

Ж У Р Н А Л   Д Л Я   П Р О Ф Е С С И О Н А Л О В

# Н О В О С Т И К О С М О Н А В Т И К И

ИЮНЬ 2018

06 (425)



ISSN 1561-1078  
9 771561 107002 >



РОСКОСМОС

# НОВОСТИ КОСМОНАВТИКИ

ЖУРНАЛ ГОСКОРПОРАЦИИ РОСКОСМОС

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

## Редакционный совет:

**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. Кирдода** –  
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, Евгений Рыжков  
**Редактор ленты новостей:**  
Александр Железняков  
**Дизайн и верстка:**  
Олег Шинькович, Татьяна Рыбасова  
**Литературный редактор:**  
Алла Сеницына  
**Администратор:**  
Юлия Сергеева

## Подписка на НК:

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  
ShinkovichOA@tsniimash.ru

Web: www.novosti-kosmonavtiki.ru

Тираж 1500 экз. Цена свободная

Отпечатано ИП Мосина В.Г.

Подписано в печать 03.06.2018  
Журнал издается с августа 1991 г.  
Зарегистрирован в Роскомнадзоре  
ПИ №ФС77-71201

© 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.

# №06 (425) 2018

Информационный период  
1–30 апреля 2018 г.

## ТОМ 28

## В номере:

### ПОКА ВЕРСТАЛСЯ НОМЕР

1 Железняков А., Извеков И.  
Пока верстался номер...

### ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

4 Красильников А., Хохлов А.  
Полет экипажа МКС-55.  
Апрель 2018 года

14 Красильников А.  
Третий «Дракон» повторно  
отправился на МКС

15 Мохов В., Афанасьев И.  
Ловушка для спайтов и уборка  
космического мусора.  
Грузы SpX-14

21 Лисов И.  
«Тяньгун-1» сошел с орбиты

22 Лисов И.  
Старт «Тяньхэ» перенесен  
на 2020 год

### КОСМОНАВТЫ. АСТРОНАВТЫ. ЭКИПАЖИ

23 Лисов И.  
Новости отряда  
космонавтов Китая

24 Рыжков Е.  
ЦПК: зачетная тренировка  
по выходу

26 Рыжков Е.  
Сергей Прокопьев.  
Очерк о космонавте

### ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

28 Журавин Ю.  
Ariane 5 вновь в строю. В полете  
SuperBird 8/DSN 1 и NYLAS 4

31 Лисов И.  
Три спутника радиотехнической  
разведки и таинственный  
микроспутник в придачу

34 Красильников А.  
Замена спутника IRNSS  
со второй попытки

36 Афанасьев И.  
В США запущены секретные  
«сибас» и «орел»

39 Рыжков Е., Лисов И.  
Tess – ловец экзопланет

43 Лисов И.  
«Космос-2526» в полете

44 Афанасьев И.  
Европейские «Часовые» на посту

47 Лисов И.  
Чжухайская пятерка  
фирмы Orbita

### КОСМОДРОМЫ

50 Афанасьев И.  
Куру ожидает Ariane 6

### СРЕДСТВА ВЫВЕДЕНИЯ

52 Лисов И.  
«Гипербола» прошла по параболе

### ПРЕДПРИЯТИЯ. ОРГАНИЗАЦИИ

53 Рыжков Е., Лисов И.  
Тринадцатый глава NASA

### ВОЕННЫЙ КОСМОС

54 Афанасьев И.  
В интересах национальной  
безопасности США

56 Афанасьев И.  
X-37B нашли на орбите. Охота на  
военный американский космоплан

### КОСМИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА И БИОЛОГИЯ

57 Хохлов А.  
Наземное моделирование условий  
космического полета в «сухой»  
иммерсии

### СУБОРБИТАЛЬНЫЙ ТУРИЗМ

58 Чёрный И.  
Они продолжают начинать.  
Первый моторный полет  
SpaceShipTwo

59 Афанасьев И.  
Суборбитальная коммерция  
Безоса

### МЕЖПЛАНЕТНЫЕ СТАНЦИИ

60 Лисов И.  
Три года и четыре долины.  
Путешествие марсохода Opportunity

### СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

66 Поляченко В.  
Расскредено, но актуально

### СОВЕЩАНИЯ. КОНФЕРЕНЦИИ. ВЫСТАВКИ

69 Рыжков Е.  
ВДНХ: открытие центра  
«Космонавтика и авиация»

### КОСМИЧЕСКИЕ МУЗЕИ

70 Рыжков Е.  
От секретной лаборатории  
до космических полетов.  
Петербургскому музею  
космонавтики и ракетной  
техники – 45 лет

### СТРАНИЦЫ ПАМЯТИ

72 Памяти  
Владимира Афанасьевича Ляхова  
73 Памяти Белы Мадьяри

На первой странице обложки: Космонавты Антон Шкаплеров  
и Олег Артемьев на борту МКС. Фото О. Артемьева  
На четвертой странице: Старт PH Atlas V с миссией AFSPC-11  
Фото ULA

# ПОКА ВЕРСТАЛСЯ НОМЕР...



**24 мая** Президент России Владимир Путин подписал Указ №260 об освобождении от должности генерального директора Госкорпорации «Роскосмос» Игоря Анатольевича Комарова. В тот же день Указом №261 бывший заместитель председателя Правительства России Дмитрий Олегович Рогозин назначен генеральным директором Госкорпорации «Роскосмос». Указы вступили в силу со дня подписания.



**1 июня** Генеральный директор Госкорпорации «Роскосмос» Дмитрий Рогозин назначил с 1 июня 2018 года исполняющим обязанности первого заместителя генерального директора Роскосмоса Николая Николаевича Севастьянова. Ранее занимавший эту должность Александр Иванов продолжит осуществлять полномочия председателя государственных пусковых комиссий.

**31 мая** распоряжением генерального директора Госкорпорации «Роскосмос» Д.О. Рогозина трудовой договор с генеральным директором ФГУП ЦЭНКИ Р.Ф. Жураевой прекращен с 1 июня. Исполняющим обязанности ФГУП ЦЭНКИ назначен А.В. Охлопков.

**30 мая** Президент России Владимир Путин поздравил советского космонавта Алексея Леонова с днем рождения телеграммой: «Примите искренние поздравления с днем рождения. И в нашей стране, и далеко за ее пределами Вас знают и уважают как достойного представителя легендарного отряда советских космонавтов, блестящего профессионала, стойкого и мужественного человека, который первым шагнул в открытый космос... И как по-настоящему талантливая, неординарная личность Вы ярко проявили себя на общественном поприще и в творчестве. Желаю Вам здоровья, благополучия и всего самого доброго».

**29 мая** американская компания Virgin Galactic успешно провела второе мотор-

ное испытание туристического суборбитального космического корабля Unity типа SpaceShipTwo. Корабль был поднят в воздух на самолете-носителе. После отцепки пилоты включили на 31 сек бортовой двигатель, в результате чего Unity достиг скорости  $M=1.9$  и поднялся до высоты 34.9 км, после чего спланировал на Землю и совершил мягкую посадку.

**29 мая** в Институте космических исследований (ИКИ) РАН состоялись выборы директора. Кандидатами были два заместителя директора ИКИ – профессор РАН, д.ф.-м.н. Александр Анатольевич Лутовинов и член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н. Анатолий Алексеевич Петрукович. В результате тайного голосования директором ИКИ РАН избран А.А. Петрукович, получивший более половины голосов участвовавших в выборах работников.

**29 мая** Европейское космическое агентство сообщило о начале вибрационных, ударных и термовакуумных испытаний репрезентативной модели марсохода проекта ExoMars 2020. Тесты в Тулузе продлятся до августа, после чего модель будет отправлена в Химки для проведения термовакуумных испытаний в составе изделия ТВИ российского десантного модуля. Доставка марсохода Pasteur на Марс в рамках проекта ExoMars 2020 запланирована на март 2021 г.

**28 мая** постоянный представитель Китая при международных организациях в Вене Ши Чжунцзюнь объявил, что все страны – члены ООН приглашаются к сотрудничеству по совместному использованию будущей Китайской космической станции. Китай планирует запустить базовый модуль станции в 2020 г., а полноценное функционирование комплекса начнется в 2022 г.

**28 мая** Роскосмос сообщил, что Россия построит на Кубе беззапросную измерительную станцию «СМ-ГЛОНАСС» производства Научно-производственной корпорации «Системы прецизионного приборостроения» для непрерывного мониторинга навигационных сигналов спутников ГЛОНАСС, GPS, Galileo и «Бэйдоу». Контракт на установку и эксплуатацию станции на территории Кубы подписали генеральный директор АО НПК СПП Юрий Рой, генеральный директор научно-технического центра «ГЕОКуба» Педро Мартинес Фернандес и генеральный директор компании «Техноимпорт» Эриберто Санчес Алейне.

**28 мая** специалисты Центрального аэродинамического института имени профессора Н.Е. Жуковского завершили первый этап испытаний модели перспективного космического корабля «Федерация» в трансзвуковой аэродинамической трубе. В даль-

нейшем в гиперзвуковой трубе ЦАГИ будут определены тепловые потоки, действующие на аппарат при числах  $M=7.5$  и  $10.5$ . Полученные данные позволят конструкторам рационально спроектировать средства теплозащиты возвращаемого аппарата.

**28 мая** генеральный директор Центра имени М.В. Хруничева Алексей Варочко поделился информацией, что коммерческая двухступенчатая версия РН «Протон-М» получит название «Протон-СЛ-2Ф». По нашим данным, Центр Хруничева ведет разработку новой РН за счет внутренних ресурсов.

**27 мая** в возрасте 84 лет скончался американский астронавт Дональд Херод Петерсон-старший. Свой первый и единственный полет в космос он совершил с 4 по 9 апреля 1983 г. в качестве специалиста полета в экипаже шаттла «Челленджер» с полетным заданием STS-6.

**26 мая** в возрасте 86 лет скончался американский астронавт Алан Бин, четвертый человек, ступивший на Луну. Первый полет он совершил в 1969 г. в качестве пилота лунного модуля корабля Apollo 12 и вместе с Чарлзом Конрадом осуществил высадку на поверхность Луны в районе Океана Бурь. Второй полет Алан Бин совершил в 1973 г. в качестве командира второй экспедиции на орбитальную станцию Skylab.

**26 мая** исполнилось 120 лет со дня рождения Бориса Сергеевича Петропавловского, одного из организаторов и руководителей работ по ракетной технике в нашей стране, начальника Газодинамической лаборатории (ГДЛ), одного из создателей реактивных снарядов реактивных минометов («Катюша»).

**25 мая** стало известно, что частная российская космическая компания S7 Space предложила сохранить стартовый комплекс на 41-й площадке космодрома Байконур для продолжения пусков РН «Зенит», производство которых компания планирует возобновить в ближайшие годы.

Для пусков «Союза-5» в рамках российско-казахстанского проекта «Байтерек» компания предлагает восстановить вторую пусковую установку РН «Зенит» на 41-й площадке, разрушенную взрывом в октябре 1990 г. По нашим данным, стартовый стол и бетонные сооружения ПУ №2 восстановлению не подлежат. Это было бы практически новое строительство с дополнительными затратами на демонтаж старых сооружений.

**24 мая** президент США Дональд Трамп подписал директиву SPD-2, которая призвана упростить регулирование коммерческой космической деятельности и привлечь инвесторов в отрасль. По словам вице-президента Майкла Пенса, рекомендации были выработаны по итогам заседания Национального совета по космосу, состоявшегося в феврале во Флориде.

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

**24 мая** поступила информация, что Ракетно-космический центр «Прогресс» уже изготовил шесть ракет-носителей «Союз-2» для запусков с космодромов Байконур, Восточный и Куру спутников связи британской компании OneWeb. На космодромы уже отправлены три ракеты. Для исполнения обязательств по контракту, подписанному в 2015 г., РКЦ «Прогресс» должен изготовить еще 15 РН типа «Союз-2».

**24 мая** стало известно, что Госкорпорация «Роскосмос» в середине мая получила положительное заключение Главгосэкспертизы России по проекту строительства стартового комплекса для ракет-носителей семейства «Ангара» на космодроме Восточный. Работы по созданию второй очереди космодрома начнутся в июне 2018 г., общий объем инвестиций составляет порядка 40 млрд руб. Генподрядчиком строительства выбрана компания ПСО «Казань». Первый пуск РН «Ангара» с Восточного намечен на 2021 г. Новый монтажно-испытательный корпус для РН «Ангара» планируется построить в 2023–2025 гг.

**24 мая** американский грузовой космический корабль Cygnus прибыл на МКС. Экипаж совершил успешный захват грузового корабля Orbital ATK Cygnus в 05:26 EDT (12:26 ДМВ) при помощи руки-манипулятора», – сообщило NASA. Примерно через два часа аппарат был установлен на надирный стыковочный узел модуля Unity.

**24 мая** заместитель гендиректора Центра имени М. В. Хруничева по внешнеэкономической деятельности Андрей Панкратов на полях выставки KADEX-2018 в Астане заявил, что до 2025 г. ГКНПЦ надеется запустить 24 ракеты «Протон» различных модификаций.

**24 мая** главный менеджер проекта SIRIUS, начальник отдела Института медико-биологических проблем (ИМБП) РАН Марк Белакровский заявил, что шесть-восемь человек для нового эксперимента будут отобраны к 15 сентября 2018 г. Эксперимент по четырехмесячной изоляции планируется начать в конце января – начале февраля следующего года.

**23 мая** в Харбине открылась 9-я Китайская научная конференция по спутниковой навигации. Главная тема форума – «Местонахождение. Время дополнений».

**22 мая** новому саратовскому аэропорту присвоили имя Юрия Гагарина. Соответствующее распоряжение № 945 подписал премьер-министр России Дмитрий Медведев.

**22 мая** председателем Правительства РФ Дмитрием Медведевым подписано распоряжение № 949-р: «Принять предложение Госкорпорации «Роскосмос», согласованное с МИД России и Минюстом России, о проведении переговоров о заключении Соглашения между Государственной корпорацией по космической деятельности «Роскосмос» и Национальным центром космических исследований (Франция) о сотрудничестве в области космической науки».

**22 мая** с Базы ВВС США Ванденберг (Калифорния) осуществлен успешный пуск РН Falcon 9 с пятью спутниками связи типа Iridium-NEXT и двумя американо-германскими геодезическими аппаратами GRACE-FO. Первая ступень носителя использовалась повторно, ее возвращение на Землю не планировалось.

**22 мая** холдинг «Российские космические системы» объявил, что планирует к 2015 г. создать аэрокосмическую инфокоммуникационную сеть «Эфир», включающую в себя 288 космических аппаратов на орбите высотой 870 км.

**21 мая** на сайте Центра имени М. В. Хруничева опубликован годовой финансовый отчет предприятия. Годовая выручка составила 34.171 млрд руб. Чистый убыток ГКНПЦ в 2017 г. составил 23.166 млрд руб против чистой прибыли за 2016 г. в размере 1.798 млрд руб. В то же время Центр Хруничева нашел возможности для уменьшения трудоемкости производства ракет семейства «Ангара» в три раза, а ракет «Протон» – на треть.



**21 мая** со Среднеатлантического регионального космодрома на о-ве Уоллопс (Вирджиния, США) состоялся пуск РН Antares-230 с грузовым кораблем Cygnus OA-9 с личным наименованием J.R. Thompson. Cygnus доставил на МКС около 3350 кг грузов, в том числе материалы для научных экспериментов.

**20 мая** с космодрома Сичан с помощью ракеты-носителя «Чанчжэн-4С» из семейства «Великий поход» произведен успешный запуск на высокоэллиптическую орбиту спутника-ретранслятора «Цюэцяо» («Сорочий мост») в интересах проекта «Чанчэ-4». После пролета у Луны «Цюэцяо» будет выведен в точку Лагранжа позади нее. Спутнику предстоит ретранслировать информацию с орбитального и посадочного аппарата лунной станции «Чанчэ-4», обеспечивая посадку на обратную сторону Луны и работу там лунохода.

**19 мая** космонавты и астронавты основного и дублирующего экипажей транспортного пилотируемого корабля «Союз МС-09» и экспедиций МКС-56/57 прибыли на космодром Байконур для прохождения заключительного этапа подготовки к космическому полету.

**18 мая** Президент России В. В. Путин подписал указ № 219 о выделении в 2018 г. 250 млн руб на выплаты гражданам, подлежащим переселению с территории города Байконура, для приобретения жилья на территории России. Этим же документом утверждается положение о порядке предоставления этих выплат. Кроме того, Правительство поручено ежегодно докладывать об обеспечении жилыми помещениями на территории РФ указанных граждан. Их учет, а также выдачу соответствующих государственных жилищных сертификатов поручено обеспечить Администрации города Байконура.

**19 мая** стало известно, что США рассматривают вопрос о возможном заказе в России космического корабля «Союз МС» для доставки своих астронавтов на МКС в 2020 г. Это связано с задержкой в изготовлении и сертификации американских коммерческих космических кораблей. Производство и полет «Союза» к МКС полностью оплатит американская сторона. Управлять кораблем будет российский космонавт, в экипаж войдут два американских астронавта.

**18 мая** корпорация «Энергия» сообщила, что в августе 2019 г. планируется старт беспилотного корабля типа «Союз МС». Генеральный конструктор РКК «Энергия» Евгений Микрин подчеркнул, что беспилотный «Союз МС» отличается от серийного корабля лишь модернизированной системой управления движением и навигации и соответствующая доработка отдельных бортовых систем. Целью полета является испытание новой системы и проверка интеграции корабля с РН «Союз-2.1А». За счет отсутствия части приборов и агрегатов, необходимых для обеспечения работы экипажа, будет в несколько раз увеличена масса полезного груза, доставляемого на МКС и возвращаемого на Землю.

**18 мая** из пресс-релиза РКК «Энергия» выяснилось, что на базе корабля «Союз МС» разрабатывается транспортный грузовозвращаемый корабль «Союз ГВК». Производятся более глубокая доработка бортовых систем, разрабатывается другой головной обтекатель (без системы аварийного спасения). На орбиту грузовик сможет доставлять 2000 кг грузов, а возвращать на Землю – 500 кг, при этом в отделимом отсеке корабля можно будет разместить еще около 1000 кг предназначенного к утилизации груза, который будет сгорать в плотных слоях атмосферы. Первый запуск планируется в 2022 г. на РН «Союз-2.1Б».

