично сбивший три самолета противника и около десятка уничтоживший в составе группы. С 1957 г. он был начальником Качинского высшего военного авиационного училища летчиков, с 1959 г. – начальником кафедры методики боевой подготовки и безопасности полетов Военно-воздушной академии имени Н. Е. Жуковского. Во времена хрущевских гонений на авиацию возглавляемую им кафедру сократили, и с 1963 г. А. И. Халутин оказался на пенсии. В ОКБ-1 его пригласил лично С. П. Королёв, который не только любил летчиков, но и ценил и уважал людей с таким огромным опытом практической работы.

Прошло всего пять лет с момента образования группы, и сомнений в том, нужны или нет специалисты-разработчики на месте приземления, уже не было: первые же длительные орбитальные полеты показали, что при возвращении на Землю экипажи кораблей испытывают физические проблемы, связанные с реадaptацией человеческого организма к нормальной тяжести после пребывания в невесомости. Случалось, космонавты самостоятельно не могли покинуть корабль, и их буквально вытаскивали из спускаемого аппарата, что называется, «никакими»...

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»

Группа Халутина

Спуск и приземление – самые опасные этапы любого космического полета. По статистике, три четверти всех аварий, связанных с космическими экспедициями, приходится на возвращение. 50 лет назад, 24 апреля 1967 г. из-за отказа парашютной системы погиб советский космонавт – командир «Союза-1» Владимир Комаров. Он стал первой жертвой в истории покорения космоса. Через четыре года последовала новая трагедия – из-за разгерметизации кабины на внеатмосферном участке спуска погиб экипаж «Союза-11» – Георгий Добровольский, Владислав Волков и Виктор Пацаев. В 2003 г. в небе над США произошла катастрофа: на гиперзвуковой скорости за считанные минуты до посадки разрушился в воздухе американский шаттл «Колумбия». Погибли семеро астронавтов.

Однако аварии случаются и на этапе запуска. В 1975 г. из-за отказа в начале работы третьей ступени ракеты аварийный суборбитальный полет совершил экипаж в составе Василия Лазарева и Олега Макарова: корабль 7К-Т № 39 (позднее получивший неофициальное обозначение «Союз-18-1») приземлился в горах Алтая. Мастерство поисковиков позволило успешно эвакуировать экипаж и спускаемый аппарат с места посадки в сложных географических условиях.

В 1983 г. на стартовом комплексе незадолго до пуска возник пожар с последующим взрывом носителя. Сработала система аварийного спасения – и экипаж корабля 7К-СТ № 16 (неофициальное название «Союз

Подготовка операции

Состав группы поиска и эвакуации должен был досконально знать нормативно-конструкторскую документацию по кораблю и иметь полное представление о работе с матчастью. Для эффективного взаимодействия при ПСО привлекались специалисты смежных организаций: представители Научно-исследовательского экспериментального института парашютно-десантного снаряжения (НИЭИ ПДС), Особого конструкторского бюро технической кибернетики (ОКБ ТК), Московского машиностроительного завода (ММЗ) «Искра» – разработчики парашютной системы, радиоизотопного высотомера и двигателей мягкой посадки соответственно.

Со временем группа была преобразована в Отдел, входящий сейчас в состав Научно-технического центра (НТЦ) по разработке пилотируемых космических комплексов РКК «Энергия». К основным задачам специалистов Отдела сейчас относятся:

- ◆ выдача баллистических исходных данных по расчетным точкам приземления;
- ◆ межведомственная координация ПСО;
- ◆ эвакуация экипажей из спускаемого аппарата;
- ◆ техническое обслуживание спускаемого аппарата и дезактивация его пиротехнических устройств;
- ◆ подготовка космонавтов к выживанию в экстремальных условиях.

Для эффективного взаимодействия с внешними структурами при проведении ПСО начальник Отдела имеет официальную доверенность президента РКК «Энергия», что позволяет производить «межведомственные стыковки».

Головной организацией, отвечающей за проведение ПСО, является Госкорпорация «Роскосмос», соисполнителем выступает Росавиация и ее дочерняя структура – Единая служба космического поиска и спасения (ЕС КПС). По линии РКК «Энергия» вся подготовка операций поиска и спасения экипажей кораблей производится при непосредственном участии и координирующей роли Отдела, который ведет работы со смежниками на договорной основе.

Как уже отмечалось, операции по поиску и спасанию космонавтов необходимо обеспечивать прежде всего на участках запуска и приземления пилотируемых КА. Так, при старте корабля «Союз ТМА-М» или «Союз МС» вдоль трассы запуска дежурят поисково-спасательные группы, готовые прийти на

помощь экипажу в том случае, если выведение на орбиту по какой-то причине сорвется и корабль вынужден будет выполнить аварийное приземление.

Если запуск закончился успешно, корабль отделяется от последней ступени ракеты-носителя и начинает самостоятельный полет. Тем не менее угроза аварийного спуска и посадки снимается только после того, как была произведена стыковка с орбитальной станцией. До этого момента дежурство продолжается. Только после успешного выполнения активной операции на орбите поисковые группы возвращаются в места дислокации. Их работа возобновится уже перед посадкой космонавтов.

РКК «Энергия» участвует в типовой поисково-спасательной операции при посадке начиная с самых ранних стадий ее подготовки. От баллистиков Центра управления полетами (ЦУП) получается и заблаговременно передается в Росавиацию вся информация по баллистике предстоящего спуска корабля, с тем чтобы заранее определить расчетные точки посадки. Это позволяет уточнить состав и распределить силы и имеющиеся технические средства. Кроме того, представители Отдела при участии специалистов Росавиации выполняют облет и (если надо) рекогносцировку вероятных мест посадки, определяя возможность приземления в такое место спускаемого аппарата, а также условия работы спасательной техники наземного и воздушного эшелонов.

Непосредственный путь корабля с орбиты занимает порядка 3 часов 30 минут. Однако ему предшествует длительная подготовка как в космосе, так и на Земле. Порядок проведения операций спуска определен последовательностью ряда действий.

За неделю до посадки персонал ЦУПа проводит с экипажем тренировочную сессию и занятия на бортовом тренажере: в этой роли выступает «Союз», на котором космонавты будут возвращаться. Экипажу напоминают о действиях, которые предстоит выполнять при спуске. Космонавты просматривают процедуры каждого этапа, в том числе сценарии срочного спуска. Им сообщают условия на полигоне посадки и циклограмму включения систем. Проводится тестирование корабля, и космонавты приступают к укладке возвращаемых на Землю грузов, расконсервации «Союза» и начинают готовиться к отстыковке.

Фото NASA/Bill Ingalls



▲ Редкий кадр – слив остатков перекиси водорода из двигательной установки системы управления спуском

Получив указания с Земли, экипаж прощается с остающимися на станции коллегами и переходит в бытовой отсек «Союза». Здесь космонавты надевают скафандры, затем забирают спускаемый аппарат, в котором будут находиться во время возвращения.

По готовности космонавтов и систем корабля руководитель полета выдает разрешение начать расстыковку. Толкатели отводят «Союз» от станции с относительной скоростью 12–15 см/с. Через три минуты, в 20 м от станции, включаются двигатели малой тяги для увода корабля на безопасное расстояние. В это время ЦУП закладывает в бортовой компьютер «Союза» данные, необходимые для автономного спуска.

За один-два витка до начала заключительных операций окончательно уточняются параметры управления на участке спуска. За 30–70 минут до включения двигательной установки на торможение запускается «жесткая» программа спуска, в строгой последовательности вырабатывающая команды на управление операцией. Космонавты могут вмешаться в управление в любой момент.

При посадке на основной полигон двигатель выдает тормозной импульс на первом или втором суточном витке над южной частью Атлантического океана. «Союз» разделяется на отсеки на высоте 130–170 км над центральной частью африканского континента. Если посадка проводится на третьем или четвертом витке, импульс выдается над Южной Америкой, а разделение на отсеки происходит над северо-западной частью Африки или над Бискайским заливом.

Во всех случаях контроль включения и выключения двигателя, разделения на отсеки и входа спускаемого аппарата в атмосферу осуществляется по радиолинии при наличии канала связи «корабль – МКС – спутник-ретранслятор – ЦУП (в Хьюстоне или в Королёве)».

Штатным является автоматический управляемый спуск, при котором спускаемый аппарат за счет управления аэродинамическим качеством корректирует траекторию снижения в атмосфере и выполняет точную посадку, одновременно обеспечивая экипажу комфортные условия по перегрузкам – не более 4 единиц. При отказе автоматической системы управления спуском экипаж может взять управление на себя либо перевести корабль в баллистический спуск. Последний



Фото А. Пантюхина, ЦЭНКИ

режим тоже считается штатным, поскольку осуществляется активной закруткой (примерно два оборота в минуту) спускаемого аппарата относительно вектора скорости. Он характеризуется повышенными (по сравнению с управляемым спуском) перегрузками. В зависимости от времени перехода к этому режиму точка приземления корабля может отклониться от расчетной на расстояние от 0 до 450 км (недолет).

После основного аэродинамического торможения и прохождения участка плазмообразования, на высоте 10.5 км по команде барометрического датчика срабатывает пиротехническая система отстрела крышки контейнера основного парашюта. Система работает исключительно автоматически. Затем в действие вступает вытяжной блок, отрывающий тормозной парашют. На последнем корабль снижается примерно 16.5 сек, после чего вырабатывается команда на ввод основного парашюта на высоте примерно 8.7–8.4 км. В случае неудачи раскрытия основного парашюта автоматически вводится запасной.

Корабль на Земле

Вернемся немного назад. После анализа информации о предстоящем спуске с орбиты специалисты Отдела передают в ЦУП (а далее – организациям, участвующим в поисково-спасательных работах) рекомендации, на основе которых выбираются предпочтительные точки посадки, куда будут направлены основные силы и средства поисково-эвакуационного комплекса.

Затем формируются группы технического обслуживания спускаемого аппарата. Помимо специалистов, обеспечивающих экстренную эвакуацию космонавтов из спускаемого аппарата и послеполетное обслуживание последнего, в первую группу включаются врач и представитель ЦПК. Во второй группе есть специалист ИМБП, а в настоящее время, как правило, еще и представитель Федерального медико-биологического агентства (ФМБА).

Группы доставляются в район приземления на воздушных судах (самолетах и вертолетах), которые должны не только обнаружить, но и сопроводить спускаемый аппарат до Земли. На двух самолетах находятся спасательные парашютно-десантные группы: они смогут приземлиться у корабля на пара-

шютах в том случае, если по каким-либо причинам рядом не смогут оказаться вертолеты или наземный эшелон. Такие же специалисты готовы выполнить прыжки в район возможного баллистического спуска.

Операцию проводят военные, которые доставляют специалистов Отдела к месту посадки корабля. Парашютисты-десантники берут объект под охрану; в случае необходимости они способны помочь космонавтам выбраться из корабля. Однако, как вспоминают ветераны Отдела, «не было случаев, когда вертолетчики не смогли посадить специалистов у корабля раньше, даже при нулевой видимости...»

После прохождения участка плазмообразования и ввода парашютной системы начинает работать радиоантенна в стренгах парашюта. Обычно первыми сигнал получают либо вертолетчики, либо пилоты самолета-ретранслятора, который летает выше всех. Космонавты выходят на связь. Сразу же следует запрос о самочувствии (оно интересует медиков) и о параметрах корабля. Специалистам Отдела важно знать давление в баках двигательной установки системы управления спуском и давление в баллонах системы жизнеобеспечения.

Наконец, парашютный спуск заканчивается. Корабль на Земле. Срабатывают двигатели мягкой посадки, гасится купол, и рядом со спускаемым аппаратом садятся вертолеты поисково-спасательных групп. К этому времени в район приземления обычно прибывает и наземный эшелон поисковиков на ПЭМ (поисково-эвакуационная машина). Наготове средства пожаротушения на случай возгораний на месте (все-таки при приземлении включаются ракетные двигатели мягкой посадки; кроме того, однажды сухая трава вокруг корабля вспыхнула от срабатывания узла отстрела парашюта: одна из двух стренг перерубается пирожомом после посадки, чтобы погасить купол; обе стренги перерубаются в том случае, когда спускаемый аппарат сел на воду, чтобы парашют не сыграл роль морского якоря и не перевернул корабль люком вниз).

Сразу после посадки объект берут под охрану сотрудники Министерства обороны РФ: они должны поставить или натянуть гибкое ограждение и обозначить места, куда доступ посторонним строгойше запрещен (например, со стороны днища).

Оперативно-техническая группа РКК «Энергия» выравнивает внутрикабинное и окружающее давление корабля, открывает люки и вместе с представителем ЦПК и врачом начинает эвакуировать экипаж из спускаемого аппарата. После приземления корабль может находиться в вертикальном положении или на боку. В зависимости от этого выбирается способ эвакуации космонавтов и порядок технического обслуживания аппарата.

Если корабль сел вертикально, то космонавтов эвакуируют с помощью специальной быстросборной платформы обслуживания, охватывающей люк и образующей удобный бортик для работы специалистов. Последовательность извлечения космонавтов такова: сначала – командир из центрального кресла, потом бортинженер или космонавт-исследователь (сейчас – бортинженер-2 или участник космического полета) из боковых. Извлеченные космонавты по горке-желобу передаются в руки медиков.

Если аппарат «лежит на боку», то космонавтам просто помогают выбраться через люк. Экипаж может самостоятельно выйти из корабля, но такое допускается только в крайнем случае. Как уже говорилось выше, после длительного космического полета космонавты сделать это не могут, за редкими исключениями, которые можно пересчитать по пальцам. Дело в том, что при длительном пребывании в условиях невесомости человеческий организм испытывает существенные изменения. Из-за отсутствия гравитации атрофируются мышцы, из костей вымывается кальций, а вестибулярный аппарат «отвыкает» от земных условий. Тренировки на орбите и специальный рацион питания отчасти компенсируют эти изменения, но далеко не полностью. При возвращении с орбиты экипаж корабля испытывает высокие физические и психологические нагрузки. Поэтому очень часто в первые часы и дни космонавты не могут самостоятельно ходить, испытывают ухудшение самочувствия. Естественно, эвакуироваться из спускаемого аппарата они могут только с помощью спасателей.

В считанные секунды после того, как поисково-спасательные вертолеты заняли свое место рядом с приземлившимся спускаемым аппаратом, рядом с кораблем устанавливаются кресла и разворачивается передвижной лазарет – надувная медицинская палатка ИМБП. К ним космонавтов переносят (в холодное время года – в теплых спальнях мешках). Сам процесс эвакуации тщательно фиксируется на фото и видео, документируется состояние космонавтов и их личных вещей.

Итак, главное сделано – экипаж извлечен из спускаемого аппарата и передан в руки представителей ЦПК и врачей. После снятия скафандров и облачения космонавтов в земную одежду следует начальный медицинский осмотр и регистрация их биофизических параметров. После этого экипаж корабля на поисково-эвакуационных машинах типа «салон» (ПЭМ-1) перевозится к своим вертолетам: по штатной схеме каждого космонавта везет отдельный «борт». Обычно три вертолета в сопровождении дополнительного (четвертого) летят в ближайший казахстанский аэропорт, откуда на аэродром Чкаловский в Подмосковье космонавтов доставляет самолет ЦПК имени Ю. А. Гагарина.



Фото NASA/Bill Ingalls

Работа со спускаемым аппаратом

Для экипажа космический полет завершен, но на месте посадки все идет работы: наземный эшелон ПСО остается рядом со спускаемым аппаратом, вертолетчики по трассе полета разыскивают отстреленный лобовой щит.

Оперативно-техническая группа проникает в спускаемый аппарат. Первая задача: сфотографировать обстановку внутри кабины, зафиксировав ее такой, какой она была при космонавтах. Еще при подготовке к возвращению на Землю с экипажем проводится инструктаж по размещению личных вещей и возвращаемых грузов. Космонавты знают о наличии мест, которые нельзя занимать и которые всегда должны быть свободны: это, в первую очередь, зоны между креслами и стенкой кабины, а также районы взведения амортизаторов.

Интересный момент: еще на орбите космонавты фотографируют зону размещения гидрокостюмов, полетных и теплозащитных костюмов и передают снимки на Землю. Это нужно, прежде всего, самому экипажу, который перед посадкой должен быть уверен в наличии данных средств на борту. Съемку тех же самых мест представители «Энергии» производят и после посадки: это нужно, чтобы определить отсутствие нарушений или отступлений от бортовой документации.

Далее фиксируется статус индикаторов на пульте управления. Замеряются следы срабатывания двигателей мягкой посадки ДМП, протаскивания спускаемого аппарата по грунту, определяется точное местоположение с помощью приемников GPS и ГЛОНАСС, чтобы установить координаты и привязать к сторонам света, оценив условия в момент посадки (был ли кувырок спускаемого аппарата и т.п.). Бывают ситуации, когда командир корабля не успевает отстрелить стренгу; случается, сильный ветер тащит спускаемый аппарат по земле. Космонавтам в таком случае сильно достаётся...

Затем начинается извлечение возвращаемых грузов (часть из них может передаваться соответствующим специалистам еще до выхода космонавтов, если те находятся в хорошем состоянии, а грузы требуют срочного термостатирования). Важный момент: если спускаемый аппарат располагается на боку, после эвакуации космонавтов его ста-

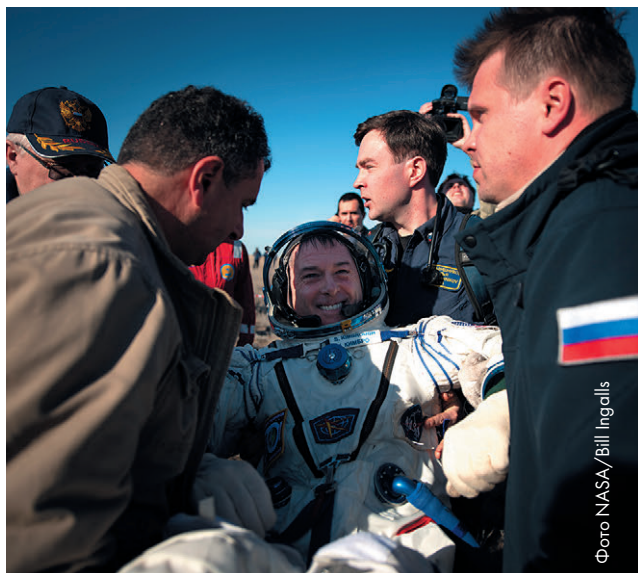


Фото NASA/Bill Ingalls

раются поставить вертикально – именно так удобнее заниматься грузами: если открыть контейнер, когда корабль на боку, оттуда сразу все высыпается; в вертикальном положении все остается на местах, даже если контейнер плотно набит.

Для оперативной работы с возвращаемыми грузами специалисты оперативно-технической группы имеют на руках схему расположения и укладки грузов. Такую схему космонавты составляют на орбите, консультируясь со специалистами ЦУПа. Задача сотрудников Отдела в это время – как можно оперативнее достать срочные вещи (все, с чем экспериментировали на станции и что надо «срочно зафиксировать», оставив в благоприятных температурных условиях). Только когда грузы переданы заказчику, специалисты могут заняться будничным делом по расснаряжению систем.

На пульт корабля устанавливается защитная крышка, чтобы специалисты могли перемещаться в кабине, не повредив приборы. Затем начинаются работы внутри спускаемого аппарата. Через пульт выключается радиоантенна, работающая на излучение, и световой маяк. Антенна снимается, расснаряжается, на ее место ставится крышка. Параллельно идет работа с парашютом: его стренги отстегиваются или перерезаются. Купол парашюта складывается, чтобы в РКК «Энергия» смежни-

ки смогли проверить порывы ткани купола и убедиться, что все детали парашютной системы присутствуют.

Пиротехнические устройства, оставшиеся в спускаемом аппарате, обесточиваются. Если пропустить эту операцию, есть опасность, что могут сработать оставшиеся двухрежимные двигатели мягкой посадки. Существует вероятность (правда, она ничтожно мала), что двигатели вообще не сработали в полете (например, если не отстрелился лобовой теплозащитный экран). На этот случай тоже есть своя процедура.

Сразу после обесточивания необходимо поставить крышку на излучатель радиоизотопного высотомера «Кактус» – небольшую капсулу, содержащую изотоп цезия. Повредить или разрушить капсулу практически невозможно, но обезопасить себя и окружающих от воздействия радиации необходимо.

Бывают случаи, когда поставить крышку крайне затруднительно (например, если в момент приземления корпус спускаемого аппарата в зоне «Кактуса» от удара сильно деформировался). Тогда специалисты разбираются к источнику излучения через кабину, извлекают капсулу и укладывают ее в специальный освинцованный защитный контейнер, предоставленный предприятием – изготовителем прибора – Центральным научно-исследовательским институтом робототехники и кибернетики (ЦНИИ РТК).

Далее расснаряжаются двигатели мягкой посадки. В штатной ситуации срабатывают не все: часть из них должна задействоваться лишь при посадке на запасной парашютной системе, чтобы погасить большую остаточную скорость. Специалисты оперативно-технической группы выжидают оставшееся твердое топливо в стороне от места посадки по специальной методике. В истории российской космонавтики были случаи, когда двигатели мягкой посадки не срабатывали или срабатывали на большей, чем требовалось, высоте. Подобные негативные ситуации становятся предметом тщательного расследования для выявления и последующего устранения причин*.

* Так же тщательно изучаются все случаи срыва корабля в баллистический спуск. Например, по результатам расследования подобной посадки «Союза ТМА-11» (командир – Юрий Маленченко, бортинженер – астронавт NASA Пеги Уитсон, участник космического полета – кореянка Ли Со Ён) были устранены десять возможных причин возникновения нештатной ситуации.



Фото NASA/Bill Ingalls

Кроме твердотопливных двигателей мягкой посадки, на «Союзах» имеются и жидкостные ракетные двигатели системы управления спуском. В качестве рабочего тела они используют высококонцентрированную перекись водорода – весьма активное вещество. По словам специалистов Отдела, «капля перекиси при контакте с органикой вызывает вспышку чуть ли не в метр высотой». Перекись автоматически сливается из системы на участке парашютного спуска, но некоторое (довольно малое) количество остается в трубопроводах, клапанах и баках. Крайне важно не допустить пролива компонента на землю.

После завершения работ по техническому обслуживанию спускаемого аппарата он грузится на ПЭМ-2 типа «кран» и доставляется на аэродром, откуда также летит в Подмосковье, чтобы попасть в руки инженеров РКК «Энергия». Здесь в заводском цеху демонтируется двигательная установка системы управления спуском и сливаются все остальные (кроме остатков перекиси) жидкости, например хладагент системы охлаждения.

Многие агрегаты и системы корабля «Союз ТМА-М» («Союз МС»), установленные в спускаемом аппарате и совершившие полет в космос, после осмотра и ремонта (если он необходим) используются повторно. Список таких систем официально утверждается Роскосмосом. Для установки на новый корабль в РКК «Энергия» они проходят через руки специалистов приборного производства, идут на контрольно-испытательную станцию и решением генерального конструктора допускаются к повторному использованию. Иногда после полета требуются доработки, а иногда – при благоприятных условиях посадки – приборы и агрегаты используются вторично без всяких доработок.

Тонкости выживания и размышления о будущем

С момента приземления вся информация о ходе выполнения поисково-спасательной операции, состоянии корабля и здоровье космонавтов доводится непосредственно до Государственной комиссии, которая находится в ЦУПе.

Следует учесть, что, насколько бы ни была совершенна техника, основная нагрузка на всех этапах космической миссии ложится на человека: в полете – на космонавтов, после приземления – на поисковиков, спасателей, врачей и представителей оперативно-технической группы.

Огромную роль играет подготовка космонавтов к посадке в экстремальных условиях, для чего проводятся специальные тренировки, имитирующие приземление в безлюдных районах, где экипаж в течение нескольких суток должен закрепить навыки и умение выживания. В незнакомой местности (например, в лесу или в степи) космонавты могут ожидать прибытия поисково-спасательной группы довольно долго. Для укрытия от непогоды (ветра, дождя, жары или холода) они используют все имеющиеся ресурсы: спускаемый аппарат, скафандры, неприкосновенный аварийный запас, купола парашютов. При приземлении в лесу летом космонавты строят шалаш из веток и стволов тонких деревьев, зимой – домик-иглу из снега и льда, настилают пол парашютом, которым можно пользоваться и как спальным мешком. Парашют нужен и при приземлении в нештатном районе на безориентирной местности (например, в той же казахстанской степи): с одной стороны, как метка для поисковиков-спасателей (космонавты расстилают купол на земле, чтобы с воздуха можно было вести визуальный поиск), а с другой – как способ и ресурс для выживания.

Отдел поисково-спасательного обеспечения и технического обслуживания отвечает и за «инструментальное обеспечение» экипажей корабля. В принципе ремонт оборудования современного «Союза» в полете (автономном либо в составе МКС) не предусмотрен: приборы, агрегаты и сам корабль в целом выполнены необслуживаемыми. Тем не менее по просьбе космонавтов им выдается многофункциональный складной нож Leatherman. С помощью этого универсального инструмента (помимо лезвий, в нем есть кусачки, пассатижи, отвертки, шила) можно что-то отвернуть, завернуть или отрезать. В свое время NASA сертифицировало этот нож для полетов по программе Space Shuttle, и, когда встал вопрос оснащения аналогичным инструментом экипажей «Союзов», долго не думали – выбрали Leatherman, сэкономив время и деньги на сертификацию.

Есть, конечно, в работе поисковиков и спасателей свои тонкости и сложности. О них можно рассуждать долго, но следует упомянуть, что проблемы постепенно решаются, а команда Отдела готовится работать с перспективной техникой. В 2021 г. должен совершить свой первый – пока автоматический – полет пилотируемый транспортный корабль нового поколения (ПТК НП) «Фе-

Любопытно привести несколько рекомендаций из «Памятки о мерах безопасности при работах со спускаемым аппаратом «Союза» на Земле». В частности, после приземления запрещается находиться на расстоянии менее 25 м от спускаемого аппарата в течение 8 минут (до отстрела крышек штыревой и донных антенн), заходить со стороны днища (в зоне действия излучения радиоизотопного высотомера «Кактус»), находиться напротив основной парашютной системы.

Перед открытием люка-лаза необходимо убедиться в отсутствии на наружной поверхности крышки посторонних предметов и воды; принять необходимые меры, исключая попадание их внутрь спускаемого аппарата. При открытии крышки требуется придерживать ее за ленту, с целью исключения возможности травмирования членов экипажа.

Правила техники безопасности предписывают, чтобы личный состав, участвующий в работах с кораблем и экипажем, имел чистую, не замасленную одежду, исключая возможность искрообразования, обувь не должна иметь стальных подков и гвоздей.

При работах со спускаемым аппаратом на палубе корабля или плавсредствах нужно закрепить их по «штормовому» и до начала работ по техническому обслуживанию произвести заземление.

На месте работ со спускаемым аппаратом должен находиться пожарный пост.

До обесточивания корабля и в случае его кантования нельзя находиться со стороны неотстреленных донных антенн, так как они могут автоматически отстрелиться.

дерация». Он существенно отличается от «Союза», что определяет и особенности поисково-спасательных работ и технического обслуживания возвращаемого аппарата.

В первую очередь, «Федерация» будет иметь более крупный (диаметром 4,4 м) и массивный (до 9 т) многоразовый возвращаемый аппарат. Требования повторного использования запрещают его кантование, а большие габариты и наличие посадочных опор усложняют эвакуацию экипажа из-за более высокого расположения люка.

Есть свои особенности и по обслуживанию парашютно-реактивной системы посадки. То есть с точки зрения поиска, спасения и технического обслуживания новый корабль будет заметно сложнее «Союза», однако в перспективе именно он будет решать задачи совсем другого порядка. Будем надеяться, что и для космонавтов он окажется гораздо функциональнее и удобнее.

20 апреля 2017 г. в 19:41:35.361 по пекинскому времени (11:41:35 UTC) со стартового комплекса № 201 Площадки космических запусков Вэньчан был осуществлен успешный пуск ракеты-носителя «Чанчжэн-7» (CZ-7 № Y2) с первым китайским грузовым кораблем «Тяньчжоу-1». Грузовик был выведен на орбиту с объявленными параметрами:

- наклонение – 42.81°;
- минимальная высота – 200.0 км;
- максимальная высота – 383.4 км;
- период обращения – 90.36 мин.

Это был 263-й орбитальный пуск китайской РН и 247-й для носителей семейства «Чанчжэн» («Великий поход»). «Тяньчжоу-1» массой 12.91 т стал наиболее тяжелым объектом, выведенным Китаем на орбиту. В каталоге Стратегического командования (СК) США он получил номер **42684** и международное обозначение **2017-021A**.

Китайский грузовой корабль

Корабль «Тяньчжоу» (天舟一号, «Небесный челн») разработан силами Китайской исследовательской академии космической техники CAST с целью снабжения перспективной модульной орбитальной станции «Тяньгун».

Проект был утвержден к разработке 27 января 2011 г.; тогда же его анонсировал бывший главный конструктор китайской пилотируемой программы Ван Юнчжи. 25 апреля был объявлен конкурс на название грузового корабля, на который было представлено 9640 предложений. Однако лишь 31 октября 2013 г. огласили имя проекта – «Тяньчжоу».

Основой для проекта «Тяньчжоу» стали космические лаборатории семейства «Тяньгун». От них грузовой корабль перенял общий облик и конструктивную схему. Переход к новому носителю CZ-7 позволил поднять в полтора раза стартовую массу изделия, причем весь прирост пошел на доставляемое топливо и размещаемые на борту грузы. Их общее количество по проекту может достигать 6500 кг при максимальной массе корабля 13500 кг. При этом лимит вместимости грузового отсека составляет 5500 кг, а максимальная масса доставляемого топлива достигает 2100 кг.

Конструктивно корабль состоит из двух цилиндрических объемов. Хвостовой, меньшего диаметра, представляет собой приборно-агрегатный отсек, однако официально именуется двигательным отсеком (推进舱, туйцинъинь цан). Головным является грузовой отсек (货物舱, хоу цан), который выполнен в форме цилиндра диаметром 3.35 м с передним коническим днищем и переходной конической секцией сзади. На боковых сторонах ПАО на одностепенных приводах установлены две трехсекционные солнечные батареи размахом 14.9 м. Общая длина «Тяньчжоу» – 10.6 м.

На передней конической секции смонтирован модернизированный стыковочный узел андрогинно-периферийного типа с тремя внутренними направляющими лепестками. Разработчики из 8-й академии (Шанхай) изменили конфигурацию стыковочного устройства так, что занимаемый им объем

И. Лисов.
«Новости космонавтики»



Первый китайский грузовой корабль «Тяньчжоу-1» стыкуется с «Тяньгуном-2»

сократился на 30%; за счет этого увеличено доступное пространство для размещения грузов. По периферии кольцевого интерфейса установлены четыре разъема для стыковки магистралей перекачки компонентов топлива – два для окислителя по левому борту и два для горючего по правому.

На этой же секции устанавливаются приборы, обеспечивающие измерение дальности и направления на «Тяньгун-2», и телекамера для съемки стыковочной мишени лаборатории. Подсистема измерений относительно положения использует навигационные сигналы системы «Бэйдоу» и дает кораблю возможность определения своего местоположения и автономного сближения.

Бортовая электросистема 811-го института (Шанхай) вырабатывает 2700 Вт от солнечных батарей и использует для хранения заряда литий-ионные аккумуляторные батареи (три блока по 22 аккумулятора). Напряжение бортовой сети – 100 В.

На зенитной стороне ПАО (плоскость III) установлены два звездных датчика и ориентируемая антенна связи через спутник-ретранслятор. «Тяньчжоу» оснащен бортовым

связным комплексом высокой пропускной способности – по сравнению с предыдущей версией она увеличена вчетверо и достигает 1 Гбит/с. Фактически речь идет о создании стандартной высокоскоростной открытой сетевой платформы. Это позволяет, например, передавать на Землю изображение высокого качества с четырех телекамер одновременно и иметь бесшовный доступ к лаборатории «Тяньгун-2» или иному объекту, с которым стыкуется грузовой корабль. В будущем это позволит организовать полноценный режим телеуправления научными экспериментами.

Интегрированная двигательная установка и система перекачки топлива созданы в 801-м институте 6-й исследовательской академии CASC. В хвостовой части по оси отсека смонтированы четыре двигателя орбитального маневрирования тягой 490 Н. Этим «Тяньчжоу» отличается от «Тяньгуна», у которого их только два. В качестве этих двигателей используются ЖРД второго поколения, применяемые на китайских геостационарных спутниках на платформе DFH-4.

Из числа двигателей направленного перемещения тягой 150 и 120 Н четыре смон-



тировано по периферии хвостового днища ПАО (работают на разгон), четыре на конической переходной секции (на торможение). Четыре пары ЖРД разворотов по тангажу и рысканью установлены на боковых поверхностях в хвостовой части ПАО. Четыре пары двигателей тягой 25 Н для придания кораблю вращения вокруг продольной оси также находятся у кормового среза, а еще четыре пары для разворотов по тангажу и рысканью – на передней конической части. Двигатели всех номиналов тяги разработаны в 801-м институте.

Компоненты топлива хранятся в восьми сферических баках в ПАО. Баки бортовой двигательной установки и системы дозаправки являются специализированными, однако возможно использовать для дозаправки избыток собственного топлива и наоборот – перенаправить компоненты из системы дозаправки на двигатели корабля при необходимости парирования нештатных ситуаций.

Перекачка компонентов осуществляется по проложенным через оба объекта магистралям путем вытеснения газом из баков. Компрессор и плавающий клапан для перекачки разработаны 801-м институтом, а блок управления перекачкой – 539-м заводом 9-й академии.

Доставляемые грузы размещаются в стандартных мешках (сумках) в стеллажах

по четырем плоскостям грузового модуля (под них отведено по 12 ячеек на левом и правом борту, по восемь – на зенитном и надирном), а также перед стеллажами. Некоторые ячейки специализированы под определенные виды грузов, такие как научная аппаратура, перевозимая в запитанном рабочем состоянии.

Заявленный срок активного существования «Тяньчжоу» в автономном полете – три месяца.

Еще в сентябре 2013 г. главный конструктор пилотируемой программы Чжоу Цзяньпин сообщил, и в сообщении Синьхуа от 21 апреля это было подтверждено, что спроектированы три варианта «Тяньчжоу» с разной конфигурацией отсека доставляемых грузов. Помимо испытываемой в первом полете герметичной версии, для снабжения китайской космической станции «Тяньгун» будет использоваться вариант с полностью негерметичным отсеком для доставки внешних грузов и комбинированная версия, в которой передняя половина цилиндра большого диаметра выполнена как герметичная секция, а задняя – как негерметичный объем. Доставляемые в открытых секциях негерметичные грузы планируется извлекать с использованием манипулятора станции.

Что везет «Тяньчжоу-1»

В марте 2013 г. Чжоу Цзяньпин объявил, что первый грузовой корабль будет направлен к лаборатории «Тяньгун-2» для отработки технологии дозаправки будущей станции.

Четыре основные задачи «Тяньчжоу-1» включают:

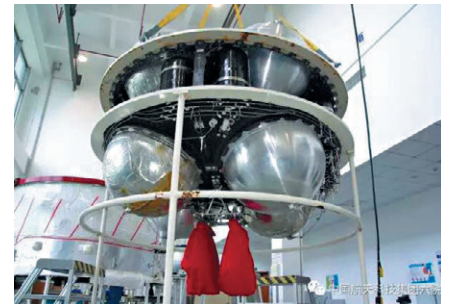
- ◆ отработку процедуры дозаправки на орбите;
- ◆ тщательную оценку характеристик и работы грузового корабля;
- ◆ эксперименты по сборке на орбите, включая отработку нескольких вариантов сближения и стыковки;
- ◆ поддержку разработки космических прикладных систем и испытаний космических технологий.

Стартовая масса КА «Тяньчжоу-1» составляет 12,91 т, в то время как масса лаборатории «Тяньгун-2» при запуске не превышала 8,6 т. Безусловно, ситуация, когда специали-

зированный грузовой корабль значительно тяжелее орбитального объекта, который он призван снабжать, представляется странной*. И уж тем более не вписывается в рамки логики отправка корабля с грузами к лаборатории с одним стыковочным узлом, где его никто не встретит и не сможет разгрузить. Скорее всего, полет «Тяньчжоу-1» – в некотором роде импровизация, и первоначально стыковка этих объектов не планировалась. Какие именно соображения подтолкнули руководителей китайской программы к такому эксперименту – неизвестно.

Суммарная загрузка «Тяньчжоу-1» превышает 6000 кг и близка к максимальной возможной. Сюда входят около 2000 кг перекачиваемого топлива, типовой набор грузов для космической станции, четыре экспериментальные установки для научных исследований в автономном режиме и ряд экспериментальных устройств, проходящих орбитальные испытания. В последние две категории входят в общей сложности 13 приборов и свыше 40 блоков.

Корабль несет реальные грузы либо имитаторы в расчете на обеспечение экипажа из трех человек в течение 30 суток, упакованные более чем в 100 стандартных сумок. Среди них выделяются имитатор космического скафандра, по одному мягкому и жесткому контейнеру воды и по два весовых макета баллонов для доставки кислорода и азота.



▲ Двигательная установка «Тяньчжоу-1»

Корабль имеет на борту аппаратуру для четырех научных экспериментов.

① Изучение пролиферации и дифференциации стволовых клеток эмбрионов в условиях космического полета (постановщик – Дуань Энькуй, Институт зоологии Китайской АН). Стволовые клетки могут делиться и увеличиваться в количестве, сохраняя в то же время возможность развития в клетки любого типа – при определенных условиях они превращаются в клетки крови, костной и мышечной ткани, кожи, мозга и нервной системы. В экспериментах с имитацией невесомости на Земле обнаружена возможность стимулирования этого процесса, отвечающий за это ген и путь молекулярной передачи сигнала. Ученые надеются, что в условиях длительной невесомости можно усилить процессы пролиферации и дифференциации – вплоть до возможности формирования тканей и органов. «Мы собираемся выращивать такие органы, как сердце, почки, печень и селезенка», – заявил участник эксперимента Лэй Сюэгуа.

Установка представляет собой биореактор с микроскопом и камерой высокой чет-

* Случаи стыковки более тяжелого активного объекта с более легким пассивным в истории известны и включают (как минимум) проект Apollo–Союз и первые полеты шаттла к станции «Мир» и к МКС. Ни в одном из этих случаев снабжение не было основной проектной задачей стыкующегося корабля.



▲ Распределение грузов в герметичном отсеке «Тяньчжоу-1»

кости в качестве средства наблюдения. Объектом изучения являются стволовые клетки эмбрионов мышей и человека с флуоресцентным трассером. Из восьми направлений исследований в китайских СМИ, помимо «заглавного» эксперимента, отрекламированы еще три:

◆ Профессор Университета Цинхуа Ки Кенкуй (Малайзия) и его группа должны инициировать и в течение 30 суток наблюдать процесс развития стволовых клеток человека в половые. Ключевой вопрос состоит в том, может ли в условиях невесомости идти формирование первичной половой клетки и ее дальнейшее преобразование в яйцеклетку или сперматозоид, – молекулярные механизмы, которые ответственны за эти процессы, «заточены» на работу при наличии силы тяжести. Разумеется, вопреки сенсационным заголовкам прессы, отсюда до рождения человека в космосе – дистанция огромного размера;

◆ Чэнь Гоцян с сотрудниками из Университета Цинхуа будут изучать 3-гидроксипутират (ЗНВ) на предмет предотвращения потери костной ткани. В невесомости нарушается дифференциация остеобластов – клеток, формирующих костную ткань, – и происходит массовый рост остеокластов, которые ее поглощают. Ученые полагают, что естественный ЗНВ, полученный в ходе микробной ферментации, поможет восстановить функционирование остеобластов и формирование кости, а в конечном счете станет основой для лекарства от остеопороза;

◆ Аналогичное исследование проводит профессор Лю Айпин (Гонконгский баптистский университет), с той разницей, что средством формирования остеобластов выбрано воздействие гена SKIP-1.

В эксперименте также участвуют Северо-Западный политехнический университет, Чжэцзянский университет и Академия военной медицины. Сообщается, что будут изучены пролиферация клеток миокарда и печени и возможность использования стволовых клеток для лечения ишемической болезни сердца.

② Экспериментальная платформа для изучения двухфазных систем (постановщик – Лю Цюшэн, Институт механики Китайской АН) предназначена для изучения процессов испарения и конденсации жидкости в невесомости, механизмов обмена массой

и теплопереноса на границе газ–жидкость. Этот эксперимент станет основой для создания аппаратуры китайской космической станции для исследований в области физики жидкости и двухфазных систем.

③ Эксперимент по проверке неньютоновских теорий гравитации (постановщик – Чжоу Цзэбин, Университет Хуачжун). За этим громким названием скрывается высокоточный акселерометр с электростатической подвеской, способный измерять величину ускорения с точностью 10^{-10} . Тестирование его в полете является важным предварительным условием для будущих китайских проектов в области спутниковых гравитационных измерений и поиска гравитационных волн.

④ Активная виброизолирующая платформа представляет собой устройство для магнитной левитации с шестью степенями свободы, которую можно применить в обеспечении различных экспериментов. На «Тяньчжоу-1» она используется для создания наилучших условий работы для упомянутого выше акселерометра.

Среди экспериментальных устройств в китайских источниках упоминаются перспективные средства навигации и наведения и аппаратура для обнаружения и сопровождения других космических объектов.

На надирной части «Тяньчжоу-1» на переходной конической секции смонтировано устройство запуска наноспутников формата «кубсат». Из него в ходе полета планируется вывести на орбиту аппарат «Сылу-1» (丝路一号, «Шелковый путь») массой 4.5 кг.

Подготовка и пуск

В августе 2014 г. было получено разрешение, а в сентябре началось производство первого летного корабля в полностью герметичном исполнении. В ноябре макет «Тяньчжоу» был впервые представлен на 10-м аэрокосмическом салоне в Чжухае.

К апрелю 2015 г. изготовили корпус корабля с внутренними конструктивными элементами и трубопроводами. Год спустя, в апреле 2016 г., изделие было уже полностью оснащено системами и приборами, завершились его автономные и комплексные электрические испытания.

Расчетная дата запуска «Тяньчжоу» – середина апреля 2017 г. – была объявлена в июне 2016 г., сразу после первого успешного старта CZ-7.

12 января 2017 г. «Тяньчжоу-1» прошел выходной контроль в Центре сборки и испытаний Китайской корпорации космической науки и техники в Пекине и 5 февраля был отправлен на корабле «Чаньин» из Тяньцзиня на Вэньчан. 13 февраля корабль приняли на космодроме. К 28 марта закончились его электрические испытания, 30 марта «Тяньчжоу» был полностью собран и 5 апреля заправлен компонентами топлива и сжатыми газами.

28 февраля прошла выходной контроль и вечером 2 марта была отправлена из Тяньцзиня ракета CZ-7 №Y2. Как объявила Канцелярия по делам Программы пилотируемых космических полетов КНР, в ее конструкцию были внесены 75 изменений по итогам первого пуска и с учетом специфических задач второго изделия. Изменения коснулись циклограммы полета, конструкции носителя, надежности кабельной сети, наземного обслуживания, были оптимизированы некоторые процессы.



К немалому удивлению «болельщиков», для перевозки контейнеров со ступенями ракеты было использовано обычное грузовое судно «Сюйян-16» компании Sinotrans, а не одно из двух специализированных кораблей «Юаньван-21» или -22. Неделю спустя, 9 марта, транспорт пришвартовался в порту Цинлань на острове Хайнань, а 10 марта контейнеры приняли и разгрузили на техническом комплексе космодрома. Уже 18 марта на мобильной стартовой платформе в МИКе № 502 была выполнена сборка носителя и начались его испытания. 9 апреля на ракету установили головную часть с кораблем «Тяньчжоу-1».

Утром 17 апреля платформу с ракетой CZ-7 и кораблем суммарной массой 2400 т вывезли на расположенную в 2700 м от МИКа пусковую установку № 201. Эта процедура началась в 07:30 и заняла примерно 2.5 часа. В тот же день официально объявили, что «Тяньчжоу-1» будет запущен в период с 20 по 24 апреля.

▼ Один из контейнеров с грузовым кораблем



18 апреля на космодроме прошла генеральная репетиция пуска, в ходе которой были проверены все задействованные системы. Итоги проверки показали, что и космический корабль, и ракета-носитель готовы к старту.

В тот же день было опубликовано предупреждение для летчиков о закрытии района старта на 20 апреля с 19:31 до 19:50 пекинского времени. 19 апреля Канцелярия по делам Программы пилотируемых полетов назвала дату и время старта – 20 апреля в 19:41. Стартовое окно было названо «мгновенным» – необходимо было попасть в плоскость орбиты «Тяньгуна-2». В реальности оно продолжалось 60 секунд – с 19:41:00 до 19:42:00. В середине этого интервала было назначено время «нуля» – 19:41:28.

20 апреля за 12 часов до старта началась заправка баков носителя керосином, а за 8 часов – жидким кислородом. Окислитель был залит до уровня 80%, а за 40 минут до старта долит до полной заправки. В порядке имитации закладки срочных грузов соответствующую операцию провели за пять часов через люк в обтекателе.

С 18:00 Центральное телевидение КНР вело прямой репортаж о старте «Тяньчжоу-1». В 18:05 начали открываться защитные створки башни обслуживания – сначала верхние секции, в 18:38 нижние, а в 18:54 средние. До пуска оставалось 40 минут, но члены стартового расчета все еще фотографировались на фоне парящей ракеты.

Три последние кабель-мачты отвели от ракеты за 80 секунд до старта. Когда предстартовый отсчет достиг отметки «ноль», была нажата кнопка «Пуск». Запустились и вышли на режим шесть двигателей YF-100, и через семь с небольшим секунд, в 19:41:35, ракета высотой 53.1 м и массой почти 600 т оторвалась от старта. Выведение происходило в соответствии со следующей циклограммой (табл.).

Циклограмма выведения аппарата		
Время от старта, сек	Событие	
	расчет.	фактич.
0	0	Старт
172.8	174.4	Отделение боковых ускорителей
183.3	182.9	Выключение ЖРД центрального блока
186.8	186.8	Отделение центрального блока
188.1	187.7	Отделение переходного отсека
215.1	214.1	Сброс головного обтекателя
572.4	577.1	Выключение двух неподвижных ЖРД 2-й ступени
592.4	597.2	Выключение двух качающихся ЖРД 2-й ступени
596.6	601.2	Отделение КА

Контроль выведения обеспечивали наземные станции Санья (о-в Хайнань) и Шиша и судно командно-измерительного комплекса «Юаньван-7». Последнее вышло из Цзяньиня 10 апреля и через несколько дней прибыло в район дежурства к востоку от Филиппин.

Четыре ускорителя, первая ступень и створки обтекателя последовательно отделились и «легли» в заданные районы падения в Южно-Китайском море. На 190-й секунде, судя по видеозаписи пуска, заработал двигатель второй ступени. Через 603.312 сек после старта* – на высоте 200.4 км – корабль отделился от ступени, набрав скорость 7837.5 м/с – всего на 0.6 м/с меньше расчетной.

Объявленное точное время отделения было 19:51:38.672**. Отсчет времени самостоятельного полета «Тяньчжоу» начался с 19:51:39.

Спустя еще 2.5 минуты стали медленно разворачиваться две солнечные батареи корабля – этот процесс занял около 50 секунд. Наконец, через 23 минуты после старта руководитель штаба по выполнению пуска на космодроме Вэньчан Чжан Сюэюй объявил, что выведение прошло успешно.

Совместный полет

«Тяньчжоу-1» был выведен на орбиту с фазовым углом около 110°, то есть оказался на 110° позади «Тяньгуна». Корабли «Шэньчжоу» ранее запускались с фазовым углом 90°. Для нового грузовика жесткого ограничения на фазовый угол нет – сближение и стыковка обеспечиваются при любом начальном взаимном положении в плоскости орбиты.

Но это в теории, а на практике перед стартом грузовика была проведена коррекция орбиты лаборатории «Тяньгун-2». 5 апреля ее условную среднюю высоту подняли с 378.3 км до 385.6 км с равными «добавками» в перигее и апогее. В результате лаборатория оказалась чуть выше орбиты трехсуточной кратности, что создавало оптимальные условия для запуска корабля через каждые трое суток и 46 витков.

Примерно за неделю до запуска грузового корабля проводящиеся на «Тяньгуне» научные эксперименты были приостановлены.

Начальные параметры орбиты «Тяньчжоу» не были зафиксированы американскими средствами и известны только из со-

24 апреля из порта Тяньцзинь на космодром Вэньчан была отправлена вторая ракета CZ-5. Ее задача – доставить на орбиту в июне 2017 г. экспериментальный геостационарный спутник «Шицзянь-18».

Утром 30 апреля два специализированных судна «Юаньван-21» и «Юаньван-22», принадлежащие Китайской службе слежения и контроля за полетами спутников на море, ошвартовались в порту Цинлань города Вэньчан. Контейнеры с блоками ракеты были перегружены на автотрейлеры и доставлены на технический комплекс космодрома.

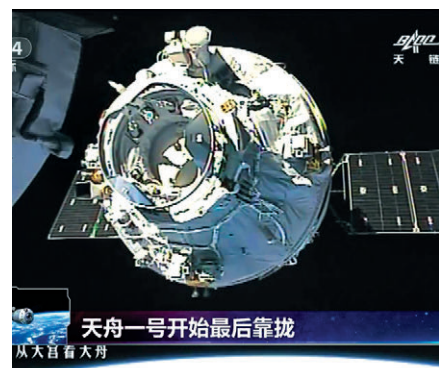
общения Синьхуа. Из публикуемых СК США двусторонних элементов мы знаем только начальную орбиту второй ступени***: наклонение – 42.79°, высота 202×365 км над поверхностью земного эллипсоида, и такая же по упрощенному расчету – числовые значения совпали благодаря близости перигея к нисходящему узлу.

В течение первых девяти часов полета «Тяньчжоу» поднял свою орбиту до 310×369 км. Еще два маневра были проведены 21 апреля в 09:28 и 15:33 и довели ее до 367×378 км, с перигеем и апогеем на 13 км ниже орбиты цели.

Для встречи грузовика лабораторию развернули на 180° – приборно-агрегатным отсеком по направлению полета и стыковочным узлом назад. «Тяньгун-2» играл при стыковке пассивную роль, а у «Тяньчжоу-1» кольцо стыковочного механизма было выдвинуто в переднее положение.

22 апреля в 10:02 в зоне видимости станции Сантьяго в Чили на расстоянии 52 км от цели корабль перешел в режим автономного сближения с космической лабораторией. Проведя необходимые маневры, он вышел в позицию в 5 км позади «Тяньгуна» и уравнивал с ним высоту и период обращения.

В 11:46 пекинского времени корабль достиг точки зависания в 400 м позади лаборатории (фактически – 411 м). В период с 11:56 до 12:07 он проследовал до новой контрольной точки на отметке 120 м (в реальности – 104 м). Экран ЦУПа показывал виды с бортовых камер обоих объектов. Направление орбитального полета было близким к направлению на Солнце, поэтому

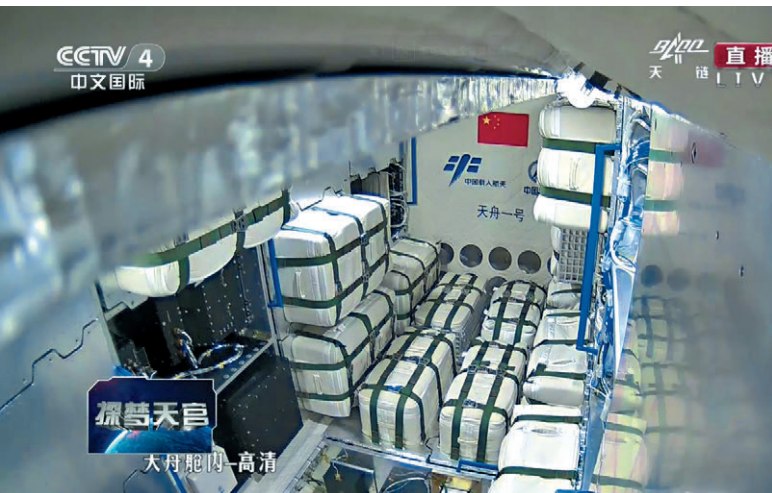


天舟一号开始最后靠拢
从大官看大舟

* Причина расхождения между 603.312 сек на информационном табло о результатах выведения и 601.2 сек на табло основных событий неизвестна. Существует более детальная версия циклограммы, в которой фактическое отделение отмечено в 601.207 сек при расчетном 596.606 сек от старта. В телерепортаже отделение было показано по истечении 601-й секунды полета.

** Здесь и далее приводится пекинское время, если не оговорено иначе.

*** Ступень сошла с орбиты 1 мая над Средней Азией. Горение объекта в атмосфере было заснято в 19:23 UTC (поздним вечером по местному времени) в окрестностях Ташкента.



▲ Вид на грузовой отсек с двух установленных на борту камер

«Тяньгун» терялся в бликах, но можно было видеть, что его солнечные батареи поставлены ребром к подходящему грузовику. На ярко освещенном «Тяньчжоу» батареи стояли перпендикулярно к Солнцу.

В 12:09 было дано разрешение на подход до 30 м, и спустя три минуты «Тяньчжоу» остановился на этой отметке. Всего лишь минуту спустя разрешили причаливание, и корабль набрал начальную скорость 0,45 м/с. Ближе к цели он притормозил до 0,15 м/с, и в 12:16:09 пекинского времени (04:16:09 UTC) ответные части двух стыковочных устройств соприкоснулись. Это произошло над центром Аравийского моря в виду побережья Индии.

После сцепки и успокоения последовало стягивание объектов, в ходе которого были в первый раз в китайской практике состыкованы гидроразъемы магистрали перекачки компонентов топлива. Эта тонкая операция (допуск на несоосность разъемов был менее 1 мм) прошла успешно. После закрытия стыка 12 крюков стыковочного механизма прочно соединили «Тяньчжоу» с «Тяньгуном».

В 12:23 режим стыковки был завершен, а еще через несколько минут в пекинском ЦУПе объявили: операция прошла успешно, управление передано лаборатории «Тяньгун-2». В этот момент состыкованные объекты двигались уже над территорией Китая по орбите высотой 380×390 км. Они прошли почти точно в зените над Пекином, а затем и над Владивостоком.

Дозаправка баков лаборатории под управлением операторов пекинского ЦУПа началась 23 апреля в 07:26. Эта операция представляла собой сложную техническую процедуру, рассчитанную на пять суток и состоящую из 29 шагов. Три наиболее важные из них состояли в откачке газа наддува из-за диафрагмы приемных баков «Тяньгуна-2», открытии клапанов для перелива компонента под действием более высокого давления в баках «Тяньчжоу-1» и перекрытии магистралей по окончании процесса.

Помимо корабля «Юаньван-7», в обеспечении полета «Тяньчжоу» участвовали наземные станции командно-измерительного комплекса Санья, Сямэнь, Каши, Вэйнань и Циндао, спутники-ретрансляторы «Тяньлянь-1» №02 и №03 и – впервые – запущенный в ноябре 2016 г. «Тяньлянь-1» №04.

Работы были завершены 27 апреля в 19:07. Таким образом, главная задача полета «Тяньчжоу-1» была успешно выполнена. По этому случаю ЦК КПК, Госсовет КНР и Центральный военный совет направили участникам работ поздравление, в котором подчеркнули, что Китай стал второй страной в мире после России, освоившей технологию дозаправки в космосе.

Кстати, китайские СМИ утверждают, что десять лет назад представители пилотируемой программы запросили техническую помощь у России. Получив в ответ предложение использовать имеющуюся российскую систему, они сделали выбор в пользу самостоятельной разработки.

Дальнейшие планы

Еще 4 марта Канцелярия по делам Программы пилотируемых космических полетов КНР объявила, что «Тяньчжоу-1» проведет два месяца в совместном полете с «Тяньгуном-2» и не менее трех месяцев в автономном полете. Корабль выполнит три стыковки с лабораторией и трижды дозаправит ее компонентами топлива. Общая расчетная продолжительность полета – от пяти до шести месяцев.

В середине или в конце июня «Тяньчжоу» выполнит расстыковку с уходом на орбиту ожидания, а затем осуществит повторную стыковку. Ее существенным отличием станет облет «Тяньгуна-2» и подход спереди, а не сзади, как в первый раз. Облет является стандартной составляющей баллистической схемы встречи с космической станцией, которая не подстраивает свою ориентацию под приближающийся корабль. Поскольку на космической лаборатории только один стыковочный узел, во время стыковки она будет совершать полет в штатной конфигурации – лабораторным модулем вперед по вектору скорости.

«После первой стыковки инженеры будут тестировать возможность управления двумя кораблями, – пояснил главный конструктор корабля Бай Миншэн (白明生). – Во время второй стыковки будет тестироваться возможность «Тяньчжоу-1» выходить на сближение с «Тяньгуном-2» с различных направлений».

Во время последующего совместного полета грузовика и лаборатории будет выполнена вторая дозаправка «Тяньгуна» и

осуществлена коррекция орбиты комплекса. После этого объекты будут расстыкованы во второй раз, и «Тяньчжоу-1» уйдет в трехмесячный автономный полет, во время которого будут проводиться запланированные научные эксперименты.

В третий раз сближение и стыковка будут проводиться по «быстрой» шестичасовой схеме вместо обычной двухсуточной. За это время нужно будет провести в автономном режиме пять маневров при значительных ограничениях на электропотребление. Для реализации этой программы CAST разработал технические средства автономного определения орбиты, алгоритмы расчета оптимальной траектории сближения, планирования и осуществления коррекций.

«Это новый эксперимент, – говорит Бай Миншэн. – Если он увенчается успехом, то такая схема будет использоваться далее при стыковках пилотируемых и грузовых кораблей. Если время до стыковки удастся сократить, нашим космонавтам будет намного комфортнее, а это существенно». Помимо удобства космонавтов, важными доводами в пользу шестичасовой схемы являются скорость доставки биологических образцов, а также возможность быстрого проведения спасательной операции.

По окончании эксперимента «Тяньчжоу-1» будет отстыкован и сведен с орбиты. Объявлено, что с завершением полета грузовика закончится и вторая фаза китайской пилотируемой программы. Между тем «Тяньгун-2» продолжит полет с выполнением ранее запланированных экспериментов в течение неопределенного времени.

Китайская национальная космическая администрация благодарна России за оказание поддержки в освоении космоса. Об этом заявил глава Канцелярии по делам Программы пилотируемых космических полетов КНР Ван Чжаояо, отвечая 28 апреля на просьбу корреспондента ТАСС прокомментировать успешную дозаправку лаборатории «Тяньгун-2».

«Начиная с 1992 года мы постоянно развиваем сотрудничество с Россией в области космоса. В этой сфере у нас много направлений сотрудничества, включая проведение разработок и развитие технологий, – сказал он. – Мы очень желаем продолжать развивать сотрудничество с Россией и другими странами в сфере космоса».



И. Лисов.
«Новости космонавтики»

Китай уточняет планы пилотируемых полетов

28 апреля глава Канцелярии по делам Программы пилотируемых космических полетов КНР Ван Чжаояо (王兆耀) объявил, что Китай приступит к строительству долговременной модульной космической станции «Тяньгун» в 2019 г.

«После завершения космических полетов экспериментального этапа мы вступаем в фазу разработки и строительства [станции], – сказал он. – Согласно нашим планам, строительство и сборка китайской космической станции будут происходить с 2019 по 2022 год».

«В соответствии с планами на этапе строительства космонавты будут находиться на станции по мере необходимости, – заявил руководитель программы. – После того, как станция будет достроена, [они] будут [работать] там на долгосрочной основе».

Станция «Тяньгун»

Как известно, китайская долговременная станция «Тяньгун» на первом этапе должна состоять из трех основных модулей – Базового блока «Тяньхэ» и двух исследовательских модулей «Вэньтянь» и «Мэнтянь» – и обслуживаться космическими кораблями двух типов – пилотируемыми «Шэньчжоу» и грузовыми «Тяньчжоу». Совместно со станцией будет эксплуатироваться космический телескоп «Сюньтянь» с апертурой 2 м (НК № 7, 2016).

Вплоть до апреля 2017 г. китайские специалисты подтверждали объявленные ранее планы запуска Базового блока в 2018 г. Более того, 2 марта руководитель Научно-технического комитета Китайской корпорации космической науки и техники CASC Бао Вэйминь (包为民) заявил, что сборка модуля «Тяньхэ» завершена и в настоящее время он проходит испытания. Теперь же запуск Базового блока отложен на год с сохранением директивной даты завершения сборки орбитального комплекса первого этапа.

График полетов по программе «Тяньгун» официально не опубликован, за исключением трех первых стартов. 7 марта в интервью газете «Кэцзи жибао» главный конструктор пилотируемых кораблей Чжан Байнань (张柏楠) заявил: «После завершения испыта-

ний Базового блока космической станции будет запущен грузовой космический корабль «Тяньчжоу-2», чтобы обеспечить снабжение [этого модуля]. После того, как снабжение будет обеспечено, стартует пилотируемый космический корабль «Шэньчжоу-12».

Сообщалось также, что для завершения строительства станции потребуется более десяти запусков. Кроме того, по случаю первого старта «Тяньчжоу» административный руководитель по РН CZ-7 Ван Сюэцзюнь (王小军) заявил, что после сборки станции такие корабли будут отправляться к ней один-два раза в год.

В неофициальном графике пусков, который опубликован на китайском сайте chinaspacelflight.com, фигурирует 12 стартов на протяжении 2019–2022 гг. (см. таблицу).

Перспективный корабль

7 марта в уже упомянутом интервью Чжан Байнань заявил, что Китай ведет разработку пилотируемого космического корабля нового поколения, который будет способен доставить на Луну до четырех астронавтов. Чжан сообщил, что перспективный корабль создается на уровне зарубежных разработок с возможностью многоразового использования и должен быть введен в строй одновременно с конкурентами.

«Иностранные пилотируемые космические корабли нового поколения могут доставить на околоземную орбиту максимум шесть астронавтов и [обеспечить доставку] на поверхность Луны трех-четырех человек. Мы намерены добиться такого же уровня

Предполагаемый график пусков по программе космической станции КНР				
Год	Носитель	Космодром	Объект	Примечание
2019	CZ-5B	Вэньчан	Тяньхэ-1	Базовый блок
	CZ-7	Вэньчан	Тяньчжоу-2	Грузовой корабль
	CZ-2F	Цзюцюань	Шэньчжоу-12	Пилотируемый корабль
	CZ-7	Вэньчан	Тяньчжоу-3	
2020	CZ-2F	Цзюцюань	Шэньчжоу-13	
	CZ-5B	Вэньчан	Вэньтянь	Исследовательский модуль
2021	CZ-5B	Вэньчан	Мэнтянь	Исследовательский модуль
	CZ-7	Вэньчан	Тяньчжоу-4	
	CZ-2F	Цзюцюань	Шэньчжоу-14	
	CZ-7	Вэньчан	Тяньчжоу-5	
2022	CZ-2F	Цзюцюань	Шэньчжоу-15	
	CZ-5B	Вэньчан	Сюньтянь	Космический телескоп

◀ Идет сборка стыковочного отсека Базового блока «Тяньхэ-1»

или превзойти его», – заявил главный конструктор.

CAST начала проработку проекта нового корабля в июне 2013 г. На основании представленных материалов в октябре 2014 г. Госсовет КНР утвердил план экспериментальных работ. В рамках этого плана были выполнены сброс масштабной модели с использованием запасной парашютной системы корабля «Шэньчжоу-10», а в ноябре 2015 г. – испытания трехкупольной парашютной системы с грузом-имитатором полной посадочной массы.

Чжан Байнань напомнил, что в первом пуске CZ-7 в июне 2016 г. масштабная копия возвращаемого аппарата нового корабля была доставлена на орбиту и успешно возвращена на Землю. «Мы получили полный комплект экспериментальных данных и сделали предварительную оценку», – сказал он.

Чжан сообщил, что проект китайского корабля все еще не утвержден к полномасштабной реализации, и добавил, что уже достигнутые результаты должны получить справедливую компенсацию. «Если бы мы ждали формального утверждения проекта и лишь затем взялись бы за разработку, мы бы оказались отстающими в яростном международном соревновании, – сказал он. – Пришлось работать на опережение».

Если верить графику на chinaspacelflight.com, испытательный орбитальный пуск корабля нового поколения запланирован на 2018 г. на ракете CZ-5B, а в 2020 г. может состояться первый штатный полет с выведением на ракете CZ-7. Такой график вызывает множество вопросов, на которые пока нет ответа. Можно лишь предполагать, что в 2018 г. будет испытываться корабль в 20-тонной «лунной» конфигурации – разумеется, в беспилотном варианте, но с выполнением маневров, имитирующих полет к Луне и возвращение на Землю. Что же касается 2020 года, то на CZ-7 «ложится» лишь конфигурация корабля для околоземных полетов с меньшим по размерам служебным модулем. Запуск его в пилотируемом варианте выглядит маловероятным, но исключить это невозможно.

Новый набор космонавтов

4 марта главный конструктор пилотируемой программы Китая Чжоу Цзяньпин объявил, что Китай в ближайшее время приступит к отбору новых космонавтов и их обучению.

По словам Чжоу, в будущем китайская космическая станция сможет обеспечить долговременный полет как отдельного экипажа, так и нескольких экипажей. В этой связи возлагаемые на космонавтов задачи станут сложнее. «Поэтому возникла необходимость расширить отряд китайских космонавтов и их типы. Если раньше в космос отправлялись только пилоты, то в дальнейшем космонавтами смогут стать техники и научные сотрудники», – сказал он.

По информации Китайского центра космонавтов, в стране уже очертили общий план третьего набора, который начнется в 2017 г. Кроме летчиков ВВС, в Китае планируют набрать космонавтов из инженеров и ученых в области аэрокосмической техники и космической науки.

Назначены новые экипажи МКС

21 апреля 2017 г. Межведомственная комиссия (МВК) утвердила очередных российских космонавтов в качестве командиров кораблей «Союз МС» для экспедиций на МКС.

Антон Шкаплеров был назначен командиром «Союза МС-07» вместо Александра Скворцова. Дело в том, что несколько месяцев назад Скворцов получил серьезную травму глаза во время игры в бадминтон. Зрение у Александра восстанавливается медленно, и поэтому Главная медицинская комиссия (ГМК) 14 марта 2017 г. признала его временно не годным к подготовке в составе экипажа. Фактически Шкаплеров заменил Скворцова на следующий день после ГМК – 15 марта.

До этого Антон Шкаплеров состоял в экипаже «Союза МС-09» и уже приступил к подготовке вместе с Александром Герстом и Джанетт Эппс. МВК приняла решение заменить Шкаплерова в этом экипаже Сергеем Проконьевым. Командиром ТК «Союз МС-08» назначен Олег Артемьев.

Кроме того, МВК в предварительном порядке одобрила назначение еще двух космонавтов: Алексея Овчинина – командиром ТК «Союз МС-10» и Олега Кононенко – командиром ТК «Союз МС-11». Окончательно они будут утверждены через несколько месяцев после прохождения ими медкомиссии и получения допуска ГМК.

Партнеры по МКС также в течение некоторого периода назначили своих космонавтов, и часть из них уже находится на подготовке. В частности, космонавт NASA Эндрю

▼ Норисигэ Канаи и Марк Ванде Хай



Экспедиции на МКС
(по состоянию на 30 апреля 2017 г.)

Экипаж МКС	Корабль Дата старта Дата посадки	Должность в экипаже МКС	Основной экипаж	Дублирующий экипаж
52/53	Союз МС-05 28.07.2017 14.12.2017	БИ-4 БИ-5 КЗ-53 БИ-6	Сергей Рязанский Рэндольф Брезник Паоло Несполи (Италия)	Александр Мисуркин Марк Ванде Хай Норисигэ Канаи (Япония)
53/54	Союз МС-06 13.09.2017 23.02.2018	БИ-1 КЗ-54 БИ-2 БИ-3	Александр Мисуркин Марк Ванде Хай Джозеф Акаба	Антон Шкаплеров Скотт Тингл Шеннон Уолкер
54/55	Союз МС-07 27.12.2017 ...05.2018	БИ-4 КЗ-55 БИ-6 БИ-6	Антон Шкаплеров Скотт Тингл Норисигэ Канаи (Япония)	Сергей Проконьев Александр Герст (ФРГ) Джанетт Эппс
55/56	Союз МС-08 14.03.2018 ...09.2018	БИ-1 БИ-2 КЗ-56 БИ-3	Олег Артемьев Эндрю Фейстел Ричард Арнольд	Алексей Овчинин ??? Тайлер Хейг
56/57	Союз МС-09 30.05.2018 ...11.2018	БИ-4 БИ-5 КЗ-57 БИ-6	Сергей Проконьев Александр Герст (ФРГ) Джанетт Эппс	Олег Кононенко Давид Сен-Жак (Канада) Серена Ауньон-Ченселлор
57/58	Союз МС-10 30.09.2018 ...03.2019	БИ-1 КЗ-58 БИ-2 БИ-3	Алексей Овчинин ??? Тайлер Хейг	космонавт РФ ??? астронавт NASA
58/59	Союз МС-11 30.11.2018 ...05.2019	БИ-4 КЗ-59 БИ-5 БИ-6	Олег Кононенко Давид Сен-Жак (Канада) Серена Ауньон-Ченселлор	космонавт РФ Лука Пармитано (Италия) астронавт NASA

В экипажах первым указан командир ТК «Союз МС», на втором месте – бортинженер-1 корабля (левое кресло), а на третьем – бортинженер-2 (правое кресло).
В дублирующих экипажах командиры экспедиций не назначаются.
БИ – бортинженер экспедиции МКС КЗ – командир экспедиции МКС

С. Шамсутдинов. «Новости космонавтики»

О космонавтах

Фейстел готовится в качестве бортинженера-1 ТК «Союз МС-08», канадский астронавт Давид Сен-Жак – бортинженером-1 ТК «Союз МС-11», а Александр Герст (ЕКА, ФРГ) и Джанетт Эппс (NASA) тренируются в составе экипажа «Союза МС-09».

16 января 2017 г. на подготовку в ЦПК имени Ю.А. Гагарина прибыли еще два астронавта NASA. Тайлер Хейг начал готовиться в качестве бортинженера-2 ТК «Союз МС-10», а Серена Ауньон-Ченселлор – бортинженером-2 «Союза МС-11». В конце января астронавты участвовали в тренировках по выживанию в зимнем лесу.



▲ Давид Сен-Жак, Олег Кононенко и Серена Ауньён-Чэнселлор на тренировках по выживанию

28 марта 2017 г. NASA объявило о назначении в экипажи МКС еще троих астронавтов. Джозеф Акаба приступил к подготовке в качестве бортинженера-2 ТК «Союз МС-06», а Шеннон Уолкер стала его дублером. 13 марта 2017 г., еще до официального объявления, оба астронавта прибыли в ЦПК, еще до официального объявления. 17 апреля 2017 г. в Звездном городке к тренировкам приступил Ричард Арнольд – будущий бортинженер-2 «Союза МС-08».

16 мая 2017 г. в ЦПК имени Ю.А. Гагарина начал подготовку европейский астронавт Лука Пармитано (Италия) в качестве дублера канадца Давида Сен-Жака. Итальянец, скорее всего, будет включен в основную экспедицию «Союза МС-13» со стартом во второй половине 2019 г.