**17 мая** генеральный директор АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва Николай Тестов сообщил, что КА «Глонасс-М» № 734, с которого 19 апреля пропал навигационный сигнал, вновь вводится в строй. Этот спутник при семилетнем гарантийном сроке функционирует уже 9 лет.

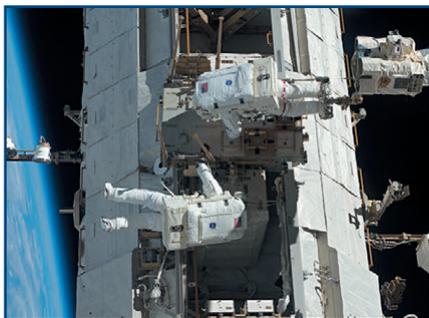
**17 мая** генеральный директор компании «Зонд-Холдинг» Виктор Донианц заявил, что спутниковая система «Скиф» из 12 КА, создающаяся его фирмой для Арктики, сможет обеспечить Интернетом весь мир. Аппараты проектируются на космической

платформе среднего класса «Экспресс 1000», которую разработала компания «Информационные спутниковые системы».

**17 мая** официальный представитель Института медико-биологических проблем (ИМБП) РАН Марк Балаковский сказал, что российские ученые помогут Китаю с созданием на его территории международного реабилитационного центра космонавтов.

**16 мая** заместитель руководителя NASA Уильям Герстейнмайер, выступая на слушаниях в подкомитете по космосу, науке и конкурентоспособности Комитета по торговле, науке и транспорту Сената Конгресса США, заявил, что МКС можно безопасно эксплуатировать по крайней мере до начала 2029 г.

**16 мая** астронавты Эндрю Фэйстел и Ричард Арнольд совершили выход в открытый космос, выполнив техническое обслуживание МКС.



**15 мая** состоялось очередное заседание Общественного совета при Госкорпорации «Роскосмос».

**14 мая** директор Департамента стратегического планирования и организации космической деятельности ГК «Роскосмос» Юрий Макаров сообщил о планах построить в ближайшее время в Чили российскую станцию наблюдения за космическим мусором. Первая такая станция была открыта весной прошлого года в Бразилии.

**14 мая** вице-министр оборонной и аэрокосмической промышленности Казахстана Марат Нургужин заявил, что Казахстан планирует направить на финансирование проекта «Байтерек» 314 млн \$.

**11 мая** стало известно, что Совет РАН по космосу принял решение продолжить разработку отечественных аналогов европейской бурильной установки и навигационной системы для российской лунной посадочной станции «Луна-27». Одной из причин такого решения стало превышение европейскими разработчиками отведенного лимита по массе устройств, а также необходимость создания отечественной аппаратуры аналогичного назначения для использования в последующих российских проектах.

**11 мая** из Космического центра имени Кеннеди на мысе Канаверал (Флорида, США) состоялся пуск РН Falcon 9 со спутником связи Bangabandhu-1 для Бангладеш. Этот запуск стал первым для новой, пятой по счету, модификации самой ракеты.

**10 мая** поступила информация, что генеральный директор Центра имени

М. В. Хруничева Алексей Варочко назначил исполняющим обязанности директора Воронежского механического завода Сергея Ковалёва, работавшего на том же заводе директором по экономике и финансам.

**9 мая** стало известно, что ЦНИИмаш подготовил концепцию новой радиолокационной всепогодной спутниковой системы «Геосар», основанной на группировке аппаратов «Кондор-ФКА», «Обзор-Р» и «Кондор-ФКА-М».

**8 мая** с космодрома Тайюань (КНР) был осуществлен пуск РН «Чанчжэн-4С», которая вывела на околоземную орбиту спутник ДЗЗ «Гаофэн-5».

**8 мая** Австралия объявила о создании Австралийского космического агентства с текущим финансированием 26 млн \$ (19,4 млн \$ США) в течение следующих четырех лет. Ожидается, что его возглавит Меган Кларк, ныне руководящая Государственным объединением научных и прикладных исследований.

**6 мая** космический грузовой корабль Dragon (США), доставивший грузы с МКС, благополучно приводнился в Тихом океане у побережья Калифорнии.

**5 мая** со стартового комплекса Базы ВВС США Ванденберг (Калифорния) был произведен пуск РН Atlas V с межпланетным зондом InSight. Через 13 минут после старта аппарат был выведен на опорную околоземную орбиту, а затем переведен на траекторию полета к Марсу. Задачей КА является изучение внутреннего строения планеты посредством сейсмических, геодезических и тепловых измерений.



**5 мая** была оглашена оценка NASA стоимости создания модулей для лунной орбитальной станции LOP-G (Lunar Orbital Platform – Gateway). Согласно презентации Марка Гейера, исполняющего обязанности первого заместителя главы Директората пилотируемых программ, до конца 2023 г. на проект Gateway потребуется 2724 млн \$. Первые 504,2 млн \$ запрошены из бюджета США уже в 2019 г.: они пойдут на создание к 2022 г. Базового (Энергодвигательного) блока, а к 2023 г. – Жилого модуля. Их отправка к Луне планируется на 2022 и 2023 гг. соответственно. Стоимость РН и услуг по запуску в указанные суммы не входят.

В 2024 г. планируется запустить Логистический и Шлюзовую модули. Стоимость последнего оценивается в 702,4 млн \$. Возможно, его строительство предложат РКК «Энергия», но с требованием делать его по американским стандартам и под использование американских скафандров для внекорабельных работ.

**4 мая** стало известно: в случае достижения договоренности по изготовлению в России Шлюзового модуля для американской Лунной орбитальной станции российский космонавт может быть включен в состав экипажа корабля «Орион», который будет транспортировать модуль к станции – для его интеграции с другими модулями. «Помимо этого, ведутся переговоры о включении еще одного российского космонавта в другой экипаж «Ориона», но они находятся в самой начальной стадии», – отметил неназванный источник в РКК «Энергия».

**3 мая** из Центра космических запусков Сичан (КНР) состоялся пуск РН «Чанчжэн-3В», которая вывела на околоземную орбиту телекоммуникационный спутник APStar-6C.

**2 мая** NASA объявило, что совместно с Лос-Аламосской национальной лабораторией успешно испытано компактный ядерный реактор Kilopower, предназначенный для обеспечения лунных и марсианских пилотируемых миссий. Реактор тестировали с ноября 2017 г. по март 2018 г. в пустыне штата Невада. В качестве топлива реактор использует уран-235, в качестве теплоносителя – натрий. Кроме собственно реактора, в установку входят двигатель Стирлинга и генератор переменного тока, что дает возможность получать до 10 кВт электроэнергии в течение десяти лет. На планетной базе предполагается использовать четыре таких реактора.

**1 мая** стало известно, что КНР ведет активные работы по созданию многоразовой первой ступени РН «Чанчжэн-8», которая должна впервые стартовать в 2021 г. Это часть плана Китая по созданию многоразовой космической техники, заявил главный конструктор ракет-носителей Китайской исследовательской академии ракетной техники Лун Лэхао. Спасать предполагается два стартовых ускорителя и первую ступень.

**30 апреля** выяснилось, что вторая попытка запуска японской ракеты Момо, разработанной частной компанией Interstellar Technologies, отложена до лета. Пуск должен был состояться 28 апреля, но трижды откладывался. Длина РН – 10 м, диаметр – 50 см, а вес около 1 т. По плану она должна была подняться на высоту около 100 км.

**28 апреля** топонимическая комиссия Санкт-Петербурга выбрала подходящую безымянную улицу и единогласно проголосовала за то, чтобы она носила имя дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта №34 Георгия Гречко (1931–2017). Имя первого ленинградца, покорившего космос, будет присвоено улице, соединяющей проспект Космонавтов и Витебский проспект.

Составители А. Железняков и И. Извеков

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

# Полет экипажа МКС-55

Апрель 2018 года

## Экипаж МКС-55:

**Командир** – Антон Шкаплеров  
**Бортинженер-1** – Олег Артемьев  
**Бортинженер-2** – Эндрю Фэйстел  
**Бортинженер-3** – Ричард Арнольд  
**Бортинженер-5** – Скотт Тингл  
**Бортинженер-6** – Норисигэ Канаи

## В составе станции на 01.04.2018:

**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**  
**ТК «Союз МС-07»**  
**ТК «Союз МС-08»**  
**ТКГ «Прогресс МС-08»**

## «Дракон» прилетел со «Сникерсами»

2 апреля Скотт Тингл и Норисигэ Канаи провели тренировку по ловле грузового корабля Dragon («Дракон»; полет SpX-14) дистанционным манипулятором SSRMS. Затем, по командам специалистов канадского ЦУПа в Сент-Юбере (провинция Квебек) и основного хьюстонского ЦУПа, манипулятор был протестирован и переведен в положение для захвата грузовика. «Земля» также разбиралась с проблемой незапуска блока распределения видеосигнала VDU-3 на плече В манипулятора на резервном канале электропитания, случившегося в декабре 2017 г. (НК №2, 2018, с.20).

Параллельно Эндрю Фэйстел и Ричард Арнольд проконсультировались с ЦУП-Х по предстоящим разгрузочно-погрузочным работам.

3 апреля в Обзорном модуле Cupola Скотт и Норисигэ рассмотрели циклограмму сближения «Дракона» со станцией и прошли тренировку на бортовом тренажере ROBoT по ловле грузовика и реагированию на связанные с этим нештатные ситуации.

4 апреля в 10:40 UTC Канаи поймал «Дракона» манипулятором SSRMS, после чего канадские и американские специалисты перенесли его и в 13:00 присоединили к нижнему порту Узлового модуля Harmony.

«Я уже говорил, что 4 апреля к нам прилетел грузовик Dragon, доставив более двух тонн научной техники и различных грузов. А вот и некоторые подробности в виде вкусняшек! Это мороженое [«Сникерс»], да. Вкусноти-и-ища!» – поделился в твиттере Олег Артемьев.

В этот же день экипаж провел тренировку по дополнительным действиям при авариях с учетом прибывшего грузовика.

5 апреля в 08:16 Тингл открыл люк в «Дракон». С использованием российского пробозаборника АК-1М в корабле были взяты пробы воздуха, которые затем уложили на временное хранение в медицинский шкаф Служебного модуля «Звезда». После

прокладки воздуховода Скотт, Эндрю и Ричард приступили к разгрузке «Дракона».

9 апреля астронавты демонтировали литиевый поглотитель из корабля, который обеспечил удаление углекислого газа при автономном полете к МКС. На следующий день Тингл распаковал новую медицинскую укладку IMAK, прибывшую на «Драконе», и подготовил к возвращению на Землю шлем одного из выходных скафандров EMU.

23 апреля на станцию перенесли пять новых камкордеров. 25 апреля экипаж демонтировал 68 датчиков мониторинга радиационной обстановки RAM из четырех кают в модуле Harmony для спуска «Драконом» в начале мая. 30 апреля результаты экспериментов, хранившиеся в стационарных морозильных камерах MELFI-2 и MELFI-3, переместили в возвращаемые грузовиком морозильники Polar.

## Новый медицинский комплекс

1 апреля в рамках исследования «Профилактика-2» (механизмы действия и эффективность различных режимов физической нагрузки в условиях длительных космических полетов на состояние общей и физической работоспособности космонавтов) Артемьев при содействии Антона Шкаплерова и с использованием компенсатора опорной разгрузки KOP-01H (НК №8, 2017, с.20-21) имитировал быструю и медленную ходьбу на бегущей дорожке БД-2 в модуле «Звезда». 11 апреля они поменялись ролями.

3 апреля в интересах эксперимента «Альгометрия» Олег регистрировал порог болевой чувствительности методом механического раздражения в режимах термоальгометрии и тензоальгометрии после приема пищи.

В апреле Шкаплеров и Артемьев заполняли опросники по программам «Взаимодействие-2» (изучение закономерностей поведения экипажа в длительном космическом полете) и «Контент» (дистанционный мониторинг психофизиологического состояния космонавтов, а также внутри- и межгруп-

пового взаимодействия на основе количественного анализа деятельности экипажа по связи с подмосковным ЦУПом).

6 апреля Антон помог Олегу, облаченному в пневмовакуумный костюм «Чибис-М», снять электрокардиограмму (ЭКГ) и измерить артериальное давление с помощью комплекса «Гамма-1М», а также зафиксировать время задержки дыхания на выдохе и вдохе в рамках эксперимента «Дан» (изучение взаимосвязи между изменениями давления в сонной артерии и переменами чувствительности центрального дыхательного механизма).

9 апреля в ходе российско-канадского эксперимента «Матрешка-Р»/Radi-N2 (изучение радиационной обстановки на трассе полета и на борту МКС) Шкаплеров инициировал пузырьковые детекторы «бэббл-дозиметр». Часть из них он разместил на экспонирование в российских модулях, а восемь дозиметров передал Арнольду для установки в Узловом модуле Tranquility. 16 апреля Антон собрал детекторы и снял с них показания портативным считывателем.

17 апреля Артемьев надел «штаны» «Чибис-М», и Шкаплеров посодействовал ему в регистрации ЭКГ комплексом «Гамма-1М» и измерении артериального давления комплектом ИАД-2010 в интересах эксперимента «Биокард» (изучение механизма перестройки в электрофизиологии сердца при воздействии отрицательного давления на нижнюю часть тела в условиях длительной микрогравитации).

20 апреля Антон в целях исследования «Мотокард» (механизмы сенсомоторной координации в невесомости) выполнил локомоторные тесты на дорожке БД-2 в режимах медленного, среднего и быстрого бега, а также разминочной и заминочной ходьбы. Спустя три дня эти же тесты проделал Олег.

23 апреля, занимаясь экспериментом «Пилот-Т», россияне оценили надежность профессиональной деятельности космонавта в длительном космическом полете с использованием комплексов «Нейролаб-2010».

25 апреля Артемьев в интересах опыта «Удод» (изучение возможности коррекции гемодинамических изменений в невесомости с помощью отрицательного давления на вдохе) зарегистрировал скорость воздушного потока и длительность задержки дыхания.

26 апреля по плану исследования «Спланх» (получение данных, отражающих специфику изменений различных отделов желудочно-кишечного тракта, которые возникают в условиях космического полета) Олег провел электрогастроэнтерографию прибором «Спланхограф».

В тот же день для эксперимента «Космокард» (изучение влияния факторов космического полета на электрофизиологические характеристики миокарда и на их связь с процессами вегетативной регуляции кровообращения) Шкапелеров измерил артериальное давление комплектом ИАД-2010 и в течение суток записывал ЭКГ холтеровским монитором «Анна-Флэш 3000».

26 апреля Антон по истечении ресурса сменил медицинский комплекс «Гамма-1М» на новый комплекс КМА-01 с телеметрическим адаптером КМА-ТМ. 30 апреля он подключил КМА-01. При этом космонавт отметил, что на блоки нового комплекса на лицевой стороне маркером нанесены заводские номера, что несколько портит внешний вид аппаратуры.

Медицинский комплекс КМА-01 создан питерским Специальным конструкторским технологическим бюро «Биофизприбор» Федерального медико-биологического агентства РФ и предназначен для получения в реальном масштабе времени оперативной информации о состоянии здоровья космонавтов, детального обследования различных систем и функций организма, измерения массы тела и малых масс, электропитания внешних медицинских исследовательских приборов и тестирования медицинского пояса (устройства съема информации) «Бета-08».

Аппаратура в автоматизированном режиме обеспечивает съем, преобразование, предварительную обработку физиологической информации и выдачу результатов медицинских обследований в цифровом виде:

- ◆ электрокардиограмма в стандартных, усиленных, грудных и ортогональных отведениях;
- ◆ артериальное давление звуковым и тахоосциллографическим методом;
- ◆ реограмма туловища по Кедрову;
- ◆ реограмма печени, легкого, голени и предплечья;
- ◆ реоэнцефалограмма в бимастоидальном и ронтомастоидальных отведениях;
- ◆ динамограмма.

Тем временем на американском сегменте астронавты весь апрель регулярно соби-



▲ Комплекс медицинской аппаратуры КМА-01

рали образцы слюны и пота, а также пробы атмосферы станции, и укладывали их в морозильник MELFI в интересах эксперимента Microbial Tracking-2 (изучение разнообразия микрофлоры на МКС). Заполнялись анкеты для канадского эксперимента At Home in Space Questionnaire (психосоциальная адаптация многонациональных экипажей во время длительных полетов), европейского Space Headaches (изучение причин головных болей в космосе) и нового психологического эксперимента Team Task Switching (оценка трудностей при переключении между задачами и возможностей улучшения индивидуальной и командной мотивации и эффективности).

В рамках исследования Lighting Effects (оценка улучшения циркадных ритмов, сна и когнитивных функций астронавтов при за-

### Длительность экспедиций на МКС увеличится

16 апреля была утверждена новая программа полета российского сегмента станции. Выделим наиболее важные изменения.

Во-первых, принято решение об увеличении продолжительности полетов пилотируемых кораблей начиная с «Союза МС-08».

«Мы работаем над увеличением сроков использования кораблей для повышения эффективности использования станции. Роскосмос уточнил программу с промышленностью, согласовали даты пусков, – заявил 19 апреля исполнительный директор по пилотируемым космическим программам Роскосмоса Сергей Крикалёв. – Мы повышаем эффективность использования наших кораблей за счет небольшого увеличения длительности [их полетов], в определенной мере помогаем нашим [американским] партнерам. Пока они (американцы. – А.К.) не могут сказать, будут ли у них готовы [в намеченные ранее сроки новые пилотируемые] корабли или нет, но мы делаем все, чтобы создать такую программу, которая была бы устойчива, стабильна к разного рода возмущениям, в том числе к возможной отсрочке полета их кораблей».

В соответствии с новыми решениями посадка «Союза МС-08» перенесена с 28 августа на 4 октября (увеличение продолжительности полета с 160 до 197 суток), а «Союза МС-09» – с 27 октября на 13 декабря (продление полета с 143 до

187 суток). Соответствующим образом сдвинуты запуски и увеличены полеты последующих «Союзов» (табл.).