Как видно из таблицы, экипажи МКС на 2017–2018 гг. полностью укомплектованы. Вакантным осталось только место бортинженера-1 ТК «Союз МС-10». Ранее предполагалось, что его займет российский космонавт (по неофициальной информации, Николай Тихонов). С сентября 2018 г. планировалось вновь увеличить экипаж российского сегмента МКС до трех человек с целью проведения на борту российского модуля МЛМ «Наука», запуск которого намечался на первую половину 2018 г. Однако сейчас дата старта МЛМ не определена, поэтому назначение российского бортинженера в экипаж «Союза МС-10» также пока отложено. МВК примет решение по этому вопросу позднее.



▲ Астронавт Джанетт Эппс

Геннадий Падалка покинул отряд космонавтов

28 апреля 2017 г. приказом начальника ЦПК Геннадий Иванович Падалка освобожден от должности инструктора-космонавта-испытателя 1-го класса и уволен из ЦПК по собственному желанию.

Геннадий родился 21 июня 1958 г. в городе Краснодар, РСФСР. В 1979 г. окончил Ейское ВВАУЛ, в 2007 г. – Российскую академию госслужбы при Президенте РФ.

Геннадий Падалка состоял в отряде космонавтов ЦПК 28 лет (с 22 апреля 1989 г.). Совершил пять космических полетов, установив мировой рекорд по суммарному времени пребывания в космосе (более 878 суток).

Первый полет – с 13 августа 1998 г. по 28 февраля 1999 г. командиром ТК «Союз ТМ-28» и ОК «Мир» по программе 26-й экспедиции. Второй – с 19 апреля по 24 октября 2004 г. командиром ТК «Союз ТМА-4» и МКС по программе 9-й экспедиции. Третий – с 26 марта по 11 октября 2009 г. командиром ТК «Союз ТМА-14» и МКС по программе 19/20-й экспедиции. Четвертый полет совершил с 15 мая по 17 сентября 2012 г. командиром ТК «Союз ТМА-04М» и МКС-32, бортинженером МКС-31. пятый – с 27 марта по 12 сентября 2015 г. командиром ТК «Союз ТМА-16М» и МКС-44, бортинженером МКС-43.

Летчик-космонавт РФ полковник запаса Геннадий Иванович Падалка награжден медалью «Золотая Звезда» Героя Российской Федерации, орденами «За заслуги перед Отечеством» IV, III и II степени, медалями Вооруженных Сил РФ, а также бельгийским орденом Короны степени Командора и двумя медалями NASA. Является лауреатом премии Правительства РФ в области науки и техники.



И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»

Подготовка запусков Dragon-2 и Starliner:

«тяжелая ноша и овраги, про которые забыли...»

В начале апреля в рамках стандартной серии обзоров Консультативного совета NAC (NASA Advisory Council) обновилась информация о ходе реализации многоэтапной программы CCP (Commercial Crew Program) по разработке частных пилотируемых кораблей для доставки астронавтов на МКС, реализуемой в рамках Управления коммерческих программ доставки грузов и экипажа C3PO (Commercial Crew & Cargo Program Office).

Проблемы и препятствия

Руководитель программы CCP Кэти Людерс (Kathy Lueders) отметила, что, хотя сроки работы ограничены, оба официальных участника работ – компании SpaceX и Boeing – движутся по пути к запланированным демонстрационным пилотируемым полетам кораблей. В то же время она признала задержки и предположила, что сертифицировать корабли к концу 2018 г. будет затруднительно.

В настоящее время планы предусматривают демонстрационный полет корабля Crew Dragon (Dragon-2) фирмы SpaceX с экипажем в мае, а корабля CST-100 Starliner компании Boeing – в августе 2018 г. На вопрос о точных датах запусков г-жа Людерс ответила: «Думаю, многие вещи должны идти своим чередом... Достичь этих дат [участникам разработки] довольно трудно, но не невозможно... У провайдеров есть план, который ориентирован на пилотируемые демонстрационные полеты в следующем году. Пожалуй, гораздо сложнее сказать что-то определенное по поводу контрактных миссий*».

Руководитель CCP также отметила, что график работ не предусматривает больших запасов по срокам и его очень сложно соблюсти. «У нас просто много работы, но [оба провайдера] хотели бы начать полеты как можно скорее. Полагаю, самая большая проблема – это совершать полеты, когда все будет готово, и работать по намеченной программе», – высказала Людерс свое мнение.

* Будут проводиться после сертификации кораблей по контрактам на коммерческую доставку экипажей и оказание услуг по эвакуации с МКС, которые NASA имеет с SpaceX и Boeing.

Проблемы, с которыми сталкиваются в работе Boeing и SpaceX, не помешали NASA в декабре 2016 г. выдать по три-шесть контрактных миссий каждому провайдеру будущих услуг. «Для нас это важно: мы хотим, чтобы оба провайдера поняли, что самое лучшее для них – надежно выполнить все части контракта. [Выдача контрактов на полеты] дает некоторую уверенность в достижении этого», – считает г-жа Людерс. Она добавила, что специфические требования на каждый полет все равно выдаются NASA, и агентство продолжает работать как со SpaceX, так и с Boeing, чтобы «получить ключевые сертификационные продукты у поставщиков».

Кэти Людерс коснулась вопроса лицензирования коммерческих полетов: до их начала все провайдеры должны получить лицензии Федеральной авиационной администрации FAA (Federal Aviation Administration). «Мы работаем по новому способу прохождения данного этапа – это будет первая пилотируемая миссия, по которой будет получена лицензия FAA», – уточнила она.

Создана также руководящая группа по запуску и возвращению экипажей, в которую входят представители FAA, ВВС США, Восточного полигона и NASA. Совместная работа специалистов должна обеспечить рабочую площадку для обмена мнениями всех заинтересованных агентств при создании руководящих принципов и стратегии в новом подходе к операциям по запуску и возвращению пилотируемых космических кораблей.

По мнению руководства NASA, ключевым фактором выполнения пилотируемых

полетов является снижение потенциального риска и определение базовых показателей безопасности, чтобы принципиально избежать аварийной ситуации, сопряженной с потерей экипажа LOC (Loss Of Crew). С самого начала инициативы CCP NASA установило базовое требование: все поставщики коммерческих запусков должны отвечать критерию LOC на уровне 1:270, что означает вероятность гибели экипажа не более чем в одном случае из 270 полетов.

Анализ данных показывает, что в настоящее время ни Boeing, ни SpaceX не дотягивают до этого уровня безопасности. Кэти Людерс заявила, что NASA и компании упорно работают над тем, чтобы ликвидировать разрыв, параллельно пытаясь понять, возможно ли достичь результата в соответствии с существующими контрактами и требованиями. «Добраться до показателя LOC 1:270 реально тяжело, но мы еще не сдались», – прокомментировала она.

Напомним: к концу полетов по программе Space Shuttle система имела показатель LOC, равный 1:65. Для следующего поколения пилотируемых систем NASA установило первоначальное контрольное значение равным 1:650, то есть вдесятеро лучше, чем у шаттлов. Однако уже вскоре выяснилась нереальность такого требования, и контрольный показатель был скорректирован до нынешнего уровня 1:270. Правда, уже после установления этого требования были введены жесткие поправки к повреждениям кораблей на орбите от «космического мусора» MMOD (Micro Meteoroid Orbiting Debris), которые затрудняют соблюдение коэффициента 1:270.

Г-жа Людерс отметила, что провайдером было предложено облегчить требования по LOC до 1:200, но даже это оказалось непростой задачей: «Они все еще обновляют защиту от MMOD и работают в нескольких критически важных областях, включая средства управления. Лишь после того, как будут решены эти задачи, можно будет говорить об окончательном прогнозе LOC».

Прогресс и достижения

Согласно сопроводительной презентации по программе ССР для NAC, компания Boeing завершила критическую зачатку проекта CDR (Critical Design Review) аварийно-спасательного скафандра экипажа на этапах выведения и возвращения, а также основного теплозащитного экрана корабля CST-100 Starliner.

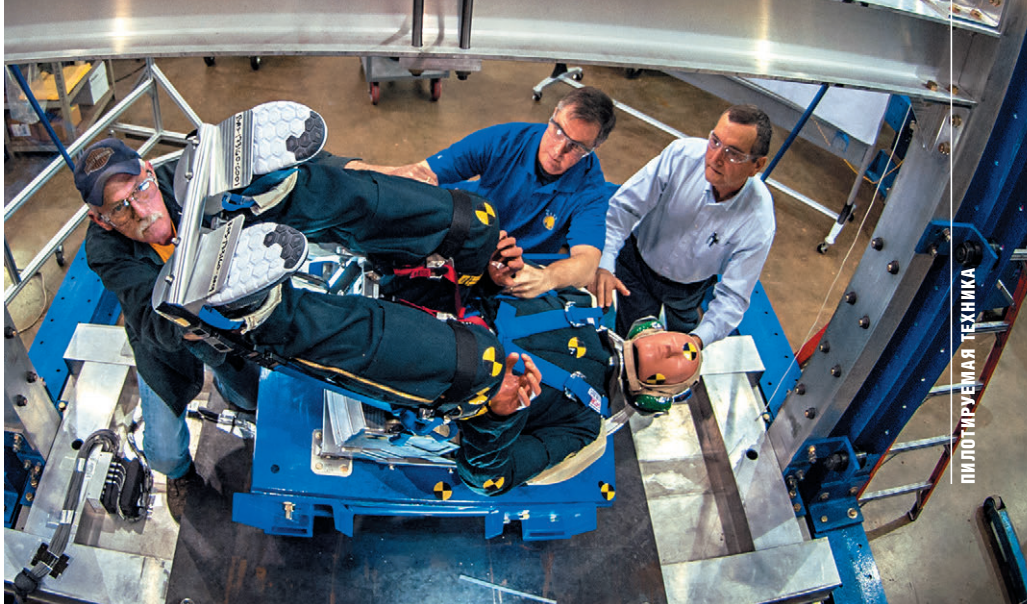
Успешно закончились продувки в аэродинамической трубе обтекателя (юбки) переходного адаптера, которым космический корабль сопрягается с ракетой-носителем. В Космическом центре имени Джонсона прошли проверки стыковочного механизма. Успехом завершились испытания системы раскрытия парашютов при сбросе с вертолета. Были проведены огневые испытания двигателей системы аварийного спасения с новыми топливными клапанами, завершена приемка и огневые стендовые испытания двигателя RL10, а также качественные тесты надувных амортизаторов системы мягкой посадки в Исследовательском центре имени Лэнгли.

Кроме того, выпущен релиз версии 8.0 программного обеспечения управления полетом, за что Кэти Людерс особо похвалила Boeing, заявив: «Это одна из немногих программ на моей памяти, где выпуск программного обеспечения реально опережает изготовление "железа"».

В конце 2016 г. в Хантингтон-Бич (Калифорния) прошла проверка на герметичность макета корабля для статических испытаний. В корпусе СЗРФ на мысе Канаверал ведется сборка летных экземпляров корабля №1 и №2, закупаются также комплектующие для изготовления изделия №3. «Таким образом, в работе много оборудования, – заметила г-жа Людерс. – Но нам важно соответствовать графику».

Есть прогресс и у другого участника программы – SpaceX. Компания защитила конструкцию двигательного отсека пилотируемого варианта корабля Dragon 2. В 4-м квартале 2016 г. закончилось тестирование системы кондиционирования и обеспечения жизнедеятельности ECLSS

▼ Корпус корабля Dragon V2, вид изнутри



▲ Манекен поможет оценить нагрузки на человека на этапе посадки корабля CST-100 Starliner

(Environmental Control and Life Support System) и скафандров. Идут испытания парашютных систем и сборка четырех командных модулей корабля Dragon 2.

В настоящее время компания SpaceX изготавливает модуль для проведения сертификации, модули DM-1 и DM-2 для демонстрационных полетов, а также модуль для испытаний ECLSS. На сертификационном модуле проходят конструкционные испытания, а на модуле DM-1 идет интеграция оборудования в приборно-агрегатном отсеке, завершить которую планируется во 2-м квартале текущего года. Модуль ECLSS прошел тест с экипажем из четырех человек, а модуль DM-2 должен быть готов во 2-м квартале.

Что касается наземной инфраструктуры, SpaceX защитила работы по стреле доступа экипажа и по «белой комнате» на стартовом комплексе, а также по модернизации площадки LC-39A, в том числе по монтажу систем подачи жидкостей, кондиционирования воздуха, аварийного покидания и модернизации гидравлических систем. Осенью 2016 г. состоялась демонстрация аварийного покидания корабля экипажем в рамках Обзора операционной готовности пускового сегмента (Launch Segment Operational Readiness Review).

По ракете Falcon 9 выполнены защиты проектов двигателей Merlin 1D и Merlin VAC первой и второй ступеней и продолжается модернизация носителя до версии Block V.

Назначение экипажей для коммерческих пилотируемых полетов может состояться уже этим летом. 6 апреля астронавт Роберт Бенкен (Robert Behnken)* сказал, что это позволит астронавтам специализироваться на одном корабле, тогда как до сих пор они тре-

нировались как на тренажере Starliner, так и на Dragon-2. «Думаю, это будет примерно за год или около того до полета, – предположил он. – Если графики будут соблюдены, этим летом можно будет увидеть, кого выбрали для полетов».

Боб Бенкен входит в квартет ветеранов-астронавтов, отобранных NASA в июле 2015 г. для подготовки к полетам на обоих кораблях. Вместе с ним подготовку проходят Эрик Боу (Eric Boe), Дуглас Хёрли (Douglas Hurley) и Сунита Уильямс (Sunita Williams). По крайней мере трое из четырех будут назначены на испытательные полеты. SpaceX планирует привлечь для пилотируемого полета Dragon 2 двух астронавтов NASA, а Boeing составит пару из астронавта NASA и летчика-испытателя Boeing, который пока не выбран. Инсайдеры в отрасли дружно предполагают, что последним станет Крис Фергюсон (Chris Ferguson), бывший астронавт NASA, являющийся ныне директором Boeing по экипажам и операциям программы Starliner.

По словам Бенкена, в отличие от программы Space Shuttle, где астронавты обучались либо как пилоты, либо как специалисты полета, для кораблей Dragon 2 и Starliner изначально не было никаких планов по выделению группы пилотов-астронавтов. «Мы хотим добиться того, что, когда будет нужен член экипажа для конкретной работы на корабле Boeing или SpaceX, можно будет выбрать любого из отряда астронавтов».

Все четыре астронавта работают вместе, формируя совместные замечания, прежде чем давать конкретные рекомендации компаниям по изменению кораблей. По словам Бенкена, он хотел бы избежать ситуации, подобной той, что произошла с проектом Gemini в 1960-х годах. Тогда астронавт Вирджил «Гас» Гриссом (Gus Grissom) сыграл настолько важную роль в разработке, что созданному космическому кораблю другие астронавты дали прозвище Gusbobile.

«Мы намерены быть немного осторожнее: желательно создать такой корабль, который бы лучше соответствовал представлениям всего отдела [астронавтов], а не только моим, – сказал он. – Не хотелось бы, чтобы мое имя проклинали всю оставшуюся жизнь CST-100 только потому, что я согласился на что-то».

* Бывший начальник Отдела астронавтов Космического центра имени Джонсона.



И. Лисов.
«Новости космонавтики»

12 апреля в 19:04:04.113 по пекинскому времени (11:04:04 UTC) со стартового комплекса №2 Центра космических запусков Сичан был произведен пуск РН «Чанчжэн-3В» (CZ-3В/Е №У43), в результате которого экспериментальный широкополосный телекоммуникационный спутник «Шицзянь-13» был выведен на геопереходную орбиту суперсинхронного типа с параметрами:

- наклонение – 20.99°;
- минимальная высота – 215 км;
- максимальная высота – 41762 км;
- период обращения – 748.1 мин;

Это был 246-й пуск РН семейства «Чанчжэн» («Великий поход») и 262-й пуск в истории китайских носителей вообще. Внутреннее обозначение пуска было «операция 07-77». В каталоге Стратегического командования США «Шицзянь-13» получил номер 42662 и международное обозначение 2017-018А.

Экспериментальный широкополосный

«Шицзянь-13» разработан и изготовлен Китайской исследовательской академией космической техники CAST в составе Китайской корпорации космической науки и техники CASC по заказу Главного управления оборонной науки, техники и промышленности (ГУОНТП). Этот революционный для Китая аппарат имеет два названия, отражающих два основных направления его использования.

Имя, данное спутнику при запуске, – «Шицзянь-13» (实践十三号, Shijian 13) – в переводе означает «Практика» и указывает на экспериментальный характер самого спутника и значительной части бортовых систем и приборов. Рабочее имя, которое будет использоваться по завершении орбитальных испытаний, – «Чжунсин-16» (中星十六号, для англоязычной аудитории –

Тринадцатый «Шицзянь», шестнадцатый «Чжунсин»

ChinaSat 16). Под этим названием он будет эксплуатироваться китайским оператором спутниковой связи «Чжунго вэйтун цзитуань юсянь гунсы» (中国卫通集团有限公司), более известным как China Satcom.

«Чжунсин-16» является первым в Китае геостационарным широкополосным мультимедийным телекоммуникационным спутником Ka-диапазона с высокой пропускной способностью. Его основное назначение – охват высокоскоростным интернетом наиболее населенных провинций Китая, а также прилегающего морского пространства. Ввод в строй данного КА обеспечит трансляцию нескольких десятков телеканалов высокой четкости (вплоть до 4К) и постоянный доступ в Сеть жителям населенных пунктов в слабо-развитых районах в зоне его обслуживания, а также пассажирам кораблей, самолетов и высокоскоростных поездов. «Чжунсин-16» будет также использоваться для создания корпоративных сетей, дистанционного образования и медицины, научных исследований, а также для связи и управления в условиях стихийных бедствий.

Аппарат оснащен ретрансляционным комплексом с многолучевыми антеннами Ka-диапазона собственной разработки Сианьского отделения CAST, который обеспечивает формирование 26 индивидуальных лучей с шириной полосы пропускания по 400 МГц. Их зоны видимости покрывают наиболее населенные южные и восточные районы Китая и прилегающие морские районы на удалении до 100 км от берега, а также изолированный участок вокруг Лхасы. Остальная часть Тибета, Синьцзян-Уйгурский автономный район и провинции Северо-Восточного Китая спутником не охвачены. В пределах 25 зон сплошного покрытия обеспечивается «бесшовный» доступ для транспортных средств, пересекающих границы отдельных лучей.

Заявленная пропускная способность КА составляет 20 Гбит/с, что превышает суммарную пропускную способность всех существующих китайских телекоммуникационных КА и в восемь раз больше, чем у предыдущего «рекордсмена».

Стартовая масса спутника близка к 4600 кг, мощность системы электропитания – 7800 Вт. Система управления обеспечивает ориентацию КА на Землю с точностью $\pm 0.06^\circ$ по тангажу и крену и $\pm 0.2^\circ$ по рысканью. Точность удержания аппарата в точке стояния составляет $\pm 0.05^\circ$ по долготе и широте. Расчетный срок службы КА – 15 лет.

В китайских источниках подчеркивается, что впервые при создании в Китае геостационарного КА с 15-летним сроком активного существования использованы 100% собственных компонентов, и существовавшая в этой области зависимость ликвидирована.

Экспериментальными компонентами КА являются:

- ◆ Платформа DFH-3В;
- ◆ Система коррекции орбиты в направлении «север–юг» с использованием электрореактивных двигателей LIPS-200;

◆ Комплекс лазерной связи для отработки технологии двухсторонней оптической коммуникации между Землей и спутником на геостационарной орбите.

DFH-3В является глубоко модернизированным вариантом средней платформы DFH-3, применявшейся на китайских геостационарных КА с 1994 г. Она использует интегрированную электронику нового поколения, основанную на радиационно-стойких интегральных схемах китайского производства. В системе электропитания использовались ранее никель-металлогидридные аккумуляторные батареи заменены на вдвое более легкие литий-ионные. Усовершенствованы система терморегулирования и средства обнаружения аварийных ситуаций и выхода из них. Для довыведения на геостационар используется модернизированный ЖРД тягой 490 Н, разработанный 801-м институтом. Это 14-й КА, на котором он установлен.

Масса служебного модуля DFH-3В составляет около 50% от массы популярной платформы DFH-4, а доля полезной нагрузки в общей массе спутника достигла максимального значения.

Наблюдатели обратили внимание на необычное для китайских геостационарных КА время запуска – около 19:00 по пекинскому. До сих пор подобные КА почти всегда запускались ночью, между 23:00 и 01:00, так как именно при таких условиях после отделения от последней ступени носителя гарантировался наиболее длительный период солнечного освещения. Для платформы DFH-3В это требование удалось снять, так что пуск можно планировать на дневное и вечернее время.

Бортовая электрореактивная двигательная установка (ЭРДУ) создана в Ланьчжоуском институте космической техники и физики («510-й институт») и предназначена для коррекции наклона КА. В ее состав входят четыре ионных двигателя LIPS-200, четыре блока контроля расхода, два бака хранения рабочего тела (около 100 кг ксенона) и два дублированных блока электропитания. Для приведения в точку стояния и коррекции по широте используются обычные ЖРД малой тяги.

Отмечается, что для коррекции наклона КА в течение 15 лет потребуется лишь около 90 кг ксенона, в то время как при использовании обычных ЖРД расход топлива составил бы примерно 675 кг. Использование LIPS-200 позволяет не только сократить массу заправки на 400–500 кг, но и уменьшить объем и массу топливных баков. Вместе с усовершенствованием бортового радиоэлектронного оборудования это позволило снизить массу спутника «Шицзянь-13» почти на 1000 кг по сравнению с массой аналогичного КА на стандартной платформе DFH-4 при увеличении массы полезной нагрузки на 40%.

Бортовой комплекс лазерной связи является разработкой Харбинского технологического института и имеет максимальную пропускную способность 2.4 Гбит/с. Другой информации о нем не найдено.

Проект «Шицзянь-13» включает шесть стандартных составляющих – спутник, ракету-носитель, технический и стартовый комплекс, средства мониторинга и управления, систему управления и экспериментальную прикладную систему. За две последние отвечает China Satcom.

Главным конструктором проекта в целом является Лю Фан (刘方). Главнокомандующий спутника «Шицзянь-13» – директор Отделения телекоммуникационных спутников CAST Чжоу Чжичэн (周志成, Zhou Zhicheng), а главный конструктор – главный конструктор указанного отделения Ли Фэн (李峰).

Система «Шицзянь-13» включает космический сегмент (спутник), наземный сегмент (станции сопряжения в районе Пекина, Чэнду и Каши) и пользовательский сегмент (терминалы). Благодаря использованию Ka-диапазона пользовательские терминалы не требуют большой антенны и могут быть сделаны компактными. Такой терминал может быть быстро развернут и применен в зоне стихийного бедствия, где другие средства связи не работают, обеспечивая телефонную связь и передачу данных и видеoinформации. Его могут также использовать туристы и другие лица, находящиеся в зоне отсутствия сотовой связи.

В настоящее время специалисты CAST ведут разработку переносных малогабаритных терминалов с пропускной способностью 150 и 12 Мбит/с, а также авиационных, автомобильных и морских средств широкополосной связи. Утверждается, что их подключение и использование будет столь же простым, как и подключение сотового телефона к wifi-сети.

По сообщению CAST, «Шицзянь-13» был успешно доведен на геостационарную орбиту и 19 апреля в 15:30 пекинского времени стабилизирован в позиции 110.5° в.д. В этой же позиции с августа 2011 г. размещен KA ChinaSat-10, который также обеспечивает широкополосные услуги с использованием 16 транспондеров диапазона Ku мощностью по 150 Вт.

Как заявил в день запуска заместитель директора Отделения системных проектов ГУОНП Чжао Цзянь (赵坚, Zhao Jian), тестирование бортовых и наземных средств займет определенное время, и спутниковое вещание и интернет на самолетах и поездах будут внедрены примерно через три года.

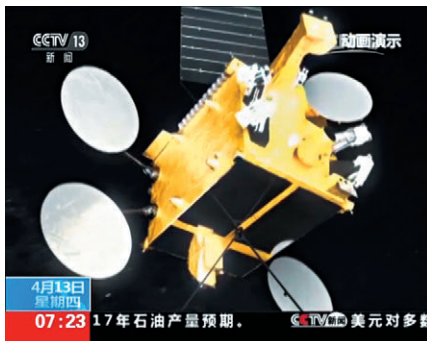
К 2020 г. China Satcom планирует освоить Q- и V-диапазоны и лазерную связь, ввести в строй еще более производительные спутники и получить на территории Китая и Азиатско-Тихоокеанского региона суммарную пропускную способность около

В настоящее время Китай эксплуатирует спутниковую группировку из 16 гражданских КА с 273 транспондерами, обеспечивающую фиксированную и мобильную связь, ретрансляцию данных, телевещание (в КНР уже свыше 70 млн абонентов услуг непосредственного телевещания) и другие услуги. Наземная инфраструктура системы включает объекты в Пекине, Гонконге и Каши. Дополнительные телепорты на о-ве Шри-Ланка и в Европе обеспечивают связь со странами Южной Азии, Африки, Европы и Америки, образуя начальную форму глобальной системы связи.

200 Гбит/с. Это позволит реализовать стратегию «Широкополосный Китай» и обеспечить широкополосный доступ вдоль Экономического пояса Шелкового пути и Морского Шелкового пути XXI века.

Первым представителем спутников нового поколения должен стать «Шицзянь-18», запуск которого намечен на июнь 2017 г. носителем CZ-5 с космодрома Вэньчан. Этот первый аппарат на платформе DFH-5 оснащается ретрансляционным комплексом с пропускной способностью свыше 100 Гбит/с.

По словам президента Сианьского отделения CAST Ли Цюня (李军), спутники на платформе DFH-5 смогут обеспечить пропускную способность от 150 до 1000 Гбит/с и выйдут на уровень существующих (Ka-Sat – 90 Гбит/с, ViaSat 1 – 140 Гбит/с, EchoStar 19 – 180 Гбит/с) и перспективных зарубежных аналогов.



Два в одном

Хотя названия проектов «Шицзянь-13» и «Чжунсин-16» известны уже несколько лет, вплоть до февраля 2017 г. нигде официально не сообщалось, что речь идет об одном и том же КА.

В китайских публикациях 2011–2012 гг. прослеживаются попытки описать облик перспективного широкополосного спутника с высокой пропускной способностью. Так, в июне 2011 г. группа авторов из CAST предлагала спутниковую систему Ka-диапазона на базе платформы DFH-4 со стартовой массой 5200–5400 кг при массе полезной нагрузки 550 кг и энергопотреблении 8 кВт, при этом скорость передачи на пользовательский терминал не превышала 10 Мбит/с. В апреле 2012 г. мы видим облик, более близкий к реализованному: средняя платформа, мощность не менее 4 кВт, пропускная способность 10 Гбит/с, срок активного существования 12 лет.

В январе 2013 г. было объявлено о начале проектно-конструкторских работ по мультимедийному спутнику Ka-диапазона, а в публикации China Satcom за апрель 2014 г. его назвали «Чжунсин-16». Было объявлено, что спутник с 26 лучами Ka-диапазона будет запущен на ракете CZ-3В в конце 2016 или начале 2017 г. для работы в точке 110.5° в.д.

Тем временем в декабре 2012 г. директор 510-го института Чжан Вэйвэнь (张伟文) объявил о планах оснащения ионными двигательными установками перспективных космических платформ DFH-3В, DFH-4, DFH-5 и DFH-7 (!). Годом позже, в публикации за декабрь 2013 г., было впервые названо имя первого экспериментального КА на платформе DFH-3В – «Шицзянь-13». В декабре 2014 г. заместитель главного

13 марта 2017 г. из Пекина на космодром Сичан одним эшелонном впервые были отправлены сразу две ракеты-носителя: CZ-3В № Y43 и CZ-2С № Y29. Комментируя это событие, пресс-служба Китайской исследовательской корпорации ракет-носителей CALT сообщила, что первая из них будет использована для запуска КА «Шицзянь-13», а вторая – для объединенных тренировок пускового расчета с экспедицией промышленности и последующего запуска.

Следует отметить, что ракеты типа CZ-2С запускались с Сичана всего три раза в 2003–2004 гг. Однако в ноябре 2016 г. было объявлено, что начиная с 2017 г. на Сичан будут последовательно переводить с Цзюцюаня и Тайюаня пуски PH CZ-2С, CZ-2D и серии CZ-4 со спутниками для работы на солнечно-синхронных и обычных низких орбитах.

Всего в течение 2017 г. с Сичана планируется запустить более 10 ракет семейства CZ-3А и типа CZ-2С, что превысит существующий годовой рекорд космодрома – девять космических стартов. Известно также, что в течение года планируются запуски шести китайских телекоммуникационных спутников – одного с Вэньчана и пяти с Сичана.

конструктора этого проекта Минь Чжаннин (闵长宁) заявил, что телекоммуникационный спутник «Шицзянь-13» будет запущен в 1-м квартале 2017 г.

Догадку о том, что «Шицзянь-13» и «Чжунсин-16» суть одно и то же, впервые высказал один из участников китайского космического форума на 9ifly.cn в ноябре 2015 г., однако его «не услышали». Когда в ноябре 2016 г. было объявлено о предстоящем в апреле запуске «Чжунсина-16», последовал немедленный уточняющий вопрос: «До «Шицзяня-13» или после?»

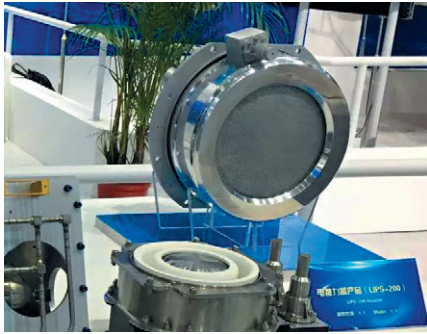
27 декабря в ведомственной газете «Чжунго хантянь бао» заместитель директора отделения телекоммуникационных спутников CAST Лян Цзунчун (梁宗闯) впервые описал «Чжунсин-16» как спутник на платформе DFH-3В с электрореактивной ДУ, и картина наконец-то «сфокусировалась». Но лишь 16 февраля в передаче китайского радио заместитель главного конструктора КА Ван Минь (王敏) сообщил, что после тестирования на орбите «Шицзянь-13» будет введен в эксплуатацию под именем «Чжунсин-16».

К истории разработки

Проработка платформы DFH-3В началась в CAST в 2010 г. на условиях самофинансирования. Первоначально он не предусматривал применения электрореактивных двигателей – эту возможность добавили позднее по мере совершенствования технологии.

В 2015 г. высказывалось предположение, что эта же платформа выступает под обозначением DFH-4S, являясь одновременно и «усиленным» вариантом DFH-3, и «облегченной» версией DFH-4. Однако «Шицзянь-13» официально описывается как первый спутник типа DFH-3В, при том что два аппарата типа DFH-4S уже запущены (HK № 1, 2016; № 1, 2017) и, кстати, не имели в своем составе электрореактивной ДУ.

Разработка электрореактивных двигателей в 510-м институте началась в 1974 г. В 1986 г. был создан ионный двигатель с диаметром выходного отверстия 80 мм и скоростью в качестве рабочего тела, который



▲ Макет ЭРД XIPS-200

был удостоен престижной премии за научно-технические достижения, но не нашел применения, причем по чисто бюрократическим причинам: на тот момент ионные двигатели не использовались в США, и с учетом этого обстоятельства руководящие органы КНР не согласились развернуть полномасштабную программу отработки и использования таких двигателей. Не был испытан в космосе и следующий двигатель 510-го института, теперь уже на ксеноне и с «соплом» диаметром 90 мм, разработанный в 1988–1993 гг.

Ситуация изменилась после запуска в 1997 г. американского КА PAS-5 на платформе HS-601HP с двумя ионными двигателями XIPS-13. В 1999 г. разработке китайских ионных двигателей был дан «зеленый свет». К 2004 г. в Ланьчжоу разработали прототип ионной установки с двигателями LIPS-200 на ксеноне диаметром 200 мм, а к 2007 г. успешно испытали ее в условиях, имитирующих космическую среду.

С 2007 г. в 510-м институте велась разработка бортовой подсистемы с ионными двигателями для экспериментального спутника «Шицзянь-9А» (SJ-9A). Кстати, при защите проекта на комиссии CAST в феврале 2009 г. впервые было упомянуто о том, что после квалификации SJ-9A она может получить применение на будущих высокоорбитальных КА.

Ионный двигатель LIPS-200 тягой 40 мН и удельным импульсом около 3000 сек характеризуется электропотреблением на уровне 900 Вт при эффективности 55%. «Шицзянь-9А» был оснащен двигательной установкой сухой массой 140 кг с четырьмя двигателями этого типа, четырьмя блоками контроля расхода, управляющим модулем и модулем хранения рабочего тела.

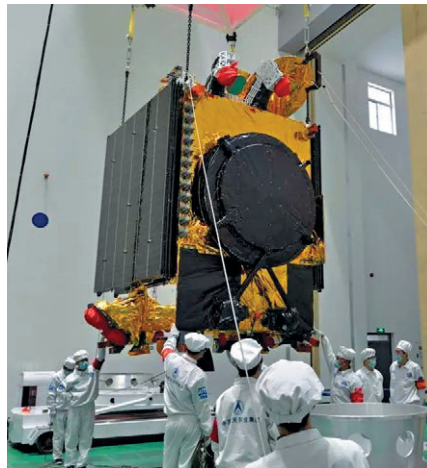
Аппарат был выведен на орбиту 14 октября 2012 г. (НК №12, 2012). В первом включении 7 ноября двигатель LIPS-200 стабильно проработал три минуты, а во втором – четыре. Всего же за 20 включений средняя высота орбиты увеличилась на 324 м. Испытания подтвердили пригодность ионной ДУ и ее совместимость с системами спутника, а также выявили некоторые различия в функционировании в космосе и в имитируемых космических условиях на Земле.

Этот успех немедленно привел к расширению масштаба работ. Набрал темп проект оснащения космической платформы DFH-3В ионной двигательной установкой, также имеющей в своем составе четыре LIPS-200. Разработка, испытания и изготовление летного образца этой ДУ заняли пять лет. Непосредственным руководителем работ был Лю Куйу (刘奎武), главным исполнителем была

лаборатория электрореактивных систем Чжан Тяньпина (张天平).

В течение 2013–2016 гг. были выполнены 168 тестов на подтверждение надежности системы в течение 15-летней эксплуатации. Общая продолжительность испытаний составила около 12 000 часов. Сначала на первой квалификационной модели был успешно проведен 400-часовой квалификационный тест двигателя, а 25 декабря 2013 г. в 510-м институте, в большой вакуумной камере TS-7 диаметром 3.8 м и высотой 10 м, на второй квалификационной модели двигателя LIPS-200 начался главный цикл испытаний на подтверждение полного 15-летнего ресурса.

Он был рассчитан на 11 000 часов работы (при возможности – до 15 000 часов) с 6000–8000 включениями и выключениями двигателей. В норме двигатели работали 2 часа подряд, после этого система на 30 минут выключалась. Один месячный этап включал 500 часов работы и 250 переключений. К 4 ноября 2014 г. удалось наработать 5000 часов, а 19 октября 2015 г. была пройдена отметка 10 000 часов с примерно 5000 переключениями. Успешные испытания на ресурс открыли установке путь в космос.



Добавим, что первое включение бортовой ЭРДУ КА «Шицзянь-13» в полете состоялось 20 апреля в 22:50 пекинского времени, была отмечена ее штатная работа со стабильными параметрами.

В декабре 2013 г. Чжан Вэйвэнь объявил, что после отработки ЭРДУ на DFH-3В будет создана «полностью электрическая» платформа DFH-4SP, аналогичная американской Boeing 702SP*. На ней все маневры довыведения КА на геостационарную орбиту и коррекции как по долготе, так и по широте будут реализовываться на ионных двигателях LIPS-300. Резкое сокращение бортовых запасов топлива, на которое приходится около 3000 кг из стартовой массы спутника порядка 5500 кг, позволит соответственным образом увеличить массу полезной нагрузки. Предполагается, что первый «полностью электрический» китайский КА будет запущен между 2018 и 2020 г.

Тогда же, в декабре 2013 г., заместитель директора 510-го института Ван Жуньфу (王润福) заявил, что двигатели LIPS-300 будут использоваться и на тяжелой платформе DFH-5. На ней будет нужно реализовать ра-

* Первые два КА на платформе Boeing 702SP были выведены на орбиту в марте 2015 г.

Помимо Ланьчжоуского института космической техники и физики, разработками ионных двигателей и их компонентов занимались 502-й и 801-й институты, Харбинский технологический институт, Северо-Западный политехнический университет, Пекинский университет аэронавтики и астронавтики, Национальный оборонный университет и Университет Цзяотун в Шанхае.

В 2012 г. на «Шицзянь-9А» прошли летные испытания экспериментальная ионная установка 510-го института и установка 801-го института с холловскими двигателями. В ноябре 2016 г. на спутнике «Шицзянь-17» испытывались холловские двигатели с магнитной фокусировкой совместной разработки 502-го института CASC и Харбинского технологического института.

боту ЭРДУ суммарной продолжительностью до 42 000 часов с 12 000 циклами включения–выключения.

Номенклатура электрореактивных подсистем Ланьчжоуского института космической техники и физики включает:

- ◆ систему с ионными двигателями LIPS-100 для малых платформ;
- ◆ систему с двигателями LIPS-200 для DFH-3В;
- ◆ систему с двигателями LIPS-200+ для DFH-4E и межпланетного КА для исследования астероидов, сближающихся с Землей;
- ◆ систему с двигателями LIPS-300 для DFH-4SP и DFH-5;
- ◆ систему с двигателями LIPS-400 для полетов в дальний космос;
- ◆ систему с холловскими двигателями LHT-100 для летных испытаний на КА XY-2;
- ◆ систему с двигателями LHT-140 для больших низкоорбитальных КА.

Сианьское отделение CAST приступило к проектированию полезной нагрузки для КА «Шицзянь-13» в 2013 г. До этого в течение полугода China Satcom как заказчик и Сианьское отделение рассматривали и изучили такие вопросы, как состав и размещение населения и бизнеса в планируемой зоне покрытия, потребности интернет-пользователей, типы пользовательских терминалов, размещение станций сопряжения, затухание сигнала в условиях дождя и снега, и подготовили проект космической системы. Заместителем главного конструктора КА по полезной нагрузке был назначен Чжоу Ин (周颖).

Полезная нагрузка была выпущена в декабре 2016 г., а 14 января разработчики выехали в Сичан для проведения испытаний на космодроме. 13 февраля в Пекине прошла торжественная церемония по случаю выпуска КА и РН с предприятия-изготовителя.

Ну и еще одна характерная деталь. 12 сентября 2015 г. был запущен экспериментальный спутник «Тунсин цзишу шиянь вэйсин-1» (TJS-1), назначение которого официально описывалось так: «Первый из ряда спутников для отработки техники связи, предназначенный главным образом для экспериментов в области широкополосной связи в Ка-диапазоне». Казалось бы, без ссылки на эту разработку рассказ о запуске нового спутника аналогичного назначения просто невозможен. Однако никаких упоминаний о TJS-1 в материалах о запуске «Шицзянь-13» не нашлось. Не потому ли, что в действительности TJS-1 является спутником радиотехнической разведки «Цяньшао-3»?

«Аист-2Д»: год на орбите

28 апреля исполнился год со дня запуска с космодрома Восточный малого космического аппарата (МКА)* «Аист-2Д» для отработки и сертификации целевого комплекса дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), обеспечивающей аппаратуры и их программного обеспечения для дальнейшего использования в перспективных разработках (НК №6, 2016, с.14-16).

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»

Напомним: МКА «Аист-2Д» разработан силами РКЦ «Прогресс» и Самарского университета в рамках комплексного проекта «Создание высокотехнологичного производства маломассогабаритных космических аппаратов наблюдения с использованием гиперспектральной аппаратуры в интересах социально-экономического развития России и международного сотрудничества», реализуемого по постановлению Правительства РФ от 09.04.2010 № 218.

Первое включение целевой широкозахватной мультиспектральной оптико-электронной аппаратуры видимого диапазона «Аврора» и получение первых снимков земной поверхности было выполнено 11 мая 2016 г. В ходе летных испытаний подтверждена работоспособность комплекса в целом и его составных частей на всех этапах работы: при подготовке и во время пуска, при управлении в полете и получении целевой и научной информации. Подтвержденное разрешение изображений в панхроматическом диапазоне составило 1.9–2.1 м, в мультиспектральном диапазоне – 4.4 м при полосе захвата 39.6 км.

На спутнике также установлена аппаратура для наблюдения Земли в ИК-диапазоне, предназначенная для обнаружения очагов пожаров при отсутствии видимости в темное время суток и при облачности, для чего впервые используются микроболометрические фотоприемники, не требующие охлаждения.

На спутнике функционирует пять типов научной аппаратуры, в том числе для исследования воздействия факторов космического пространства на различные электронные компоненты, для изучения деградации образцов поверхностных элементов МКА. Установленное оборудование позволяет регистрировать микрометеориты и частицы космического мусора, летающие в околоземном пространстве. Работа комплекса научной аппаратуры планируется специалистами РКЦ «Прогресс» совместно с разработчиками из Самарского университета.

Для обеспечения функционирования аппаратуры было сформировано и заложено на борт МКА более 280 рабочих программ. При этом с борта спутника суммарно получено более 330 файлов с программной телеметрической информацией по результатам экспериментов. Обработка и анализ научных данных осуществляются разработчиками аппаратуры в Самарском университете.

По итогам летных испытаний подтверждено функционирование МКА в условиях комплексного воздействия внешних факторов космического пространства. Бортовые системы спутника функционируют штатно и обеспечивают решение всех задач.

* Масса аппарата – всего 531 кг.

«Аист-2Д» был введен в штатную эксплуатацию 20 апреля 2017 г. Через неделю специалисты сообщили, что целевой аппаратурой спутника отснято более 14 млн км² земной поверхности, из них более 4 млн км² территории РФ. В частности, в сентябре 2016 г. «Аист-2Д» сделал космическую съемку извержения самого большого в Евразии действующего вулкана Ключевская сопка.

«Получаемая информация уже сегодня находит практическое применение при решении ряда задач государственных федеральных и региональных потребителей, например, МЧС России, Министерства лесного хозяйства, охраны окружающей среды и природопользования Самарской области и др. К информации также проявляют интерес отечественные и зарубежные коммерческие структуры», – говорится в пресс-релизе РКЦ «Прогресс».

К сожалению, не обошлось без сбоев. В частности, бортовую аппаратуру бистатического радиолокатора с синтезированной апертурой (БиРЛК), работающего в Р-диапазоне частот, до конца 2016 г. не удалось включить в режим штатной работы. Предположительно отсутствует сигнал на выходе усилителя мощности. Анализ причин отказа и поиск вариантов включения аппаратуры продолжаются.

4 мая под председательством генерального директора РКЦ «Прогресс» А. Н. Кирилина состоялось заседание научно-технического совета РКЦ «Прогресс», посвященное годовщине первого запуска с космодрома Восточный. В нем приняли участие представители предприятий и вузов – создателей спутников «Аист-2Д» и «Ломоносов»: ученые Самарского университета имени С. П. Королёва и НИИЯФ МГУ имени М. В. Ломоносова, специалисты РКЦ «Прогресс», Корпорации ВНИИЭМ, Красноярского заво-

да имени С. А. Зверева, филиала РКЦ «Прогресс» – НПП ОПТЭК.

«Космический аппарат «Аист-2Д» стал настолько успешным, что мы готовы развивать это направление дальше. В настоящее время мы направили предложения в Госкорпорацию «Роскосмос» о создании группировки КА ДЗЗ на базе платформы «Аист-2». У РКЦ «Прогресс» и кооперации есть возможность создать группировку из шести таких спутников в течение двух-трех лет», – отметил А. Н. Кирилин.

Основной доклад от РКЦ «Прогресс» представил первый заместитель генерального директора – генеральный конструктор Р. Н. Ахметов. Он напомнил об этапах подготовки первой пусковой кампании с нового космодрома и рассказал об эксплуатации на орбите МКА «Аист-2Д», особо отметив качество получаемых с аппарата снимков.

«У нас сложилась уникальная система взаимодействия вуза с ведущим предприятием отрасли. Пока реализовался проект, несколько поколений студентов окончили университет и пришли на работу, в том числе и в РКЦ «Прогресс». Студенты учились и выполняли свои учебные проекты на основе задач, которые они решали при создании «Аиста-2Д», поэтому на предприятие они приходят готовыми специалистами, с опытом работы над созданием космических аппаратов», – констатировал ректор Самарского университета Е. В. Шахматов.

Директор института космического приборостроения Самарского университета К. Е. Воронов рассказал о результатах научных экспериментов прикладного характера на МКА «Аист-2Д». Большой интерес участников НТС вызвали доклады профессора НИИЯФ МГУ С. И. Свертилова и заместителя генерального директора Корпорации ВНИИЭМ С. И. Терехова о результатах работы КА «Ломоносов».

В рамках заседания НТС состоялась презентация книги «Опытно-технологический малый космический аппарат “Аист-2Д”». Авторы издания – руководители и ведущие сотрудники РКЦ «Прогресс», Самарского университета и ПГУТИ. Книга представлена на сайте РКЦ «Прогресс».



И. Черный.
«Новости космонавтики»

Куарону и не снилось... Разгрести «орбитальную свалку»

Проблема космического мусора в околоземном пространстве обсуждается не первый год. Уже в 2010 г. американская служба контроля космического пространства оценила количество малоразмерных (от 5 мм и выше) фрагментов отработавших ракет и спутников примерно в 500 тысяч единиц. Ученые предупреждают об опасности, которую представляет собой свалка отслужившей техники на высоте нескольких сотен километров у нас над головой, а инженеры предлагают способы ее утилизации.

Как известно, надежно наблюдаются и сопровождаются космические объекты размером от 10 см и выше, их сегодня около 29 000. Количество фрагментов меньшего размера может быть оценено лишь путем математического моделирования. Современная оценка ЕКА составляет примерно 750 тысяч объектов размером свыше 1 см и свыше 166 млн размером более 1 мм. Все они представляют серьезную опасность для работы действующих спутников и пилотируемых кораблей. Фрагмент размерами не более скрепки, идущий наперерез МКС, может не только вывести из строя работающее оборудование, но и привести к разгерметизации жилых отсеков.

Из общего объема космического мусора Стратегическое командование США отслеживает не более 23 000 единиц относительно

▼ Руководитель отдела ЕКА по космическому мусору Хольгер Краг



крупного размера, в то время как наиболее опасны маленькие обломки, не поддающиеся контролю. К тому же количество обломков на низкой околоземной орбите продолжает увеличиваться едва ли не в геометрической прогрессии.

Более 340 ученых – делегатов VII Европейской конференции по вопросам космического мусора (Seventh European Conference on Space Debris), прошедшей с 18 по 21 апреля в Дармштадте, Германия, – обсуждали данную тему. По их мнению, возможностей игнорирования этой проблемы уже не осталось. Риск столкновения спутников с обломками на орбите очень высок, и маневрами уклонения (а в случае гибели КА – запуском нового спутника) задачу не решить: если не предпринять особых мер, вскоре может возникнуть «каскадный эффект», красочно изображенный в фильме Альфонсо Куарона «Гравитация». В результате лавинообразного самоподдерживающегося процесса разрушения фрагментов на все более мелкие космические полеты придется просто прекратить*.

По словам Хольгера Крага (Holger Krag), руководителя отдела ЕКА по космическому мусору (Space Debris Office), только 60% всех миссий в настоящее время заканчиваются успешным выводом спутника с орбиты в конце его работы в соответствии с руководящими принципами по предупреждению образования космического мусора, провозглашенными ООН.

«Необходимо задаться вопросом: в чем первопричина такого положения? – предло-

* Чем мельче фрагменты, тем быстрее они тормозятся и оседают в атмосферу, однако и с учетом этого фактора крайне опасная концентрация микрочастиц сохранится на протяжении нескольких десятилетий.

жил Краг. – Это что – такой способ эксплуатации или просто отсутствие компетентных технических решений, которые делают реализацию этих мер слишком дорогостоящей или сложной?»

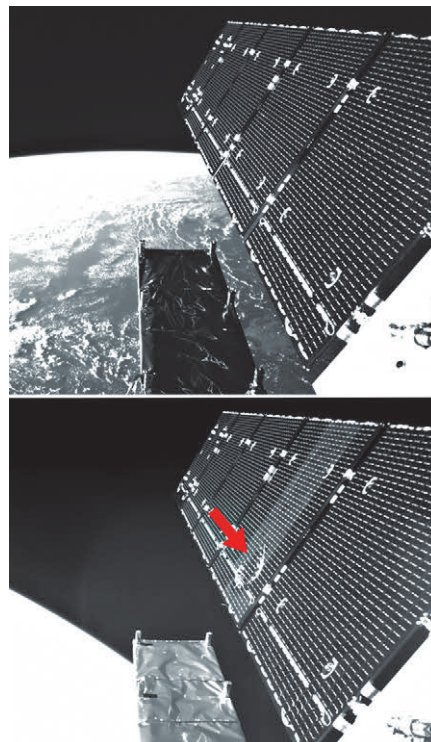
Участники конференции призвали не только усилить процесс отслеживания мусора, но и внести изменения в национальное законодательство стран, осуществляющих космическую деятельность, которые будут содействовать замедлению этого роста. По словам экспертов, для того чтобы обуздать проблему, усугубляющуюся из-за отсутствия обязательных международных правил, необходимо ужесточить национальные законы, требующие от операторов удалять КА с орбиты в конце работы.

Особенно резко ухудшается ситуация на низкой орбите. И, хотя чисто физически именно здесь происходит «самоочищение» околоземного космического пространства от фрагментов, этот процесс сильно отстает от генерации новых обломков. Делегаты конференции утверждали, что уже наблюдают первые признаки опасного синдрома Кесслера – безостановочного каскада разрушительных столкновений.

Дональд Кесслер (Donald Kessler), который первым в 1978 г. предсказал явление, названное впоследствии его именем, сообщил на конференции, что, согласно новому исследованию, уже около 10% КА на низкой околоземной орбите подвергаются потенциально разрушительным столкновениям с небольшими фрагментами отработанных спутников и ракет.

В результате подобного столкновения, например, в панели солнечной батареи европейского спутника D33 Sentinel-1A в августе 2016 г. была пробита дыра диаметром 40 см. Кроме того, образовалось по меньшей мере семь обломков, которые в настоящее время сопровождает американская сеть SSN (Space Surveillance Network). Один из этих

▼ Дыра в солнечной батарее европейского спутника Sentinel-1A



фрагментов позже прошел в опасной близости от «родственника» пострадавшего аппарата – спутника Sentinel-1B.

«Мы рассмотрели достаточное число примеров и можем утверждать, что более 10% спутников пережили подобные события, на что указывают внезапные изменения в параметрах их орбитального движения, – пояснил Кесслер. – Все эти события произошли в приполярных регионах на широте выше 45 градусов».

В отличие от Sentinel-1A, большинство КА не имеет камер, позволяющих их операторам точно определить, что же произошло. Для этого необходимо ввести новые меры по улучшению качества слежения за движением по орбите.

Как говорилось выше, в настоящее время невозможно надежно обнаруживать, сопроводить и прогнозировать движение фрагментов размером менее 10 см. Это означает, что операторы спутников не могут быть предупреждены о надвигающейся опасности.

«Есть около 750 тыс «снарядов» размером до одного сантиметра, подобных тому, который поразил Sentinel-1A, и около 150 млн объектов до миллиметра», – добавил Краг.

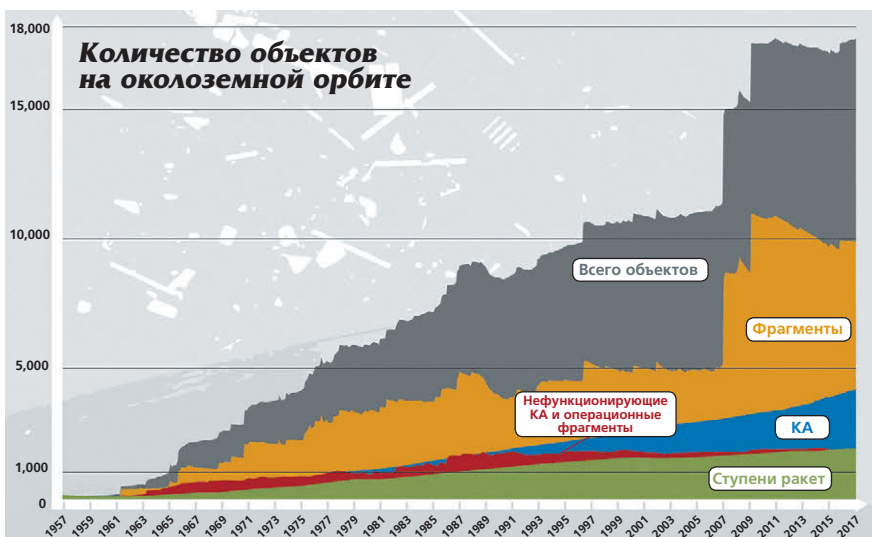
Конференция признала проблему мелкого мусора одним из ключевых вопросов и потребовала направить все усилия на мониторинг таких объектов.

«Нам нужно знать, что происходит с обломками меньшего размера (в диапазоне от миллиметра до сантиметра), так как именно они воздействуют на большинство КА, – считает Кесслер. – Необходимо принять во внимание вторичные обломки – те самые очень маленькие частицы, которые подвергают эрозии поверхность спутников».

Помимо улучшения наземных телескопов, делегаты согласились с важностью измерений на месте (in-situ), то есть непосредственно на орбите, чтобы лучше понять количество и поведение совсем мелких частиц. «Для субмиллиметровых объектов нам нужно проводить измерения на месте, – рекомендовал Дж. С. Лю (J. C. Liu), возглавляющий программу NASA по проблеме орбитального мусора. – Мы не делали ничего подобного со времен шаттла».

В ноябре NASA планирует доставить на МКС экспериментальный датчик SDS (Space Debris Sensor), разработанный Управлением программы по космическому мусору для определения характеристик облака мельчайших частиц мусора на высоте полета станции. Управление также ищет подходящую миссию для отправки аналогичного датчика на орбиту высотой 600 км – обраща-

5 апреля Госкорпорация «Роскосмос» открыла на территории обсерватории Пику-дус-Диас в Бразилии специализированный оптико-электронный комплекс обнаружения и измерения параметров движения космического мусора. Он создан и оснащен специалистами Научно-производственной корпорации «Системы прецизионного приборостроения» с разрешения Бразильского космического агентства. Основная цель квантово-оптической станции «Сажень-ТМ» – отслеживание перемещения космического мусора, контроль его сближения с находящимися на орбите аппаратами и сопровождение сходящих с орбиты спутников.



ющиеся на этой высоте микрочастицы станут угрожать МКС в ближайшие годы.

Сейчас операторы КА во всем мире полагаются на американскую Сеть слежения за космическим пространством для получения предупреждений о возможных столкновениях с более крупными объектами. Хольгер Краг призвал европейских участников внести свой вклад в мониторинг космического мусора.

«Мы не хотим «вариться в собственном соку» – необходим стабильный вклад Европы, – заметил он. – Надо объединить европейские усилия в единый, консолидированный и мощный подход для достижения эффективности, которая нам нужна для поддержки космических операций».

Краг также пояснил, что даже в случае, если будет достигнуто полное соблюдение рекомендаций по уходу спутников с рабочих орбит после завершения миссий, для стабилизации ситуации все же потребуются активное удаление мусора. ЕКА надеется осуществить первую миссию e.Deorbit по удалению большого спутника с низкой околоземной орбиты в 2023 г.

Научное сообщество, а также многие правительственные организации на протяжении многих лет пытаются разработать эффективные способы решения проблемы, в ряде случаев весьма экзотические. Например, в Европе разрабатывают сеть для ловли космического мусора и сжигания его в атмосфере, а также ионные пушки, выбивающие опасные фрагменты выше – на орбиты, которые пока не особо востребованы. Но пока все это лишь проекты.

«Конференция показывает, что мы очень сильно зависим от технологий. Это необходимо понять всем, – заявил Краг. – В то же время реализация контрмер, направленных на решение проблемы, по-прежнему выглядит очень сложной задачей. Тем не менее прийти к какому-то общему консенсусу критически важно уже в настоящее время, особенно на фоне будущих перспективных проектов, опять же связанных с запуском сотен новых спутников».

Как отметил Краг, одним из таких проектов является план компании SpaceX по развертыванию новой интернет-коммуникационной сети, которая в более дальней перспективе должна будет помочь еще и в реализации проектов по колонизации Марса. Правда, план

конкретных мер по борьбе с космическим мусором на конференции так и не прозвучал.

Тем временем 31 марта на заседании Экспертного совета Председателя коллегии Военно-промышленной комиссии, посвященном обсуждению стратегии развития Роскосмоса (НК №5, 2017, с.6), генеральный конструктор по автоматическим космическим системам и комплексам Госкорпорации «Роскосмос» В. В. Хартов предложил переработать «космический мусор» на месте.

«Речь идет о применении этих материалов частично для производства на космических фабриках элементов межпланетных станций, а частично – в качестве рабочего тела, чтобы долететь до следующих объектов или в дальней космос», – пояснил он.

Виктор Владимирович считает, что неправильно называть орбитальные фрагменты космических объектов «мусором»: «Это много тысяч тонн очень ценных материалов, уже выведенных в космос», – заметил он, подчеркнув, что проекты по использованию «подручных» материалов в пространстве пока лишь фантастика, тем не менее уже сегодня нужно осваивать технологии, которые позволят реализовать подобные замыслы в будущем. «Свалку» можно превратить в запасник ценных материалов, подлежащий освоению «полностью автоматизированными аппаратами-роботами, которые будут самостоятельно принимать решения в неизвестной среде».

Американская компания Ball Aerospace & Technologies Corp. разработала PROXOR (Proximity Operations and Rendering) – инструмент моделирования, призванный помочь заказчику определить, насколько хорошо новые наземные или космические датчики будут выполнять свои функции космического оповещения SSA (Space Situational Awareness).

«PROXOR обеспечивает реалистичное, синхронизированное по времени моделирование миссии и имитацию показаний датчиков, которые позволяют оценивать характеристики различных архитектур и алгоритмов, – разъясняет Сьюзен Хэгerti (Susan P. Hagerty), консультант по персоналу Ball Aerospace. – Нам нужно иметь возможность обнаруживать новые объекты и изменения в поведении уже существующих спутников».

Компания Launchspace Technologies Corp. предложила запускать SSA-датчики на больших маневренных сборщиках мусора,

которые она намерена отправить на низкую экваториальную орбиту. Вместо того, чтобы нацеливаться на крупные обломки, Launchspace Technologies сосредоточена на удалении 10–20 млн единиц мусора размером от одного миллиметра до пяти сантиметров. По словам технического директора компании Маршалла Каплана (Marshall H. Kaplan), информация с этих датчиков правительству США и коммерческие организации могли бы использовать для улучшения ситуационной осведомленности и управления космическим движением.

Господин Каплан утверждает, что одновременно с подготовкой к развертыванию новых группировок малоразмерных спутников, предназначенных для дистанционного зондирования Земли и широкополосной передачи данных, необходимо начать работу по очистке «густонаселенных» орбит, расположенных на высотах между 600 и 1200 км.

«Несколько тысяч новых спутников планируется запустить на околоземную орбиту в ближайшие несколько лет, – говорит Каплан. – Очевидно, что это лишь усугубит проблему космического мусора. В какой-то момент – и никто не знает, когда он наступит, –

3 апреля Space Systems Loral (SSL) объявила о завершении процедуры оформления соглашения с Управлением по перспективным оборонным исследовательским проектам DARPA по программе роботизированного обслуживания геостационарных спутников RSGS (Robotic Servicing of Geosynchronous Satellites). В соглашении подтверждается распределение работ по программе: DARPA отвечает за полезную нагрузку обслуживаемого КА, а SSL – за платформу.

Аппарат, запуск которого запланирован на 2021 год, продемонстрирует возможность широкого спектра технологических операций, включая инспекцию обслуживаемого спутника, его дозаправку и ремонт. По завершении испытаний SSL сможет использовать аппарат в правительственных и коммерческих целях.

Между тем 2 апреля DARPA отправило в Федеральный суд ходатайство о прекращении рассмотрения иска, поданного в феврале компанией Orbital ATK, где оспаривалась законность выбора SSL в качестве исполнителя работ по RSGS. Истец утверждал, что контракт «приведет к пустой трате сотен миллионов долларов американских налогоплательщиков на разработку технологий роботизированного обслуживания спутников», которые уже разрабатываются частной компанией, что является издевательством над национальной космической политикой. Orbital ATK, которая разрабатывает свою собственную систему такого же назначения под названием «Аппарат по продлению миссии» (Mission Extension Vehicle), утверждала, что контракт отдается иностранцам, поскольку владельцем SSL является канадская компания MacDonald, Dettwiler and Associates Ltd. (MDA).

В поданном 11 апреля ходатайстве в окружной суд восточного округа Вирджинии изложена просьба отклонить иск Orbital ATK на основании «отсутствия предметной юрисдикции и неубедительности исковых требований». Отмечается, в частности, что положения национальной политики не могут служить судебными аргументами. По словам юриста, представляющего интересы DARPA, такие положения являются лишь общими директивами, не формирующими никакой законодательной системы.

на низкой околоземной орбите будет происходить столько столкновений, что мы просто не сможем больше на ней действовать».

План, запатентованный компанией Launchspace Technologies, подразумевает отправку на экваториальную орбиту специальных «комбайнов» размером с футбольное поле, именуемых Debris Collection Units (DCU). Именно эти «блоки сбора мусора» будут разбирать «орбитальную помойку». Аппараты со сменными сетчатыми ударными панелями (Debris Impact Pads) компания предлагает выводить на наиболее популярные орбиты. Они будут собирать мелкие обломки, избегая при этом столкновения с находящимися там спутниками и фрагментами слишком большого размера.

План также предусматривает создание обслуживающих спутников, задачей которых станет перемещение между орбитами самих «комбайнов». Предлагаемая компанией группировка может быть дополнена орбитальной станцией по обслуживанию и восстановлению (Orbital Servicing and Remanufacturing Facility), где будет происходить ремонт или переработка сменных ударных панелей в какие-либо иные изделия.

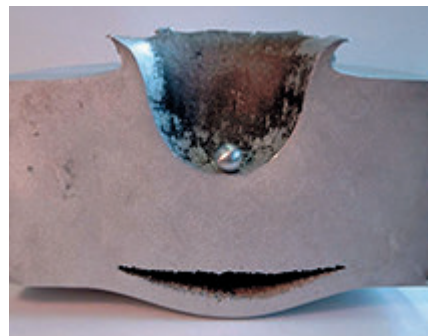
Технический директор Launchspace Technologies признает, что вся система очистки орбиты от космического мусора обойдется в «десятки миллиардов долларов», добавляя при этом, что бездействие и потеря доступа к ключевым орбитам «будет стоить триллионы».

Для начала процесса очистки компания предлагает учредить частно-государственное партнерство для финансирования спутников-демонстраторов типа DCU, оснащенных датчиками отслеживания обстановки в космосе. Сейчас в целях продвижения своих предложений компания работает с Робертом Уокером (Robert Walker), бывшим председателем Комитета по науке Палаты представителей США, а ныне исполнительным председателем вашингтонской лоббирующей фирмы Wexler & Walker Public Policy Associates. Последний заверяет: он делает все, чтобы американское политическое руководство и представители космического сообщества смогли понять это предложение.

По мнению мистера Каплана, со временем проект превратится в самодостаточное коммерческое предприятие: «В условиях столь сильной засоренности орбит операторам понадобится защита для своих спутников, и в этом случае они смогут обратиться к нам, чтобы мы выборочно собрали фрагменты мусора и обломки близ их спутниковой группировки. Другие операторы последуют их примеру».

Фирма Cosmic Advanced Engineering Solutions из Колорадо-Спрингс, штат Колорадо, предложила еще один подход к проблеме SSA. Она готовится испытать новый способ определения расстояния до спутников по вспышкам, наблюдаемым наземными приборами, когда аппараты проходят терминатор – линию раздела дня и ночи.

«Когда космического объекта нет в каталоге, трудно определить расстояние до него с помощью оптических приборов, – говорит старший инженер-программист Cosmic Аня Брокау (Anja Brokaw). – Параметры вспышек в сочетании с данными, полученными от космической сети наблюдения США, могут



▲ А вот результат натурального моделирования воздействия космического мусора. Алюминиевая сфера диаметром 1.2 см и массой 1.7 г была разогнана до скорости 6.8 км/с. После столкновения с алюминиевой плитой толщиной 18 см на поверхности последней осталась воронка диаметром 9 см и глубиной 5.3 см

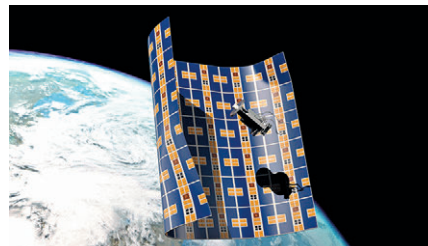
обеспечить более быстрые обновления баз данных для военных, командования и коммерческих предприятий».

Компания Astra LLC из Боулдера, шт. Колорадо, по контракту с BBC разрабатывает еще один инструмент SSA – модель под названием Dragster, призванную улучшить способность военных определять величину торможения, испытываемого спутником.

«Ошибки при оценке коэффициента торможения спутника ухудшают нашу способность поддерживать точный каталог космических объектов, предсказывать и избегать столкновений, прогнозировать время и место схода спутника с орбиты», – рассказывает исполнительный директор и научный руководитель Astra Джефф Кроули (Geoff Crowley). Он считает, что Dragster в ближайшие пару лет начнет использоваться Объединенным центром космических операций JSpOC (Joint Space Operations Center), на базе ВВС Ванденберг в Калифорнии, который характеризует и отслеживает космические объекты.

Старший научный сотрудник Aerospace Corporation доктор Зигфрид Янсон (Siegfried Janson) был награжден второй премией NASA в размере 500 тыс \$ за революционное решение в деле борьбы с космическим мусором. Он предложил концепцию Brane Craft: космический аппарат в виде ткани с мембранной структурой размером 92×92 см толщиной меньше человеческого волоса. Считается, что легкий, экономичный и очень маневренный спутник будет, подобно рыболовному тралю, собирать все, что встретится на его пути, после чего спустит «пакет» с космическим мусором в нижние слои атмосферы, где тот и сгорит. Концепция доктора Янсона предполагает использование системы ионных двигателей, что позволит запустить Brane Craft на дальние расстояния для локализации и сбора космического мусора за пределами земной орбиты.

▼ Сборщик мусора Brane Craft



28 марта начальник отдела астрофизики в Директорате научных миссий в штаб-квартире NASA в Вашингтоне Пол Хертц (Paul Hertz), выступая перед Комитетом по астрономии и астрофизике Национальной академии наук США, объявил, что агентства NASA и JAXA с 1 апреля* начинают работать над созданием орбитального рентгеновского телескопа XARM (X-Ray Astronomy Recovery Mission). Он призван заменить телескоп «Хитоми» (Astro-H, он же NeXT – New X-ray Telescope), погибший вскоре после запуска (НК № 4, 2016, с. 45-49) из-за несовершенства конструкции и процедур управления. Миссия включена в бюджет японского правительства на новый финансовый год (ф.г.) и находится на стадии рассмотрения в японском парламенте.

Предыстория

20 июля 2016 г. на презентации астрофизического подкомитета, входящего в научный комитет Консультативного совета NASA, Пол Хертц объявил, что JAXA обратилось к NASA с вопросом о возможности изготовления для нового телескопа спектрометра мягкого рентгеновского излучения, аналогичного установленному на «Хитоми» спектрометру SXS.

Члены научного комитета не высказали возражений против повторения данного эксперимента, тем более что нигде в мире не планируется аналогичных исследований до запуска в 2028 г. европейского космического телескопа рентгеновского диапазона ATHENA (Advanced Telescope for High ENergy Astrophysics). Сам Хертц отметил, что за долгое время работы на борту «Хитоми» телескоп SXS работал лучше, чем ожидалось. Он предупредил, однако, что NASA не намерено вступать в партнерство, если не будет уверено, что новый проект увенчается успехом.

Кстати, Япония запросила у NASA рекомендации и аналитические материалы, которые позволили бы улучшить надежность и качество нового КА и гарантировать реализацию миссии, и NASA согласилось поделиться. «Нам недостаточно просто убедиться в том, что прежние ошибки не могут произойти вновь, – заявил Хертц. – Совместно с JAXA мы намерены проанализировать полученный опыт, а также современный уровень развития науки и техники для эффективного менеджмента этих сложных систем».

Позднее, 22 сентября 2016 г., президент Японского агентства аэрокосмических исследований Наоки Окумура заявил, что работа над новым телескопом должна начаться в декабре 2016 г. «Потеря КА после запуска отбросила назад все астрономическое сообщество, так как «Хитоми» считали ключевой рентгеновской астрономической миссией следующего десятилетия, – добавил он. – Мы очень сожалеем, что не оправдали ожиданий мирового сообщества».

* Дата начала финансового года в Японии.

** Зонд, запущенный JAXA в декабре 2014 г. для взятия образцов грунта с астероида класса С и доставки их на Землю в декабре 2020 г.



Офтальмология по-японски

Новый «Хитоми»

XARM (примерная дата запуска – 2020 г.) предназначен для замены КА Astro-H («Хитоми», по-японски «зрочок»), запущенного JAXA в феврале 2016 г. Авария Hitomi произошла 26 марта 2016 г. Расследование выявило цепь ошибок в проекте системы ориентации КА, на которую наложились неправильные действия операторов. В результате КА приобрел настолько быстрое вращение, что его солнечные батареи и другие внешние элементы конструкции просто оторвались.

NASA намерено провести формальную защиту проекта XARM в июне 2017 г., что позволит «запустить его» начиная с фазы В. Фактически же речь идет об изготовлении копии утраченного инструмента. «Предмет договоренности – обеспечить JAXA такой же аппаратурой, что и в прошлый раз. Мы выпустим [спектрометр] по тем же чертежам», – заявил Хертц 28 марта.

По сведениям газеты The Japan News, американский прибор для XARM разрабатывается в Центре космических полетов имени Годдарда. За его создание отвечает д-р Кадзуhiro Сакаи (Kazuhiro Sakai), бывший сотрудник JAXA, в настоящее время работающий в NASA.

Стоимость проекта для NASA не была названа, однако на июльской презентации говорилось, что агентству придется израсходовать (при использовании имеющихся наработок и доступных запасных частей) порядка 70–90 млн \$. Эта сумма будет «растянута» на период с 2017 по 2021 гг. в рамках действующих бюджетных планов NASA на отделение астрофизики, и это не должно нанести «тяжкого вреда» остальным проектам.

Хертц добавил, что NASA и JAXA все еще должны решить вопрос о порядке доступа к полученным научным данным. По его словам, это должна быть целевая миссия (directed mission), подразумевающая немедленный доступ всех астрономов к данным с инструмента. В этом состоит ее отличие от конкурсных проектов (competed missions), где на-

учный руководитель обладает прерогативой на первичный анализ полученных данных до выкладки их в общий доступ. Этот подход еще обсуждается с японской стороной.