Напомним, что соглашение между Роскосмосом и NASA по доставке на МКС и возвращению с нее астронавтов на «Союзах» заканчивается с приземлением «Союза МС-11» в июле 2019 г. Вместе с купленными у компании Boeing тремя местами (одно на «Союзе МС-12» и два на «Союзе МС-13»; *НК №3, 2017, с.7; №4, 2017, с.7*) и с учетом утвержденных переносов запусков и продлений полетов «Союзов» это гарантирует NASA пребывание астронавтов на американском сегменте станции до начала 2020 г. и страхует на случай дальнейших возможных отсрочек эксплуатационных полетов новых американских пилотируемых кораблей CST-100 Starliner и Crew Dragon.

«В настоящее время у нас нет «дырки» [в обеспечении доступа астронавтов на МКС], но мы рассматриваем варианты, что можно сделать, чтобы «дырка» не появилась, – предупредил 12 апреля исполняющий обязанности руководителя NASA Роберт Лайтфут. – Мы работаем с нашими российскими партнерами на предмет того, можем ли мы увеличить длительность экспедиций».

NASA подстраховалось и другим вариантом: 5 апреля объявило об обновлении контракта с «Боингом» (по предложению компании) с целью рассмотреть добавление третьего члена экипажа в испытательный пилотируемый полет корабля Starliner (Boe-CFT; запуск – 22 февраля 2019 г.) и продление его длительности с двух недель до полугода. Возможность реализации данного варианта будет определена летом.

Во-вторых, по словам генерального директора Роскосмоса Игоря Комарова, запуск Многоцелевого лабораторного модуля (МЛМ) «Наука» состоится в 2019 г.

«До 2021 г. запустим еще два модуля: узловой (Узловой модуль «Причал». – А.К.) и энергетический (Научно-энергетический модуль. – А.К.). Узловой готов и полетит вслед за лабораторным. У этого модуля шесть стыковочных узлов, – отме-

тил он 11 апреля. – Затем отправим энергетический, который сможет давать [электроэнергию] не менее 18 кВт, полностью покрывая нужды Российского сегмента – пока энергию для него поставляет только модуль «Звезда» (до 13,8 кВт), еще 2,5 кВт должен будет вырабатывать МЛМ.

Кстати, у энергетического модуля внушительный объем – 92 м<sup>3</sup>. Для сравнения: сейчас весь наш сегмент – чуть больше 203 м<sup>3</sup>, в основном отданных под научное оборудование. Так что в результате жизненное пространство для космонавтов серьезно увеличится. Образно говоря, мы запустим к МКС лабораторию, причал и электростанцию и обеспечим полную автономность и независимость российского сегмента».

Как отметил 11 апреля генеральный директор ГКНПЦ имени М.В. Хруничева Алексей Варочко, модуль «Наука» доделан и будет отправлен на космодром Байконур до конца 2018 г. «Идут завершающие операции. РКК «Энергия» модуль пока не приняла, ее специалисты работают вместе с нами. Идет процесс оформления документации», – подчеркнул он.

В-третьих, в связи со сдвижкой запуска «Науки» экипаж российского сегмента еще год не будет увеличиваться с двух до трех человек. Ранее увеличение планировалось сделать со старта «Союза МС-10» в октябре 2018 г., теперь, очевидно, это будет с запуска «Союза МС-14» в октябре 2019 г. Поэтому нелетавшие космонавты Николай Тихонов и Андрей Бабкин выведены из экипажей «Союза МС-10» и «Союза МС-12» соответственно.

«К сожалению, сейчас в силе остается решение, что на борту МКС должны быть только два российских космонавта с опытом работы в космосе. Но со второй половины 2019 г. Роскосмос будет возобновлять пребывание трех космонавтов на МКС. Тогда в экипаж будут включаться новички и в отряде появится больше летавших космонавтов», – пояснил 8 апреля командир отряда космонавтов Роскосмоса Олег Кононенко.

В-четвертых, в апреле 2019 г. появляется возможность осуществления 10-суточного полета «космического туриста», для чего запуск «Союза МС-12» поставлен перед приземлением «Союза МС-10». – А.К.

Событие	Старая дата	Новая дата
Посадка «Союза МС-07»	03.06.2018	03.06.2018
Запуск «Союза МС-09»	06.06.2018	06.06.2018*
Запуск «Прогресса МС-09»	10.07.2018	10.07.2018**
Затопление «Прогресса МС-08»	31.08.2018	31.08.2018
Посадка «Союза МС-08»	28.08.2018	04.10.2018
Запуск «Союза МС-10»	14.09.2018	11.10.2018***
Запуск «Прогресса МС-10»	11.10.2018	31.10.2018*
Посадка «Союза МС-09»	27.10.2018	13.12.2018
Запуск «Союза МС-11»	15.11.2018	20.12.2018***
Затопление «Прогресса МС-09»	23.12.2018	23.12.2018
Запуск «Прогресса МС-11»	06.02.2019	07.02.2019*
Затопление «Прогресса МС-10»	04.02.2019	28.03.2018
Посадка «Союза МС-10»	23.02.2019	15.04.2019
Запуск «Союза МС-12»	07.03.2019	05.04.2019***

\* Двухступенчатая схема сближения с МКС.  
 \*\* Двухвитковая схема сближения с МКС.  
 \*\*\* Четырехвитковая схема сближения с МКС.



▲ «Мужчины – это взрослые дети». Подтверждение расхожего стереотипа на фото. Пока Робонавт готовят к спуску на Землю, отдельные части его «тела» очень популярны для фотосессий на орбите

мене на борту МКС люминесцентных ламп на светодиодные с регулируемой интенсивностью и цветом) фиксировались режим сна и бодрствования с применением носимого прибора Actiwatch, регулярно заполнялись опросники и оценивалось зрение. 4 апреля была замерена освещенность в модуле Harmony и европейском Лабораторном модуле Columbus с использованием люксметра. 11 апреля экипаж сменил люминесцентную лампу GLA на светодиодную SSLA в Многоцелевом модуле Leonardo.

4 апреля астронавты заполнили опросник по приему пищи в интересах тестирования Food Acceptability.

В этом месяце традиционно брались образцы крови, мочи и слюны для экспериментов Biochemical Profile, Repository и Cell Free Epigenome с целью создания базы данных биообразцов.

6 апреля астронавты установили доставленные «Драконом» (SpX-14) два блока аппаратуры Invitrobone (исследование влияния микрогравитации на костную ткань, призванное помочь разработать более эффективные методы профилактики) в стойках Express-6 и Express-8 в Лабораторном модуле Destiny. Правда, 30 апреля при смене аккумуляторных батарей в вентиляторах, смонтированных для охлаждения блоков эксперимента Invitrobone, были обнаружены значительные подтеки и ржавчина в одном из отсеков для батарей...

6 апреля экипаж смонтировал аппаратуру NanoRacks Module-66 для эксперимента с использованием флуоресцентного спектрометра, в рамках которого в условиях невесомости изучается образование фибрилл и

▼ Скотт Тингл меняет лампочку в светильнике, который будет установлен за бортом в майском выходе



бета-амилоидных пептидов, участвующих в появлении болезни Альцгеймера у людей. 26 апреля аппаратура была уложена в «Дракон» для спуска на Землю.

6 апреля Артемьев, Фейстел и Арнольд провели тренировку по оказанию экстренной медицинской помощи на борту станции.

9–10 апреля астронавты сутки носили на себе акустические мониторы для записи уровня шума во время работы и отдыха.

В апреле Эндрю и Скотт считывателем планшетов NanoRacks Plate Reader-2 регулярно проводили эксперимент Metabolic Tracking (изучение быстрого и недорогого метода оценки воздействия лекарств в условиях микрогравитации). Они помещали в считыватель планшеты с замороженными образцами, а также собирали образцы микробов с поверхности и из атмосферы станции. 10 апреля образцы поместили в биологический модуль SABL в модуле Destiny.

20 апреля экипаж взял образцы крови для японского эксперимента Medical Proteomics, исследующего снижение плотности костной ткани в невесомости (остеопения).

11 апреля астронавты сделали ультразвуковое исследование глаз в рамках контроля здоровья. 13 и 17 апреля Фейстел и Арнольд провели обследование глаз с помощью офтальмоскопа.

19 и 25 апреля Ричард занимался физическими упражнениями с использованием компактного тренажера с роботизированными приводами в ходе опыта MED-2 (проверка эффективности новых средств компенсации негативных факторов космического полета).

19 апреля экипаж взял образцы слюны и заполнил опросник в целях японского экс-

### Курорты Краснодарского края ждут космонавтов

Российские космонавты начали проходить послеполетную реабилитацию в Сочи.

«Так уж сложилось, не знаю почему, что чаще всего мои коллеги проходили реабилитацию, и я в том числе после первого полета, за рубежом, – рассказал космонавт Александр Мисуркин. – Но в этот раз своим командирским решением мы настояли, чтобы проходить ее здесь. Мы счастливы и рады, потому что уровень комфорта и сервиса здесь великолепен. И всем своим коллегам буду рекомендовать приезжать именно сюда – набираться сил для дальнейших полетов».

Прием космонавтов на реабилитацию в санаториях и пансионатах Краснодарского края осуществляется в рамках подписанного соглашения между региональным Министерством курортов, туризма и олимпийского наследия и Центром авиакосмической медицины. Программа рассчитана на 40 слетающих космонавтов и членов их семей. – А.К.

перимента Multi-Omics (оценка воздействия условий космического полета и пребиотиков в кишечнике на иммунную функцию человека).

24–26 марта Норисигэ с использованием двойных датчиков Thermolab осуществил эксперимент Circadian Rhythms (изучение изменения циркадных ритмов в невесомости).

26 апреля астронавты подготовили носимую аппаратуру MOG для суточного сеанса мониторинга артериального давления в рамках канадского исследования Vascular Echo (изучение изменений сердечно-сосудистой системы в невесомости).

### В преддверии майского выхода

В этом месяце на американском сегменте станции началась подготовка к американскому выходу в открытый космос (EVA-50; 16 мая), основная цель которого – замена блока управления насосами PFCS на платформе ESP-1, расположенной снаружи модуля Destiny. Участвовать в нем предстоит Эндрю и Ричарду.

Запасной блок PFCS, находящийся сейчас на ESP-1, прибыл на МКС еще в марте 2001 г., так что неслучайно его прозвали Frosty («Замороженный»). «Земля» хочет проверить состояние PFCS после 17 лет хранения. Для этого его с помощью дистанционного манипулятора SSRMS, оснащенного ловкой насадкой Dextre, перенесут на секцию P6 американской поперечной фермы. Место для запасного блока освободят путем

перемещения манипулятором в обратном направлении неисправного PFCS, который оказался виновным в утечке аммиака и был сменен во время выхода в мае 2013 г. (НК №7, 2013, с.12-13, 16-17). Отсюда и его прозвище – Leaky («Протекший»).

Так вот Фэйстелу и Арнольду предстоит снять Frosty с платформы ESP-1 и поместить его на насадку Dextre, а также проделать обратные действия с Leaky. Почему данные операции нельзя сделать с помощью Dextre? Потому что платформа ESP-1 не имеет соответствующего интерфейса...

Итак, 2 апреля астронавты выполнили очистку контуров водяного охлаждения скафандров EMU № 3003 и № 3006, взяли пробы воды и осуществили йодирование ионных фильтров в скафандрах. Кроме того, в скафандре № 3006 был проверен поглощающий патрон MetOx, который ЦУП-Х подозревал в проблемах с герметичностью скафандра перед выходом 29 марта (НК № 5, 2018, с.22-23). Однако эти подозрения не подтвердились.

12–13 апреля экипаж выполнил регенерацию двух патронов MetOx, а 16 апреля – очистку контуров водяного охлаждения скафандров № 3004 и № 3008.

24 апреля Канаи осмотрел фалы и инструменты на предмет повреждений. На следующий день Арнольд и Тингл разобрали замененный в мартовском выходе блок CLPA, состоящий из поворотного механизма, телекамеры стандартного разрешения ETVCG и светильника. Отказавший поворотный механизм возвратят на Землю «Драконом» (SpX-14). Кроме того, Скотт сменил лампочку в светильнике в другой блоке CLPA, который



▲ Иногда очень хочется мороженого

планируется смонтировать снаружи модуля Destiny в майском выходе. Правда, при проверке лампочки сначала сработала защита в розетке, а потом она включилась и немного подымила...

25 апреля астронавты с помощью тренажера освежили в памяти работу системы сигнализации и оповещения ECWS скафандра EMU. 26 апреля Эндрю и Ричард подготовили инструменты, которые возьмут с собой на выход, а также слили воду из водяных баков скафандров и снова заправили их.

30 апреля вскоре после начала очередной регенерации патронов MetOx отказала система удаления углекислого газа CDRA в модуле Destiny, поэтому данная операция была отложена на 1 мая.

### Съемка паводкоопасных районов

В апреле Антон и Олег фотографировали земную поверхность с целью оценки экологической обстановки (эксперимент «Экон-М»), мониторинга лесных экосистем («Дубрава») и выявления развития природных катаклизмов («Ураган»).

5 апреля Шкаплеров попросил ЦУП-М уточнить в эксперименте «Ураган», что именно надо снимать, если объект большой: например, город – вода, набережная, завод.

В этом месяце Антон и Олег начали установку в модуле «Звезда» оборудования для российско-немецкого проекта ICARUS (изучение миграции диких животных и птиц; НК №4, 2018, с.20-21). 19 апреля была смонтирована бортовая вычислительная машина (компьютер) ОВС-1 для управления антенным блоком и обработки данных. На следующий день Артемьев подключил кабели к компьютеру, после чего «Земля» провела его тестовое включение. На прокладку и подстыковку телеметрических кабелей у Олега не хватило времени.

В апреле в рамках исследования «Сценарий» (оценка развития катастрофических и потенциально опасных явлений по результатам космических наблюдений) космонавты снимали паводкоопасные районы в России, в частности в Алтайском крае, Волгоградской области, республиках Туве и Хакасии, а также южное побережье озера Байкал в

связи с критическим снижением в нем уровня воды. Фотографии оперативно сбрасывались на Землю.

8 апреля Антон в интересах эксперимента EarthKAM (автоматическая фотосъемка земной поверхности по заявкам школьников и студентов) установил на нижнем иллюминаторе Узлового модуля Unity и включил цифровой фотоаппарат Nikon D2x, присоединенный к ноутбуку SSC. 11 апреля он сменил объектив у фотокамеры, а 16 апреля выключил и убрал фотоаппарат на хранение.

10 апреля камерой Red Dragon фирмы Nikon, имеющей разрешение 6К и установленной в модуле Cupola, экипаж записал видео дельты Нила в рамках эксперимента EISS.

16 апреля перестало поступать электропитание на прибор для измерения суммарного и спектрального солнечного излучения TSIS-1, находящийся на внешней платформе ELC-3 на секции P3 американской поперечной фермы. А ведь всего месяц назад NASA сообщило о его вводе в эксплуатацию (НК №5, 2018, с.14)...

26 апреля астронавты сменили жесткий диск на ноутбуке эксперимента Meteor, предназначенного для исследования физических и химических свойств метеорных пылевых частиц, входящих в атмосферу Земли. 20 апреля крышка на нижнем иллюминаторе модуля Destiny не открылась по команде ЦУП-Х, в результате чего камера эксперимента Meteor, находящаяся на рабочей стойке WORF над иллюминатором, в течение 22 мин снимала «молоко»...

Кстати, Германский аэрокосмический центр DLR готовит к отправке на МКС «Драконом» (SpX-15) в июне гиперспектральный спектрометр DESIS, который мы в НК №8, 2017 ошибочно уже «привезли» на станцию в составе многопользовательской платформы для дистанционного зондирования Земли MUSES.

### Trippy сменили на Motley

В апреле после прилета «Дракона» (SpX-14) по командам специалистов ЦУП-Х и ЦУПа в Сент-Юбере с помощью дистанционного манипулятора SSRMS с ловкой насадкой Dextre из негерметичного отсека грузовика на внешнюю поверхность станции было пе-

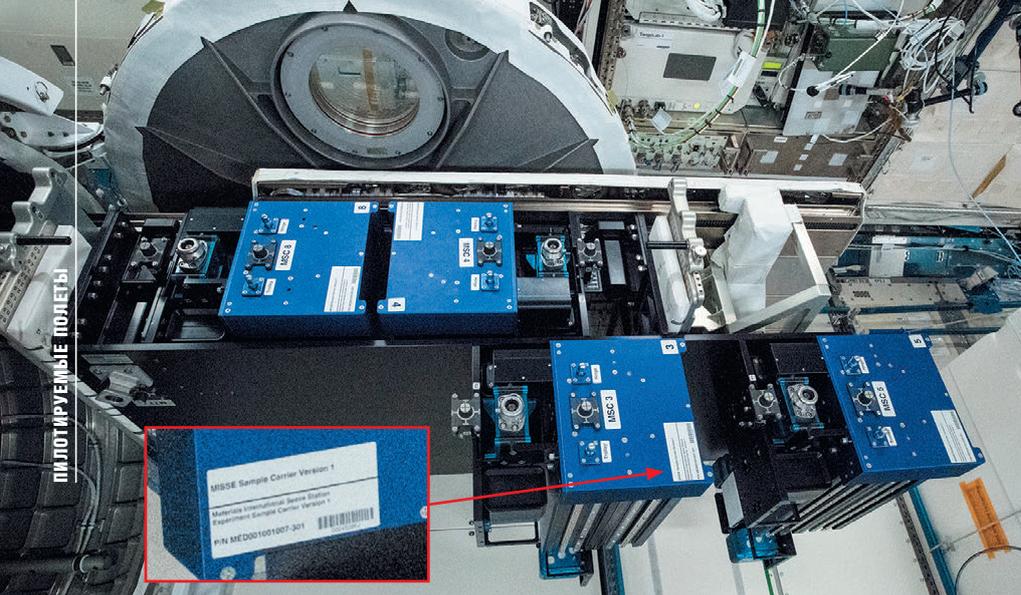
### Начато изготовление нового космического тренажера

В питерском ЦНИИ робототехники и технической кибернетики по заказу Института медико-биологических проблем (ИМБП) РАН началось изготовление двух опытных образцов силового многофункционального тренажера (СМТ) для поддержания физической формы космонавтов (НК №5, 2016, с.16). Данную работу должны завершить к ноябрю 2018 г.; СМТ планируется затем установить в Научно-энергетическом модуле.

По информации ИМБП, тренажер представляет собой реконфигурируемую силовую раму с установленными на ней кинематическими механизмами. Он оснащен сиденьем для космонавта и перемещающейся штангой для хвата руками, которую можно трансформировать в упор для жима ногами. Нагрузка создается сервомоторами, управление которыми осуществляется с пульта управления с сенсорным экраном.

СМТ компактен и в сложном состоянии убирается в специальную нишу вровень с панелями интерьера модуля, не мешая работе экипажа.

Занятия на тренажере позволят уменьшить явления детренированности различных систем организма у космонавтов (проявление мышечной атрофии и атонии, нарушений сенсорного взаимодействия, двигательного управления и ортостатической устойчивости). При этом СМТ обеспечивает максимальное приближение условий и ощущений от тренировки к земным, позволяя воспроизвести характерную для земных условий биомеханику сложных многосуставных движений, а также специализированных двигательных актов, выполняемых при тренировке различных мышечных групп. – А.К.



▲ Планшеты MSC, предназначенные для установки на платформе MISSE-FF-1 с помощью манипулятора

ренесено новое оборудование и научная аппаратура.

5 апреля манипулятор SSRMS отпустил «Дракона» и экипировался насадкой Dextre. На следующий день из «драконьего брюха» извлекли адаптер FSE с новым блоком управления насосами PFCS, прозванным Motley («Разноцветный»), и платформу MISSE-FF-1. Грузы были временно помещены на платформу EOTP на насадке.

7 апреля манипулятор SSRMS шагнул с модуля Harmony на Мобильную базовую систему MBS, расположенную на мобильном транспортере, который перемещается по американской поперечной ферме. Затем транспортер переехал с секции S0 на S1. 8 апреля с помощью первой руки насадки с платформы ELC-2 на секции S3 временно подняли мешающий запасной блок коммутации постоянного тока DCSU, после чего на ELC-2 установили платформу MISSE-FF-1 и потом снова блок DCSU.

На следующий день транспортер передвинулся на секцию P3, и Dextre сняла новый блок PFCS с адаптера FSE. Правда, ЦУП-Х понервничал, когда обнаружилось, что маленький поручень на FSE находится очень близко к замку захвата адаптера. Но обошлось.

10 апреля с секции P6 был демонтирован неисправный блок PFCS, в котором в мае 2014 г. произошло короткое замыкание (НК №10, 2017, с.17). Отсюда и его название – Триппу («Глючный»). Вместо него на P6 установили новый PFCS. Проверка показала нормальное функционирование Motley.

### Рука-манипулятор для робота почти готова

8 апреля заместил главного конструктора питерского ЦНИИ робототехники и технической кибернетики (РТК) по робототехнике и роботостроению Игорь Далева сообщил, что завершается изготовление летного образца специализированной манипуляционной системы «Захват-Э» (НК №3, 2017, с.12): «Первый опытный образец системы уже успешно прошел наземные испытания».

«Захват-Э» станет рукой-манипулятором для робота космического назначения, который будет выполнять технологические операции на внешней поверхности российского сегмента МКС и поддерживать экипаж при выходах в открытый космос (НК №10, 2016, с.2; №12, 2016, с.21). Сам робот разрабатывается ЦНИИ РТК, РКК «Энергия» имени С.П. Королёва и НПО «Андроидная техника». – А.К.

11 апреля Триппу поместили на адаптер FSE. На следующий день транспортер переехал на секцию P1, после чего манипулятор перешел на модуль Harmony.

13 апреля из негерметичного отсека «Дракона» достали европейский монитор взаимодействия атмосферы и космоса ASIM и установили его на платформу EPF модуля Columbus. Включение аппаратуры прошло без проблем. Кроме того, в «драконье брюхо» поместили адаптер FSE с Триппу для его удаления со станции.

Следующей задачей для манипулятора SSRMS и насадки Dextre была установка на платформе MISSE-FF-1 четырех планшетов MSC с образцами материалов. При запуске на платформе MISSE-FF-1 уже находился один планшет, остальные прибыли в герметичном отсеке «Дракона».

13 апреля был открыт внутренний люк шлюзовой камеры японского Экспериментального модуля Kibo и выдвинут стол. Астронавты переконфигурировали находящийся на столе адаптер JOTI и установили на нем переносной короб МТТ с четырьмя планшетами MSC, после чего стол задвинули внутрь шлюза и люк закрыли. Затем шлюз был разгерметизирован.

15 апреля манипулятор SSRMS шагнул на систему MBS, и вторая рука насадки Dextre экипировалась микроконическим инструментом RMCT-2. На следующий день по командам ЦУПа в японской Цукубе был открыт внешний люк шлюза и выдвинут наружу стол. Манипулятор взял короб МТТ, после чего транспортер с SSRMS переместился на секцию S1.

17 апреля на платформе MISSE-FF-1 смонтировали планшет MSC-4. Из-за проблем с американскими средствами связи в Ки-диапазоне и инструментом RMCT-2 перенос остальных трех планшетов отложили на 18 апреля. Правда, и в этот день успели установить только планшеты MSC-3 и -8. 19 апреля был перемещен последний планшет MSC-5, а затем транспортер переехал на секцию P1. После установки каждый планшет раскрылся для экспонирования образцов материалов.

26 апреля пустой короб МТТ был помещен обратно в шлюз модуля Kibo. На следующий день экипаж демонтировал короб с выдвижного стола. 28 апреля манипулятор SSRMS перешел на модуль Harmony и захва-

тил «Дракона» в преддверии его отделения от станции.

30 апреля экипаж смонтировал на выдвижном столе шлюза многоцелевую экспериментальную платформу MPEP и на ней – пусковые контейнеры J-SSOD №8, в которых находились три наноспутника: турецкий UBAKUSAT, кенийский 1KUNS-PF и костариканский Irazu. Их запуск с использованием японского дистанционного манипулятора JEM RMS с ловкой насадкой SFA намечен на 11 мая.

### Мышки и мушки послужили науке

В апреле в Малом исследовательском модуле «Рассвет» в рамках эксперимента «Кальций» (изучение влияния микрогравитации на растворимость фосфатов кальция в воде) Артемьев с использованием автономного цифрового устройства «Кальций-И» измерял проводимость биоматериалов в укладках «Кальций-Э».

В модуле «Звезда» в интересах исследования «Константа-2» (выявление наличия и характера влияния факторов космического полета на активность модельного ферментного препарата по отношению к специфическому субстрату) он вынимал кассеты с биопленками из биотехнологического термостата ТБУ-В №5, настроенного на температуру +4°C, размещал их на час на панели для прогрева, затем перетеснял содержимое кассет и снова укладывал их в термостат.

6 и 9 апреля в оранжерее Veggie, находящейся в стойке Express-3 в модуле Columbus, экипаж собрал урожай растений. Все листья капусты, салата и японской мизуны были уложены в морозильник для последующего возвращения на Землю. 25 апреля Фэйстел установил в оранжерее новое устройство POND5 для подачи растениям удобрений и посадил новые семена салата и японской мизуны.

3 апреля Канаи подготовил комнатки в домиках для мышей в установке клеточной биологии CBEF, расположенной в стойке Saibo в модуле Kibo, и установил кормушки и фильтры для очистки от запахов. В двух комнатках ему не удалось смонтировать емкости с водой. 5 апреля Норисигэ перенес прибывших на «Дракон» (SpX-14) грызунов в домики.

В последующие дни японец извлекал комнатки для обслуживания в перчаточном боксе MSG в модуле Destiny, удаления отходов и замены фильтров. 18–19 апреля Канаи взял у мышей пробы крови. Эксперимент Mouse Stress исследует стрессоустойчивость генетически модифицированных мышей в условиях космического полета.

5 апреля астронавты смонтировали многопользовательскую центрифугу MVP в стойке Express-8 в модуле Destiny, прибывшую на «Дракон». На следующий день они поместили в MVP модуль с плодовыми мушками-дрозофилами и кормушки. 11 апреля Эндрю подложил корм. 23 апреля были собраны образцы, а 30 апреля модуль с мушками поместили в морозильник MELFI для последующего спуска на Землю.

5 апреля экипаж смонтировал биологическую установку TangoLab-2 в стойке Express-6 в модуле Destiny и поставил в нее и в находящуюся рядом TangoLab-1 новые

планшеты с образцами. 11 и 26 апреля планшеты извлекли из установок и уложили в морозильник MELFI.

12 апреля астронавты поместили чашки Петри с семенами трахинии двуколосковой (*Brachypodium distachyon*) в оранжее Veggie. До конца месяца экипаж фотографировал ростростанений. Эксперимент APEX-06 исследует воздействие невесомости на системы генетического и молекулярного стресса у растений. Данные, полученные при выращивании трахинии двуколосковой, будут сравнены с данными по резувовидке Тяля (*Arabidopsis thaliana*), которая является основным модельным растением для экспериментов на орбите. 16 апреля ростки были собраны Тинглом и положены в морозильник MELFI.

6 апреля в системе культивации EMCS, расположенной в стойке Express-3 в модуле Columbus, астронавты сменили контейнеры с семенами резувовидки Тяля, участвующими в эксперименте Plant Gravity Perception (изучение ориентации корней растений в невесомости). 12 апреля Арнольд уложил урожай в морозильник.

10 апреля в целях исследования Space Pup (воздействие радиации на борту станции на размножение млекопитающих) экипаж поместил образцы с мышинными сперматозоидами в морозильник MELFI.

В апреле с помощью секвенатора ДНК Ричард выполнял студенческий эксперимент Genes in Space-5 («Гены в космосе-5»).

27 апреля астронавты демонтировали для возвращения на Землю установку STaARS-1, в которой проводились биологические эксперименты BioScience-2.

В этом месяце экипаж помогал ЦУП-Х разобраться с проблемой, касающейся видеоаппаратуры VUE в перчаточном боксе MSG и возникшей в марте (*НК* №5, 2018, с.18). 9 апреля был отстыкован жесткий диск VUE, после чего «Земля» попыталась перезагрузить видеоаппаратуру с флэшки. Не получи-

лось. 11 апреля очередная попытка с обновленным программным обеспечением также закончилась неудачей. В результате новую VUE пришлют грузовым кораблем Cygnus (OA-9) в конце мая.

### Уроки географии из космоса

6 апреля Фэйстел поговорил со студентами из Кингстона (провинция Онтарио, Канада), а Канаи – с учащимися Университета Тохо в Нарасино (Япония).

9 апреля с россиянами пообщались воспитанники Тульского суворовского военного училища Министерства обороны РФ. В тот же день Арнольд вышел на связь со студентами своего родного университета во Фростбурге (штат Мэриленд).

10 апреля астронавты почтили на видеокамеру книгу «Миссия в Катарине», а 18 апреля – «Первый ребенок на Марсе» в рамках записи историй из космоса для детей на Земле.

В тот же день состоялся очередной «Космический урок» на тему «Пилотируемая космонавтика. Земля в иллюминаторе» с участием школьников из Томска, Сочи, Королёва и – впервые – учащихся Университета штата Южная Каролина и школы штата Монтана.

«Я рад, что география этого проекта расширяется. Сегодня впервые вместе с нами в «Космическом уроке» участвуют студенты и школьники из США, – сказал генеральный директор РКК «Энергия» Владимир Солнцев. – Друзья, любите космос! Стремитесь в космос! И старайтесь как можно больше узнавать, познавать и придумывать! Мы же будем стараться всеми силами помогать вам в этом, поддерживать самые интересные образовательные программы, давать вам возможность встречаться, общаться и соревноваться. И помните, что вместе мы лучше! Together we are better!»

В ходе урока ребята пообщались с Антоном и Олегом, которые удовлетворили их любопытство: как происходит фото- и видеосъемка из иллюминаторов; приходится ли их

чистить; есть ли на стеклах следы от метеоритов; используют ли иллюминаторы для выращивания растений?

12 апреля Фэйстел побеседовал с актером Уиллом Смитом в рамках мероприятия телеканала National Geographic.

14 апреля Шаплеров и Артемьев в числе других участников писали текст под диктовку в рамках проекта «Тотальный диктант». «В 2014 г. Артемьев в первый раз был на МКС и в первый раз написал там диктант. В этом году он полетел снова – видимо, для того, чтобы опять написать там диктант», – пошутила руководитель проекта Ольга Ребковец.

16 апреля астронавты использовали образовательный малогабаритный компьютер AstroPi с инфракрасной камерой для передачи информации через нижний иллюминатор модуля Unity в рамках конкурса European AstroPi Challenge 2017–2018.

17 апреля Антон и Олег провели для детей в лагере Артек и студентов Казанского федерального университета урок по географии, организаторами которого выступили Роскосмос и лаборатория картографии Института географии РАН. В ходе урока при пролете МКС от Бразилии до Алтая космонавты давали краткую характеристику регионам. На уроке затрагивались вопросы расселения, ландшафтов территорий и проблемы загрязнения городов.

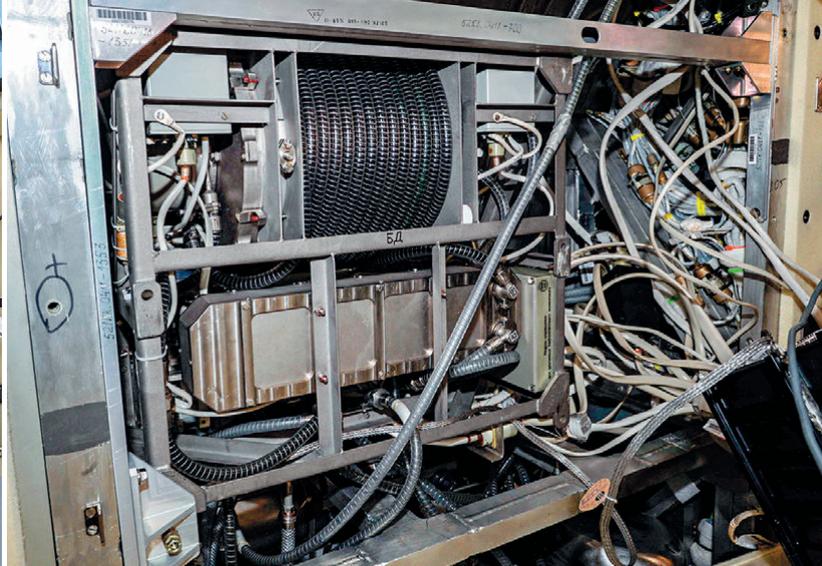
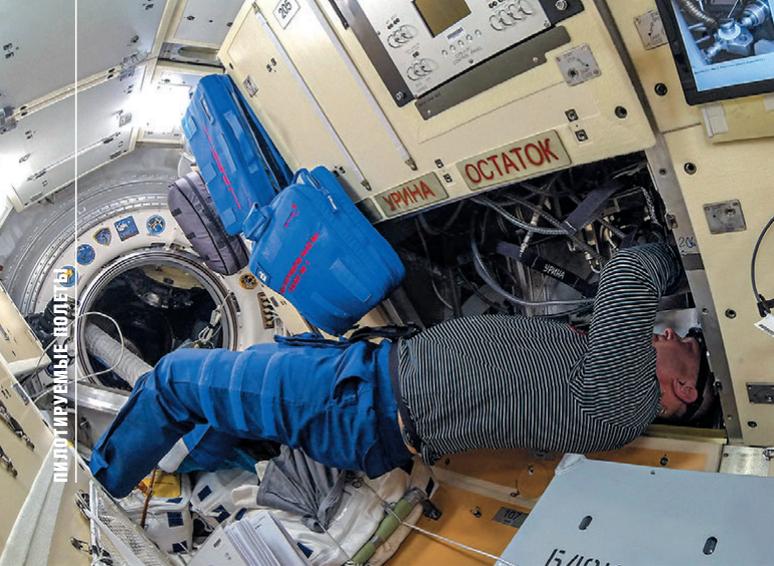
17 апреля Эндрю и Ричард пообщались со студентами из Оберн-Хиллса (штат Мичиган), Арнольд и Тингл 18 апреля – со школьниками из Хьюстона (штат Техас), Эндрю и Ричард 19 апреля – со студентами из Эджуотера (штат Мэриленд).

23 апреля астронавты побеседовали с вице-президентом США Майклом Пенсом и новым руководителем NASA Джеймсом Брайденстайном.

24 апреля Антон поговорил с судьями Верховного суда РФ. Космонавт, имеющий юридическое образование, сообщил судьям, что доставил на орбиту вымпел Верховного суда РФ. «Ваша миссия в государстве чрез-

▼ Празднование Дня космонавтики на борту МКС





▲ Олег Артемьев монтирует систему регенерации воды из урины (CPB-Y-PC).  
Внизу – полученный дистиллят

Кстати, в следующем месяце на корабле *Soyuz* (ОА-9) на станцию планируется привезти систему управления и обработки данных HSC-OS для высокоскоростной видеокамеры в печи EML. Система, созданная европейской компанией Airbus по заказу Германского аэрокосмического центра DLR, позволит улучшить работу печи и повысить ее научную отдачу.

В апреле Антон и Олег уделили внимание важнейшей операции – установке в модуле «Рассвет» экспериментальной системы регенерации воды из урины CPB-Y-PC, доставленной на МКС в 2017–2018 гг. по частям несколькими «Прогрессами» (НК №4, 2018, с.21).

Масса CPB-Y-PC составляет 100 кг, производительность – 3,5 л/ч. Первый год система будет испытываться в рамках эксперимента «Сепарация», после чего ее введут в штатную эксплуатацию. Получаемую в CPB-Y-PC воду планируется использовать только для технических нужд, например в системе получения кислорода «Электрон-ВМ».

6 апреля Шкаплеров освободил место для монтажа системы, вытащив из-под панели раму, использовавшуюся для крепления биотехнологического термостата ТБУ-В. 17 апреля россияне примерили доставленную панель, смонтировали элементы крепления блока дистилляции и блока емкостей, проложили и подстыковали шланги за панелями и установили блок вакуумирования.

На следующий день космонавты смонтировали теплообменный агрегат, протаскивали и подключили кабели и установили блоки дистилляции и емкостей, пульт управления и панель. При этом ЦУП-М дважды выдавал команду для перехода на первый гидравлический контур модуля «Рассвет» – и оба раза фиксировался автоматический переход на второй гидроконтур с признаком аварии насоса Н1 в первом гидроконтуре.