Предыдущие версии рентгеновского спектрометра, изготовленного NASA, летали на двух японских аппаратах. Один был утерян при неудачном запуске в 2000 г., а на другом случилась утечка гелия вскоре после запуска в 2005 г., что не дало инструменту даже немного поработать. Третий спектрометр погиб на «Хитоми». На этот раз оба агентства надеются на успех миссии, и по этому поводу Хертц сказал следующее: «Ему (XARM) необходима капля везения».

Международное сотрудничество

Помимо совместной работы по XARM, японские ученые сотрудничают с NASA по ряду проектов. Среди них – миссия марсианского планетохода Mars 2020, названного одним из самых амбициозных проектов по отправке роверов на Марс в последнее время, а также межпланетная станция OSIRIS-REx (аналог японской «Хаябусы-2**), которая должна доставить на Землю образцы грунта с астероида Бенну и космическую пыль для лабораторных тестов.

Стоит вспомнить и про пилотируемую программу NASA на ближайшее десятилетие, новый вариант которой был представлен вниманию общественности в марте помощником администратора NASA по исследовательским программам Уильямом Герстенмайером. План разбит на 11 исследовательских миссий – EM (Exploration Mission) и включает создание посещаемой станции на орбите Луны DSG (Deep Space Gateway, «Ворота в дальний космос») уже в первой половине 2020-х годов. JAXA быстро отреагировало на новость, выразив желание построить свой модуль на DSG. И шансы на то, что и здесь агентства будут плодотворно сотрудничать, очень высоки – ведь в США космические проекты чаще всего не прекращаются со сменой руководства.

На чем будем летать?

На заседании Экспертного совета председателя Коллегии Военно-промышленной комиссии РФ, где обсуждалась Стратегия развития Государственной корпорации «Роскосмос» на период до 2025 г. и перспективу до 2030 г. (НК №5, 2017), с докладом о перспективах отечественного ракетостроения выступил генеральный конструктор средств выведения с соответствующей наземной инфраструктурой, заместитель генерального директора ЦНИИмаш А.А. Медведев.

И. Афанасьев. «Новости космонавтики»

По словам А.А. Медведева, средства выведения играют значительную роль в предлагаемой Стратегии: «Может показаться, что это подчиненное направление деятельности Роскосмоса. Действительно, ракеты служат для выведения КА на соответствующие орбиты. Однако мы прекрасно понимаем, что [в настоящее время] разработчики аппаратов ориентируются на имеющиеся средства выведения. Не понимая будущих намерений разработчиков КА, мы будем ходить по кругу – и никакого развития не будет. Этот фактор был учтен при разработке системы средств выведения, обладающей большими возможностями по полезной нагрузке и удельной стоимости выведения для решения оборонных и иных задач».

Характеризуя все классы действующих и перспективных средств выведения, Александр Алексеевич обратил внимание на нарождающееся направление РН сверхлегкого класса, предназначенных для выведения новых поколений малых космических аппаратов (МКА).

«Речь идет о КА массой 150–300 кг. Сегодня их мало, но рынок нарождается, и мы должны обязательно на этот вызов среагировать», – подчеркнул А.А. Медведев. – Для этого в Стратегии заложена разработка носителей сверхлегкого класса. Тот «рой спутников», о котором говорят разработчики перспективных КА, должен выводиться легкими и восполняться сверхлегкими носителями. Именно в рамках данного класса ракет предложено отработать и технологии повторного использования (в первую очередь, речь идет об отработке способов спасения ракетных блоков). Накопленный опыт позволит постепенно распространить эти технологии на ракеты среднего и тяжелого классов».

В легком классе будет продолжена эксплуатация РН «Союз-2.1В», и через некоторое время начнутся пуски «Ангары-1.2». Сейчас проходят стендовые испытания отдельных узлов и агрегатов этой ракеты, первый пуск которой планируется в 2019 г. Использование конверсионных носителей «Рокот» и «Днепр» будет по разным причинам (в том числе из-за

ограниченного количества доступных МБР) прекращено в ближайшем будущем.

В среднем классе продлится эксплуатация носителей семейства «Союз». «РКЦ «Прогресс» успешно продолжает модернизацию этой ракеты, и примерно через четыре года мы полностью перейдем на «Союз-2» с исключительно российскими комплектующими», – добавил заместитель гендиректора ЦНИИмаш.

Получат развитие РН среднего класса повышенной грузоподъемности, представленные проектом «Феникс», в ходе которого на базе имеющегося двигателя РД-171М и наземной инфраструктуры «Зенита» планируется построить более мощный носитель среднего класса, нежели «Союз-2».

«По нашим закладкам в характеристики ракета представляется очень конкурентоспособной на внешнем рынке», – дал оценку Александр Алексеевич. – Она также может быть полезна для выведения отечественных КА, в том числе и на геостационарную орбиту».

В тяжелом классе пока доминирует «Протон-М», который предполагается вывести из эксплуатации к концу 2025 г. Он стартует только с Байконура (фактически с территории другого государства), поэтому для его замены в рамках ОКР «Ангара» и «Амур» создаются носители серии «Ангара» для запусков с Плесецка и Восточного соответственно.

Пуск «Ангары-А5» 23 декабря 2014 г. с северного космодрома подтвердил возможность независимого доступа России на геостационарную орбиту, которая является стратегической. «Здесь работают КА системы предупреждения о ракетном нападении,

По словам гендиректора ГНПЦ имени М.В. Хруничева А.В. Калиновского, второй пуск «Ангары-А5» перенесен на 2018 г. Сейчас проходят испытания; окончательное решение по полезной нагрузке пока не принято. Полный цикл изготовления и сборки «Ангары-А5» в омском ПО «Полет» будет запущен в текущем году, и ракета будет собираться только на территории Омского региона. Цех окончательной сборки РН планируется сдать во 2-м квартале 2017 г. С 2021 г. предприятие предполагает выпускать по две тяжелых и по одной легкой «Ангаре» в год.

В ближайшие пять-семь лет «Ангара-А5» должна полностью заменить «Протон-М». К концу 2021 г. намечен ее первый пуск с Восточного. Ранее А.А. Медведев заявлял, что стоимость пусков «Ангары-А5» к 2025 г. будет почти на 20% ниже, чем у «Протона-М».

Гендиректор Центра сообщил, что в конце 2018 г. ожидается первый пуск носителя «Протон Средний» (НК №11, 2016). Большинство потенциальных заказчиков заинтересованы именно в этом варианте, поэтому «Протон Легкий» отложен.

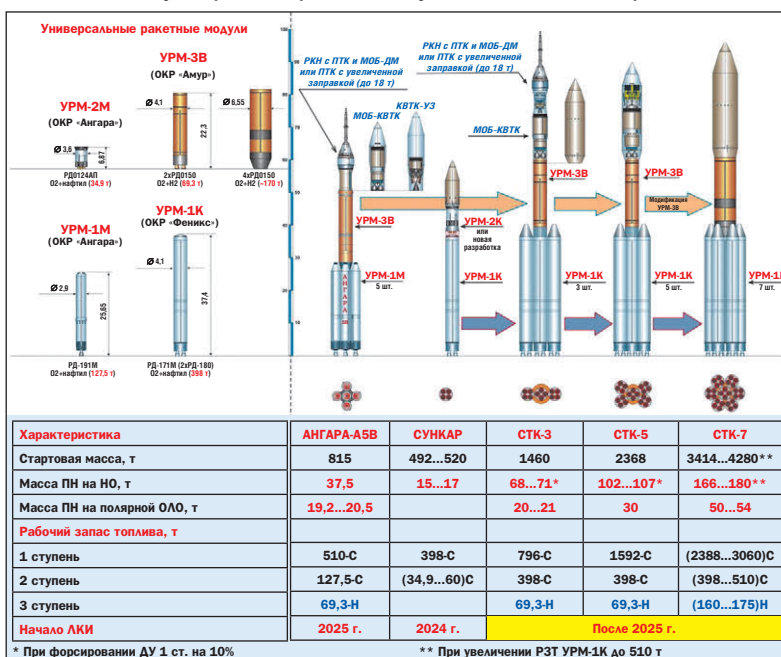
специальной связи и многое другое, – подчеркнул докладчик. – Это очень важное направление, начало которому положено на Плесецке».

Особое внимание привлекает ракета тяжелого класса повышенной грузоподъемности «Ангара-А5В» (НК №9, 2015; №3, 2016). Этот проект, предназначенный в том числе для пилотируемой лунной программы, вызвал неоднозначные оценки специалистов.

«Многие говорят, что «Ангара-А5В» – это какое-то тупиковое направление, я неоднократно это слышал, – возразил генконструктор средств выведения. – Постараюсь в двух словах объяснить неправомерность такой точки зрения. Дело не только в том, что с помощью этой ракеты можно начать серьезное освоение Луны. Полезная нагрузка «Ангары-А5В» в 1.5 раза больше, чем у «Протона» и у «Ангары»... Сегодня мы (это мало кто знает) проигрываем некоторым зарубежным странам в мощности носителей, осуществляющих пуски очень тяжелых КА на геостационарную орбиту. Сегодня у России такой возможности нет. Мы даем разработчикам специальных аппаратов такое средство выведения, для того чтобы они могли реализовывать такие задачи».

Стратегия уделяет внимание и ракетам-носителям сверхтяжелого класса (РН СТК), однако выход их на летные испытания ожидается только в 2035 г. В отличие от зарубежных (американских и китайских) проектов, российский «супертяж» будет компоноваться из отработанных к тому времени модулей: блока первой ступени «Феникса» и водородной третьей ступени «Ангары-А5В». Такой подход, по словам А.А. Медведева, позволит сократить сроки и стоимость создания РН СТК, а также повысить ее надежность.

▼ Использование универсальных ракетных модулей для создания РН сверхтяжелого класса



(!) Пока верстался номер, планы в отношении разработки носителя сверхтяжелого класса были скорректированы. Об их развитии мы расскажем в ближайшее время

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»

Falcon Heavy:

прожиги и изменение статуса старта

Весной 2017-го компания SpaceX начала активную подготовку к первому пуску носителя Falcon Heavy* сверхтяжелого класса. В отличие от уже летавших ракет семейств Falcon 1 и Falcon 9, новое изделие включает двухступенчатый центральный блок (core) и два боковых ускорителя, которые крепятся к первой ступени.

8 апреля на стенд в МакГрегоре, шт. Техас, был установлен первый боковой ускоритель. Фактически это первая ступень 1023.1, которая 27 мая 2016 г. послужила для запуска спутника ThaiCom-8 (НК №7, 2016). Она выполнила посадку на баржу ASDS (Autonomous Spaceport Drone Ship) в Атлантике, повредив при этом одну из посадочных опор, из-за чего заработала шутовое прозвище «Пизанская башня "Тайкома-8"» (The Leaning Tower Of ThaiCom-8).

После огневых стендовых испытаний (ОСИ) боковой ускоритель, получивший обозначение 1023.2, отправят во Флориду для сборки носителя в Здании горизонтальной интеграции HIF (Horizontal Integration Facility) стартового комплекса LC-39A Космического центра имени Кеннеди на мысе Канаверал.

22 апреля на соседний испытательный стенд в МакГрегоре был установлен центральный блок, имеющий обозначение 1033.1. Он имеет ряд конструктивных отличий** от обычных первых ступеней FH Falcon-9 FT, обусловленных особенностями его функционирования в составе пакета Falcon Heavy. Его ОСИ продолжительностью 30 сек успешно прошли 9 мая.

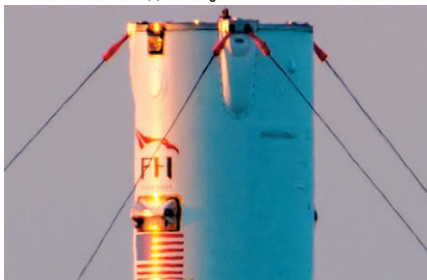
Вторым боковым ускорителем станет бывшая ступень 1025.1, использованная 18 июля 2016 г. в миссии CRS-9 с кораблем Dragon и совершившая посадку в зоне LZ-1 (НК №9, 2016). Она также пройдет прожиг в МакГрегоре и вместе с остальными ракетными блоками возьмет курс в Центр Кеннеди.

Все элементы Falcon Heavy, в том числе испытанная верхняя ступень, габаритно-весовой макет (ГВМ) полезной нагрузки и головной обтекатель, встретятся во Флориде, будут собраны в носитель и вывезены на стартовый комплекс LC-39A для «мокрого прогона». После этого на стартовом столе будет проведено первое ОСИ пакета в сборе, включая одновременную работу всех 27 двигателей Merlin 1D трех блоков первой ступени.

Первый пуск тяжелого носителя намечен на конец лета. В ходе полета будет за-

Повторное использование первых ступеней в дебютной миссии FH Falcon Heavy согласовано с текущими планами SpaceX по запуску примерно шести восстановленных ракетных блоков в 2017 г. В марте компания осуществила первое повторное использование первой ступени FH Falcon 9, а затем снова посадила ее. Была также предпринята попытка вернуть на землю головной обтекатель. Таким образом, если все пойдет, как намечалось, одноразовым элементом ракеты останется только вторая ступень. Хотя SpaceX говорит о планах и ее повторного использования, на данный момент неизвестно, насколько выгодна эта операция.

пущен ГВМ космического аппарата, а два боковых ускорителя совершат приземление в посадочной зоне LZ-1. Центральный блок полетит дальше и будет посажен на палубу судна ASDS, находящегося на трассе выведения в Атлантическом океане. Впрочем, окончательный план по спасению блоков в этой миссии еще не утвержден, поскольку все внимание сосредоточено на успешном выполнении задачи пуска.



▲ Огневые статические испытания центрального блока (1033.1) FH Falcon Heavy 9 мая

Сейчас конкретное время пуска Falcon Heavy зависит не только от готовности ракетной матчасти, но и от сроков восстановления стартового комплекса SLC-40 на станции ВВС США «Мыс Канаверал», поврежденного при аварии 1 сентября 2016 г. (НК №11, 2016). Дело в том, что на время ремонта штатные пуски FH Falcon 9 осуществляются с LC-39A***, и их график достаточно плотный.

Предполагается, что после полного восстановления SLC-40 комплекс LC-39A будет временно выведен из эксплуатации на 60 дней, чтобы инженеры могли завершить установку хвостовых кабель-мачт TSM (Tail Service Mast), необходимых для соединения заправочного оборудования с двумя боковыми ускорителями ракеты Falcon Heavy.



СРЕДСТВА ВЫВЕДЕНИЯ

На пресс-конференции 19 февраля после запуска CRS SpX-10 представители SpaceX заявили, что все работы на LC-39A завершены с точки зрения готовности площадки к размещению Falcon Heavy. Несколько недель спустя Элон Маск уточнил обстоятельства: SpaceX решила отказаться от части работ над транспортно-установочным агрегатом TEL (Transporter/Erector/Launcher) и двумя из трех мачт TSM на LC-39A. Для полетов FH Falcon 9 две TSM для боковых ускорителей Falcon Heavy не нужны, и их установка была отложена. После возвращения SLC-40 в строй работы возобновятся.

Хотя кабель-мачты комплекса и неплохо пережили сентябрьскую аварию и могли быть восстановлены, SpaceX решила построить новые TSM: это оказалось проще и быстрее, чем ремонтировать старые. В настоящее время старые мачты демонтированы и размещены в хранилище вместе с новыми TSM, которые их заменят. Последние готовятся к установке на площадке, которую планируется ввести в эксплуатацию к августу. Статус «Введен в эксплуатацию» не означает, что пуски с SLC-40 не могут начаться раньше, но имеет решающее значение для запланированного дебюта Falcon Heavy «в конце лета».

Поскольку по текущему графику самым ранним возможным переходом Falcon 9 на SLC-40 будет август, это означает, что LC-39A может быть деактивирован для работы с TSM и TEL не раньше, чем 1 августа. Соответственно двухмесячный рабочий процесс завершится не ранее конца сентября. Поэтому здравый смысл подсказывает: первый пуск Falcon Heavy вряд ли состоится раньше октября. Ресурсов для ускорения процесса у SpaceX нет – ремонт на обеих площадках выполняют одни и те же люди.

Если испытательный запуск пройдет по плану, то компания начнет коммерческие полеты Falcon Heavy. Уже известно, что одной из первых миссий носителя с полезной нагрузкой**** станет вывод на орбиту арабского коммуникационного спутника Arabsat 6A, предварительно запланированный на 2018 год. Позднее, в 2019–2020 гг., может быть запущен ViaSat-3, а затем к Марсу должен уйти беспилотный корабль Red Dragon.

* Носитель предназначен для доставки грузов массой до 63.8 т на низкую опорную орбиту, до 26.7 т – на геопереходную орбиту, до 16.8 т – к Марсу и 3.5 т – к Плутону.

** В частности, узлы крепления боковых ускорителей.

*** Реконструирован компанией SpaceX и используется для пусков Falcon 9 с февраля 2017 г.

**** Не ясен статус ранее объявленного запуска STP-2 (с полезными нагрузками DSX, Formosat 7A/B/C/D/E/F, LightSail-B, GPIM и др.), проводимого в интересах Министерства обороны США.



День космонавтики в России

12 апреля наша страна отмечает День космонавтики. Праздник был установлен указом Президиума Верховного Совета СССР от 9 апреля 1962 г. – в честь первого в мире полета человека в космос, совершенного гражданином Советского Союза Юрием Гагариным на космическом корабле «Восток» 12 апреля 1961 г.

Это историческое событие открыло путь для исследования космического пространства на благо всего человечества. За короткий срок с момента первого полета в космос побывали более 550 космонавтов и астронавтов из почти 40 стран мира. Человек посетил Луну, исследовал с помощью автоматических аппаратов многие планеты Солнечной системы. Новые возможности для изучения космического пространства появились в 2000 г., когда свой первый экипаж приняла Международная космическая станция (МКС), являющаяся совместным международным проектом с участием 15 стран.

С инициативой учредить в СССР День космонавтики впервые выступил дублер Юрия Гагарина, летчик-космонавт Герман Титов в 1962 г. Он также предложил от имени правительства Советского Союза обратиться в ООН с идеей организации Всемирного дня космонавтики.

В Российской Федерации День космонавтики отмечается в качестве памятной даты согласно Федеральному закону от 13 марта 1995 г. «О днях воинской славы и памятных датах России».

7 апреля 2011 г. по инициативе России Генеральная Ассамблея ООН провозгласила 12 апреля Международным днем полета человека в космос по случаю 50-летия первого шага в деле освоения космического пространства, совершенного советским космонавтом Ю. А. Гагариным. Соавторами этой резолюции стали свыше 60 стран – членов ООН. Генеральная Ассамблея выразила глубокую убежденность в общей заинтересованности человечества в содействии исследованию и использованию космического пространства в мирных целях, в расширении масштабов этой деятельности и в продолже-

▼ Юрьева ночь в Кельне

нии усилий по обеспечению всем государствам возможности пользоваться связанными с этим выгодами.

В День космонавтики чувствуют конструкторов, ученых, инженеров, рабочих, летчиков-космонавтов – всех, кто трудится в космической индустрии, кто испытывает космическую технику, дежурит у пультов в Центре управления полетом и в командно-измерительном комплексе, принимает, обрабатывает и хранит научную космическую документацию, поступающую с бортов космических кораблей и орбитальных станций.

Праздник отмечают также тысячи людей, имеющих отношение к этой интереснейшей сфере деятельности: инженеры-конструкторы, строители космодромов, инструкторы по подготовке летного состава, биологи, врачи и другие многочисленные специалисты. За достижениями космонавтики следит весь мир, организуются тематические выставки, снимаются документальные фильмы, проводятся научные конференции.



▲ Фрагмент выставки «Мечта о космосе»

Во многих странах мира начиная с 2001 г. проводится акция-мероприятие «Юрьева ночь» (Yuri's Night), названная так в честь Юрия Гагарина, организатором которой является Консультативный совет космического поколения (Space Generation Advisory Council), имеющий статус постоянного наблюдателя в Комитете ООН по использованию космического пространства в мирных целях. Она посвящена двум событиям: первому полету человека в космос и первому пилотируемому полету по программе Space Shuttle. Цель «Юрьевой ночи» – повысить публичный интерес к исследованию космоса и вдохновить новые поколения на изучение космического пространства.

В этом году в Москве одним из центров праздника традиционно стал Мемориальный музей космонавтики, где с 6 по 15 апреля прошла большая программа мероприятий – от автопробега и выставки ретро-машин до лекций, встреч, квестов и презентации учебника астрономии.

14 и 15 апреля Московский планетарий устроил традиционный концерт Моопсаке. С 31 марта в Центральном выставочном зале «Манеж» работала выставка «Мечта о космосе». 12 апреля открылся новый сезон Народной обсерватории в парке Горького, где проходили праздничные мероприятия и фотовыставка Роскосмоса. 15 апреля день открытых дверей провела Пушчинская радиоа-

строномическая обсерватория. Под Москвой в парке «Этномир» прошла неделя космоса.

К 60-летию запуска Первого искусственного спутника Земли на ВДНХ в историческом здании павильона «Космос» откроется Центр авиации и космонавтики. Организаторы обещают начать его работу 4 октября. Посетители увидят копию орбитальной станции «Мир», а дети получат возможность побывать на Марсе посредством виртуальной марсианской станции. Посредством интерактивного лектория можно будет стать участником экскурсий по планетариям мира. В зале павильона будут представлены макеты РН «Ангара-А5», многоразового ускорителя «Байкал», модели ракетно-космической техники и много других интересных экспонатов.

Санкт-Петербург начал отмечать праздник 9 апреля в Петропавловской крепости. Был открыт бесплатный вход в Музей космонавтики и ракетной техники имени академика В. П. Глушко в Иоанновском рavelине крепости. Сеанс фильма «Покорение космоса» в купольном кинотеатре в интерактивном формате рассказал зрителю о достижениях советской космонавтики, современном мировом сотрудничестве и технологиях будущего.

В конференц-холле состоялось награждение победителей городских конкурсов «Космос глазами детей», «Письмо космонавту», проводимых совместно Комитетом образования, Северо-Западной организацией Федерации космонавтики и Дворцом учащейся молодежи, а также победителей регионального этапа II всероссийского конкурса «Мы – дети Галактики» и городской конференции «КИТ (Космос, Интеллект, Творчество)», где были представлены проектные, исследовательские и творческие работы школьников.

В небо взметнулись модели ракет, запущенные во время XXIX показательных стартов на вертолетной площадке у Головкина бастиона. Посетители приняли участие в квесте «Парад планет» на территории Петропавловской крепости. В Планетарии Санкт-Петербурга прошли лекции и дискуссионный клуб.

Аналогичные мероприятия в рамках праздника состоялись в Новосибирске,

▼ Александр Лазуткин выступил 8 апреля на образовательной ярмарке «Космос Маркет» в Санкт-Петербурге





▲ Олег Новицкий поздравляет с праздником

Екатеринбурге, Казани, Челябинске, Омске, Самаре, Уфе, Нижнем Новгороде, Перми, Белгороде, Великом Новгороде, Смоленске, Калуге, Саратове и Энгельсе, Чебоксарах.

Россиянин Олег Новицкий, несущий вахту в составе 51-го экипажа МКС, поздравил соотечественников в телевизионном репортаже: «Космические исследования – это настоящий локомотив земной цивилизации. Мы проводим все более сложные научные и медико-биологические исследования, развивается Международная космическая станция, появляются новые модули, человечество движется вперед, космические аппараты с Земли уже исследуют новые планеты, и, я уверен, не далек тот день, когда мы начнем создавать базы на Луне и на Марсе. Поздравляю всех с Днем космонавтики! Это настоящий праздник всех россиян, всех, кто любит космос и мечтает о покорении Вселенной».

Бортинженер нового экипажа МКС, американский астронавт Джек Фишер считает, что Юрий Гагарин положил начало мирному освоению космоса, а полет «Союз–Аполлон» и последующее сотрудничество на МКС могут послужить ярким примером для политиков США и России, как можно договариваться. «Дружба началась с первого космонавта планеты – Юрия Алексеевича Гагарина... [Он] пригласил нас всех, последующих космонавтов и астронавтов, следовать за ним», – сказал Фишер, вспомнив эксперимент ЭПАС, который стал грандиозным по своей значимости событием для разрядки напряженности во всем мире.

«Именно тогда удалось показать миру, как Россия и США могут работать вместе во время «холодной войны». И вот теперь МКС – это лучший пример международного сотрудничества и [того, как] совершать вместе в сложные моменты для стран великие дела», – подчеркнул российский космонавт Фёдор Юрчихин.

«Мы можем послужить миру примером, потому что работаем вместе, и нет предела тому, чего мы можем достичь», – заключил американский астронавт.

День космонавтики – это особенный день для России, считает первая в мире женщина-космонавт, представитель Центрального штаба Общероссийского народного фронта (ОНФ) В.В. Терешкова: «День космонавтики – это международный праздник, но, конечно, наиболее ярко он отмечается в нашей стране. 12 апреля – это день триумфа науки и всех тех, кто сегодня трудится в космической отрасли, тех, кто знает, что невозможное – возможно. Я поздравляю всех космонавтов, ученых и всех граждан нашей страны с этим замечательным праздником!»

Гагарин, отметила Валентина Владими-

ровна, «простой русский парень», как он сам говорил о себе, «впервые в истории человечества перешагнул грань возможного и облетел Землю на своем корабле... Это не только его личная победа, но и достижение большого числа ученых, испытателей, руководителей разных уровней. Вся страна работала как единый организм для того, чтобы мечта миллионов людей стала реальностью».

В интервью по случаю Дня космонавтики первый и единственный австрийский космонавт Франц Фибёк выразил надежду, что в будущем полеты в космос смогут совершить и другие его соотечественники. «Я очень рад, что удостоился чести стать первым австрийцем в космосе, – признался он. – К сожалению, пока я единственный в Австрии космонавт, но надеюсь, что в будущем появятся новые мои сограждане, кто сможет разделить со мной это достижение».

При этом он отметил, что конкретных планов по отправке австрийцев в космос пока нет. «Я думаю, потому, что австрийское правительство пока не привержено развитию программы именно пилотируемых полетов в космос, так что такой вопрос не стоит на повестке дня», – уточнил Фибёк. Вспоминая советско-австрийскую космическую экспедицию 1991 г., он отметил, что «единственное, о чем приходится жалеть, что Австрия не стала развивать этот успех... Российские коллеги пригласили нас совершить еще один полет, но Австрия, к сожалению, не использовала эту возможность. Мы могли бы сделать еще много полезного».

По словам Героя Вьетнама и Героя Советского Союза генерал-лейтенанта авиации Фам Туана, ставшего первым космонавтом Вьетнама и всей Юго-Восточной Азии, полет Юрия Гагарина стал поистине одним из важнейших событий в истории мира, благодаря которому была открыта современная эра освоения космоса.

«Простой российский парень стал основоположником мировой пилотируемой космонавтики. Его подвиг открыл эру освоения космоса человеком на благо развития всей планеты Земля. Сотни человек потом продолжили путь первого космонавта планеты и побывали на орбите, – сказал генерал-лейтенант, добавив, что и сам он лишь благодаря полету Гагарина смог побывать в космосе в составе российско-вьетнамского экипажа летом 1980 г. – В те годы явно ощущалось напряженное, хотя и негласное соревнование между СССР и США в том, кто станет лидером в освоении космоса. Советский Союз уверенно выиграл этот марафон, когда именно советский человек первым отправился на орбиту. Старт космического корабля с космонавтом на борту стал победой всего советского народа, продемонстрировав миру не только высокий уровень научно-технического прогресса в СССР, но и искреннее стремление советских людей открыть всему человечеству дорогу в космос для его освоения и использования в мирных целях».

«Чтобы ответить на все вызовы, необходимо наращивать свой собственный потенциал. Россия обеспечила независимый доступ (в космос) на территории нашей страны, построив новый космодром Восточный. Рядом с ним появится город Циолковский, а также новый технопарк с уникальными условиями

для изучения космоса», – заявил Президент Российской Федерации В. В. Путин, выступая на торжественном вечере, посвященном Дню космонавтики. По его словам, этот технопарк «станет составной частью формируемой в нашей стране современной исследовательской инфраструктуры наряду с научными центрами и новыми лабораториями, которые будут работать в тесном взаимодействии со знаменитыми конструкторскими бюро и высокотехнологичным бизнесом».

Президент РФ подчеркнул, что российская космическая программа «должна вести страну вперед, стать мощным стимулом для развития технологий и образования, способствовать расширению знаний не только о космосе, но и о нашей планете... Уже в ближайшее десятилетие предстоит создать конкурентоспособные прорывные разработки – передовые современные материалы, собственная компонентная база, новый тип ракет-носителей и пилотируемый корабль».

▼ Основной и дублирующий экипажи «Союза МС-04» около дерева Гагарина на Аллее космонавтов. 12 апреля, Байконур



Владимир Владимирович указал на необходимость «дальше укреплять международное сотрудничество в космосе, прежде всего в области прикладных и фундаментальных исследований...» «Таким примером является российско-европейская миссия по исследованию Марса, а также работа на МКС, – отметил президент, напомнив: – Россия на сегодняшний день единственная страна, которая доставляет на МКС космонавтов».

В. В. Путин добавил: «Успех космической программы России зависит от людей, поэтому очень важно привлечь к решению интересных, по-настоящему амбициозных задач молодые поколения исследователей с высоким уровнем знаний и передовыми компетенциями... Нужно верить в себя и собственные силы, идти навстречу к мечте, добиваться технологических и научных прорывов. Те, кто работают сегодня в космической отрасли, достойно продолжают подвиг ветеранов, стремятся к лидерству, это у нас в крови – быть сильными».

Обзор подготовлен И. Афанасьевым



Анатолий Коротеев: «Трудно убедить людей в том, что для коренных изменений требуется всего один шаг...»

Современное ракетостроение (и в частности, двигателестроение) – на распутье. Продолжать ли и дальше наращивать показатели эффективности (весовую отдачу, конструктивное совершенство, удельный импульс) или переключиться на такие характеристики, как надежность, ресурс, дешевизна, возможность многократного использования матчасти? Возможно, традиционные химические ракетные двигатели исчерпали свой модернизационный потенциал, и следует обратить внимание на принципиально иные схемы: например, прямоточные воздушно-реактивные или жидкостные двигатели с детонационным горением? Эти и другие вопросы редактор «Новостей космонавтики» **Игорь Афанасьев** задал научному руководителю Государственного научного центра Российской Федерации – Федерального государственного унитарного предприятия «Исследовательский центр имени М. В. Келдыша» **Анатолию Сазоновичу Коротееву**.

– **Анатолий Сазонович, какие перспективные работы в области ракетного двигателестроения ведутся на вашем предприятии? К каким результатам они должны привести?**

– Прежде чем ответить на этот конкретный вопрос, хочу сделать некое введение. Оно связано, главным образом, с двумя моментами. Во-первых, вспомним: герои Жюль Верна мечтали на Луну попасть с помощью выстрела из огромной пушки. Один выстрел – один импульс. А что такое современная ракета? Вообще говоря, это существенно видоизмененная пушка, в которой импульс растянут по времени и дается не одновременно, а частями. Но бесконечно растягивать его нельзя, а дробиться он может лишь на число ступеней ракеты плюс разгонный блок – далее целевая нагрузка летит по тем же самым инерционным законам, что и артиллерийский снаряд. Конечно, это несравненно лучше, чем один выстрел, но все-таки не решает проблему в целом: мы не можем уйти от того, что с самого начала для разгона используются очень мощные и дорогие ракеты-носители. При старте с Земли без этого не обойтись, но вот потом, в космосе, желательно использовать что-то более экономичное.

Во-вторых, любые двигатели живут не сами по себе – они нужны для того, чтобы нечто летало и выполняло какие-то конкретные задачи. Поэтому надо смотреть дальше, определяясь с тем, какие задачи стоят перед двигателями. Мы неминимум должны понимать: что будет завтра? В этой связи я не могу говорить о развитии только тех двигателей, к которым мы привыкли, – жидкостных, твердотопливных, воздушно-реактивных. Это было бы неправильно.

Задача состоит в том, чтобы не просто куда-то улететь, но и сделать что-то, руководствуясь какой-то идеей. Посещение Луны или Марса, с пропагандистской точки зрения, конечно, завораживает общество, гипнотизирует людей, приносит безусловные дивиденды руководству соответствующих стран. Но этот фактор со временем

ослабевает. Надо признать, что первые эффекты от полета человека в космос, от высадки на Луну были ошеломляющими. Сегодня даже полет на Марс с пребыванием там и возвращением обратно, скорее всего, уже не произведет такого сильного впечатления, как бывало раньше.

Мне представляется, что сильно недооценивается тот факт, что полет человека в космос при сегодняшних возможностях транспортно-энергетических средств очень дорог, опасен и, вообще говоря, не очень информативен по своим результатам. В этой связи стоит обратить внимание на такой момент. В молодости я увлекался шахматами и хорошо помню спор о том, может ли машина обыграть человека. Вся общественность – особенно шахматная, – оперируя такими выражениями, как «человек думает, мыслит, фантазирует, а машина работает по заданным алгоритмам», была однозначно уверена, что нельзя. Однако я очень хорошо помню выступление тогдашнего владельца шахматной короны М. М. Ботвинника, который утверждал, что не стоит быть столь категоричными. И что же? Сегодня мы видим, что даже самый искусный гроссмейстер проигрывает компьютеру!

Таким образом, мы видим, что за полвека мир сильно изменился. И уже сейчас ясно, что с помощью электронно-вычислительных устройств – называйте их умными роботами или автоматами с искусственным интеллектом, я более склоняюсь ко второму термину – в космических исследованиях можно добиться результатов, наверно, не худших, а даже лучших, чем при участии человека. Например, в дальних путешествиях или при высадке на другую планету. Потому что как только в проекте появляется человек, для обеспечения его эффективной работы и жизнедеятельности сразу же во множестве нужны тяжелые и дорогие системы, в которых робот не нуждается.

Но, строго говоря, и человек, и машина при высадке на планету выполняют достаточно близкие алгоритмически заданные функции. В нынешних условиях чрезвычайней-

но сжатых по времени и средствам программы ни один космонавт, который высадится, допустим, на Марс, не сможет позволить себе какие-то экспромты...

– **Вместе с тем сторонники пилотируемой космонавтики к преимуществам человека относят именно возможность творческого озарения, которого нет у машины! Допустим, для марсоходо-робота камешек – просто кусок породы. А в мозгу у космонавта-геолога мгновенно созревает целая теория о происхождении этого камешка.**

– Сразу хочется спросить: сколько раз «озарялись» космонавты на Международной космической станции? А ведь она несравненно ближе Марса... Такое озарение за пределами четко заданных действий чревато, во-первых, трагическим исходом и, во-вторых, потерей сумасшедшего количества денег. Никогда и никто не простит космонавту, если он в момент озарения сделает какую-то большую ошибку, которая уведет его за пределы программы. С этим обстоятельством нельзя не считаться.

Если учесть затраты на создание средств выведения, то желательно летать более экономично, решая комплексные задачи, учиться выполнять более глубокие и сложные операции, чем просто пребывание в космосе или на поверхности другого небесного тела. Здесь мы практически однозначно приходим к выводу, что нам нужна новая, доселе недоступная, энергетика. Отсюда, с моей точки зрения, определение будущего ракетных двигателей, главным образом, нуждается в двух моментах.

Первый: для решения тех задач, к которым мы привыкли, двигатели должны быть безусловно надежны.

Второй: для выполнения перспективных программ это должны быть не просто двигатели, а двигательно-энергетические системы.

Что мы имеем сегодня? Начнем с того, что сейчас наиболее болезненный вопрос: насколько надежны имеющиеся двигательные установки?

Анализируя графики отказов ракет-носителей в странах мира по годам, можно заметить такую тенденцию: примерно с 1970-х годов число отказов и аварий за рубежом постоянно снижается. А у нас график сначала снижался, потом «вышел на полку», а сейчас растет. Это говорит о том, что в последнее время весь остальной мир существенно повысил надежность своих средств выведения, а мы – нет.