19 апреля были подсоединены сменные емкости для воды (ЕДВ), подготовлена отсепарированная и очищенная в блоке колонок вода и заправлена ею емкость для воды в CPB-Y-PC. Пробная дистилляция воды в этот день не удалась из-за незавершившегося процесса вакуумирования CPB-Y-PC.

20 апреля планировалась замена насоса Н1 в первом гидроконтуре, однако тот включился при тестовой проверке его работоспособности. Насос решили не менять и 22 апреля запустили в параллельную работу с насосом Н1 второго гидроконтра.

21 апреля дистилляция воды в CPB-Y-PC прошла без замечаний. А 25 апреля впервые на российском сегменте МКС состоялись две пробные дистилляции урины в системе. Правда, обе операции закончились раньше планируемого времени, без автоматической перекачки собранной воды в ЕДВ (вода была перекачана в ручном режиме работы CPB-Y-PC). Кроме того, по докладу россиян, при первой дистилляции в воде наблюдалось большое количество пузырей воздуха, зато при второй она была чистой и прозрачной. На следующий день были выполнены еще две дистилляции урины.

2 апреля экипаж осуществил эксперимент SPHERES SmoothNav по проверке алгоритмов оценки расстояний между перемещающимися спутниками в режиме реального времени. А 4 апреля астронавты использовали две «Сферы» для эксперимента Tether Sloop, привязав к ним емкости, заполненные жидкостью. Исследование поможет лучше понять стратегию управления пассивным грузом, содержащим жидкость (топливо).

3 апреля для подготовки очередной сессии эксперимента ACME (изучение эффективности использования топлива) экипаж установил источник питания в стойке изучения горения CIR в модуле Destiny. В новом исследовании E-Field Flames между горелкой и сетчатым электродом устанавливается электрическое поле с напряжением до 10 кВ. Возникающий при этом ионный поток может влиять на стабильность пламени.

10 апреля в рамках американо-российского эксперимента «Диффузионное пламя» (получение экспериментальных данных высокой точности для изучения ламинарного диффузионного пламени в спутном потоке горючего и окислителя) Шкаплеров открыл верхние створки в стойке CIR и сменил баллоны коллекторов. 27 апреля при включении CIR отказал жесткий диск блока обработки и хранения изображений IPSU.

6 апреля астронавты подготовили к работе миниатюрную установку, созданную компанией Made In Space для производства оптического волокна из ZBLAN (группа стекловосстава  $ZrF_4$ - $BaF_2$ - $LaF_3$ - $AlF_3$ - $NaF$ ).

16 апреля экипаж поместил модуль эксперимента ACE-T-9 по изучению коллоидных систем в невесомости в микроскоп LMM, находящийся в стойке изучения жидкостей FIR в модуле Destiny. 20 апреля астронавты провели калибровку европейской матери-

вычайно важная и почетная», – подчеркнул Шкаплеров.

На вопрос судей о наличии границ на МКС космонавт ответил, что на станции нет никаких границ и шлагбаумов, а космонавты перемещаются абсолютно свободно. «Мы здесь живем одной большой семьей, трудимся во благо всего человечества», – пояснил Антон.

25 апреля Эндрю и Ричард вышли на связь со студентами из Майами (штат Флорида), а на следующий день Фэйстел и Тингл – с учащимися из Аранзаса (штат Техас).

### Монтаж российской системы регенерации воды из мочи

В этом месяце в интересах исследования «Фазопереход» (влияние микрогравитации и радиолитиза теплоносителя на параметры и характеристики маломассогабаритных тепловых труб для систем обеспечения тепловых режимов спутников), оборудование которого располагается внутри и снаружи грузового корабля «Прогресс МС-08» (НК №4, 2018, с.21), Антон и Олег включали и выключали блоки электроники БЭНА и силовой коммутации БСК-10.

В целях европейско-российских экспериментов «Кинетика-1» (измерение и моделирование термических режимов и процесса формирования микроструктуры при фазовых переходах в переохлажденных расплавах на основе циркония) и «Перитектика» (высокоскоростная кристаллизация перитектических сплавов в условиях электромагнитного перемешивания) Артемьев выбирал режим измерений в высокоскоростной камере европейской печи EML, находящейся в стойке EDR в модуле Columbus, и открывал в ней газовые клапаны.

ловедческой лаборатории MSL, расположенной в стойке MSRR в модуле Destiny.

20 и 28 апреля экипаж сфотографировал вентиляционные отверстия в американских модулях и брал образцы с поверхности и из воздушного потока в рамках эксперимента DUST, изучающего загрязнения внутри МКС.

В апреле стало известно, что датчик космического мусора SDS, установленный 1 января снаружи модуля Columbus (HK №3, 2018), перестал передавать данные уже 26 января...

### Подъем орбиты станции

18 апреля в 10:50:00 UTC с помощью восьми двигателей причаливания и ориентации корабля «Прогресс МС-08» была выполнена коррекция орбиты МКС. Двигатели проработали 126.5 сек, израсходовав 25 кг топлива, и выдали импульс величиной 0.25 м/с. В результате станция перешла на орбиту наклонением 51.66°, высотой 402.97×421.90 км и периодом обращения 92.60 мин.

Задачей маневра было обеспечение баллистических условий для приземления корабля «Союз МС-07» 3 июня, запуска «Союза МС-09» 6 июня и двухвитковой схемы сближения «Прогресса МС-09» 10 июля.

### «Прогресс» сошел с орбиты

В апреле корабль «Прогресс МС-07», ушедший со станции в прошлом месяце (HK №5, 2018, с.20), продолжил автономный полет.

2 апреля с помощью сближающе-корректирующего двигателя (СКД) он выполнил второй маневр формирования орбиты для научно-прикладных экспериментов, выдав импульс величиной 6.471 м/с (первый маневр прошел 29 марта).

Условия требовались для экспериментов «Отражение-6» (изучение возможности прохождения оптических сигналов для исследования видоизменений земной атмосферы) и «Изгиб» (исследование движения «Прогресса» в различных режимах закрутки при поддержании гравитационной и солнечной ориентаций для определения параметров микрогравитационной обстановки).

Кроме того, изучалась эффективность солнечных батарей при изменении их температуры на участке выхода из тени.

26 апреля в 04:07:35 с использованием СКД был выдан тормозной импульс (длительность – 205 сек, величина – 115 м/с). «Прогресс МС-07» сошел с орбиты и разрушился в плотных слоях земной атмосферы. Несгоревшие элементы его конструкции упали в южной части Тихого океана в районе с координатами 42°36" ю. ш., 141°12" з. д.

### Вентиляторы для охлаждения аккумуляторов

В апреле россияне продолжали разгрузку «Прогресса МС-08», прибывшего на станцию в феврале. 3 апреля перед перекачкой топлива из «Прогресса» на МКС ЦУП-М проверил герметичность трубопроводов, объединяющих баки системы дозаправки и комбинированной двигательной установки корабля, а 5 апреля – герметичность заправочных устройств горючего и окислителя. 16 апреля космонавты подтянули быстръемные винтовые зажимы на стыке между модулем «Звезда» и «Прогрессом».

3 апреля была выявлена неработоспособность пульта абонента ВСБ-95 в Стыковочном отсеке «Пирс» и одного из шлемофонов выходного скафандра «Орлан-МК» №4. В тот же день астронавты сменили жесткий диск в сервере, отказавший 6 марта. Они обратили внимание на то, что сервер пыльный, и почистили его пылесосом.

Начиная с 3 апреля в ассенизационно-санитарном устройстве (туалет) российского производства, расположенном в отсеке WHC в Узловом модуле Tranquility, стал загораться транспарант «Проверь сепаратор». Кроме того, экипаж доложил, что насос-сепаратор стал громче шуметь и вибрировать. 6 апреля астронавты осмотрели его и соответствующие шланги, подтвердив отсутствие утечек, перегибов и воздушных пузырей.

После очередного появления сигналов неисправности 9 апреля Тингл и Канаи, по указанию ЦУП-Х, сменили насос-сепаратор, который проработал только 2.5 месяца из положенных полугодом. 24 апреля Эндрю и Скотт заменили емкость с консервантом в туалете.

3 апреля Шкаплеров сменил поглощательные патроны в блоке очистки атмосферы от микропримесей в модуле «Звезда». На сле-

### Евпатория на связи с МКС

В апреле начальник подмосковного ЦУПа ЦНИИмаш Максим Матюшин рассказал, что наземный измерительный пункт под Евпаторией восстановлен, прошел комплексные испытания и начал использоваться для связи с российским сегментом МКС.

Он также сообщил, что широкополосная система связи (ШСС) Ки-диапазона, оборудование которой было смонтировано на остронаправленной антенне модуля «Звезда» при февральском выходе в открытый космос (HK №4, 2018, с.14-17), уже работает в тестовом режиме.

«Спутники серии «Луч» на протяжении нескольких лет использовали для обеспечения связи с космическими кораблями «Союз», – отметил Максим Михайлович. – Буквально на днях протестирована передача голосовой информации из ЦУПа на МКС. Все завершилось удачно: мы слышим МКС, экипаж станции слышит нас. То есть можно считать, что технологии отработаны. Далее будем устанавливать эту связь на постоянной основе, вводить телевидение и доступ в Интернет через систему «Луч».

ШСС планируется ввести в эксплуатацию в конце 2018 г. после установки соответствующего оборудования внутри станции. – А.К.

дующий день в Функционально-грузовом блоке «Заря» сфотографировали запанельное пространство для размещения в будущем устройства улучшения качества связи.

В этом месяце проводилось обновление программного обеспечения (ПО) бортовой вычислительной системы модуля «Звезда» до версии 08.10, которая, в частности, позволит интегрировать новую широкополосную систему связи Ки-диапазона (см. «Евпатория на связи с МКС»).

5 и 13 апреля Антон не без проблем перенес образы версии ПО на компьютеры центрального поста КЦП-1 и КЦП-2 и сетевые ноутбуки RS-1 и RS-2. 20 апреля на новое ПО была переведена управляющая линейка КЦП-2 – RS-2, 25 апреля – цифровая и терминальная вычислительные машины модуля «Звезда», 27 апреля – КЦП-1 и ноутбуки RS-1 и RS-3.

5 апреля дважды вырубалась система удаления углекислого газа CDRA в модуле Destiny: сначала был негерметичен проверочный клапан, а потом перекидной воздушный клапан ASV 101 не дошел до нужного положения. 6 апреля произошел еще один

Олег Артемьев в твиттере поделился впечатлениями от приготовления пиццы на МКС: «Сами пекли в печке в модуле Unity, ингредиенты пришли на «Дракон». Получилось очень вкусно!»

Не ограничиваясь знаменитым блюдом итальянской кухни, экипаж также сделал и суши. «В этот раз у нас на кухне командовал Норисигэ Канаи –



### В меню – пицца и суши

учились делать суши в невесомости. Это было не только вкусно, но и очень весело!» – отметил Олег.

Кстати, процесс приготовления суши можно посмотреть на странице проекта «Космос 360»: <https://youtu.be/4KrwjwTfT0w>. – А.К.





▲ Общение с семьей по видеосвязи

отказ: в промежуточном положении остановился клапан ASV 105.

6 апреля Антон, Скотт и Норисигэ применили размещение в индивидуальных креслах-ложементах «Казбек-УМ» в спускаемом аппарате «Союза МС-07», удостоверившись, что зазоры находятся в пределах нормы. В тот же день были скопированы данные с акустического регистратора на «Союзе МС-08», которые позже сбросили на Землю.

В этом месяце Артемьев устанавливал и подключал дополнительные вентиляторы для улучшения температурного режима аккумуляторных батарей системы электропитания модуля «Звезда». Правда, случались и неувязочки: за панелями 225 и 226 на лист зашивки не была установлена накладка с отверстиями.

6 апреля космонавты сменили датчик углекислоты в газоанализаторе ГЛ2106, однако после этого газоанализатор показал повышенное значение углекислоты в ат-

мосфере станции (59.6 мг/м<sup>3</sup>) и сформировал сообщения «Смени фильтр» и «Есть повышение фонового сигнала».

6 апреля ЦУП-Х протестировал единую систему связи и навигации С2V2, обеспечивающую причаливание кораблей к американскому сегменту.

8 апреля после упражнений на бегущей дорожке Colbert завис блок управления логики CLU. Его привели в чувство перезапуском стойки в модуле Tranquility, где находится дорожка. 12 апреля были зафиксированы толчки в дорожке. 25 апреля блок CLU снова отказал. Астронавты подсоединили к дорожке проверочный кабель, чтобы «Земля» могла дистанционно разобраться с причиной. Блок удалось перезапустить.

11 апреля россияне попытались восстановить работоспособность системы кондиционирования воздуха СКВ-1 в модуле «Звезда» путем настройки положений регулирующего клапана и вентиля подогрева. Однако давление хладона на входе компрессорной установки так и осталось ниже рабочих значений. 25 апреля космонавты осуществили электрические проверки тракта от блока питания до компрессорной установки в системе СКВ-2. После этого без замечаний прошли тестовые включения обеих СКВ с использованием кабель-вставок.

11 апреля при осмотре блока перекачки конденсата (БПК) в системе регенерации воды из конденсата атмосферной влаги СРВ-К2М в модуле «Звезда» было выявлено 150 г влаги, которую экипаж собрал салфетками.

из-за ограниченных внутренних размеров и объема возвращаемого аппарата в целом с различными габаритами и формами стандартных переносных сумок с грузами.

SpaceX предлагала NASA использовать в программе CRS-2 корабль Dragon, однако агентство выбрало Dragon 2 вследствие более низких интеграционных расходов и стоимости полета. Но поскольку Dragon 2 будет стыковаться к гермоадаптеру PMA, а не присоединяться к узлам СВМ, как Dragon, то лок меньшего размера не позволит пронести габаритное оборудование, и его придется разбирать, затрачивая время астронавтов.

Во-вторых, агентство увеличило интеграционные расходы по причине включения в программу CRS-2 третьего поставщика – компании SNC. К примеру, NASA финансировало в объеме 4.4 млн \$ разработку модификации корабля Dream Chaser, осуществляющего автоматическую стыковку с МКС, несмотря на то, что первые полеты этого грузовика предусматривают его ловлю астронавтами с помощью дистанционного манипулятора SSRMS и присоединение к станции.

По данным отчета, первый полет Cygnus по программе CRS-2 намечается в октябре 2019 г., первый полет Dragon 2 – в августе 2020 г., а первый полет Dream Chaser – в сентябре 2020 г.

Высоким риском в плане техники и соблюдения графиков аудиторы считают разработку и первый полет корабля Dream Chaser, а также намерение компании SNC изготовить всего один корабль. В отчете также отмечаются проблемы с разработкой программного обеспечения для корабля Dragon и постоянные изменения как в ракетах-носителях Falcon 9, так и в «Драконах». – А.К.

24 апреля при ремонте БПК обнаружился неработоспособный воздушный насос.

11 апреля засбиол локальный коммутатор тока ЛКТ4А2 (прибор ТА251М) бортовой информационно-телеметрической системы БИТС2-12 в модуле «Звезда», из-за чего оказались недостоверными показания телеметрических параметров температурных датчиков. 20 апреля его заменили.

13 апреля экипаж обслужил бегущую дорожку БД-2 в модуле «Звезда»: затянул муфты привода притяга и сменил приводной ремень главного двигателя. Это позволило через пять суток перейти к штатному использованию ПО пульта управления системы притяга дорожки. 30 апреля, когда Антон Шапелеров занимался на дорожке, трижды появлялось сообщение «Нарушен обмен с устройством. Полностью выключить тренажер и запустить заново».

16–18 апреля атмосферу МКС медленно наддули кислородом с помощью системы дозаправки NORIS, после чего астронавты демонтировали пустой бак с целью его спуска на Землю для дозаправки.

16–17 апреля ЦУП-Х обновил ПО интегрированных блоков связи ICU до версии R4 – с целью увеличить скорость сброса информации на Землю с 256 до 517 Мбит/сек. Однако после этого возникли проблемы с модемной платой блока связи Ki-диапазона KCU-2: она перестала обрабатывать команды по передаче данных на борт станции. Оказалось, что сетевая плата не может работать с большими пакетами данных, и пришлось сделать «патч», чтобы устранить этот «баг».

18 и 24 апреля Эндрю проложил кабели и установил устройства защиты и источники питания в объединенной станционной локальной сети JSL в модулях Destiny и Harmony – в преддверии обновления ее ПО, которое позволит повысить безопасность сети и добавляет в нее коммерчески доступные продукты COTS.

17 апреля Фэйстел установил в модуле Destiny и проверил принтер Hewlett Packard, доставленный «Драконом» (SpX-14), который сменил принтер Epson. В тот же день экипаж отремонтировал дверцу на правом нагревателе пицци в стойке с кухней в модуле Unity.

19 апреля астронавты сменили клапан межмодульной вентиляции в модуле Destiny. В тот же день они посодествовали «Земле» в поисках причины некалибровки газоанализатора MCA в модуле Tranquility. Экипаж демонтировал блок проверки газов VGA, установленный в марте, и поставил опять старый VGA, у которого подошел к концу ресурс, а также переустановил масс-спектрометр. Не помогло!

27 апреля старый блок VGA и масс-спектрометр были подготовлены к спуску «Драконом» (SpX-14). На следующем «Драконе» (SpX-15) в конце июня на станцию привезут новый масс-спектрометр.

19 апреля ЦУП-М провел тестовые сеансы связи единой командно-телеметрической системы модуля «Звезда» через спутники-ретрансляторы «Луч-5А» и «Луч-5Б».

21 апреля в 04:35:07 UTC по телеметрической информации было выявлено самопроизвольное отключение многофункционального пульта-индикатора в модуле «Поиск». По рекомендации специалистов

### Грузов меньше, а затрат больше

26 апреля был опубликован доклад главного инспектора NASA Пола Мартина (<http://oig.nasa.gov/docs/IG-18-016.pdf>), посвященный анализу программ коммерческого снабжения МКС.

Аудиторы выяснили, что в рамках программы CRS-2 агентство заплатит компаниям, поставляющим грузы на станцию, больше денег, чем в ходе программы CRS-1, но грузов при этом получит меньше.

По контрактам, заключенным по программе CRS-1 с компаниями SpaceX и Orbital ATK, за сумму 5.93 млрд \$ на МКС должно быть привезено 93.8 т грузов за 31 полет. При этом SpaceX предстоит выполнить 20 полетов и получить за них 3.04 млрд \$ (в среднем 152.1 млн \$ за полет), а Orbital ATK – 11 полетов за 2.89 млрд \$ (в среднем 262.6 млн \$ за полет).

В то же время соглашения по программе CRS-2, подписанные с SpaceX, Orbital ATK и Sierra Nevada Corporation (SNC), предусматривают доставку 87.9 т грузов за 21 полет и общую сумму в 6.31 млрд \$. Таким образом, стоимость доставки грузов возрастет на 14%.

Этому есть несколько причин. Во-первых, стоимость доставки грузов на корабле Dragon 2 в рамках программы CRS-2 увеличится в 1.5 раза из-за необходимости модернизации возвращаемого аппарата корабля – для того, чтобы он вмещал больше грузов, летал дольше и быстрее загружался и разгружался.

Дело в том, что в 13 полетах по программе CRS-1, выполненных по 2017 г. включительно, NASA загружало корабли Dragon на 14–61 % от возможной массы доставляемых грузов (3310 кг)

космонавты включили пульт, правда, с третьей попытки.

В тот же день в 16:29:30 по телеметрии было зафиксировано ложное срабатывание датчика дыма №9 в модуле «Звезда» с формированием предупредительного сигнала «Дым в СМ» на пульте сигнализации систем. В 16:29:55 после автоматического тестирования датчиков сигнал снялся. Тем не менее экипаж отработал по пункту 2.1 красной книги EMER-1а аварийную процедуру «Первоначальные действия в случае пожара, дыма, запаха гари на МКС (срабатывание сигнализации или визуальное наблюдение)». По докладу космонавтов запаха гари и дыма не обнаружено, да и показания газоанализатора CSA-CP в норме.

22 апреля в 18:30 экипаж сообщил, что из блока раздачи и подогрева БРП-М системы СРВ-K2M идет вода с желтоватым оттенком. Осмотр установленной емкости ЕДВ-РП и еще одной – обе были заправлены из баков системы «Родник» корабля «Прогресс МС-07» – показал наличие взвеси в воде и ее желтоватый оттенок. ЦУП-М порекомендовал при необходимости брать горячую воду из американского сегмента.

На следующий день Олег пролил водой БРП-М, отметив, что из блока продолжает поступать желтоватая вода. 24 апреля БРП-М был заменен.

«Причина появления в воде примеси желтого цвета – бытовая: в блоке подогрева

воды, который выработал свой ресурс, появилась обычная накипь, – сказал руководитель полета российского сегмента Владимир Соловьёв. – В этом нет ничего страшного – с таким явлением мы регулярно сталкиваемся и на Земле. И проблема эта решается очень легко: мы просто оперативно поменяем на резервный этот блок, который космонавты называют самоваром.

Когда происходит штатная замена оборудования на российском или американском сегменте, то абсолютно нормально – и это даже прописано в программе полетов – пользоваться ресурсами своих партнеров. У единого экипажа МКС – единая среда обитания».

23 апреля астронавты сменили порвавшийся правый верхний стопорный трос на силовом нагрузителе aRED в модуле Tranquility. В тот же день они заменили блок дистанционного управления электропитанием RPCM N21B4B-B в модуле Tranquility, который вышел из строя 12 апреля, прекратив подачу питания на клапан блока управления потоком SFCA в среднетемпературном контуре внутренней системы терморегулирования модуля Harmony.

23 апреля экипаж провел обслуживание системы переработки воды WRS, сменив фильтры сепаратора и грязной воды и взяв образцы жидкости из блока колонок очистки. Система была тронута таким вниманием и смогла запуститься, правда, только с четвертой попытки.

24 апреля Арнольд заменил интерфейсный контроллер RIC в медицинской стойке HRF-2 в модуле Columbus, отказавший в конце марта. После включения стойки возникла проблема с платой высокоскоростной связи в RIC. Помогла перезагрузка контроллера. 30 апреля экипаж установил блок с новой centrifugой в стойку HRF-2.

25 апреля сработала защита по превышению тока в блоке RPCM S01A-E на секции S0 американской поперечной фермы, отвечающей за подачу электропитания на антенну AA-1 навигационной системы GPS. Антенну запитали от другого источника.

26 апреля Тингл сменил неисправный блок насосов PPA в низкотемпературном контуре внутренней системы терморегулирования модуля Tranquility. Однако 28 апреля новый PPA неожиданно вырубился.

26 апреля отключился блок RPCM S32B-A, подающий питание на нагреватель приемопередатчика беспроводной видеосистемы WETA №3 на секции S3.

27 апреля астронавты смонтировали точку беспроводного доступа BelAir WAP и проложили кабели в модуле Tranquility. Это позволит принимать данные с внешних антенн беспроводной связи EWC, установленных снаружи модуля во время мартовского выхода.

30 апреля россияне заменили по истечении ресурса блок колонок очистки в системе получения кислорода «Электрон-ВМ» в модуле «Звезда». ■



Solo



Duet

### Концерт на орбите

Как и обещал Олег Артемьев на предстартовой конференции на Байконуре (НК №5, 2018, с.12), экипаж устроил небольшой концерт на борту МКС.

«Выступает группа «АстроГавайи!» Три маэстро-виртуоза: Дрю и Скотт – на гитарах, Рикки – на гавайском барабане играют и поют популярные тexasские мелодии. Мы с Антоном на перуанских дудках только чуть вставляем, что можем, чему научились за 20 минут», – поведал Олег в твиттере. – А.К.



AstroHawaii Band

# Третий «Дракон» повторно отправился на МКС

Корабль получил номер **43267** и международное обозначение **2018-032A** в каталоге Стратегического командования США. В графике сборки и эксплуатации МКС его полету присвоили индекс SpX-14.

Это был 52-й пуск FH семейства Falcon 9, в том числе 32-й Falcon 9 FT (из них восемь в модификации Block IV), 199-й запуск по программе МКС и 16-й полет грузовиков типа «Дракон».

Первоначально запуск планировался на 9 февраля, но в ноябре 2017 г. был отложен на 13 марта, а в январе – на 2 апреля.

## Использовать не более трех раз

Миссия SpX-14 осуществлялась в рамках программы коммерческого снабжения станции CRS-1 по контракту между NASA и SpaceX, подписанному в 2008 г. Первоначально договор включал 12 полетов, однако в 2015 г. его дополнили еще восемью миссиями.

Это был третий «Дракон», в составе которого повторно использовался возвращаемый аппарат (ВА), ранее побывавший в космосе. Первый раз данный ВА с заводским № C110 слетал в апреле–мае 2016 г. в ходе миссии SpX-8.

На предстартовой пресс-конференции Джессика Дженсен отметила, что ВА грузовиков первого поколения рассчитаны на три космических полета.

«Для «Драконов-1» и вообще для «Драконов» и «Фалконов-9» каждый компонент на наших изделиях, а также сами изделия имеют срок службы. Поэтому мы квалифицируем и затем проверяем их перед каждым полетом, чтобы удостовериться в том, что они не превысили срок службы и остаются в допустимых пределах по циклам наддува, – объяснила она. – Таким образом мы оцениваем их. В основном каждый компонент оценивается в зависимости от конкретного случая. «Драконы-1» мы сертифицируем, чтобы они были пригодными максимум на три полета. Таким образом, есть шанс, что какой-то из них может полететь три раза».

По ее словам, данный ВА был первым, на котором SpaceX провела модернизацию герметичных уплотнений, чтобы соленая вода после приводнения в океане не попала внутрь ВА. «И это реально окупилось. То есть мы смогли повторно использовать больше компонентов на этом корабле по сравнению с предыдущими», – добавила Дж. Дженсен.

Это был девятый Falcon 9 с повторно слетавшей первой ступенью. Данная ступень с заводским № B1039 впервые применялась при запуске «Дракона» (SpX-12) в августе 2017 г. и после отделения вернулась на космодром, совершив посадку в зоне LZ-1, расположенной на площадке LC-13 Станции ВВС США «Мыс Канаверал».

«И что действительно замечательно: это второй раз, когда NASA сделало это (повторно применило первую ступень. – А.К.).

Недавно у нас была годовщина первого повторного применения слетавшей ступени, и за это время мы уже запустили десять ранее использованных ступеней, – подчеркнула Дж. Дженсен перед стартом. – На самом деле классно, что это становится нормой. И нам нравится это. Многообразие действительно важна для будущих космических полетов. Это единственный способ, которым мы собираемся отправлять тысячи людей в космос, чтобы исследовать звезды, Луну и Марс и сделать жизнь многопланетной».

На этот раз облетанную ступень не спасали, а затопили в Атлантическом океане, используя для тестового спуска в атмосфере на пределе конструктивных возможностей в обеспечение будущих стартов.

## Только бы не повредить ловушки

«Дракон» летел к МКС двое суток. 3 апреля на нем был проведен тест и настройка блока связи УКВ-диапазона CUCU, который обеспе-

## Вторая ступень заплывала грузовик

Те зрители, которые внимательно смотрели трансляцию запуска «Дракона» на сайте компании SpaceX, обратили внимание на некую нестандартную ситуацию, произошедшую примерно через две минуты после отделения корабля.

В 16:42:50 EDT на картинке с телекамеры, установленной по центру на верхней части второй ступени, наблюдался отдаляющийся грузовик, готовящийся к раскрытию панелей солнечных батарей. Однако с боков ступени шел интенсивный дренаж какого-то компонента, частицы которого быстро улетали в сторону «Дракона».

Учитывая, что в открытом негерметичном отсеке корабля находился чувствительный к загрязнениям европейский монитор взаимодействия атмосферы и космоса ASIM, доставляемый на МКС, данный факт заставил беспокоиться ученых. Правда, по трансляции было видно, что к этому моменту грузовик уже развернулся боком относительно ступени.

Компания SpaceX никак не прокомментировала нестандартную ситуацию. Зато это сделали разработчики научной аппаратуры. «Мы анализировали возможное загрязнение камер MMIA от двигателя второй ступени Falcon 9, но не ожидаем никаких проблем или трудностей, судя по информации, которую мы получили от SpaceX, – сказал руководитель проекта в датской фирме Terma A/S Оле Хартнак (Ole Hartnack). – Кроме того, все камеры оборудованы системой очистки, которая может быть использована, если обнаружатся проблемы с их характеристиками, что в моем понимании маловероятно на данный момент».



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

2 апреля в 16:30:38 EDT (20:30:38 UTC) со стартового комплекса SLC-40 Станции ВВС США «Мыс Канаверал» специалисты компании SpaceX осуществили пуск ракеты-носителя Falcon 9 FT Block IV с транспортным грузовым кораблем Dragon.

Выведение прошло штатно. В 16:40:48 «Дракон» отделился от второй ступени носителя и вышел на орбиту с параметрами:

- наклонение – 51.65°;
- минимальная высота – 199.6 км;
- максимальная высота – 359.6 км;
- период обращения – 90.06 мин.

Как сообщила после запуска директор по управлению полетами «Драконов» в SpaceX Джессика Дженсен (Jessica Jensen), на грузовике раскрылись панели солнечных батарей и его двигательная установка функционирует нормально.

### Запасной район приводнения для «Драконов»

Компания SpaceX хочет получить разрешение осуществлять приводнение грузовых и пилотируемых кораблей «Дракон» в Мексиканском заливе на удалении 28–260 км от берега.

Речь идет о посадках (не более шести в год) на тот случай, если в основных районах приводнения в Тихом и Атлантическом океанах будут неблагоприятные погодные условия. Это особенно актуально для пилотируемых кораблей, так как, к примеру, заболевание астронавта может потребовать его срочного возвращения на Землю.

По текущим планам SpaceX намерена сажать грузовые «Драконы-1» в Тихом океане, а грузовые и пилотируемые «Драконы-2» – только в Атлантическом океане.

чивает прием команд со станции и передачу телеметрии в обратном направлении при сближении корабля с МКС.

4 апреля в 10:40 UTC, когда американский корабль завис в 11 м под станцией,

японец Норисигэ Канаи захватил его на 20 мин раньше графика с помощью канадского дистанционного манипулятора SSRMS, управляемого из европейского модуля Cupola, под присмотром фотокамер российских космонавтов.

«Захват выполнен, – сказал Скотт Тингл, который помогал японцу в ловле. – Не думаю, что у кого-то получилось бы лучше».

При ловле «Дракона» использовалось программное обеспечение, которое позволило уменьшить нагрузку на проволочные ловушки концевое захвата-эффектора LEE на плече А манипулятора. Дело в том, что в конце февраля при осмотре LEE было обнаружено повреждение одной из ловушек, полученное при захвате предыдущего «Дракона» в декабре 2017 г. (НК № 2, 2018, с. 20).

В 13:00 по командам наземных специалистов SSRMS присоединил грузовик к нижнему порту Узлового модуля Harmony. «Дракон» пробудет на нем до 2 мая. ■



До конца 2018 г. к американскому сегменту МКС планируется запустить следующие корабли:

- 20 мая – Cygnus (OA-9);
- 28 июня – Dragon (SpX-15);
- 30 августа – Dragon-2 (SpX-DM1);
- 10 сентября – Kounotori-7 (HTV-7);
- 21 ноября – Cygnus (OA-10);
- 27 ноября – Starliner (Boe-OFT);
- 29 ноября – Dragon (SpX-16).

Для обеспечения работ 55-й и 56-й экспедиций «Дракон» в миссии SpX-14 в рамках программы коммерческого снабжения CRS доставил на МКС в спускаемом аппарате и негерметичном «багажнике» грузы общей массой 2647 кг.

Эта величина практически соответствует среднему значению загрузки данных кораблей в 2016–2018 гг., которые за это время сделали семь рейсов и доставили на МКС 18 353 кг грузов, то есть в среднем 2622 кг за полет (табл. 1).

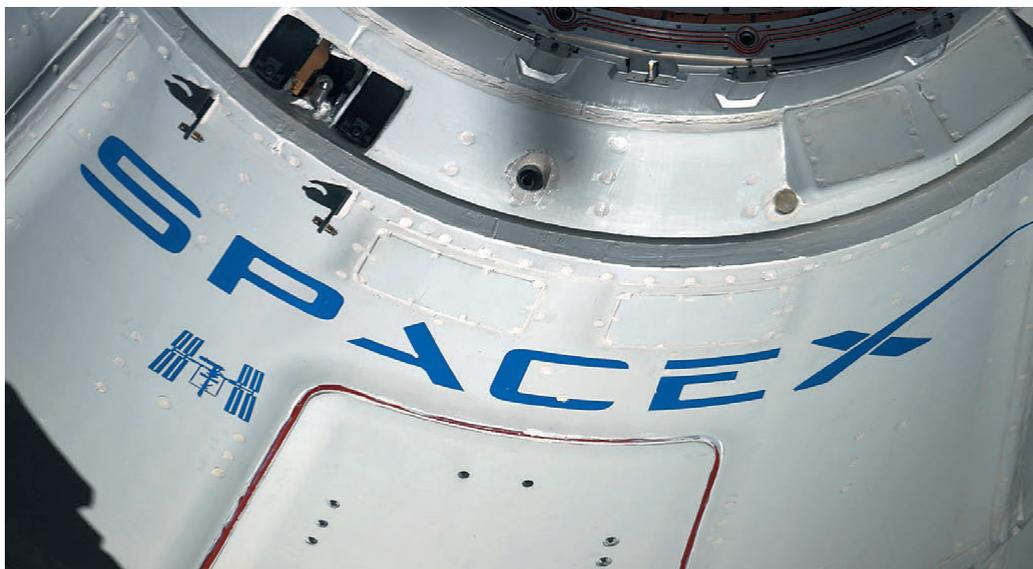
Из полезной нагрузки миссии SpX-14 в спускаемом аппарате корабля были доставлены 1721 кг (включая упаковку), а 926 кг находились в «багажнике».

### Герметичные грузы

Как обычно, корабль привез на станцию набор оборудования и запчасти для технического обслуживания МКС (148 кг). Среди них – контроллер нагревателя системы удаления углекислого газа CDRA (Carbon Dioxide Removal Assembly). Кроме того, был доставлен запасной блок для единой системы связи и навигации C2V2 (Common Communication for Visiting Vehicle), обеспечивающий более надежную линию связи для будущих американских грузовых и пилотируемых кораблей, прибывающих на МКС. Планируется, что блок будет впервые использован во время причаливания грузового корабля Cygnus в рамках миссии OA-9, старт которой запланирован на 20 мая.

На «Драконе» прибыли грузы для членов экипажа (344 кг): продукты питания, одежда, предметы личной гигиены и личные посылки. Кроме того, был отправлен новый принтер, позволяющий более эффективно и надежно печатать служебную документацию, а также распечатывать новостные сообщения и даже личные фотографии.

Среди грузов для внекорабельной деятельности (99 кг) были новые внешние телекамеры высокой четкости. Они будут использоваться как для осмотра конструкции МКС снаружи и обеспечения работы астронавтов на внешней поверхности станции, так и для научных наблюдений.



## Ловушка для спрайтов и уборка космического мусора Грузы SpX-14

В. Мохов.  
«Новости космонавтики»

Дата старта	Полет	Масса доставл. на МКС грузов в СА, кг*	Масса доставл. грузов в негерметичном отсеке, кг	Общая масса грузов, кг	Масса возвращ. на Землю грузов в СА, кг*
Максимально возможная загрузка				3310	2500
22.05.2012	SpaceX C2+	520	0	520	660
08.10.2012	SpX-1	454	0	454	905
01.03.2013	SpX-2	677	372	1049	1370
18.04.2014	SpX-3	2118	600	2718	1563
21.09.2014	SpX-4	1626	589	2215	1486
16.12.2014	SpX-5	2395	494	2889	1662
13.04.2015	SpX-6	2015	0	2015	1317
28.06.2015*	SpX-7	1952	526	2478	675***
08.04.2016	SpX-8	1723	1413	3136	-1590
18.07.2016	SpX-9	1790	467	2257	-1550
19.02.2017	SpX-10	1530	960	2490	1652
03.06.2017	SpX-11	1706	1002	2708	-1900
14.08.2017	SpX-12	1652	1258	2910	-1700
15.12.2017	SpX-13	1560	645	2205	-1850
02.04.2018	SpX-14	1721	926	2647	-1770***

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

Тип грузов	Масса, кг
<b>Грузы в спускаемом аппарате</b>	
Оборудование и материалы для научных исследований	1070
Грузы для экипажа	344
Оборудование для служебных систем американского сегмента МКС	148
Оборудование для работ в открытом космосе	99
Электронное и компьютерное оборудование	49
Грузы для российского сегмента	11
Итого герметичные грузы (с массой упаковки)	1721
<b>Грузы в негерметичном грузовом отсеке</b>	
Грузы в негерметичном грузовом отсеке	926
<b>Всего в миссии SpX-14 (с массой упаковки)</b>	<b>2647</b>



Однако, как и в большинстве предыдущих полетов, основная часть доставляемого «герметичного» груза пришлось на оборудование и материалы для научных исследований и экспериментов – 1070 кг (табл. 2). Кстати, это новый рекорд, который на целый килограмм превышает предыдущее достижение: до сих пор больше всего «науки» привозил «Дракон» в миссии SpX-11 – 1069 кг.