Далее. Если посмотреть недавно опубликованные результаты заседания на тему «Стратегическое развитие государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» до 2025 года и с перспективой до 2030 года» (НК №5, 2017), то в разделе документа под названием «Ключевые показатели эффективности» можно заметить строку «Средняя доля успешных пусков за предыдущие пять лет». Сегодня (точнее, в 2016 г.) она составляет 93%, в 2020 г. планируется 96%, в 2025 г. – 99%. Сегодняшняя среднемировая цифра где-то ходит около 97,5%.

Что такое 99% успешных пусков, если учесть, что в ракете-носителе, кроме двигателя, что-то еще может отказывать? Практически мы должны признать, что двигатели вообще не должны иметь право на отказ. Возможно ли это? Представляется, что да. И тут в помощь должны прийти новые технологии и новые методы повышения надежности.

Давайте возьмем даже не серийное, а массовое производство – например, автомашин. Я в свое время был очень удивлен, побывав на Волжском автомобильном заводе (ВАЗ): несмотря на то, что это массовое производство, отработанный «до звона» процесс, в котором исключены грубые глупости, тем не менее, можно было своими глазами видеть, как каждый автомобиль после схода с конвейера пробегал еще 20–30 км по треку с повышенной нагрузкой. Каждая автомашинка!

Я считаю, что точно так же сегодня мы обязаны перейти к производству двигателей: каждое изделие перед тем, как уйти в полет, должно продемонстрировать безотказную работу по полному ресурсу и с запасом.

Первый принцип: двигатель должен показать, что отработывает весь ресурс. Второй принцип: после этого мы не должны вмешиваться в его конструкцию.

Конечно, чтобы прийти к реализации первого принципа, в конструкцию должен быть заложен запас минимум трех-пяти ресурсов. Но это-то как раз вполне возможная и решаемая вещь!

С выполнением второго принципа сложнее. В 2011 г. мы с тогдашним руководителем космического агентства В. А. Поповкиным (ныне покойный) просидели до половины четвертого утра после аварии ракеты «Союз» по вине 55-го двигателя*. Я был председателем аварийной комиссии и сформулировал для Владимира Александровича такой принцип: если мы хотим, чтобы все было безусловно надежно, надо в течение какого-то времени перейти к тому, чтобы

демонстрировать на стенде работоспособность каждого двигателя, после чего снимать последний со стенда и, не вмешиваясь в конструкцию (ничего не меняя), ставить на ракету, которая уходит в полет.

Но сегодня мы, к сожалению, вмешиваемся в конструкцию после технологических огневых испытаний – по меньшей мере, снимая или заменяя блоки, отвечающие за запуск двигателя. А любое изменение, особенно связанное с отрезанием или сваркой металлических частей, способно внести загрязнения в полости тех же двигателей, отследить которые невозможно.

Какой принцип сегодня лежит в основе серийного выпуска? В значительной степени он был воспринят из практики, когда все ракеты производились для военных целей: сначала изготавливается партия, из которой берется одно изделие, которое вы «мучаете» от начала и до конца, подвергая всем видам испытаний (а зачастую потом и режете на куски, чтобы посмотреть износ). Все остальные двигатели партии идут на ракеты. Не факт, что в этой партии все они были абсолютно одинаковыми. Но для военных целей это и не важно: если из 100 снарядов два окажутся бракованными, особой трагедии не будет.



▲ Ионный двигатель высокой мощности (ИД-ВМ) обеспечивает тягу в 725 мН при удельном импульсе 7000 сек

Сегодня же для решения космических задач, когда пуски сравнительно редки, а целевые нагрузки чрезвычайно дороги, мы такую роскошь позволить себе не можем. И если мы хотим иметь 99% успешных запусков, то по двигателям надежность как минимум должна быть 99,5%. Поэтому основная задача – это научиться делать двигатели, которые имеют как минимум три-пять ресурсов и после съема со стенда без переборки должны уметь работать дальше, выполняя свою функцию в составе ступеней ракет-носителей, разгонных блоков или космических аппаратов.

– Возможно ли решение этой задачи на практике?

– Задача абсолютно решаемая, примером может служить РД-180. НПО «Энергомаш» с самого начала выстраивало технологию та-

ким образом, чтобы любой двигатель мог отработать отнюдь не один ресурс. У предприятия есть соответствующие наработки по всем двигателям данного семейства.

– Вы знакомы с разработками фирмы SpaceX в области двигателей? В разговорах с нашими специалистами до недавнего времени слышался явный скепсис по поводу возможностей многократного использования кислородно-керосиновых двигателей из-за проблем выпадения сажи в горячем тракте. Как Вы считаете, Элон Маск эти проблемы преодолел или нет? С Вашей точки зрения, сможет ли он реализовать многоразовое применение двигателей (многократную и успешную посадку ступени он уже фактически освоил)?

– Эта проблема также решаема. Любой наш современный двигатель способен летать многократно – за исключением, может быть, тех, где недостаточно учтена возможность выпадения сажи. Самые мощные наши изделия, выполненные по замкнутой окислительной схеме, решают этот вопрос на корню (например, в РД-170 для «Энергии» разработчики сразу закладывали десять ресурсов). Двигатели с восстановительным газогенератором, к сожалению, имеют риск сажеобразования. И «нагар» надо снижать. Способы и технологии такие есть. Но в пределе проблема легко решается, если перейти к горючим, содержащим меньше атомов углерода на один атом водорода.

– Вы имеете в виду метан и сжиженный природный газ?

– Переход на метан в основном интересен тем, что в этом веществе на один атом углерода приходится целых четыре атома водорода, а в керосине – примерно два. С метаном в самом деле иметь дело проще: ракетный двигатель испытывает гораздо меньшие тепловые нагрузки, чем при работе на керосине, имеет более высокий расчетный удельный импульс, сажи при сгорании метана в кислороде практически нет.

Проблемы обостряются при переходе на сжиженный природный газ (СПГ), который не совсем тождественен метану. Это смесь газов, в которой, кроме метана, есть и этан, и пропан, и другие углеводороды. При работе на СПГ двигателя, имеющего схему с восстановительным газогенератором, возможно выпадение сажи из-за наличия в горячем упомянутых выше более сложных углеводородов.

Кроме того, самое неприятное заключается в том, что СПГ содержит определенное количество серных соединений, которые при сгорании образуют на «холодных» поверхностях двигателя некий твердый слой. Он существенно снижает коэффициент теплопроводности и способен вызвать локальный перегрев элементов двигателя, что чревато потерей механической прочности и местным разрушением. Лучше всего работать на чистом метане.

Так что, говоря о СПГ, я был бы поосторожнее... Конечно, это горючее экономически выгодное (запасы в России колоссальные), энергетически привлекательное (во всяком случае даже по сравнению с керосином), позволяет упростить вопросы

* 11Д55 (РД0110) – двигатель третьей ступени (блока «И») ракет-носителей «Союз-У», -ФГ, -2.1А.



▲ Кислородно-метановый двигатель С5.86.1000-0 №2 на стенде 5В ИС-105 ФКП «НИЦ РКП»

повторного включения двигателя в полете. Безусловно, на нем можно сделать изделие и отработать три-пять ресурсов (а я считаю, что для реальной практики это совершенно необходимо), но это будет легче сделать на метане, что уже доказано.

– По-видимому, состав СПГ зависит от месторождения, где газ добывается?

– Конечно! И в зависимости от того, что за газ необходимо получать, надо менять технологию переработки и очистки. Это также вопрос и экономических оценок. Но мне кажется, что правильный алгоритм перехода был бы такой: сначала все-таки метан, а потом уже СПГ. Не надо рассуждать о том, какой компонент дороже или дешевле – стоимость топлива в общих затратах на пуск ракеты-носителя незначительна, меньше процента. И что в этом случае дороже – керосин, метан или природный газ – не имеет значения.

– Но в любом случае для широкого применения метана придется проводить очистку природного газа – даже не от серосодержащих примесей, а от всех остальных составляющих!

– Есть разный природный газ. Существует стандарт Газпрома на различные марки СПГ, и содержание в нем метана меняется в зависимости от марки. В СПГ марки «А» содержится 99% молярных долей метана, в «Б» – 80%, в «Ф» – 75%. И допускается наличие сероводорода не более определенной доли. Кроме того, при подаче к бытовому потребителю в природный газ добавляют меркаптан – «для запаха» (для возможности быстрого определения утечек). Поэтому очень может быть, что СПГ марки «А» подойдет для использования в ракетном двигателестроении безо всяких дополнительных обработок.

Возвращаясь к преимуществам и перспективам применения метана, можно сказать, что по этому компоненту выполнен большой объем работ, в том числе нашим институтом. Могу сказать совершенно ответственно, что достижение N ресурсов (где N не меньше 10) на жидком кислороде – сжиженном метане сегодня уже вполне решаемая задача. То, что это топливо дает немножко большую удельную тягу, чем кислородно-керосиновое, хорошо, но не су-

щественно. А вот то, что он во многом приятнее в работе (в смысле снижения теплонапряженности и сажеобразования), – это главное. Этим определяется повышенный интерес к компоненту американцев, китайцев и европейцев (очень может быть, по этой причине данную тему ожидает оживление в ближайшее время).

Кроме вышеперечисленных, у сжиженного метана есть еще одно преимущество: при компоновке баков в ракете можно применять совмещенное днище. В отличие от пары «кислород – керосин», где есть вероятность заморозить горючее или излишне разогреть окислитель, с парой «кислород – метан» дело обстоит проще – благодаря тому, что температуры хранения компонентов близки.

– Что же мешает? Не первое десятилетие слышно, что работы по метану идут, но реальные результаты пока видны лишь на стендах.

– Я считаю, что мешает инерция мышления, которая не позволяет внедрить метановые двигатели. На основе задела КБ химического машиностроения и КБ химической автоматики могли бы сделать летающий прототип – возможно, даже с меньшей тягой, чем у маршевых изделий (это позволит потратить меньше денег, но провести весь цикл испытаний), – и подтвердить, что метан вполне созрел для применения.

– Я присутствовал на тестировании метанового варианта КВД-1: двигатель отработал огромный ресурс, причем в середине испытаний была остановка из-за падения КПД турбины. Тем не менее двигатель запустили повторно не разбирая, не снимая со стенда (и вообще к нему не прикасаясь) – с несколько меньшим давлением в камере он функционировал до полного исчерпания запаса метана. Тогда казалось, что все вопросы решены, а уж разработчики двигателя совершенно точно были в этом уверены.

– Хорошие перспективы компонента, который, безусловно, может быть применен. Что мешает? Прежде всего, высокие характеристики уже имеющихся отечественных двигателей, которые гипнотизируют и за-

казчика... и разработчика. Скажем, изделия производства «Энергомаша»: существуют и прекрасно работают РД-180, все мы заинтересованы в продолжении их выпуска. Отсюда и подход – от добра добра не ищут. Но думаю, что дальнейшие шаги, если по тем или иным причинам они понадобятся, необходимо делать уже сейчас, внимательно присматриваясь к метану. В частности, решить вопрос по переводу на него кислородно-керосиновых двигателей верхних ступеней – возможно, такая переделка не потребует значительных затрат.

– То есть что-то надо делать еще до того, как будет готов специальный кислородно-метановый двигатель? Но как быть с его кислородно-керосиновыми собратьями, уже запущенными в серию и прошедшими сертификацию?

– А здесь мы как раз и возвращаемся к самому большому вопросу современности – о надежности и большом ресурсе двигателей. На кислороде и метане эту проблему можно решить быстрее, проще и с меньшими затратами. Можно сказать, внедрению нового компонента должно помочь обоснованное желание лучшего.

– Но есть ли смысл на ракете, работающей на керосине, переводить на метан лишь одну ступень? Ведь энергетические характеристики двигателя при этом почти не изменятся...



▲ Огневое испытание кислородно-метанового двигателя С5.86.1000-0 №2

– Нет, конечно, серийное изделие надо рассматривать, что называется, от начала и до конца. В рамках перспективных работ по двигателю установка систем выведения мы сейчас имеем раздел, связанный с метаном. С учетом вышесказанного он позволит утверждать, что этот компонент вполне пригоден для промышленного применения в ракетах-носителях и разгонных блоках.

– А нельзя ли провести летный эксперимент в рамках существующей программы запусков? Маленький разгонный блок-демонстратор мог бы заправляться метаном фактически «с колес» и требовать минимального дооборудования стартового устройства и наземных систем. Конструкция блока не претерпит значительных изменений по сравнению с существующими кислородно-керосиновыми системами. Почему бы один из пусков не посвятить именно этому? Или это слишком дорого, ведь у нас все пуски в рамках ФКП расписаны вплоть до 2025 г.?

– Я, может быть, скажу крамолу, но сегодня в ракетной технике превалирует принцип: то, что работает, лучше не трогать. Увы, сегодня мало, что называется, «искателей приключений». Рисковать никто не хочет: внедрение нового всегда чревато тем, что в случае неудачи по головке не поглядят.

– По-моему, этот принцип (хорошо работает – не трогай) еще с советских времен считается неотъемлемо «русским». У американцев, насколько я знаю (во всяком случае у части технических специалистов, с которыми приходилось разговаривать), в ходу формула «Любое хорошее решение можно усовершенствовать». Исходя из этого постулата они и работают.

– Там работает сложившаяся культура и система конкуренции. Они привыкли к тому, что в конкурентной борьбе побеждает лучшее решение. Поэтому хочешь завтра быть на коне – делай что-то новое сегодня, нельзя почивать на лаврах. Но вы бы знали, как же трудно внедряется что-то новое... В целом ряде случаев огромная проблема убедить людей в том, что для коренных улучшений надо сделать всего один маленький шаг. Большинство сегодняшних творческих работников ракетно-космической техники не могут отнестись себя к категории, о которой говорили: «Мы рождены, чтоб сказку сделать былью». Не ставится такая задача. Печально, но это факт.

Объективно, на такой подход наложили отпечаток 1990-е годы. Мы потеряли слишком много людей, возможно, самых лучших. Кто шел в космонавтику в конце 1950-х – начале 1960-х? Очень способные, талантливые ребята, которые искали что-то. Во-первых, это было очень престижно. Во-вторых, имелись некоторые привилегии. В оборонной промышленности в широком смысле проще решались социальные вопросы (жилье), были чуть выше зарплаты, народ быстрее продвигался по карьерной лестнице. Это видно, скажем, по Физтеху. Три четверти выпускников этого вуза не были москвичами, и по окончании института у них всегда стоял вопрос с жильем. Однако молодежь этим не сильно была озабочена: молодые люди без всякого труда находили себе жену-москвичку! Сегодня же ничего подобного: москвичка двадцать раз подумает, выходить ли ей за выпускника Физтеха или за кого-то, кто работает в более «престижной» (с сегодняшней меркантильной точки зрения) компании. Потеря этого социального момента с преимуществами для оборонной промышленности была одним из больших просчетов 1990-х годов.

– Вернемся к двигателям. Каковы, на Ваш взгляд, перспективы воздушно-реактивных двигателей в космонавтике?

– Мне кажется, что в «приземной» космонавтике основания для их использования близки к нулю. Были проработки прямоточных гиперзвуковых двигателей для разгона в атмосфере. Но это все-таки очень короткий участок, и если посмотреть все вопросы, связанные с этим, становится понятно, что игра не стоит свеч – сложности конструкции и эксплуатации превалируют над преимуществами.

Может быть, в будущем, когда мы начнем осваивать планеты... Ведь преимущества прямоточного двигателя в том, что ему не нужен бортовой запас большей части рабочего тела – он его берет из среды. Это будет актуально для планет с атмосферой (и то не всегда). Но работа больших воздушно-реактивных двигателей в составе ракет-носителей, стартующих с Земли, не кажется целесообразной.

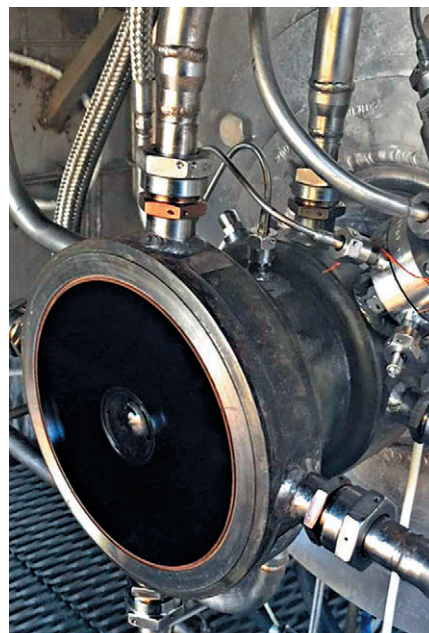
Такие двигатели имеют огромные преимущества (и это все знают) для решения целого ряда военных задач, но это уже другое. Думаю, эта тема выходит за рамки нынешнего разговора.

– Наш журнал недавно опубликовал статью об испытаниях детонационного ракетного двигателя в НПО «Энергомаш». При подготовке материала стало ясно, что Центр Келдыша участвовал в этой работе. Не могли бы Вы рассказать о детонационном двигателе подробнее?

– Если говорить просто, идея состоит в следующем. Как и любой химический (тепловой) реактивный двигатель – это устройство, преобразующее химическую энергию топлива в кинетическую энергию истекающей струи рабочего тела (выхлопных газов), создающей тягу. Поскольку в детонационном двигателе сгорание происходит в течение очень короткого промежутка времени, когда газы еще не успевают расшириться, от цикла сгорания с постоянным давлением (как в обычном жидкостном или твердотопливном двигателе) вы переходите к более эффективному в тепловом отношении циклу сгорания с постоянным объемом.

Поясню. И в двигателях внутреннего сгорания, и в ракетных двигателях тепло к рабочему телу подводится при постоянном давлении. Но существуют циклы, в которых при быстром сгорании тепло подводится при условиях, когда объем рабочего тела практически постоянен. С термодинамической точки зрения первые циклы по сравнению со вторыми менее выгодны – их КПД ниже. Переход к циклу с подводом тепла при постоянном объеме дает возможность поднять эффективность работы двигателя примерно на 10–15% при прочих равных условиях.

▼ Огневые испытания прототипа детонационного ЖРД



▲ Прототип детонационного ракетного двигателя

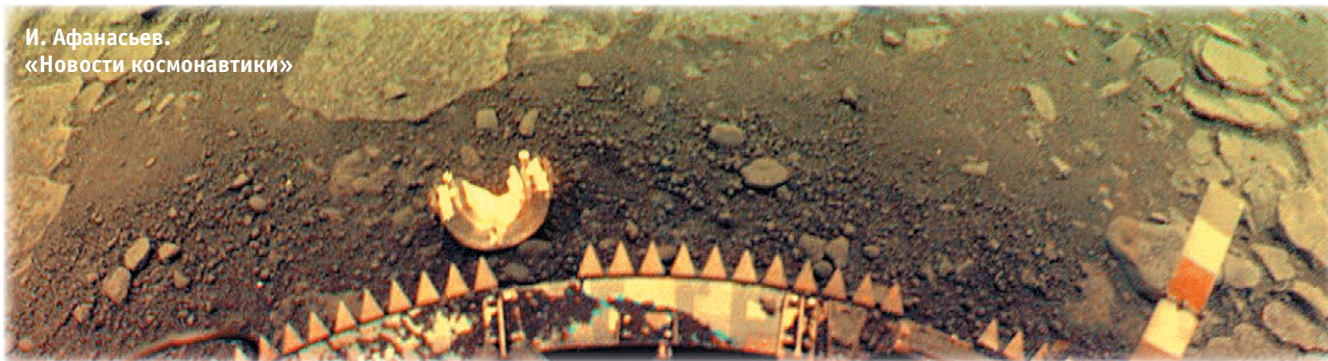
Примером установки, построенной на цикле горения с постоянным объемом, является пульсирующий воздушно-реактивный двигатель (ПувРД) крылатых ракет V-1 («Фау-1»). Там при сгорании порции топливной смеси в камере захлопывался входной диффузор воздухозаборника – и газ истекал через длинную резонансную трубу в сторону сопла, создавая разрежение в камере и тем самым открывая клапаны диффузора вновь. Так повторялось до тех пор, пока в камеру подавалось горючее.

Тем не менее, кроме достоинств, из-за импульсной работы детонационные двигатели имеют целый ряд недостатков. Во-первых, при их функционировании возникают знакопеременные нагрузки с высокими пиками (забросами) давления и температур. Во-вторых, приходится решать очень сложные проблемы с динамикой конструкции. Наконец, ПувРД генерировал совершенно ужасающий акустический фон, причем в зоне частот, близких к инфразвуковой. В свое время, в студенческие годы, я подрабатывал на кафедре – вел научно-исследовательскую работу под руководством В.Н. Челомея (он тогда очень плотно занимался ПувРД). Неприятный звук работы двигателя запомнился навсегда...

По совокупности проблем широкого внедрения детонационных двигателей не последовало. Но в наше время появились дополнительные улучшающие предложения, которые несколько снизили эти минусы. С их учетом началась разработка так называемых «спиновых детонационных двигателей», и НПО «Энергомаш» рискнуло сделать стендовый образец.

Результат вам известен, преимущества признаны. Тем не менее тепловые нагрузки при работе оказываются выше, чем у обычного жидкостного двигателя (в частности, из-за того, что в камере не успевает сформироваться пограничный слой), и для защиты огневой стенки и распылительных элементов потребовались специальные покрытия. Они были созданы отделом нанотехнологий Центра Келдыша. И это другая, очень объемная и интересная тема для разговора...

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»



Огненные поцелуи богини любви

В середине марта объединенная рабочая группа специалистов Института космических исследований (ИКИ) Российской академии наук (РАН), Госкорпорации «Роскосмос» и NASA провела обсуждение проекта «Венера-Д» по продолжению фундаментальных исследований второй от Солнца планеты, начатых более полувека назад. Российские и американские ученые изучили архитектуру и сценарий миссии, а также выбрали возможный состав научной аппаратуры и список вопросов для детальной проработки в ближайший год.

До начала космических полетов знания о нашей ближайшей соседке по Солнечной системе были весьма скудными: астрономы смогли определить размеры и массу планеты, названной в честь древнеримской богини любви, отождествив ее как «сестру Земли» из-за схожести размеров и состава. Однако плотный облачный покров не позволял ни разглядеть рельефа, ни выяснить что-либо о климате. Споры о том, что находится под мглистой вуалью Венеры, продолжались до постройки мощных радиолокационных станций, когда с помощью радиоволн, для которых атмосфера Утренней звезды оказалась прозрачной, в 1961 г. были проведены первые исследования рельефа. Местность оказалась пересеченной...

Наш кругозор в этом плане значительно расширили автоматические аппараты, посланные к «сестре Земли». Первым стал американский Pioneer 5, ушедший в направлении Венеры 11 марта 1960 г. До цели он не долетел, но успел прощупать трассу полета, обнаружив наличие слабых магнитных полей в межпланетном пространстве. Стартовавшая 12 февраля 1961 г. советская станция, задним числом названная «Венера-1», хотя и не смогла выполнить научную программу, все же достигла окрестностей планеты.

Первые подробные данные передал Mariner 2, прошедший 14 декабря 1962 г. на расстоянии 34 600 км от поверхности Венеры: зонд уточнил массу планеты, подтвердил странную для многих теорию о раскаленной поверхности планеты и обнаружил отсутствие венерианского магнитного поля.

Далее, «Венера-2» и «Венера-3» вплотную подобрались к цели, но из-за отказа обоих «бортов» смогли лишь собрать данные о космическом и околопланетном пространстве. При этом 1 марта 1966 г. «Венера-3» стала первым земным аппаратом, упавшим на поверхность другой планеты Солнечной системы.

19 октября 1967 г. Mariner 5 пролетел на расстоянии 3990 км от Венеры и обнаружил у планеты водородную корону и ионосферу. За сутки до американского зонда, 18 октября, спускаемый аппарат советской «Венеры-4» вошел в атмосферу и впер-

вые напрямую передал сведения о составе, температуре, давлении и плотности газовой оболочки планеты примерно до высоты 28 км от поверхности. 16–17 мая 1969 г. «Венера-5» и «Венера-6» совершили плавный спуск и сообщили параметры атмосферы до высоты примерно 18 км.

Первую успешную посадку на ночной стороне поверхности планеты совершила 15 декабря 1970 г. «Венера-7». Научный подвиг был повторен 22 июля 1972 г.: спускаемый аппарат «Венеры-8» сел на дневной стороне планеты и с поверхности проводил контактные изучения атмосферы и грунта.

5 февраля 1974 г., следуя к Меркурию, американский Mariner 10 выполнил гравитационный маневр, пролетев на расстоянии 5770 км от Венеры: он измерил высоту верхней границы облаков и исследовал динамику атмосферы, обнаружив в ее составе гелий.

Следующие годы стали триумфальными для советских исследований Утренней звезды. Спускаемые аппараты станций «Венера-9» и «Венера-10» нового поколения 22 и 25 октября 1975 г. совершили посадку на поверхность «сестры Земли» и передали первые черно-белые панорамы венерианского пейзажа. Тем временем пролетные аппараты вышли на околовенерианскую орбиту и с октября по декабрь 1975 г. дистанционно изучали динамику облаков.

25 и 21 декабря 1978 г. спускаемые аппараты «Венеры-11» и «Венеры-12» прожили на поверхности планеты 95 и 110 мин соответственно. Спустя четыре года – 1 и 5 марта 1982 г. – «Венера-13» и «Венера-14» передали цветные панорамные изображения венерианской поверхности, а также взяли пробы грунта и провели его экспресс-анализ. «Венера-13» поставила рекорд продолжительности работы на поверхности планеты – 127 минут.

10 и 14 октября 1983 г. «Венера-15» и «Венера-16» начали восьмимесячную совместную программу изучения планеты с помощью радиолокатора (съемка с разрешением 1–2 км) с орбиты ее искусственных спутников, а 11 и 15 июня 1984 г. «Вега-1» и «Вега-2» смогли не только обеспечить мягкую посадку на поверхность Венеры, но

и выпустить в ее атмосферу аэростатные зонды, которые передавали информацию в течение почти 48 часов каждый.

Приоритет советских исследований Венеры несомненен. Вместе с тем специалисты считают, что максимальный по объему массив научных данных о планете собрали все же американские, японские и европейские зонды.

Так, американский Pioneer Venus 1 с декабря 1978 г. до августа 1992 г. (почти 14 лет, хотя и с перерывами!) находился на орбите искусственного спутника планеты и вел радиолокационное картографирование ее поверхности и дистанционное изучение газовой оболочки. 9 декабря 1978 г. в атмосферу планеты вошли четыре спускаемых зонда КА Pioneer Venus 2 – большой и три малых. Они успешно выполнили всю научную программу, причем один из малых зондов передавал информацию даже с поверхности, на что не был изначально рассчитан.

С августа 1990 г. по октябрь 1994 г. американский Magellan, выведенный на околовенерианскую орбиту, получил радиолокационную карту 98% поверхности планеты с разрешением 100–300 м и измерил высоту рельефа с точностью 30–50 м.

Европейская станция Venus Express с апреля 2006 г. до января 2015 г. передавала данные с орбиты искусственного спутника планеты, а также впервые в мире отсняла южный полюс Венеры. Японский «Акацуки» с 2015 г. делает с венерианской орбиты снимки атмосферы планеты в инфракрасной области спектра. В разное время мимо Венеры пролетали зонды Galileo, Cassini и Messenger.

Почему же «сестра Земли» привлекает внимание ученых? Представляется, что ответ на этот вопрос следует из названия. В докосмическую эпоху писатели-фантасты рисовали Венеру неким раем, чуть позже условия обитания на ней немного ужесточили, оставив, тем не менее, пригодными для жизни (вспомним «Страну багровых туч» братьев Стругацких): плотная облачная пелена, закрывающая поверхность планеты, давала место для самых буйных фантазий.

Когда же с помощью космических зондов пелену удалось приподнять, открылся

«неправильный» и жуткий облик Утренней звезды. Во-первых, Венера вращается вокруг своей оси в направлении, противоположном вращению Земли и большинства других планет, причем очень медленно. Сутки на ней – самые большие в Солнечной системе: они длятся целых 243 земных дня! Во-вторых, несмотря на толстый слой облаков, отражающих прямые солнечные лучи, это самая жаркая планета нашей системы: температура у поверхности составляет 470–490°C, чего более чем достаточно для плавления цинка, олова и свинца, а давление близко к 90 атм и соответствует силе, с которой давит столб воды земного океана на глубине около 1 км.

В-третьих, скорость ветра у верхней границы облаков достигает 100 м/с. Газовую оболочку планеты пронизывают молнии, бьющие с силой, в 25 раз превосходящей земные, а на поверхности могут извергаться вулканы...

В рассказе Рэя Брэдбери «Все лето в один день» девочка Марго, живущая на Венере, ужасно скучала по солнцу, поскольку его почти всегда скрывали тучи, из которых непрерывно сыпал дождь. Американский писатель в 1954 г. и представить не мог, что венерианский дождь – если он бывает вообще – состоит не из капель воды, а из раскаленных потоков газообразной серной кислоты...

Очевидно, все эти необычные условия и привлекают ученых, поскольку, по их мнению, помогут на ответ на вопрос, почему планета, столь похожая на нашу, так сильно отличается по климату и физическим условиям. Как она «дошла до жизни такой»?

«Нам хочется знать, могла ли «сестра Земли» когда-то иметь океаны и жизнь? Понимая процессы, происходящие на Венере и на Марсе, мы увидим более полную картину того, как со временем эволюционируют планеты земной группы, а также получим представление о прошлом, настоящем и будущем нашей Земли», – полагает директор Отделения планетологии NASA Джеймс Грин.

Исследования Утренней звезды с помощью КА дали науке очень многое. Однако открытыми остаются вопросы, касающиеся динамики атмосферы и причин развития столь мощного парникового эффекта. Закрыть многие из них поможет «Венера-Д», которая призвана изучать эти явления как с орбиты, так и с поверхности.

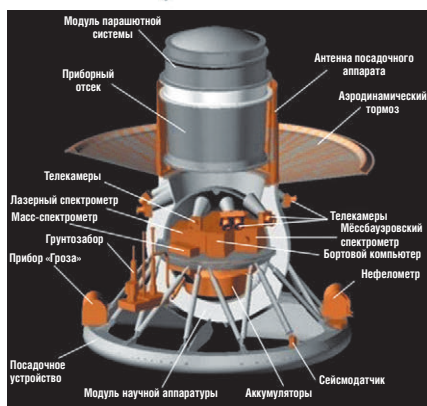
Концепция проекта, подготовленная при участии НПО имени С. А. Лавочкина и ИКИ РАН, характеризуется как автоматический научный комплекс, обеспечивающий измерение химического состава атмосферы Венеры, съемку поверхности на этапе спуска, определение минерального состава поверхностного грунта, точные измерения температуры и давления, потоков излучения, характеристик аэрозольной среды, определение сейсмической активности планеты.

Первоначально комплекс состоял из прототипно-орбитального аппарата, работающего на орбите искусственного спутника планеты до трех лет, и посадочного аппарата, на который и возложена вся тяжесть исследований на поверхности. В отличие от всех предыдущих зондов, «Венера-Д» должна была обеспечить длительное (литера «Д»

означает «долгоживущая») функционирование аппарата на поверхности земной соседки – до 30 дней.

Решить последнюю проблему предполагалось либо постройкой уникального термостатного корпуса (создать в нем рабочие условия для систем и научной аппаратуры, оградив их от губительных объятий Богини любви), либо применением специальной электроники, не боящейся горячего дыхания и «смертельных поцелуев» венерианской атмосферы.

«Термос» для приборов казался логичнее и проще: аналогичную по принципу работы конструкцию имели посадочные аппараты советских станций начиная с «Венеры-9». Однако даже «Венера-13» передавала данные с поверхности всего 127 минут... Сегодняшняя электроника, конечно, экономичнее и эффективнее приборов 1980-х, и, наверное, можно рассчитывать на то, что «начинка» такого «термоса» будет функционировать часов 8–10 и даже больше, но все же и это не выход...



▲ «Венера-Д» и ее посадочный аппарат

Специалисты атомной промышленности поговаривали о разработке компонентной базы, способной выдержать давление и температуру на поверхности Венеры. Однако в реальности атмосферный жар перегревает практически любую современную электронику, и она быстро выйдет из строя. Медные дорожки на печатных платах и чувствительные сенсоры, выставленные наружу, мгновенно подвергаются коррозии. Говорить о том, чтобы в таких условиях проработать месяц, не приходится... Можно надеяться в лучшем случае на несколько суток, а то и часов...

Основные технические решения проекта оказались крайне непростыми, чем в большой степени и объясняется извилистая история разработки. Еще в 2003 г. «Венера-Д» заявлялась на включение в Федеральную космическую программу на 2006–2015 гг. (ФКП–2015) и попала в нее с планируемой

датой старта в 2013 г. Последовательные поиски способов решения проблемы привели к тому, что в середине прошлого десятилетия к проекту проявили интерес европейцы и японцы, поговаривая о совместной разработке с планируемым запуском в 2016 г. Можно констатировать, что в тот период удалось сделать немного: сроки реализации проекта неоднократно сдвигались, информация о совместной миссии затихла, а из новой ФКП–2025 проект был секвестирован вслед за космическим бюджетом.

Тем не менее полностью работы не закрывались. На специальном интернет-сайте ИКИ РАН, посвященном этому проекту, до сих пор можно прочесть, что «научный комплекс должен обеспечить исследования структуры, энергетического баланса и динамики нижней атмосферы... строение мезосферы, термические приливы, химсостав атмосферы, включая изотопы летучих, обилие инертных газов и изотопный состав, строение и химию облаков, природу УФ-поглопителя, химический и минералогический состав, включая радиоактивные изотопы, геологию поверхности, сейсмоку и вулканизм, молнии, проблему воды и процессы диссипации атмосферных составляющих», а также провести иные исследования.

В 2013 г. интерес к «Венере-Д» проявили американцы, и была составлена вышеупомянутая совместная рабочая группа.

По словам Дэвида Сенске из Лаборатории реактивного движения JPL (Jet Propulsion Laboratory), ответственного за определение научных целей проекта «Венера-Д» с американской стороны, одной из основных целей совместной работы может стать лучшее понимание нынешнего климата планеты как средства проникнуть в механизм, который вызывает чудовищный парниковый эффект.

«Для нас Венера – естественная лаборатория для изучения эволюции климата и парникового эффекта, с усилением которого связывают глобальное потепление на Земле», – вторит коллеге заведующая лабораторией ИКИ РАН и председатель рабочей группы Людмила Засова.

Ответ на эти и множество других вопросов должна дать информация с «Венеры-Д».

За прошедшие годы состоялись несколько заседаний совместной рабочей группы, которая выпустила доклад «Венера-Д»: расширение нашего горизонта знаний в области климата и геологии планет земной группы путем комплексных исследований Венеры».

Концепцию проекта пересмотрели, с одной стороны, сторону упрощения (время работы посадочного аппарата ограничились тремя часами), а с другой – сторону усложнения (в системе появилась дополнительная долгоживущая посадочная станция, способная работать на поверхности до суток, а также субспутник и аэростаты для долгого – возможно, в течение недель и даже месяцев – плавание в верхних слоях венерианской атмосферы).

Помощь американских инженеров может оказаться решающей. Исследовательский центр имени Гленна (NASA) провел изучение полупроводников на основе карбида кремния: последний, в отличие от

кристаллического кремния, способен работать в описанных выше условиях. Обычные интегральные микросхемы – структуры типа «металл-оксид-полупроводник» (CMOS, complementary metal-oxide-semiconductor) на основе кремния – теряют полупроводниковые свойства при нагреве до 300°C и выше. Электропроводность подложки изменяется, и схема перестает работать.

Ученые в Центре Гленна изготовили чип на основе карбида кремния (SiC), а затем интегрировали его в простое устройство, называемое кольцевым генератором (ring oscillator), который нужен для измерения давления и температуры. Провода изолировали керамикой из оксида магния (MgO), а стыки закрыли жидким стеклом.