Расскажем о некоторых доставленных в возвращаемом аппарате «Драконе» научных грузах.

Для продолжения исследований крови астронавтов в рамках медико-биологической программы HRF (Human Research Facility) на МКС была привезена новая центрифуга *HRF Centrifuge*, рассчитанная на размещение 24 пробирок с анализами крови (на шесть больше, чем в прежней центрифуге) и имеющая новый пульт с интуитивно понятным сенсорным интерфейсом. Модульная конструкция упростит обслуживание и ремонт на орбите. Образцы располагаются в ячейках, способных поворачиваться под углом к оси вращения, что считается более эффективным для разделения крови на фракции, чем при использовании обычного ротора с фиксированным углом расположения ячеек. Частота вращения ротора может варьироваться в диапазоне от 1000 до 4300 об/мин, при этом на пробирки с кровью будет действовать перегрузка до 9g. Пульт управления позволяет запрограммировать работу центрифуги на срок от 1 до 99 мин. *HRF Centrifuge* будет работать в составе медицинской стойки HRF-2 в европейском Лаб-аторном модуле Columbus.

«Дракон» привез на станцию сборки картриджей с образцами различных материалов SCA (Sample Cartridge Assemblies) для эксперимента по изучению процесса жидкофазного спекания *MSL SCA-GEDS-German* (NASA Sample Cartridge Assembly-Gravitational Effects on Distortion in Sintering). В процессе спекания из мелких порошков или пыли при повышенных температурах и/или высоком давлении получаются твердые материалы. Температура, до которой нагреваются исходные материалы, ниже температуры их плавления. При этом на поверхности частиц исходных материалов появляется жидкая фаза, но целиком частицы не расплавляются; в результате меняются физико-химические свойства и структура материала. Такой процесс используется при производстве

металлорежущих инструментов, бронебойных снарядов, шатунов для автомобильных двигателей и самосмазывающихся подшипников. Жидкофазное спекание – тот редкий случай в материаловедении, когда земная гравитация является положительным фактором: в невесомости спеченные материалы получаются более рыхлыми и менее прочными.

В космонавтике спекание может быть использовано, например, для изготовления конструкций на Луне из реголита. Для лучшего изучения этого процесса в невесомости и проводится эксперимент *MSL SCA-GEDS-German*, разработанный в Университете штата Сан-Диего. Нагрев картриджей будет проводиться в низкоградиентной печи LGF (Low Gradient Furnace) стойки для материаловедческих исследований *MSL* (Materials Science Laboratory), стоящей в европейском модуле Columbus. Полученные образцы будут возвращены на Землю для изучения.

Исследование *MARROW* (Bone Marrow Adipose Reaction: Red Or White? – буквально «Жировая реакция костного мозга: красное или белое?»), материалы для которого привез «Дракон», посвящено изучению влияния невесомости на костный мозг человека. Известно, что длительное отсутствие силы тяжести оказывает отрицательное влияние на производство клеток крови костным мозгом. Кровообразующие клетки костного мозга делают ограниченное пространство внутри кости с жировыми клетками. Вторые, как известно, растут за счет первых во время сна или длительного постельного режима. Накопление жировых клеток может существенно повлиять на процесс генерации клеток крови. Изменение в костном мозге может служить объяснением аномалий с переменной соотношения количества красных и белых клеток крови, происходящих в невесомости.

Эксперимент *MARROW* предназначен для измерения измененного жира в костном мозге в условиях невесомости. Для этого члены экипажа пройдут углубленные исследования на магнитно-резонансном томографе (MPT) до и после космического полета. На МКС астронавты в рамках *MARROW* будут регулярно брать у себя пробы крови и проходить исследования на бортовом МРТ для определения количества жировых клеток в костном мозге.

Изучение образцов дыхания на бортовом газовом хроматографе позволит контролировать функции эритроцитов. Установка для изучения экспрессии генов предоставит данные об изменениях в лейкоцитах.

Медицинский эксперимент *Micro-11* посвящен изучению влияния невесомости на сперматозоиды. Предыдущие исследования с морскими ежами и бычьей спермой показали, что моторика сперматозоидов в невесомости выше, чем на Земле, однако их слияние с яйцеклетками происходит реже или вообще не происходит. Для продолжения этих биологических исследований «Дракон» доставил на МКС новые замороженные образцы спермы быка и – впервые – человека. Астронавты разморозят их, добавят в пробирки химические реагенты для активации клеток. Для наблюдения за поведением сперматозоидов будет вестись съемка с помощью микроскопа. Затем в образцы спер-

мы будет добавлен консервирующий раствор, и их вернут на Землю для дальнейшего изучения.

Для биологического эксперимента *Veggie PONDS* доставлен новый вкладыш и оборудование для оранжереи *Veggie*, расположенной в стойке *Express-3* модуля *Columbus*. *Veggie* имеет массу 7.2 кг, размеры основания 53×40 см. В ее состав входит камера роста площадью 0.16 м<sup>2</sup>, в которой могут выращиваться растения высотой до 45 см. Их полив обеспечивает двухлитровый резервуар с питательной жидкостью, а освещение – светодиодный блок с регулируемым интенсивности света, спектра и временного графика. В оранжерее начиная с 2014 г. неоднократно проводились эксперименты с выращиванием горчицы-мизуны, зеленого салата Вальдманна, красного салата-латука, китайской капусты. Однако во время культивирования этих растений выявлены недостатки системы полива и подкормки.

Теперь на МКС доставили усовершенствованную аппаратуру *PONDS* (Passive Orbital Nutrient Delivery System – пассивная система подачи питательных веществ на орбите): она отличается улучшенными системами распределения воды, пассивной подачи питательных веществ и кислородного обмена, а также обеспечивает достаточное пространство для роста корневой системы.



▲ Высадка семян в установку POND

Вместе с *PONDS* прибыли две одноразовые «подушки» с семенами горчицы-мизуны и красного салата-латука, использующие в качестве грунта смеси гранул аркиллита (кальцинированная глина) двух разных размеров.

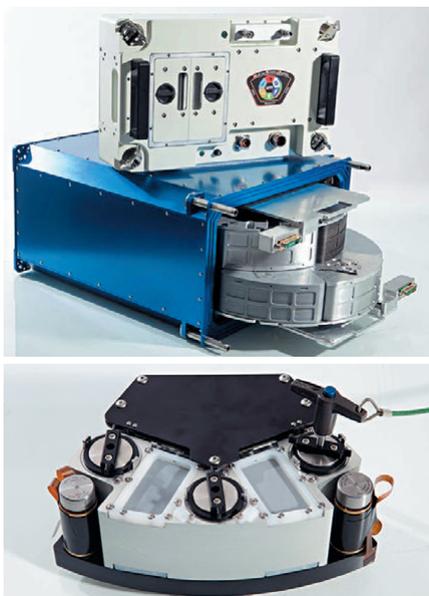
Астронавтам предстоит выгрузить из оранжереи *Veggie* стоящую там установку *Veggie Bellows*, перенести ее в отсек обслуживания *MWA* (Maintenance Work Area), а на ее место поместить аппаратуру *PONDS*, зафиксировав ее в узле *Veggie Bellows Subassembly* и закрепив на гибких кронштейнах, прикрепленных к крышке со светильниками *Veggie Lightcap*.

Результаты тестирования *Veggie PONDS* будут учтены при проведении следующего эксперимента *Veg-05* по выращиванию в оранжерее томатов. Те выращенные растения, которые не потребуются фиксировать и возвращать на Землю, члены экипажа МКС смогут съесть.

«Драконом» привезена также сборка *NRMF* (NanoRacks Microscope Facility), в которой смонтированы три микроскопа. Первый обеспечивает 5-, 10- и 20-кратное увеличение; второй оснащен системами ви-

деозаписи, освещения, имеет цифровой «зум» в 20-, 40- и 200-крат, а также 20-кратный окуляр для просмотра с оптическим 4-, 8- и 50-кратным увеличением. Третий прибор – это карманный микроскоп с 5-мегапиксельным тепловизором, подсветкой из восьми светодиодов, с регулируемой поляризацией освещения для изменения яркости и уменьшения бликов, а также с возможностью цифрового регулирования уровня увеличения от 10 до 240 крат. Через USB-интерфейсы микроскопы подключаются к любому ноутбуку и будут использоваться при изучении образцов дрожжей, плесени, культуры, частей растений и животных, волокон, бактерий и т. д.

На МКС прибыла многофункциональная платформа с изменяемым уровнем гравитации MVP (Multi-Use Variable-G Platform), разработанная и изготовленная компанией Techshot. Внутри установки смонтированы две центрифуги диаметром 390 мм каждая, которые могут работать одновременно, обеспечивая искусственную гравитацию до 2g. MVP будет использоваться для биологических исследований с широким спектром различных образцов, таких как плодовые мушки, плоские черви, растения, рыбы, клетки, кристаллы протеинов и многое другое.

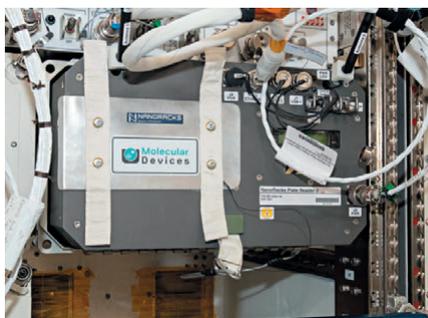


▲ Установка MVP компании Techshot (вверху) и один из двенадцати модулей DEM

Образцы будут размещаться в шести экспериментальных модулях на каждой из центрифуг. Установка MVP снабжена видео- и фотокамерами с микроскопами. Система контроля параметров внутренней атмосферы обеспечивает поддержание нужной температуры в диапазоне от 14 до 40°C и влажности от 50 до 80%, собирая также данные о количестве кислорода и углекислого газа в воздухе.

Для тестирования платформы MVP компания Techshot разработала специальные экспериментальные модули для плодовых мушек-дрозофил DEM (*Drosophila Experiment Modules*). 12 таких DEM'ов закреплены на установке – по шесть в каждой центрифуге. На протяжении примерно месяца будут вестись наблюдения за ростом и развитием мух. Затем мухи и их личинки в модулях DEM будут извлечены из MVP и на том же «Драко-не» вернутся для изучения на Землю.

На МКС также была доставлена установка *NanoRacks Module 74*, называемая также *Wound Healing* – буквально «Исцеление раны». В ней проходят испытания пластыря, содержащего антибактериальный гидрогель, который способствует заживлению ран, а также действует как основа для регенерации тканей. В эксперименте будет изучаться влияние микрогравитации на контролируемое высвобождение содержащихся в гидрогеле антибиотиков для успешного предотвращения сепсиса, а также механизм изоляции и защиты раны тем же гидрогелем.



▲ Установка NanoRacks Module 74

В экспериментальном модуле *NanoRacks 74* в качестве реакционного сосуда используются 12 микропланшетов NRRM (*NanoRacks Reactor Microplate*), которые служат хранилищем компонентов и обеспечивают выпуск гидрогелей. Набор оборудования для одного эксперимента включает микропланшеты для изучения процесса взаимодействия чистого гидрогеля с раной, его механических и структурных свойств.

Второй набор оборудования предназначен для исследования свойств гидрогеля, в котором имеется антибиотик. Выделение лекарственного средства из гелей будет измеряться в течение двух недель с помощью спектрофотометра *NanoRacks Plate Reader-2*. Все 12 NRRM будут возвращены «Драконом» на Землю.

Для эксперимента *Metabolic Tracking* на корабле были доставлены планшеты с образцами клеток почек человеческого эмбриона из линии HEK293 (*Human Embryonic Kidney 293*) с геном люциферазы, обладающие способностью к естественному свечению (автобиолюминесценции). С их помощью предстоит изучить метаболическую активность в тканях человека в невесомости при воздействии на них пяти различных терапевтических соединений. Автобиолюминесценция позволит вести исследования без разрушения образцов и в реальном масштабе времени: об изменениях в клетках будут свидетельствовать изменения в их свечении. Для регистрации свечения клеток предназначен планшет *NanoRacks Plate Reader*. Затем образцы клеток будут зафиксированы в консервирующем растворе и возвращены на Землю.

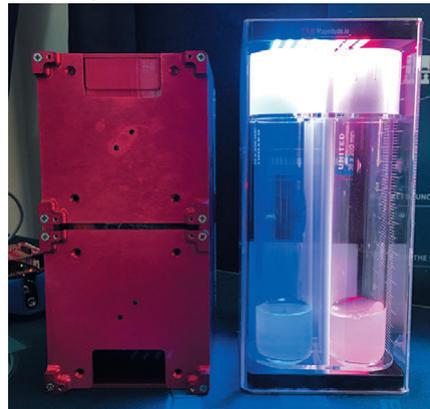
Кораблем были также доставлены новые материалы для продолжения эксперимента *Microbial Tracking 2* – с целью обнаружения, каталогизации и выявления характеристик потенциально опасных болезнетворных микроорганизмов на борту МКС, а также определения их возможного влияния на здоровье членов экипажа. «Дракон» привез и приспособления для взятия проб с астронавтов, а также забора проб воздуха и смывов с поверхности различных элементов внутри МКС. Пробы доставят на Землю, где их проверят на наличие бактерий, грибов и вирусов, определяя их потенциальную угрозу здоровью экипажа.

Не забыта и образовательная программа. На МКС была доставлена новая микрооранжерея *ExoLab*, созданная компанией *magnitude.io* из Беркли (шт. Калифорния) на базе платформы «кубсат». В состав оранжереи *ExoLab*, имеющей размер двойного «кубика» 2U (200×100×100 мм), входят камера роста с грунтом, обогащенным питательными элементами, а также автоматические системы терморегулирования, полива и освещения. В камере роста установлены фотокамера, датчики освещенности, температуры, влажности и уровня углекислого газа в атмосфере.

Система передачи данных использует Wi-Fi-сеть станции, откуда информация в режиме онлайн транслируется на Землю. Данные, получаемые с помощью *ExoLab*, станут наглядными материалами при проведении уроков по космической биологии в 6–8-х классах американских школ. Дети будут выращивать на Земле в таких же микрооранжереях такие же растения и сравнивать полученные результаты с данными на МКС.

Внешний первый полет оранжереи – испытательный, предназначен для подтверждения ее возможностей и характеристик. В качестве первого «испытываемого» выбрано растение, наиболее часто выращиваемое на орбите, – *Arabidopsis thaliana*, она же резуховидка Таля, а в просторечии «резушка». Перед укладкой *ExoLab* в «Дракон» в грунт оранжереи поместили пророщенные семена этого цветкового растения. На станции экипаж закрепил *ExoLab* на выдвинутой панели *Payload Card-4* или *Payload Card-6* в автономной стойке-контейнере *TangoLab*, рассчитанной как раз на подобные полезные нагрузки. Возвращение оранжереи на Землю намечено на следующий полет «Дракона» к МКС.

Второй набор оборудования предназначен для исследования свойств гидрогеля, в котором имеется антибиотик. Выделение лекарственного средства из гелей будет измеряться в течение двух недель с помощью спектрофотометра *NanoRacks Plate Reader-2*. Все 12 NRRM будут возвращены «Драконом» на Землю.



▲ Микрооранжерея ExoLab

В миссии *SrX-14* прибыло также оборудование для очередной серии студенческих экспериментов, проводимых при поддержке Центра содействия развитию космических наук CASIS (*Center for the Advancement of Science in Space*):

◆ *ABI-Barley Germination* – изучение прорастания в невесомости семян ячменя и роста саженцев ячменя;

◆ Genes in Space-5 – изучение влияния невесомости на дифференциацию клеток иммунной системы, а также измерение провоцирующей рак геномной нестабильности у астронавтов;

◆ Higher Orbits Go For Launch! – оценка эффективности пробиотиков лактобактерий в космосе;

◆ BAM-FX – изучение влияния различных питательных веществ на рост растений в условиях невесомости;

◆ National Design Challenge-Boy Scouts of America – оценка использования инфракрасного спектрометра для исследования бета-амилоидного пептида, считающегося одним из основных факторов, провоцирующих болезнь Альцгеймера;

◆ NCS HADAR-2 – выращивание высококачественных кристаллов фермента ацетилхолинэстеразы, достаточно больших для нейтронографического анализа;

◆ PISTM – часы с точностью хода до наносекунды для измерения эффекта замедления времени, предсказанного теориями Эйнштейна;

◆ Space Tango Fan Module – испытание системы терморегулирования, использующей блок вентиляторов нового типа;

◆ Wisconsin Space Crystal Mission – выращивание кристаллов для определения наиболее оптимальных условий для этого процесса.

На «Драконе» среди других находился и казахстанский научный груз – семена боярышника, которые собрали в Караганде и передали американской стороне в декабре 2017 г., во время встречи экипажа корабля «Союз МС-05» в аэропорту Сары-Арка. Семени пробудут на МКС до прилета следующего «Дракона», на борту которого их вернут в Казахстан, где они будут высажены биологами Карагандинского государственного университета имени Е. А. Букетова для наблюдений и сравнения с контрольной партией, оставшейся на Земле.

Для доставки на МКС материалов для экспериментов, требующих низких температур, на «Драконе» находились два морозильника Polar, запитанные от бортовой сети корабля.