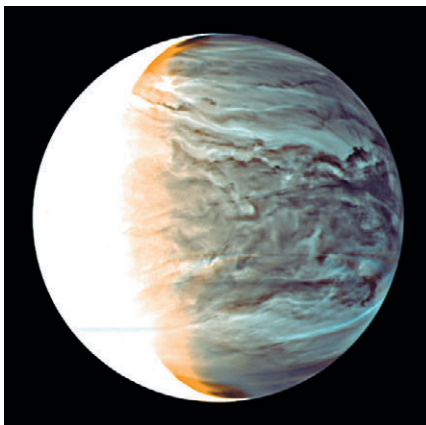
«Мы продемонстрировали значительно более длительную работу чипов, непосредственно подверженных физическому и химическому воздействию (причем без охлаждения и защитной оболочки), с высокой точностью воспроизводящему атмосферные условия на поверхности Венеры, – делится впечатлением Филип Нейдек (Philip G. Neudeck), руководитель проекта в Центре Гленна. – Схемы все еще работали после окончания теста».

Первоначально NASA начало разработку элементов из карбида кремния потому, что нуждалось в датчиках, способных выдерживать температуру внутри ракетного двигателя. А первые пластины из карбида кремния были произведены именно для датчиков авиационных двигателей с исключительно высокой топливной экономичностью.

Новый чип более 500 часов проработал в экспериментальной установке, имитирующей условия на поверхности Венеры, – в сотни раз дольше, чем показали лучшие кремниевые микросхемы. Пока проведен лишь «альфа-тест». С применением более продвинутых решений можно будет построить вообще «вечный» космический аппарат!

В ходе испытаний выяснилось, что элементы на основе карбида кремния не только не подвержены влиянию венерианского теплового и химического воздействия, но и имеют преимущества по потреблению энергии и теплоотдаче по сравнению с кремниевыми. Минусом новой электроники явилось снижение производительности микросхем: она будет намного ниже, чем у современных персональных компьютеров. Согласно презентации, сделанной в 2014 г. аналитической группой NASA по исследованию Венеры, по вычислительной мощности их можно сравнить с мейнфреймами 1960-х годов, но этого достаточно для получения, обработки и передачи необходимых данных, включая изображения.

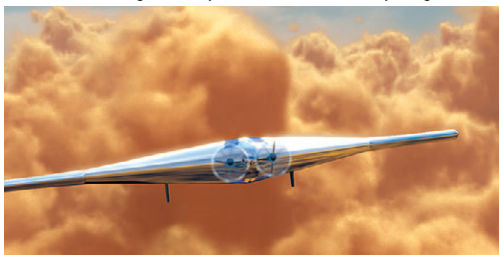
Однако высокотемпературный чип – далеко не все, что требуется. Научную аппаратуру надо питать электроэнергией. Обычные аккумуляторы не слишком емкие, а солнечные батареи на поверхности планеты работают плохо из-за отсутствия солнечного света, который закрывает плотная облачность. По этой причине Тимоти Миллер и Майкл Пол из Университета штата Пеннсилвания вместе со Стивеном Олсоном из Центра Гленна предлагают использовать в качестве источника энергии двигатель Стирлинга – тепло-



▲ Ночная сторона Венеры, снятая 26 марта 2016 г. инфракрасной камерой IR2 японского зонда «Акацуки»

вую машину, в которой разница температур периодически нагреваемого и охлаждаемого рабочего тела преобразуется в работу. По словам Миллера, такая установка способна вырабатывать достаточно энергии не только для питания, но и для охлаждения электронного оборудования посадочного модуля. Однако для функционирования двигателя Стирлинга требуется топливо и рабочее тело. В качестве таковых команда Миллера предлагает использовать литий, горящий в среде углекислого газа и водорода. Последний, как и первый, по-видимому, нужно будет везти с собой.

Один из аргументов в пользу лития – небольшая масса установки: по словам Миллера, «стирлинг» с запасом топлива на двое земных суток весит не более 50 кг. К тому же литий считается экологически чистым материалом, а американцы не хотят загрязнять даже такое ужасное место, как Венера! Сейчас инженеры проводят испытания опытного образца при давлении в 4–5 атм. Чтобы испытать прототип в условиях, близких к венерианским, разработчики ищут дополнительное финансирование. Если Миллер и его команда докажут работоспособность литиевого «стирлинга» в течение недели, то шансы на успех проекта заметно вырастут.



▲ VAMP в атмосфере Венеры

Еще одна новинка, предложенная для «Венеры-Д» американцами, – «платформа, маневрирующая в атмосфере Венеры» VAMP (Venus Atmospheric Maneuverable Platform). Несмотря на неласковость «сестры Земли», на планете есть место, где температура и давление примерно равны земным: это слой атмосферы на высоте примерно 50–70 км. Ученые полагают, что изучение этой области станет ключом к пониманию того, что делает столь специфической окружающую среду Венеры, и прольет свет на эволюцию планет и климата Земли. Понимание характеристик венерианской атмосферы также поможет лучше классифицировать тысячи вновь об-

наруженных экзопланет. VAMP как раз и предназначен для изучения этой области атмосферы Венеры.

На самом деле это комбинированный летательный аппарат, позволяющий использовать для поддержания высоты архимедову силу вкуче с аэродинамической. Дельтавидная компоновка сильно напоминает бомбардировщик-невидимку B-2 Spirit или ударный беспилотник X-47B. Это неудивительно, поскольку и VAMP, и упомянутые самолеты созданы Northrop Grumman Aerospace. Концепция развивалась благодаря обширным инвестициям и историческому опыту компании в области авиации и космоса. Этот багаж должен помочь созданию платформы для исследования планет.

Американцы предлагают сбросить VAMP непосредственно с орбиты. По их словам, он «сможет снижаться, как падающий лист» и, имея очень малый баллистический коэффициент, спустится в атмосфере без тяжелой защитной оболочки, что позволит ему нести около 45 кг инструментов. После входа в атмосферу и торможения платформа превратится в маневрирующий летательный аппарат с двигательной установкой на солнечной энергии, предназначенный для длительного полета в верхнем и среднем слое облаков Венеры и сбора научных данных для передачи на Землю. VAMP, подобно модным ныне «атмосферным спутникам-дронам», сможет обращаться вокруг планеты долго – вплоть до года.

VAMP – первое применение линейки спускаемых аппаратов с высоким аэродинамическим качеством LEAF (Lifting Entry Atmospheric Flight), разработанных как своеобразные «атмосферные роверы». Они предназначены для исследования планет и спутников Солнечной системы, обладающих атмосферой. Концепция LEAF позволяет по заданной с Земли программе корректировать высоту и направление полета. Она устойчива к отказам, так как изделие может безопасно «плавать» в аэростатическом режиме. Кроме того, LEAF обеспечивает относительно медленный и плавный вход в атмосферу, превращая «восемь минут ужаса» в «30 минут трепетного ожидания».

Впрочем, вариант с VAMP не единственный. Рабочая группа проекта «Венера-Д» изучает и другие возможности. В частности, рассматривается эксплуатация нескольких долгоживущих зондов: будучи «разбросанными» по поверхности, они в течение недель или месяцев будут передавать информацию из разных мест планеты. Для изучения плазменной оболочки Венеры предлагается использование субспутника.

Если «все случится», запуск «Венеры-Д» должен состояться 9 июня 2026 г. (резервное окно – с 25 декабря 2027 г. по 16 января 2028 г., с оптимальной датой запуска 6 января 2028 г.). Зонд массой свыше 6 т будет запущен с космодрома Восточный ракетой «Ангара-А5» с разгонным блоком «Бриз-М» или кислородно-водородным КВТК. В случае успеха миссия «Венеры-Д» станет первой посадкой на Венеру за более чем сорок лет. Предыдущее «привенеривание» выполнил 15 июня 1985 г. посадочный аппарат советской станции «Вега-2».

5 апреля на 33-м Космическом симпозиуме (Space Symposium)* президент Blue Origin Роб Мейерсон (Rob Meyerson) презентовал концепцию автоматической системы посадки на Луну Blue Moon (HK № 5, 2017). Он сообщил, что если пилотируемая программа NASA будет вновь переориентирована на Луну, то его компания готова поддержать ее предложенной системой. «Blue Moon может экономически эффективно обеспечить мягкую посадку большой массы на лунную поверхность, – обещал Мейерсон. – Для любого разумного [проекта] первого лунного поселения такая возможность потребуется».

Предложение Blue Origin сфокусировано на системе доставки оборудования и припасов на лунную поверхность для поддержания функционирования колонии. Посадочный модуль Blue Moon, оборудованный рукой-манипулятором с набором инструментов для работы с грузами, напрямую использует технологии вертикального старта и посадки, отработанные компанией в суборбитальной системе New Shepard, в сочетании с большим заделом по двигателям для сокращения времени разработки и снижения риска.

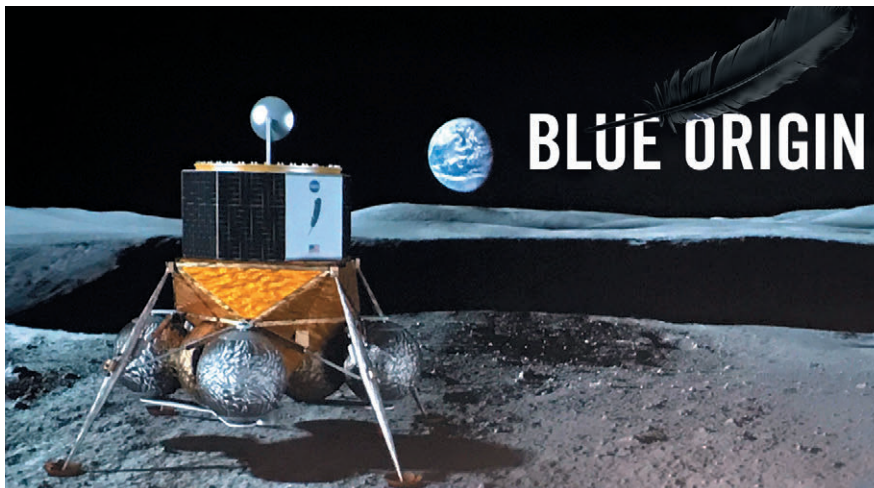
Проект Blue Moon оптимизирован для запуска на носителе SLS, но также может запускаться ракетами Atlas V или New Glenn (HK № 11, 2016), доставляя на лунную поверхность 4–4,5 т грузов.

Лунные миссии вписываются в концепцию Джеффа Безоса о будущем с обширным присутствием человека за пределами Земли. Основатель Blue Origin считает, что многие экологически опасные промышленные производства должны быть перенесены с Земли, и представляет, как миллионы людей будут жить и работать в космосе. При этом Луна видится как следующий ключевой шаг в продвижении человека в пространство – вместо того, чтобы «рваться» на Марс в соответствии с действующей американской космической программой.

«Поверхность Луны предлагает богатые ресурсы с возможными ценными научными результатами. Она же может являться площадкой для демонстрации ключевых технологий и служить в качестве подходящего места для долгосрочного постоянного поселения, – объясняет мистер Мейерсон. – Мы также считаем, что Луна логически встроена в долгосрочную последовательность освоения Солнечной системы, включая и Марс. [Освоение Луны] станет первым шагом, который мы предпримем, чтобы воплотить в жизнь наше представление о миллионах людей, живущих и работающих в космосе».

К огорчению Безоса, нынешние американские планы не включают пилотируемые полеты к лунной поверхности. Вместо этого NASA планирует к середине 2020-х годов развернуть в окололунном пространстве посещаемый объект под названием Deep Space Gateway (DSG, буквально «Ворота в дальний космос»). Эта система призвана поддерживать испытания технологий, необходимых для пилотируемых полетов к Марсу в 2030-е годы.

Однако другие страны уже проявили интерес к полетам человека на Луну, и DSG может обеспечивать и такие миссии. «Цель



Система Blue Moon от Blue Origin

И. Чёрный.

«Новости космонавтики»

состоит в следующем: увидеть, что можно отработать около Луны, и, работая совместно с иностранными партнерами, понять, что можно сделать на ее поверхности», – заявил 4 апреля исполняющий обязанности администратора Роберт Лайтфут от имени NASA, добавив, что такое сотрудничество будет распространено и на коммерческих партнеров.

Blue Origin готова инвестировать в разработку своей системы в рамках партнерства с NASA – она видит регулярную доставку ресурсов и материалов в перспективную лунную колонию как средство увеличения числа миссий с использованием носителя SLS.

Выполнять миссии к Луне и в ее окрестности готовятся несколько компаний. Они ставят цель доставлять на наш естественный спутник не только грузы, но и оборудование для создания среды обитания, материалы для экспериментов и горнодобывающую технику. В частности, Объединенный пусковой альянс ULA планирует создать транспортную сеть в окололунном пространстве, выстраивая соответствующую инфраструктуру на протяжении ближайших четырех лет.

Bigelow Aerospace, разработчик надувных жилых модулей, сообщил о планах доставки своего оборудования в окрестности Луны уже к 2020 г., создания на окололунной орбите складов для хранения ресурсов, добытых на лунной поверхности, а также пополняемых запасов топлива для отправки людей в дальний космос, в том числе к Марсу.

«Чем чаще NASA будет пускать SLS, тем больше им нужны коммерческие услуги доставки, – полагает Роб Мейерсон. – New Glenn... и Blue Moon дополняют SLS и Orion, дав возможность NASA вернуться на Луну и на этот раз остаться там».

Blue Origin намерена выполнить первую миссию Blue Moon уже в июле 2020 г. с посадкой в кратере Шеклтон вблизи южного полюса Луны. Место очень перспективно: здесь почти непрерывно присутствует солнечный свет, что позволит получить достаточно энергии для функционирования посадочной ступени. В вечной тени глубоких кратеров есть водяной лед, из которого можно добывать воду, кислород и водород.

На космическом симпозиуме выступил и сам Джефф Безос. В своей презентации он продемонстрировал систему New Shepard, совершившую с ноября 2015 г. по октябрь 2016 г. пять суборбитальных полетов. Закопченная ракета, скорее всего, отправится в демонстрационный тур по городам Америки, а затем будет передана в музей.

Роб Мейерсон сообщил, что инженеры компании вынесли много уроков из испытательных полетов New Shepard. Например, «кольцевые стабилизаторы» в верхней части, которые помогают контролировать спуск ракетного блока в атмосфере, первоначально имели абляционную теплозащиту. Вместе с тем при возвращении на Землю они, очевидно, подвергаются значительным тепловым воздействиям.

«Нам приходилось ремонтировать стабилизаторы в промежутках между полетами, и это была довольно трудоемкая задача», – раскрыл подробности Мейерсон, добавив, что процесс шлифовки и выравнивания поверхности занимал до нескольких сотен часов. Чтобы избежать подобных трудозатрат, Blue Origin начала использовать металлическую панель для защиты этой области.

Внеся в систему New Shepard несколько десятков исправлений и изменений, Blue Origin сейчас изготавливает три рабочих ракетных блока и две капсулы для экипажа и пассажиров. По словам Мейерсона, программа испытаний начнется «в конце лета или в начале осени». После беспилотных испытательных пусков в начале 2018 г. могут состояться полеты с «пассажирами-испытателями», прежде чем наступит коммерческая эксплуатация системы.

Что касается носителя New Glenn, то в ходе своего выступления на симпозиуме Безос сообщил, что уже есть несколько заказчиков на пуски этой ракеты, а Blue Origin близка к завершению разработки одного из ключевых элементов – ракетного двигателя BE-4 (HK № 5, 2017). Компания готовит двигатели к огневым испытаниям. «Мы начнем, когда будем готовы, – предупредил Мейерсон. – Это может занять недели или даже несколько месяцев».

* Симпозиум проходил 3–6 апреля в Колорадо-Спрингс, шт. Колорадо.

TGO идет на снижение

И. Лисов.
«Новости космонавтики»

Спутник Марса TGO, созданный в рамках европейско-российского проекта ExoMars, к концу апреля вошел в режим аэродинамического торможения в верхних слоях атмосферы Марса. Цель операции – переход с начальной сильно вытянутой эллиптической орбиты на рабочую круговую на высоте 400 км.

TGO «чиркает» об атмосферу

Необходимость торможения с использованием атмосферы планеты была определена на этапе баллистического проектирования полета. Рассуждаем от противного: допустим, мы хотим перейти с орбиты захвата с апоцентром на высоте 98 600 км над Марсом на рабочую орбиту с использованием бортовых ЖРД. Несложный расчет показывает, что для этого придется затормозить аппарат в перигентре примерно на 1300 м/с. Если же вспомнить о том, что по условиям десантирования посадочного аппарата орбита захвата близка к экваториальной и имеет наклонение всего 7°, а требуемое наклонение рабочей – 74°, то необходимое приращение скорости вырастает до 4500 м/с. Просто нереально, потому что для этого потребовалось бы сжечь массу топлива, составляющую почти 80% от полной массы КА на начальной орбите!

Альтернативный план, впервые реализованный на американском КА Mars Global Surveyor в 1997–1999 гг.*, заключается в том, что большая часть излишней скорости гасится за счет сопротивления верхней атмосферы планеты. Проблема со сменой наклонения снимается маневром в апоцентре – там скорость КА не превышает 175 м/с, и повернуть ее даже на 67° не проблема, на это требуется лишь около 190 м/с. Маневром в перигентре снижаем период обращения до суток – да, это еще 140 м/с, но начальная орбита с периодом 4,2 сут слишком протяженная и трудно контролируемая. Аккуратно погружаем перигентр в атмосферу Марса до высоты 110–115 км – это совсем просто, всего 10 м/с. Ждем, пока снижающийся с каждым витком апоцентр достигнет 400 км, и после этого поднимаем перигентр – еще около 70 м/с. Итого – 410 м/с плюс небольшие расходы на тщательное поддержание оптимальной высоты аэродинамического торможения при каждом погружении в атмосферу. Общие затраты в единицах скорости сокращаются в десять раз!

А теперь перейдем от теории к практике. 19 октября 2016 г. аппарат TGO выдал тормозной импульс вблизи точки наибольшего сближения с Марсом и вышел на орбиту захвата с минимальным расстоянием от центра планеты в 3691 км и максимальным порядком 101 000 км, то есть 301×98 600 км над поверхностью Марса. Наклонение начальной орбиты было 7°, период обращения составлял 4,2 земных суток.

Три маневра изменения наклонения орбиты были выданы в апоцентре орбиты 19, 23 и 27 января под контролем группы управления полетом в Европейском центре космических операций в Дармштадте. Достичь результата можно было бы и одним импульсом, однако этот вариант представлялся опасным – цена ошибки могла быть велика.

«Маневры были выполнены с использованием маршевого двигателя в три этапа, чтобы избежать возможной ситуации, когда аппарат окажется на тра-

◀ Один из первых снимков камеры CaSSIS на борту TGO: рельеф в Лабиринте Ночи. Марс, 22 ноября 2016 г.

ектории столкновения с Марсом в случае преждевременного завершения маневра или недостаточных характеристик двигателя», – пояснил руководитель группы управления Петер Шмитц (Peter Schmitz).

Проще понять опасения баллистиков из других соображений: при маневре в апоцентре КА очень уязвим; потеря всего 7 м/с орбитальной скорости приводит к падению на Марс, и это вполне реально при неточно выдержанном направлении бокового импульса. Лучше разделить его на три небольшие части – ведь при этом уменьшится и возможная ошибка!

Фактически все три включения прошли штатно, и необходимые импульсы были выданы очень точно: «Все три закончились с отклонением в десятые доли процента от требуемого значения, и положение орбитальной плоскости оказалась смещено на доли градуса, что вполне обычно».

2 февраля** в перигентре был выдан тормозной импульс для снижения максимальной высоты до 33 475 км. В последующем сообщении ЕКА фигурировала величина 37 150 км, которую логично считать наибольшим радиусом новой орбиты; в таком случае фактическая высота апоцентра после маневра составила 33 760 км. Заключительный маневр был проведен 5 февраля в апоцентре – он довел наклонение до штатного и одновременно уменьшил высоту перигентра с 250 до 210 км.

15 марта в 11:56 UTC был проведен первый из семи запланированных маневров снижения перигентра PLM (Pericentre Lowering Manoeuvre) с целью получения минимальной высоты над Марсом 150 км. Приращение скорости (разумеется, отрицательное) было около 3 м/с. В течение двух следующих суток КА дважды «чиркнул» по атмосфере планеты. Навигационные измерения показали, что в первый раз он потерял 11 мм/с, а во второй – 10 мм/с скорости.

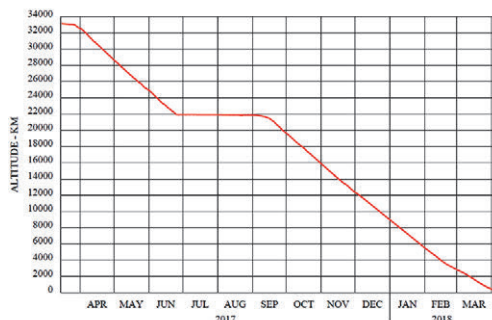
Второй маневр 18 марта в 11:45 UTC с приращением скорости 0,58 м/с погрузил перигентр до отметки 140 км. Третий, 21 марта, успешно понизил перигентр до 130 км. Четвертый PLM планировался на 24 марта со снижением до 125 км, хотя еще перед ним инженер группы управления Крис Уайт отметил: «Мы уже чувствуем большее сопротивление атмосферы, чем предсказывают модели». Суммарное воздействие на орбиту TGO к 22 марта выразилось в уменьшении скорости в перигентре на 0,33 м/с.

Еще три маневра были намечены на 27 марта, 1 и 6 апреля. Их целью было доведение перигентра до 113 км; на этой высоте плотность марсианской атмосферы близка к 10^{-10} г/см³: достаточно для заметного снижения скорости, но не слишком много, чтобы нанести вред проносающемуся сквозь нее аппарату.

Отчеты по этим маневрам не были опубликованы; 6 апреля группа управления сообщила лишь, что этап «вхождения» в торможение, то есть спуска перигентра на оптимальную глубину, проходит очень хорошо: «Аппарат чувствует атмосферу Марса и сам реагирует должным образом». Задним числом ЕКА признало: «реакция» борта оказалась такой, что график снижения пришлось пересмотреть и провести от 8 апреля и позднее еще несколько маневров с окон-

* ЕКА приобрело соответствующий опыт на КА Venus Express в 2014 г.

** Точная дата и обстоятельства маневра не были объявлены. Ранее сообщалось, что снижение апоцентра будет выполнено в два этапа, 3 и 9 февраля, однако по итогам этого этапа коррекция 5 февраля была названа окончательной.



▲ План аэродинамического торможения аппарата TGO. По вертикальной оси отложена текущая высота в апоцентре

чательным выходом на рабочую глубину погружения лишь к 23 апреля.

Теперь операторы должны тщательно оценивать результаты каждого пролета с точки зрения как баллистики (чрезмерный рост тормозящего воздействия будет сигналом опасности), так и поведения КА (поддержание требуемой ориентации при прохождении перицентра; уверенное построение ее перед входом и корректные развороты после выхода).

Каждый раз аппарат входит в атмосферу двигателем вперед и с небольшим углом атаки; его остронаправленная антенна ориентирована в сторону от Земли. Основной вклад в торможение вносят специально спроектированные солнечные батареи; температура их поверхности за время погружения поднимается до $+70^{\circ}\text{C}$, и еще остается большой запас до предельно допустимых $+145^{\circ}\text{C}$. Этот порог и еще несколько подобных условий* являются сигналом для КА, чтобы по собственной инициативе провести при ближайшей возможности маневр подъема перицентра до безопасного уровня.

TGO будет погружаться в атмосферу ежедневно до конца июня 2017 г. С приближением Марса к соединению с Солнцем операторы поднимут перицентр до высоты 150 км, и на время, когда надежная связь с КА невозможна, аэродинамическое торможение будет прервано. Второй его этап начнется в конце августа и по плану должен завершиться к концу марта 2018 г.

Выход из торможения при достижении орбиты 120×400 км интуитивно представляется простым делом: выдал разгонный импульс в апогее – и готово! Однако подготовка маневра непростая: на этом этапе полета, когда период обращения TGO снизится с 24 до 2 часов, маховики системы ориентации КА уже не будут справляться с его частыми разворотами – к Земле для сеанса связи и вновь в заданную ориентацию для входа в атмосферу. Специалисты намерены избавиться от лишних разворотов, наводя на Землю только остронаправленную антенну.

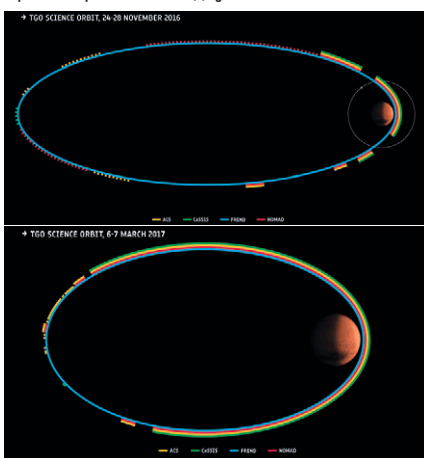
Штатная работа TGO на низкой круговой орбите наклонением 74° и высотой 400 км начнется в марте 2018 г. и продлится до декабря 2019 г. Одновременно аппарат начнет выполнять функции ретранслятора для по-

садочных зондов и марсоходов и будет осуществлять ее по крайней мере до декабря 2022 г. Для этого будут использоваться два комплекта бортовой аппаратуры Electra, поставленной американской Лабораторией реактивного движения JPL.

Тестирование научной аппаратуры

Первый эксперимент по ретрансляции был проведен еще 22 ноября 2016 г. при нахождении КА на орбите захвата. В этот день через TGO прошли данные с обоих марсоходов NASA – Curiosity (9.9 Мбит) и Opportunity (3.3 Мбит); они были записаны на борту и переданы на Землю в последующем сеансе связи.

Этот эксперимент стал частью кампании MCO-1 по проверке и калибровке научных приборов TGO на орбите захвата (Mars Capture Orbit), проводившейся 20–28 ноября на протяжении двух полных витков.



▲ Наглядная иллюстрация графика работы научных приборов на орбитах с периодом 4 суток (ноябрь) и 1 сутки (март)

Камера CaSSIS провела пробные съемки участков звездного неба и поверхности Марса. Так, 22 ноября вблизи перицентра над каньоном Гебы было сделано 11 снимков с рекордным разрешением 2.8 м, причем отдельные их фрагменты делались с частотой 150 мс, а экспозиция каждого фрагмента была всего 0.7 мс. Проводилась также стереосъемка, между двумя этапами которой блок камеры разворачивали относительно вертикальной оси на 180° . Из пары таких снимков с различной ориентацией КА не-

медленно скомпоновали трехмерную картину одной гряды в Лабиринте Ночи. Вблизи второго перицентра 26 ноября с расстояния 7700 км был сфотографирован спутник Марса Фобос с разрешением 87 м.

Его же наблюдали с целью калибровки оба спектрометра TGO – европейский NOMAD и российский ACS, – хотя основной их целью был сам Марс. NOMAD при включении подтвердил работоспособность всех трех каналов, после чего были проведены надирная съемка ночного полушария Марса и сканирование лимба планеты, а также калибровка по Солнцу. В ИК-диапазоне были ясно видны три линии поглощения водяного пара в атмосфере.

На ACS проводились проверка и калибровка, включая калибровку надирных каналов по Марсу с большого расстояния, а также наблюдения атмосферных свечений в полярных областях, которые будут невозможны с рабочей круговой орбиты. Первыми были получены и обработаны данные от Фурье-спектрометра TIRVIM теплового инфракрасного диапазона (1.7–17 мкм), спектр которого содержит информацию об аэрозолях в атмосфере, температурных профилях и концентрациях газов. Наблюдаемая область находилась близко к полудню, поверхность планеты была теплой, около 0°C . В атмосфере находится силикатная пыль, причем в полосе поглощения пыли можно различить более тонкие детали. В спектре видны полосы поглощения углекислого газа. Были также получены и обработаны данные от средневолнового ИК-канала MIR и от канала ближнего ИК-диапазона NIR (23 и 26 ноября). Данные последнего оказались ценными и с точки зрения научного результата – по ним можно в подробностях изучить линии в спектре Солнца в области 1.38 мкм, записанном впервые с таким высоким разрешением вне атмосферы Земли.

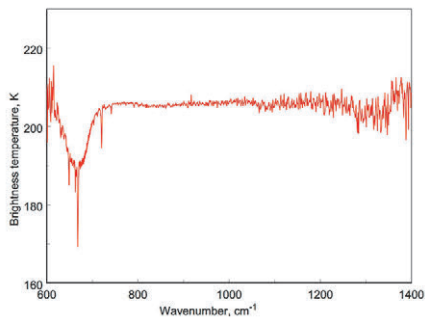
Российский нейтронный спектрометр FRENД продолжал в это время регулярные измерения, начатые еще 31 октября, и зафиксировал отчетливый рост потока нейтронов вблизи перицентров орбиты. По окончании научного цикла 20–28 ноября был выключен и он.

Второй цикл научных наблюдений на TGO был проведен на двух витках 5–7 марта 2017 г. с некоторыми предварительными измерениями на обоих спектрометрах 28 февраля и 1 марта. Хотя к этому времени аппа-

▼ Спутник Марса Фобос с расстояния 7000 км



* Разрешенный при планировании уровень максимального теплового потока – 1100 Вт/м^2 , поглощенного тепла за одно погружение – 100 кДж/м^2 , скоростного напора – 0.175 Н/м^2 . Аппарат не получит поврежденный при превышении этих уровней в 2.5 раза.



▲ Типичный график яркостной температуры в зависимости от волнового числа, полученный спектрометром TIRVIM в составе ACS

Вся информация о работе научной аппаратуры во время МСО-2 поступала в наземный научный комплекс (ННК) проекта ExoMars в ИКИ РАН. Сеансы связи с КА длительностью около 8 часов проводились до двух раз в сутки, при этом информация, принимаемая на станциях ЕКА в Малагуэ (Аргентина) и Нью-Йорки (Австралия), поступала в ННК через Европейский центр космической астрономии ESAC (Мадрид, Испания) и Европейский центр космических операций ESOC (Дармштадт, Германия). Поступающая в ННК информация обрабатывалась для выделения значений ключевых параметров, обеспечивающих контроль функционирования бортовой научной аппаратуры. Одновременно с этим научные и технологические данные становились доступны разработчикам научных приборов.

рат уже перешел на промежуточную орбиту, кампания называлась МСО-2.

Нейтронный спектрометр FRENД вел измерения в общей сложности на восьми витках – с 24 февраля по 2 марта и вновь с 5 по 7 марта. Были получены калибровочные данные, по которым можно оценить собственный фон аппарата и уровень нейтронного сигнала от Марса.

Спектрометр ACS включался на четырех витках – с 28 февраля по 2 марта и с 5 по 7 марта. Фурье-спектрометр TIRVIM успешно отработал всю намеченную программу, которая включала в себя наблюдения лимба Марса на подлете к перицентру, несколько специальных режимов работы в периферической части орбиты, а также измерения рассогласования осей спектрометров по наблюдениям Солнца. На спектре TIRVIM видна глубокая и широкая спектральная полоса углекислого газа, основного компонента марсианской атмосферы (график сверху). В центре полосы, на отметке 667 см^{-1} (150 мкм) «видны» верхние слои атмосферы (и может быть измерена их температура), а в «крыльях» – нижние слои. По этим данным вычисляется температурный профиль атмосферы, необходимый для расчета моделей глобальной циркуляции.

Европейский спектрометр NOMAD работал по аналогичному графику – в режиме надирных наблюдений на двух первых витках и со сканированием горизонта на двух

последних. «Просвечивание» атмосферы Марса солнечным излучением позволит определить концентрации ее малых составляющих, в первую очередь метана, который может иметь как химическое, так и биологическое происхождение.

Камера CaSSIS, как и в ноябрьском цикле, проводила 5–7 марта калибровочные съемки звезд и пробное фотографирование Марса. Из-за большей скорости в перицентре пришлось увеличить частоту фрагментов кадров до 130 мс.

«Замечательно, что мы смогли провести эти важные наблюдения в напряженный период подготовки к году аэродинамического торможения, – подвел итог научный руководитель проекта TGO Хокан Сведжем (Håkan Svedhem). – Пока будет идти торможение, научные группы смогут использовать эти важные калибровочные данные, чтобы наилучшим образом подготовиться к основной миссии».

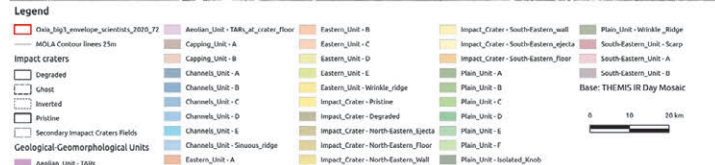
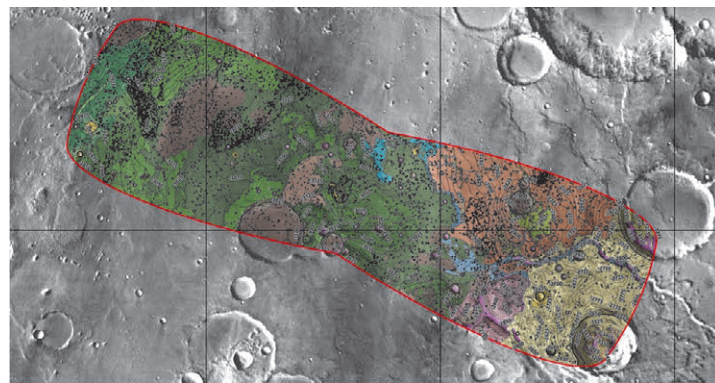
Оксия или Маврт?

27–28 марта на состоявшейся в Европейском центре космических исследований и технологий ESTEC 4-й конференции по выбору места посадки для проекта ExoMars 2020 количество мест-кандидатов сократилось до двух. В списке остались два района, в которых в древней истории Марса было много воды – Равнина Оксия и Долина Маврт.

Напомним, что доставка на поверхность Красной планеты европейского марсохода с комплексом научной аппаратуры Pasteur является главной задачей всей программы: его приборы попытаются обнаружить в грунте Марса признаки прошлой жизни. Как следствие, требуется посадить ровер в древний район с возрастом поверхности не менее 3.6 млрд лет, в котором существовала вода, и желательно с тонкозернистыми отложениями, поскольку именно в них на Земле органические молекулы сохраняются наиболее долго.

В октябре 2014 г. для углубленного изучения были выбраны четыре низменных приэкваториальных района – Гряды Арам, Долина Гипанис, Долина Маврт и Плато Оксия. 21 октября 2015 г. на третьей конференции основным местом посадки был

▼ Потенциальная область посадки ExoMars 2020 – Равнина Оксия. Цветом выделен участок 120x19 км. Это не геологическая, а, скорее, ситуационная карта местности. Составлена на основе снимков с Mars Odyssey



По итогам спуска экспериментального аппарата Schiaparelli в атмосфере Марса 19 октября 2016 г. методология баллистического проектирования компании Deimos Space и созданный ею инструментарий PETBox (Planetary Entry Toolbox) квалифицированы для использования в атмосфере Марса. Ранее по итогам полета европейского демонстратора IXV (HK №4, 2015) она была утверждена к использованию для проектирования входа в земную атмосферу.

Зонд Schiaparelli успешно произвел гиперзвуковой вход в атмосферу Марса и торможение до дозвуковой скорости. Авария произошла на этапе парашютного спуска по причинам, не связанным с прогнозом параметров атмосферы планеты.



выбран район Оксия, который, по предварительной оценке, имел минимальное количество «противопоказаний», но – для полета со стартом в 2018 г. На случай его переноса на 2020 г. специалисты рекомендовали сохранить район Оксия и выбрать дополнительно для детального анализа один из двух следующих – Арам и Маврт. Отсрочка до 2020 г. действительно произошла, и теперь три района-кандидата рассматривались вновь.

Оксия лежит на границе, где многочисленные каналы теряются на обширной равнине, здесь выявлены слои глин, которые сформировались во влажной среде 3.9 млрд лет назад. Гряды Арам характеризуются остатками «блуждающего» канала с террасами, а Долина Маврт, ложе большого древнего потока, известна многочисленными тонкозернистыми глинистыми отложениями, накопленными за сотни миллионов лет, и следами взаимодействия с подповерхностной водой.

Она является «окном» в длительный период марсианской истории, и неудивительно, что Маврт уже рассматривался как потенциальное место посадки в ряде предыдущих проектов.

По итогам обсуждения всех трех районов и голосования ученых рабочая группа отдала второй приоритет Долине Маврт. Теперь предстоит дополнительное изучение двух мест-кандидатов с их достоинствами и опасностями, с выбором конкретных маршрутов движения и точек бурения и исследования грунта. Окончательное решение о месте посадки ExoMars 2020 необходимо принять не позднее середины 2019 г.

По материалам ЕКА, Роскосмоса и ИКИ РАН

За лунным грунтом – в ноябре

И. Лисов.

«Новости космонавтики»

7 апреля газета «Чжунго хантянь бао» отчиталась о начале климатических испытаний космического комплекса «Чаньэ-5», который должен доставить лунный грунт из зоны молодых базальтов в северной части Океана Бурь.

Как известно, доставка лунного грунта является целью третьей части программы исследования Луны беспилотными средствами, осуществляемой Китаем. В состав комплекса «Чаньэ-5» входят: орбитальный аппарат, обеспечивающий выход на окололунную орбиту и старт с нее в направлении Земли; посадочный аппарат, осуществляющий сход с окололунной орбиты, посадку в заданном районе Луны и забор образцов грунта; взлетная ракета, доставляющая на окололунную орбиту контейнер с образцами; возвращаемый аппарат, в котором этот контейнер должен вернуться на территорию Китая.

8 марта главный конструктор третьей фазы лунного проекта Ху Хао (胡浩) сообщил газете «Жэньминь жибао», что экспедиция за лунным грунтом будет состоять из 11 этапов и продлится около месяца. Программа полета включает встречу и стыковку на окололунной орбите основного аппарата с поднявшейся с поверхности Луны взлетной ракетой и перегрузку контейнера в возвращаемый аппарат. Часть этапов, включая маневрирование на окололунной орбите и возвращение на Землю, была отработана в октябре 2014 г. – марте 2015 г. во время полета экспериментального аппарата CE5-T1 (НК № 12, 2004; № 3 и № 4, 2005).

К настоящему времени завершены изготовления, сборка и электрические испытания основных компонентов комплекса «Чаньэ-5». Тепловые испытания запланированы в три этапа: взлетная ракета, затем взлетная ракета в комбинации с посадочным аппаратом и, наконец, возвращаемый комплекс, стартующий с лунной орбиты к Земле. Испытания взлетной ступени проводятся в термокамере КМ-6F, а возвращаемого комплекса – в камере КМ-7A.

В августе 2017 г. «Чаньэ-5» планируется отправить на космодром Вэньчан. Комплекс массой 8200 кг намечено запустить в конце ноября 2017 г. с носителем CZ-5 № Y3. В случае успеха экспедиции образцы будут доставлены на Землю до конца 2017 г.

На общей сессии Европейского геофизического союза 23–28 апреля китайские разработчики сообщили о выборе места забора грунта в полете «Чаньэ-5». На предварительном этапе с учетом баллистических ограничений была выбрана зона возможной посадки – часть Океана Бурь между параллелями 45° и 49° с. ш. и меридианами 49° и 69° з. д., к западу от гор Юра и к северу от горы Рюнкер (Monte Rüntker). В пределах этой зоны с учетом характера поверхности нашли семь подходящих участков вблизи 43° с. ш., 55° з. д., где залегают мо-



▲ Конструкция аппарата «Чаньэ-5»

лодые лунные базальты, представляющие большой научный интерес. Кстати, эту область снимал с орбиты аппарат CE5-T1.

Десант в бассейн Эйткена

До сих пор Китай исследовал Луну дистанционно со спутников «Чаньэ-1» и «Чаньэ-2» и на месте в ходе экспедиции «Чаньэ-3» с использованием приборов на посадочном модуле и луноходе «Юйту». Лунный аппарат с номером 4 изготавливался как дублер «Чаньэ-3», и, поскольку этот полет в целом прошел успешно, было решено дать «Чаньэ-4» новое, более сложное задание.

2 марта советник руководителя и главного конструктора лунных зондов в 5-й академии Китайской корпорации космической науки и техники Е Пэйцзянь сообщил Синьхуа, что полет «Чаньэ-4» станет началом четвертого этапа исследования Луны, ранее не планировавшегося. На этом этапе китайские автоматические КА должны исследовать оба полюса Луны, после чего на спутнике Земли будет создана автоматическая научная станция.

«Чаньэ-4», представляющий собой комплекс в составе орбитального аппарата, посадочного аппарата и лунохода, должен быть запущен в конце 2018 г. на ракете CZ-3В с космодрома Сичан. Планируется первая в истории космонавтики посадка на обратной стороне Луны, в пределах крупнейшей лунной депрессии SPA (South Pole – Aitken), названной по ограничивающим ее объектам – южному полюсу и кратеру Эйткен. Эта гигантская впадина – свыше 2000 км в диаметре и 13 км глубиной – обещает доступ к лунным породам, которые способны дать ответ на вопрос о происхождении Луны.

Программа «Чаньэ-4» предусматривает изучение района посадки приборами по-

сачного аппарата и лунохода, включая топографические и геологические изыскания. Большая часть научной аппаратуры заимствуется из проекта «Чаньэ-3». Новым прибором на посадочном аппарате будет низкочастотный радиоспектрометр LFS (Low-Frequency Radio Spectrometer) для регистрации космического излучения частотой менее 30 МГц из точки, закрытой телом Луны от всех земных помех. Ученых особенно интересуют радиоизлучение на волне 21 см, связанное с эпохой формирования самых первых звезд.

Некоторые приборы «Чаньэ-4» поставляются иностранными участниками. Так, в Институте экспериментальной и прикладной физики Киельского университета (ФРГ) для посадочного аппарата разрабатывается нейтронный дозиметр LND (Lunar Lander Neutron Dosimetry).

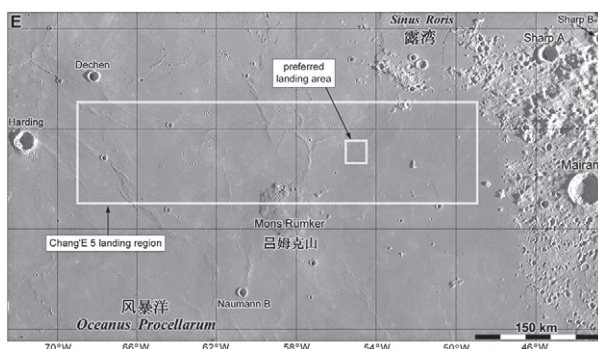
7 апреля шведский Институт космической физики передал Национальному центру космической науки Китайской АН анализатор нейтральных частиц ASAN (Advanced Small Analyzer for Neutrals) для размещения на луноходе. Этот прибор будет исследовать взаимодействие солнечного ветра с лунной поверхностью, измеряя энергичные нейтральные атомы и ионы, исходящие от нее.

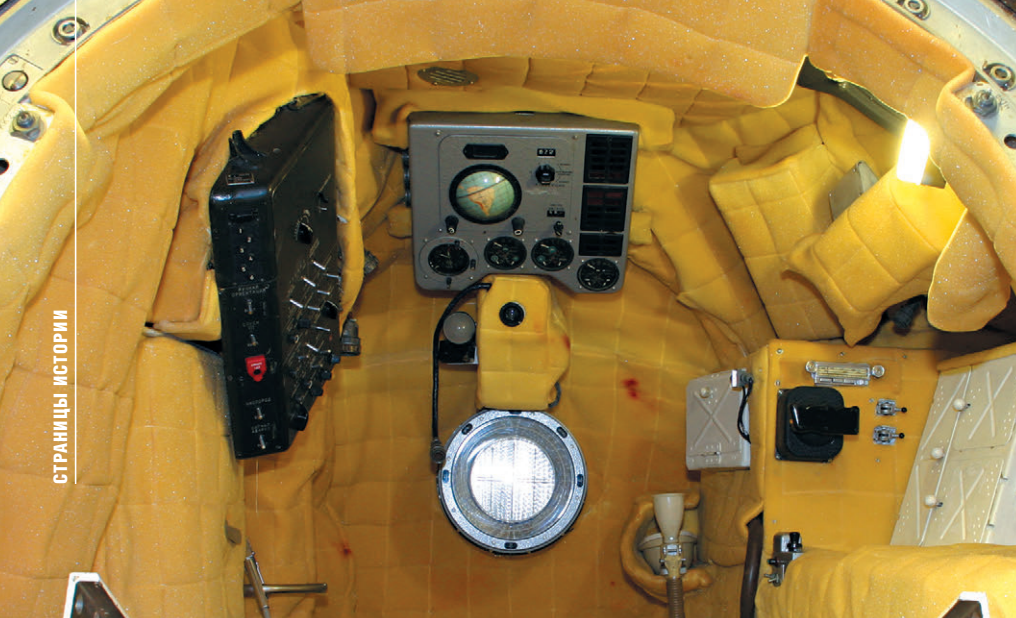
Кроме того, 16 марта было подписано соглашение между Китайской национальной космической администрацией и Научно-техническим центром короля Абдулазиза (Саудовская Аравия) об участии последнего в проекте «Чаньэ-4». В чем будет выражаться вклад ближневосточного королевства – пока неизвестно.

Поскольку бассейн SPA находится на невидимой с Земли стороне Луны, старту «Чаньэ-4» будет предшествовать запуск в июне 2018 г. спутника-ретранслятора, которому предстоит обращаться вокруг точки Лагранжа L2 системы Земля–Луна.

Этот КА на платформе CAST-100 спроектирован очень легким – всего 425 кг, в том числе 100 кг топлива, – так что для запуска можно использовать ракету CZ-4С. Аппарат будет выведен на перелетную траекторию с перигеем 200 км и апогеем порядка 380 000 км и выполнит облет Луны, в ходе которого выдаст дополнительный импульс (примерно 200–300 м/с) для достижения окрестностей точки L2. Ретранслятор будет вести радиобмен с обоими лунными КА одновременно в диапазоне X и с Землей в диапазоне S. Единственным научным прибором на спутнике должен стать низкочастотный радиоспектрометр, разработанный учеными Нидерландов.

Вместе со спутником-ретранслятором планируется запустить два малых КА для низкочастотных радиоастрономических наблюдений и для использования радиолюбителями. Аппараты DSLWP-A1 и -A2 массой по 45 кг, создаваемые в Харбинском технологическом институте, планируется вывести на орбиты спутников Луны высотой 200×9000 км.





◀ Спускаемый аппарат Ю.А. Гагарина в музее РКК «Энергия»

С подстройкой «+1%» Восстановление расчетной циклограммы орбитального полета Юрия Гагарина

И. Лисов.
«Новости космонавтики»

Несмотря на публикацию в юбилейном 2011 году нескольких объемных сборников архивных документов, история первого в мире пилотируемого космического полета все еще далека от завершения. Выявление и ввод в оборот новых источников позволяет прояснить важные детали и отказаться от некоторых ошибочных представлений.

В 2002 г. на страницах «Новостей космонавтики» ветеран РКК «Энергия» Герман Николаевич Формин раскрыл логику подготовки включения и работы тормозной двигательной установки ТДУ-1 корабля «Восток» и привел информацию о временах выдачи соответствующих команд бортовым программно-временным устройством (ПВУ) «Гранит-5В» [1]. Указанные им с секундной точностью расчетные времена были приняты как данность и воспроизводились в ряде последующих публикаций, в том числе в книге «Мировая пилотируемая космонавтика».

К сожалению, далеко не сразу удалось понять, что речь идет о параметрах, рассчитанных задним числом специально для той публикации и не соответствующих реальным данным полетной циклограммы. Справедливости ради, сам Г.Н. Формин указал на иллюстративный характер приводимых им числовых данных: «В наших исследованиях мы исходим из варианта подстройки циклограммы «-3», хотя, в общем-то, для однови-

тового полета Гагарина величина подстройки большого значения не имеет». Не были для него существенны и конкретные временные метки исполнения команд. Однако для истории космонавтики эти детали чрезвычайно важны, и тот факт, что на протяжении 15 лет в качестве реальных данных о полете Гагарина принимались чисто спекулятивные, прискорбен.

Найденный и опубликованный Л. П. Вершининой протокол корректировки исходных данных для полета «Востока» от 29 марта 1961 г. [2] в сочетании с многочисленными документами из юбилейного сборника «Первый пилотируемый полет» [3] позволили восстановить фактически использованные в полете Ю.А. Гагарина метки команд и их временную привязку.

Как известно, полет Ю.А. Гагарина был спланирован и осуществлен в автоматическом режиме: космонавт не производил ручного ориентирования корабля и не выбирал время включения ТДУ-1. Все необходимые для возвращения на Землю операции выполнялись по командам от ПВУ «Гранит-5В». С момента отделения корабля ЗКА №3 от третьей ступени ракеты-носителя оно отработало программу «Спуск I», реализованную в виде так называемого цикла №4 ПВУ.

Не ставя целью подробное описание других вариантов полета (часть из которых была реализована на пяти последующих «Востоках» и на «Восходах»), отметим, что в «Гранит-5В» были заложены шесть различных циклов для тех или иных полетных ситуаций:

◆ Цикл №1 – орбитальный полет. Для гагаринского «Востока» было предусмотрено включение его на 2-м, 3-м, 4-м и некоторых других витках в случае невозможности спуска в конце первого витка и продолжения полета по специальной суточной или многодневной программе;

◆ Цикл №2 – орбитальный полет с уменьшенным расходом электроэнергии. Для «Востока» было предусмотрено включение его на 5-м, 6-м и некоторых других витках;

◆ Цикл №3 – орбитальный полет вне зон радиовидимости УКВ-станций на территории СССР. Для «Востока» было предусмотрено включение его на 7-м витке перед началом «глухих» витков;

◆ Цикл №4 – включался автоматически при отделении, реализуя автоматическую программу «Спуск I» со сходом с орбиты в конце 1-го и посадкой в начале 2-го витка;

◆ Цикл №5 – мог быть включен по командной радиолнии с ИП-6 Елизово на Камчатке сразу после выхода на орбиту, или же на 17-м витке при полете по специальной программе №1. Цикл реализовывал более короткую автоматическую программу «Спуск II», обеспечивая посадку в том же расчетном районе, что и в результате штатного выполнения цикла №4;

◆ Цикл №6 – реализовывал программу «Спуск III» для осуществления срочного или ручного спуска с орбиты.

Включению ТДУ и сведению «Востока» с орбиты в штатном варианте полета должны были предшествовать следующие события:

✦ Включение автоматической системы ориентации (АСО). С выходом из тени автоматическая система ориентации осуществляла разворот корабля кормовой частью к Солнцу, да в силу выбранного времени старта и места включения ТДУ обеспечивало корректное направление тормозного импульса;

✦ Подготовка служебных систем («первая команда»);

✦ Включение гироскопов и датчиков угловых скоростей («вторая команда»);

✦ Тест АСО. Контроль текущей ориентации и формирование признака «Готовность АСО к спуску»;

✦ Включение ТДУ («третья команда»). После ее выдачи все операции, связанные с подготовкой включения тормозного ЖРД, управлением его работой и выключением, выполнялись по командам от собственной системы управления ТДУ-1.

Пилот-космонавт «Востока» имел возможность контролировать исполнение программы и выдачу команд по комбинированному прибору отображения временных параметров и программ спуска (индикатор временной комбинированный) в левом нижнем углу приборной доски ПД-1-ЗКА. Индикатор контроля программ, он же прибор контроля режимов спуска, включал кольцевую шкалу с метками трех программ и подвижным индексом. Индекс сначала автоматически устанавливался против метки выбранной программы спуска, а затем еже-

▼ Индикатор временной комбинированный



Табл. 1. Условная циклограмма Г.Н.Формина с расчетными временами основных событий

Событие	Метка	Московское время	Время от отделения, сек	Расшифровка
Старт	–	09:07:00	–	–
Отделение корабля	–	09:18:07	0	–
Включение АСО	39 мин	09:55:10	2223	39-57
Подготовка служебных систем	61 мин	10:16:04	3477	61-57
Включение гироскопов, ДУС	64 мин	10:18:55	3648	64-57
Тест АСО	70 мин	10:24:37	3990	70-57
Включение ТДУ	71 мин	10:25:34	4047	71-57
Выключение АСО	80 мин	10:34:07	4560	80-57

► Табло сигнальное приборной доски корабля «Восток», восстановленное Эми Коллинз (США)



минутно сдвигался вокруг шкалы по часовой стрелке в направлении меток выдачи трех основных команд. Выполнение каждой из них индцировалось погасанием соответствующего светового сигнализатора – двух зеленых и одного оранжевого.

По указаниям с Земли или самостоятельно космонавт мог выполнить ручной спуск. На пульте управления ПУ-1-ЗКА слева от кресла пилот должен был ввести код разблокирования замка систем, а затем включить тумблер «Ручная ориентация». Перейти в режим ручной ориентации можно было также нажав кнопку на двухкоординатной рукоятке управления ориентацией РУ-1-ЗКА по правую руку от космонавта. Наклоняя и вращая ее, пилот разворачивал корабль так, чтобы бег земной поверхности в иллюминаторе прибора «Взор» был направлен по рискам от ног в сторону пульта. В определенное время тумблером «Спуск III» на пульте он запускал одноименную программу. После прохождения в течение 10 минут команд подготовки космонавт подправлял ориентацию и нажатием кнопки на пульте включал ТДУ-1.

С точки зрения логики работы бортовых систем три программы спуска отличались главным образом интервалом времени, отведенного на построение ориентации «Востока» перед прохождением трех основных команд и выдачей тормозного импульса. Операции десяти последних минут перед включением ТДУ могли задаваться одной стандартной циклограммой.

Время выдачи каждой команды определялось выбранной для нее временной меткой и вариантом подстройки. Для программы «Спуск I» (цикл №4) и варианта подстройки «-3» Г. Н. Формин привел в тексте и на схеме расчетные времена, воспроизведенные в таблице 1.

Для понимания логики расчета не существенно, что приведенное Г. Н. Форминым по докладу Ю. А. Гагарина время отделения ошибочно – по Основным данным от 11 апреля 1961 г. [3, книга 1, с.432] оно должно было произойти через 684.68 сек после старта, а фактически было зафиксировано через 687.08 сек [3, книга 2, с.60]. Важны только интервалы между временами последующих событий и тот факт, что все они кратны 57 секундам.

Разумеется, это не может быть случайным совпадением. Напрашивается предположение, что подстройка «-3» как раз и означает сокращение каждой минуты работы «Гранита-5В» на три секунды – или, что то же самое, на 5%.

У нас есть данные для проверки этой гипотезы в отношении гагаринского «Вос-

тока». В приведенном в [2] протоколе от 29 марта 1961 г. говорится: «Для пусков изделий 8К72 №№ 16 и 17 в период с 1 апреля по 5 мая 1961 г. использовать цикл спуска №4 системы «Гранит 5В» при подстройке плюс 1%, что составляет 3999.6 сек...» Приведенное число секунд – это в точности 101% от 3960 секунд, то есть от 66 минут ровно. Но какому же событию соответствует эта временная метка? Логика подсказывает, что главному, критически важному событию полета – включению ТДУ.

И действительно, по сборнику [3] можно установить, что включение ТДУ в полете Гагарина планировалось по метке 66 мин. Информация о временных метках для полета Ю. А. Гагарина имеется в нем в двух согласованных вариантах. В документе «Программа организации связи с космонавтом при пуске КК «Восток» с человеком на борту» [1, книга 1, с.396-401] времена приведены относительно момента старта:

- ◆ 43 мин – доклад о включении системы ориентации;
- ◆ 67 мин – 1-я команда;
- ◆ 70 мин – 2-я команда;
- ◆ 77 мин – 3-я команда.

А вот в документе «Тексты бортовых контрольных таблиц работы космонавта в космическом полете» [3, книга 1, с.351-355] эти же события привязаны к моменту отделения и начала орбитального полета и поэтому отличаются на 11 минут:

- ❖ 32 мин – ориентация на Солнце;
- ❖ 56 мин – 1-я команда;
- ❖ 59 мин – 2-я команда;
- ❖ 66 мин – 3-я команда.

Такие же времена приведены в проекте Общей полетной инструкции пилота при номинальном полете на один виток, направленном заместителем главного конструктора ОКБ-1 К. Д. Бушуевым в ЦПК, ЛИИ ГКАТ и НИИ-695 еще 9 декабря 1960 г. [4, с.202-207], а также в проекте Инструкции по работе с приборной доской, пультом управления и рукояткой управления космического корабля «Восток», представленном ЛИИ 18 декабря 1960 г. [4, с.207-212], и в Инструкции ЦПК космонавту по эксплуатации и управлению космическим кораблем «Восток-3А» от 25 января 1961 г. [4, с.498-511]. Таким образом, эти реперные точки программы «Спуск I» были согласованы задолго до 12 апреля 1961 г. В публикации Г. Н. Формина метка включения солнечной ориентации была смещена на семь минут вперед, а метки последующих событий – на пять минут*.

Учитывая вышеизложенное, мы можем вычислить их расчетные времена относительно момента отделения «Востока» и привязать к московскому времени с учетом фактической продолжительности выведения 687.08 сек. Соответствующие выкладки сведены в таблицу 2.

В приложении к полетному заданию с названием «Основные данные по изделию РН «Восток» и кораблю-спутнику «Восток»

от 11 апреля 1961 г. [1, книга 1, с.431-432] расчетные времена основных событий даны относительно времени старта, однако в их числе присутствует и момент отделения – 684.68 сек. Приведенные там моменты включения АСО (2624 сек) и выдачи команды на включение ТДУ (4685 сек) полностью соответствуют расчетной циклограмме с указанными выше временными метками и подстройкой «+1%».

Сверим полученные результаты с докладами Ю. А. Гагарина в ходе полета и на послеполетном разборе. Доклад космонавта «Включилась солнечная ориентация» поступил по КВ-каналу в 09:51, что соответствует нашей реконструкции, но противоречит версии Г. Н. Формина, в которой это событие имело место через четыре минуты после доклада о нем (!). Сообщения о прохождении 1-й команды в радиобесе не, однако на разборе Ю. А. Гагарин сказал: «На 56-й минуте прошла первая команда. Я сразу доложил об этом». Запись на бортовом магнитофоне «10 час 18 мин. Прошла 2-я команда» также соответствует реконструкции. Что же касается времени включения ТДУ, то космонавт сообщил лишь, что «в точно заданное время прошла третья команда».

Табл. 2. Восстановленная расчетная циклограмма полета Ю. А. Гагарина

Событие	Метка	Время от отделения, сек	Московское время
Старт	–	–	09:07:59.7
Отделение корабля	–	0	09:18:26.8
Включение АСО	32 мин	32·60.6 = 1939.2	09:50:46.0
Подготовка служебных систем	56 мин	56·60.6 = 3393.6	10:15:00.4
Включение гироскопов, ДУС	59 мин	59·60.6 = 3575.4	10:18:02.2
Тест АСО	65 мин	65·60.6 = 3939.0	10:24:05.8
Включение ТДУ	66 мин	66·60.6 = 3999.6	10:25:06.4

Фактическое время включения ТДУ согласно Отчету ОКБ-1 от 3 мая 1961 г. [3, книга 1, с.42-46] было 10:25:04.2 ДМВ. Документ уточняет, что это время прохождения команды «Надув» – первой из команд, выдаваемой собственной системой управления ТДУ-1, – а команда «Пуск двигателя» последовала через 2.2 сек в соответствии с внутренней циклограммой запуска ДУ. Таким образом, сравнивать нужно рассчитанное нами время выдачи 3-й команды от «Гранита-5В» (10:25:06.4) и фактическое время прохождения команды «Надув» (10:25:04.2). Расхождение между ними минимально и также говорит в пользу правильности реконструкции, одновременно свидетельствуя о весьма точной работе ПВУ. Можно предположить, что и остальные фактические времена событий в полете гагаринского «Востока» должны совпадать с приведенными в таблице 2 расчетными данными с ошибкой не более 1–2 секунд.

Источники:

1. Формин Г. Правда о возвращении Юрия Гагарина // *Новости космонавтики*, №4, 2002, с. 2-4.
2. Вершинина Л. Мифология вокруг полета Ю. А. Гагарина. Как нащупать истину? // *Новости космонавтики*, №4, 2017, с. 1-6.
3. Первый пилотируемый полет. Сборник документов в двух книгах. – М.: «Родина МЕДИА», 2011.
4. Человек. Корабль. Космос. Сборник документов к 50-летию полета в космос Ю. А. Гагарина. – М.: Новый хронограф, 2001.

* Есть основания полагать, что временные метки и вариант подстройки из [1] соответствуют реализованным в полете «Восхода-2».

9 апреля на 86-м году жизни ушел из жизни дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР Георгий Михайлович Гречко.

Пожалуй, из всех космонавтов, которые когда-либо летали в космос после Юрия Гагарина, он был самым известным и любимым всеми, кто его знал. Он выбирал общие темы с каждым собеседником, а его обворожительная улыбка находила путь к сердцу любого, даже очень серьезного и замкнутого человека. Приходится признать, что мы потеряли человека, который начиная с 1975 г. на многие годы стал, как сейчас сказали бы, «лицом отечественной космонавтики»...

Для каждого, кто общался с ним хотя бы один раз, это общение было незабываемым и несло исключительную, предназначенную только ему одному пользу. После встречи собеседник уносил с собой багаж новых знаний и разнообразнейших тем, над которыми размышлял еще долгое время. А если удавалось найти ответы на поставленные вопросы, то они становились новыми сенсациями и открытиями. Таким был этот инженер и космонавт, щедро даривший свои знания и делившийся огромной любовью к жизни со всеми, с кем ему приходилось работать или общаться.

Ему удавалось весело рассказать о серьезном, в трудной и, казалось бы, безвыходной ситуации найти такой смешной эпизод из своей жизни или чьей-то истории, что это помогало людям найти тот самый единственный выход. Он не боялся посмеяться и над самим собой, причем зачастую делал это таким образом, что преподавал прекрасный урок окружающим.

Каким же был этот человек, прикоснувшийся к неизведанному, прошедший через серьезнейшие испытания тяжелым трудом, опасностью, славой и сумевший сохранить в себе стержень и стать примером для нас, его современников? Сможем ли мы, не испытавшие и тысячной доли того, что испытал он, понять это?

Георгий Михайлович родился 25 мая 1931 г. в Ленинграде в семье служащего. Его большой жизненный путь пролегал через годы немецкой оккупации, когда он несколько раз был «на волосок» от смерти, но судьба спасла его. На Украине в десятилетнем возрасте он впервые увидел «смерть», одетую в форму солдата и офицеров вермахта, и навсегда запомнил ее лицо. В дальнейшем он стремился делать все от него зависящее, чтобы подобного больше не повторилось никогда.

С детства его увлекли книги Н. А. Рынина, популяризатора идеи звездоплавания 1930-х годов. Будущий космонавт даже собрал часть его энциклопедии межпланетных сообщений, а когда подрос, то решил пойти к автору в гости, чтобы узнать, куда надо идти учиться, чтобы делать ракеты. Его ждало сильное огорчение: Н. А. Рынин к тому времени уже умер. Между тем знания, полученные из его книг, сделали свое дело: юноша сделал правильный выбор, встав на путь сначала создателя, а затем и испытателя космической техники.

В Ленинградском военно-механическом институте Г. М. Гречко, как он сам



Георгий Михайлович Гречко

25.05.1931 – 09.04.2017

рассказывал, приобрел репутацию человека, которому «больше всех надо»: выступал по поводу и без повода, всегда брал на себя ответственность и боролся за правду и справедливое отношение к людям. Когда же пришел на работу к ОКБ-1, его чувство справедливости обострилось еще сильнее: будь то ошибка в расчетах, сказать о которой означает лишиться работы, или защита необоснованно обвиненного товарища. Неизменно в подобных случаях Г. М. Гречко оказывался победителем. Он был смелым человеком. И, будучи смелым на Земле, стал смелым и в космосе, а вернувшись обратно, остался таким, каким был до полета.



Его нелегкий путь к старту проходил через перелом ноги в результате неудачного приземления после прыжка с парашютом и последующее восстановление. Но даже и в этой «невезухе» Георгий Михайлович нашел для себя положительный момент: смог написать, а потом и защитить диссертацию.

Позже он вспоминал, что навещать его во время болезни приходил Владимир Комаров, который, казалось бы, должен был видеть в Г. М. Гречко соперника, а на самом деле видел в нем союзника и товарища по общему и очень важному делу. Георгий Михайлович всегда помнил, что В. М. Комаров помог ему, отстояв его кандидатуру перед руководством.

В 1968 г. он, в свою очередь, отстоял Бориса Волинова, которого по приказу свыше собирались заменить другим космонавтом. Он сумел доказать, что подготовка замены займет много времени и тем самым сорвет намеченный рекорд, посвященный очередному коммунистическому празднику, – ведь Б. В. Волинов был одним из лучших специалистов по стыковке.

Первому старту Георгия Гречко на орбиту предшествовала подготовка в качестве бортинженера дублирующих экипажей по программе полета трех космических кораблей, автономного полета «Союза-9» и по программе «Контакт».

Во время первого полета в космос он сумел так распланировать свое время, что, тратя его сверх положенной нормы, добился очень высоких показателей. Он не только спас дорогостоящий телескоп и труд огромного коллектива инженеров, но и привез настолько важные результаты исследований, что по их представлению Г. М. Гречко была присуждена Государственная премия Эстонской ССР (он также был лауреатом Госпремии Украинской ССР). А его начальник, который на совещаниях в присутствии космонавта порой упоминал, что во время полета он нарушал режим, за глаза постоянно повторял: «Если бы вы все работали так, как работает Гречко...»

Второй, рекордный, полет в космос он тоже провел с блеском. Экипаж Романенко-Гречко доказал, что человек может работать в космосе практически 100 суток. А выход в открытый космос, который он совершил! Результат внекорабельной деятельности подтвердил: программе исследований на «Салюте-6» быть! Другое важное достижение: вместе с командиром Юрием Романенко они смогли добиться, чтобы начиная со следующей экспедиции станционные сутки равнялись 24-часовым земным суткам, что значительно облегчило работу космонавтов и ЦУПа в дальнейшем.

А третий полет? Короткая экспедиция с целью посмотреть: сможет ли человек в возрасте 54 лет работать в космосе? Оказалось, что может, и очень продуктивно. Тогда же, в 1985 г., академик В. П. Глушко хотел закрепить успех и отправить Г. М. Гречко еще раз в 1991 г., когда ему будет 60 лет. Ученый считал, что уже пришло время, когда космонавт не должен иметь возраста – важно только здоровье. Иначе мы так и не поймем, сможет ли человек долететь хотя бы до ближайших звезд. И проверку этой возможности академик намеревался поручить именно Георгию Михайловичу. Если

судить по его девизу «Не стремись быть во всем первым, а достойно участвуй в достойном деле», космонавт с честью справился бы с этой задачей.

Кроме космических завоеваний, Георгий Михайлович достиг еще одной очень важной высоты в жизни: он стал прекрасным семьянином. Он знал жизнь такой, какая она на самом деле, и учил своих детей стойко встречать все трудности, которые могут им встретиться на пути. Он воспитывал из них настоящих людей, с честью несущих славную фамилию Гречко, сохраняя безупречную репутацию и приумножая достигнутую славу – славу «неправильно воспитанных» людей.

Мне повезло много лет общаться с его семьей и радоваться происходящему в доме. Заботливый и любящий муж и отец, он всегда находил что-то такое, что заводило семью на новые свершения! Умел видеть радость во всем. А когда очень серьезно заболел, то, сколько мог, оберегал своих близких от той сильнейшей боли, которую испытывал.

Основная тяжесть легла на плечи его жены Людмилы Кирилловны и дочери Ольги. Эти две мужественные женщины до конца борлись за его жизнь. И именно Людмила Ки-



рилловна семь раз вытаскивала мужа с того света, возвращала желание жить и любить. Перед смертью Георгий Михайлович благодарил ее за все, что она для него сделала. Он уходил любимым и нужным, чувствуя, что оставляет тех, кто будет его помнить и доделает все, что он не успел довести до конца.

К сожалению, время неумолимо: уходят кумиры, уходят герои, уходят символы эпохи. Георгий Михайлович Гречко – яркий символ страны, в которой мы родились, – СССР. Вечная память ученому-космонавту, прекрасному человеку и другу многих людей разных поколений! – А.Г.

10 апреля 2017 г. на 95-м году жизни скончался действительный член Российской академии космонавтики имени К.Э. Циолковского и Русского географического общества, доцент кафедры «Космические аппараты и ракеты-носители» МГТУ имени Н.Э. Баумана, кандидат технических наук Борис Константинович Ковалёв.

Борис Ковалёв окончил МВТУ имени Н.Э. Баумана в 1946 г. по специальности «Боеприпасы». С 1947 по 1956 г. работал в оборонной промышленности. Вся его трудовая биография неразрывно связана с Бауманским университетом, которому он посвятил более 60 лет своей творческой научно-педагогической деятельности.

Борис Константинович – автор более 40 научных работ в области конструирования ракет-носителей и баллистических ракет на твердом топливе, а также учебных пособий и статей по истории ракетно-космической техники. Ветеран Великой Отечественной войны, труженик тыла.

Б.К. Ковалёв стоял у истоков создания Демонстрационного зала ракетно-космической техники Дмитровского филиала и Молодежного космического центра МГТУ. Благодаря его активной жизненной позиции и энергии, демзал был оснащен уникальными



Борис Константинович Ковалёв

14.05.1922 – 10.04.2017

образцами ракетно-космической техники, разработанной практически всеми ведущими конструкторскими бюро.

Борис Константинович более 15 лет был членом бюро Президиума Федерации космо-

навтики России, отвечал за работу с молодежью. Почетный работник высшего профессионального образования России.

Он побывал во многих горных районах страны: Памир, Кавказ, Алтай, Фанские горы. Мастер спорта СССР по туризму. С 1967 по 1991 год на общественных началах был председателем Комиссии высокогорных исследований московского филиала Географического общества СССР, два года – ведущим передачи «Экран кинолюбителя» на Центральном телевидении.

Всю жизнь Б.К. Ковалёв посвятил воспитанию подрастающего поколения ракетостроителей и конструкторов; до последних дней являлся председателем Комитета космонавтики МГТУ, писал статьи и книги.

Многие в высшей школе и промышленности, а также космонавты знали и любили Бориса Константиновича. Известный ученый и преподаватель, имея особый философский склад ума, прекрасные человеческие качества, стал одним из лучших педагогов МГТУ имени Н.Э. Баумана – вуза, который он горячо любил и которому беззаветно служил многие годы своей яркой жизни.

Светлая память о Борисе Константиновиче Ковалёве сохранится в истории вуза и в памяти его коллег и учеников.

6 апреля 2017 г. астронавт Джон Х. Гленн (John H. Glenn), умерший 8 декабря 2016 г., был похоронен с воинскими почестями на Арлингтонском национальном кладбище под Вашингтоном. Столь значительный разрыв между кончиной и погребением объясняется большой загруженностью «Арлингтона», где иногда проводится до 35 похорон в день.

По распоряжению президента США в этот день на официальных учреждениях были приспущены государственные флаги. На церемонии погребения присутствовали члены семьи Гленна и приглашенные гости, в том числе астронавты. – Л.Р.