▼ Спутник RemoveSat



## Прототип робота – уборщика космического мусора

И. Афанасьев

Помимо другого научного оборудования, Dragon привез 100-килограммовый RemoveSat – самый большой спутник, предназначенный для запуска с МКС. Аппарат построен компанией Surrey Satellite Technology Ltd. (SSTL) в рамках исследовательского проекта Евросоюза FP7 по разработке и испытаниям недорогого демонстратора технологии активного удаления (например, захвата и снятия с орбиты) космического мусора ADR (Active Debris Removal).

В проекте участвуют:

◆ Суррейский университет, Великобритания, – координатор проекта, разработчик спутника и технологии его сведения с орбиты;

◆ Компания SSTL, Великобритания, – поставщик спутниковой платформы и оператор КА;

◆ Европейский концерн Airbus Defense and Space (AD&S) – отвечает за постановку отдельных задач миссии, разработку сети и гарпунов, навигацию на основе методов визуализации;

◆ Компания Innovative Solutions in Space BV (ISIS), Нидерланды, – отвечает за подсистемы кубсатов и их развертывание;

◆ Компания Suisse d'Electronique et de Microtechnique SA – Recherche et Development (CSEM), Швейцария, – поставляет камеру лазерного локатора;

◆ Национальный институт исследований в области информатики и автоматизации INRIA (Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique), Франция, – разрабатывает алгоритмы навигации на базе методов визуализации;

◆ Лаборатория электронных систем ESL Университета Стелленбосха (Stellenbosch University), ЮАР, – предоставляет аппаратное и программное обеспечение кубсатов.

RemoveSat, созданный на базе спутниковой платформы SSTL-50, должен запустить, а затем захватить и снять с орбиты два микроспутника-мишени Debrisat, имитирующие фрагменты космического мусора.

RemoveSat продемонстрирует следующие технологии:

◆ захват целевого кубсата Debrisat 1 (DS-1) с помощью развертываемой сети;

◆ тестирование гарпуна при встрече с целью;

◆ осуществление навигации на основе методов визуализации с участием кубсата Debrisat 2 (DS-2);

◆ развертывание паруса для увеличения атмосферного сопротивления в конце миссии.

Спутник RemoveSat будет развернут из шлюзовой камеры японского модуля Kibo с помощью роботизированного манипулятора, отойдет от МКС на безопасное расстояние и начнет работу, используя закрепленное в его верхней открытой части экспериментальное оборудование.

Эксперимент «Демонстрация сети» (Net Demonstration) разработан концерном AD&S для проверки метода захвата фрагмента космического мусора, который невозможно поймать с помощью роботизированного манипулятора или гарпуна.

В рамках эксперимента КА DS-1 имитирует фрагмент мусора, находящийся в предсказуемом положении перед раскрытой сетью, однако притягивание фрагмента, затянутого в сеть, проводиться не будет.

Сеть работает в соответствии с фундаментальными принципами физики: грузики, закрепленные на углах сети, после «выстрела» расходятся, полностью расправляя полотно в процессе перемещения к цели; как только сетка встретится с целью, грузики за счет инерции захлестывают полотно вокруг фрагмента, полностью его оборачивая, после чего моторизованная лебедка затянет узкое место («горло»), чтобы предотвратить повторное разматывание сети.

Эксперимент Net Demonstration начинается по команде с Земли после полной зарядки аккумуляторной батареей DS-1. Отделение кубсата от RemoveSat будет происходить со скоростью около 5 см/с. «Материнский» КА через межспутниковый канал отправит команду на развертывание октаэдрической структуры вокруг кубсата. Когда примерно через 140 секунд после отделения DS-1 отойдет на семь метров, RemoveSat включит механизм Net Capture, раскрывающий полусферическую сетку паутиного типа (размер ячейки – 80 мм), изготовленную из кевлара, с диаметром в полностью развернутом виде 5 м и массой около 600 г. При штатных «защитках» околоземного пространства сеть останется привязанной к материнскому КА, чтобы наматываться на захваченные обломки, но в данном эксперименте RemoveSat отцепит сеть, чтобы избежать соударений со спутником-мишенью.

Полезная нагрузка «Гарпун» (Harpoon) состоит из двух компонентов: системы захвата (Harpoon Capture System) и сборки гарпунной мишени (Harpoon Target Assembly).

Первый компонент, разработанный британским отделением AD&S в Стивенидже, предназначен для организации жесткой точки крепления и обеспечения связи гарпуна со спутником, собирающим мусор, через гибкую муфту, гарантирующую безопасное расстояние между «спутником-мусорщиком» и фрагментом космического мусора.

Второй, разработанный Суррейским спутниковым центром (Surrey Satellite Center), имитирует цель. Сборка состоит из углепластиковой штанги, установленной в закрытом отсеке. Разворачиваясь с помощью электродвигателя, она отодвигает 10-сантиметровую мишенную панель на расстоянии 1.5 м от системы захвата гарпуна под контролем двух камер наблюдения.

Преимущества гарпунной системы захвата космического мусора – в малой массе (что позволяет оснастить «мусорщик» несколькими гарпунами), а также низком риске разработки и эксплуатации из-за простоты конструкции.

Сама система захвата гарпуна состоит из трех основных элементов: диспенсера (стреляющий механизм), снаряда и троса. Первый обеспечивает скорость полета гарпуна более 20 м/с, достаточную для проникновения в конструкцию мишени. Энергия для отправки снаряда вырабатывается одноразовым газогенератором. После полета гарпун проникает в панель размером 10×10 см и раскрывает четыре зубца-захвата. До проникновения в мишень они защищены сбрасываемой гильзой, которая позволяет гарпуну успешно войти в конструкцию при несоосности до 45°. По завершении эксперимента мишенная панель (с гарпуном в ней) будет убрана, чтобы избежать помех для эксперимента Drag Sail.

Система навигации на основе методов визуализации VBN (Vision Based Navigation System) имеет комплект датчиков и встроенных алгоритмов, способных обеспечить управление встречей с целями, которые не в состоянии оказать помощь активному КА во время стыковки («некооперируемые объекты»). В ряде предыдущих миссий подобные датчики функционировали в «теневом» режиме во время орбитальных маневров встречи для сбора данных в реальных условиях. Таким образом, предполагалось разработать алгоритмы обработки изображений и навигации для встречи с некооперируемым объектом.

Демонстрация VBN в миссии Remove-Debris представляет собой следующий шаг для тестирования оборудования и алгоритмов в сценарии, имитирующем миссию по активному удалению космического мусора с орбиты. Для VBN обозначены три задачи:

а) демонстрация современных алгоритмов обработки изображений и навигации на основе фактических данных полета, полученных с помощью стандартной камеры и импульсного лазерного локатора (flash imaging LIDAR);

б) совершенствование локатора LIDAR до уровня готовности технологии TRL-7;

с) демонстрация бортовой обработки данных для поддержки автономной навигации в режиме реального времени.

Аппаратура VBN объединяет обычную телевизионную 2D-камеру (пассивное устройство получения изображения) с импульсным видовым лазерным локатором LIDAR разработки Швейцарского центра электроники и микросистем. Эта комбинация позволит измерить разность фаз между двумя сигналами.

Основной мишенью демонстрации VBN является спутник DS-2, который будет длительно отслеживаться для сбора данных во



▲ Отделение спутника DS-2

всем диапазоне расстояний, относительных положений, условий освещения и свойств подстилающего фона. Результаты измерений VBN пройдут сравнение с данными GPS от RemoveSat и DS-2. Вся информация, собранная во время эксперимента VBN, будет передана на Землю, где ее тщательным образом обработают.

RemoveSat имеет две камеры наблюдения (Supervision Camera). Одна – с широким полем зрения (65×54°) – служит для съемки событий разделения спутников и демонстрации работы сетки, а вторая, узкоугольная (17×14°), камера используется для получения изображений демонстрации гарпунов. Обе камеры построены на коммерчески доступных компонентах (в том числе в CMOS-матрицах) и модифицировались с расчетом на запуск и работу в космическом пространстве. Камеры делают снимки размером 1280×1024 пикселей с частотой 10 кадров/сек.

Парус для торможения (Drag Sail) площадью 10 м<sup>2</sup>, установленный на RemoveSat, представляет собой проект Суррейского космического центра (Surrey Satellite Center). Он образован четырьмя треугольными парусными секциями, разворачиваемыми и удерживаемыми с помощью четырех надувных мачт и удлинительного механизма, который управляет мачтами.

В развернутом положении «паруса» увеличивают аэродинамическое сопротивление КА, но уменьшают приток солнечного света к фотоэлектрическим элементам. Особое внимание при разворачивании будет уделяться характеристикам самого паруса, а также возможным нарушениям положения КА в пространстве, возникающим в процессе разворачивания. Эффективность паруса будет оцениваться путем определения параметров орбиты КА с помощью сигналов системы GPS, а также данных сопровождения из разных источников.

Для разворачивания кубсата DebrisSat-1, имеющего размеры 10×10×22.7 см и форм-фактор 2U, используется диспенсер ISIPod стандартного размера. Поскольку срок службы DS-1 ограничен лишь несколькими минутами, включая отделение и первоначальный самостоятельный полет, разворачивание надувной структуры и передачу данных родительскому КА, кубсат использует систему электропитания на аккумуляторах. Большую часть внутреннего объема DS-1 вмещает надувная структура в сложенном состоянии; лишь 1 л (1U) занимает секция электроники, включающая аккумуляторный модуль, видеокамеру для съемки основного КА и бортовую кабельную сеть.

Диспенсер ISIPod обеспечивает отделение DS-1 от RemoveSat со скоростью всего 0.05 м/с, что дает двухминутное окно для разворачивания вокруг кубсата надувного октаэдра. Последний формируется поэтапно. Сначала пережигается нить, удерживающая торсионные пружины. Освободившись, они раскрывают шесть штанг, пересекающихся с центральным компонентом конструкции, который включает генератор холодного газа. Газ раздувает штанги и оболочку, формируя надувной октаэдр.

Кубсат DebrisSat-2, участвующий в навигационном эксперименте VBN, более сложен. Он оснащен системой электропитания на солнечных элементах и активной системой управления ориентацией. DS-2 имеет тот же форм-фактор (2U), но включает более крупный блок электроники. Последний заимствован из проекта QB50, разработанного SSTL в сотрудничестве с Лабораторией электронных систем Университета Стелленбосха. С четырех сторон кубсата раскрываются «одинарные» панели солнечных батарей, чтобы запитать полезную нагрузку VBN для определения положения КА в пространстве.

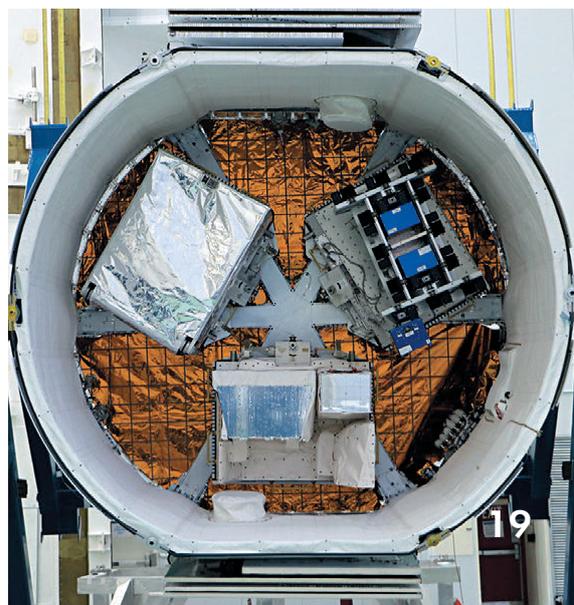
Блок электроники состоит из трех плат: CubeComputer, CubeControl и CubeSense.

CubeComputer отвечает за обработку данных с помощью 32-разрядного процессора ARM Cortex-M3. Программируемая пользователем вентиляционная матрица (Field Programmable Gate Array) образует основной интерфейс с различными спутниковыми системами, а для хранения данных доступна карта памяти MicroSD.

CubeControl включает магнитометр и магнитные торсионы и взаимодействует с датчиками Солнца и Земли, установленными на плате CubeSense по направлениям «зенит» и «надир», для расчета ориентации КА в пространстве с помощью трех силовых гироскопов, используемых в качестве основного привода во время эксперимента. Специальная плата GPS предоставляет информацию о местоположении, необходимую для обработки данных, собранных во время эксперимента VBN.

Линия межспутниковой связи будет использоваться для ретрансляции с DS-2 данных телеметрии и датчиков и обеспечения возможности RemoveSat командовать ориентацией кубсата в различных направлениях для сбора данных в разных режимах. Ни DS-1, ни DS-2 системы связи «спутник – Земля» не имеют.

▼ Расположение грузов в негерметичном отсеке



## Негерметичные грузы

### В. Мохов

В негерметичном грузовом отсеке корабля («багажнике») на МКС доставлены три полезные нагрузки общей массой 926 кг.

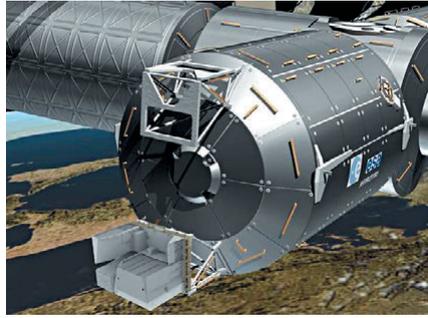
Платформа *MISSE-FF 1* (Materials on ISS Experiment – Flight Facility) представляет собой контейнер для пассивных материаловедческих экспериментов по экспонированию образцов различных материалов в условиях открытого космического пространства и невесомости. На нем могут размещаться до 12 сменных модулей с образцами MSC (MISSE Sample Carrier). В зависимости от используемой технологии размер экспонируемых в MSC образцов может варьироваться от 25×25 мм до 199×356 мм. Модули позволяют производить регулярную фотосъемку размещенных на них образцов. Платформа *MISSE-FF 1* будет перенесена с помощью дистанционного манипулятора станции и установлена на внешней складской платформе ELC-2 на секции S3 правого борта Основной фермы ITS.



▲ Платформа MISSE-FF 1

*MISSE-FF* стала продолжением серии ранее доставлявшихся на МКС экспозиционных материаловедческих платформ – от *MISSE 1/2* в июле 2005 г. до *MISSE 8* в мае 2011 г. Однако, в отличие от них, конструкция *MISSE-FF* не требует внекорабельной деятельности для ее размещения и замены экспонируемых образцов. Новые сменные модули MSC будут выводиться из МКС наружу через шлюз японского модуля *JEM Kibo* и устанавливаться в *MISSE-FF* с помощью манипулятора станции *Canadarm2* и насадки *SPDM Dextre*. При запуске платформы на ней стояли пять MSC, остальные будут устанавливаться позже. Планируется, что один из 12 слотов будет оставаться свободным в качестве временного места фиксации модулей MSC во время операций по их замене. В следующем полете «Дракона» (миссия *SrX-15*) планируется привезти на МКС вторую такую же платформу *MISSE-FF 2*.

Вторым «негерметичным» научным грузом стала аппаратура *ASIM* (Atmosphere-Space Interactions Monitor), предназначенная для изучения феномена высотных электрических разрядов, возникающих в верхних слоях атмосферы – в стратосфере и мезосфере. Эти образования формируются в сильную грозу на высотах 50–100 км, при том что «нормальные» молнии образуются на высоте не более 15–16 км. Часто (но не всегда) высотные электрические разряды появляются через десятые доли секунды после удара очень сильной молнии, длятся менее 0.1 сек, но при этом достигают до 60 км в длину и до 100 км в диаметре.



▲ Место установки аппаратуры ASIM

В зависимости от окраски и формы вспышки подразделяют на виды:

- ❖ красные спрайты – самые объемные и яркие высотные электрические разряды, зарождающиеся на высоте 70–90 км и спускающиеся вниз до 30–40 км с шириной в верхней части до нескольких десятков километров, красно-фиолетовый цвет которых связан с ионизацией атмосферного азота;

- ❖ голубые джеты – наиболее редкие и трудные для наблюдения образования голубого узкого перевернутого конуса, стартующего с верхнего края грозового облака и достигающего высот до 40 км со скоростью распространения от 10 до 100 км/с, причем появление голубых джетов не всегда связано с видимыми разрядами молний;

- ❖ эльфы – самые короткоживущие образования в виде светящихся красно-фиолетовых колец в нижней ионосфере на высотах 80–100 км.

С помощью *ASIM* будут вестись глобальный мониторинг быстропотекающих световых событий и гамма-вспышек в верхней атмосфере, регистрация эффектов гравитационных волн в мезосфере, изучение образования высотных облаков, определение характерных особенностей гроз и регистрация возмущений от них в верхней атмосфере. Данные от *ASIM* планируются использовать также для изучения влияния высотных электрических разрядов на атмосферу Земли и климат.

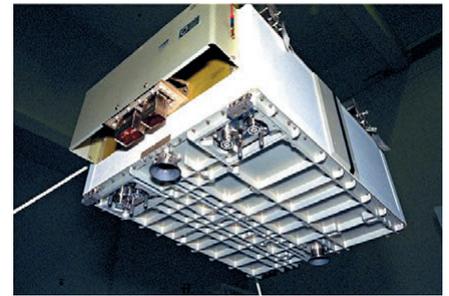
Аппаратура *ASIM* была разработана по заданию ЕКА. В проекте участвовали более ста специалистов из Дании, Норвегии, Польши, Испании, Италии, Нидерландов, Канады и США. Научное руководство проекта осуществлял Национальный космический институт DTU Space в Датском техническом университете (расположен к северу от Копенгагена). Головным изготовителем выступала датская технологическая компания *Terma A/S* (расположена в пригороде Орхуса). Управление *ASIM* будет вестись из центра *B-USOC* Бельгийского космического агентства под Брюсселем.



Масса аппаратуры *ASIM* составляет 314 кг, общая потребляемая мощность не превысит 420 Вт. Скорость передачи данных на Землю – 200 кбит/с.

*ASIM* будет размещен на площадке правого борта внешней платформы для полезной нагрузки *CEPF* (Columbus External Payload Facility) европейского модуля *Columbus* на месте, где ранее стоял радиолокационный рефлектометр *RapidSCAT*, который вышел из строя из-за короткого замыкания в нем в августе 2016 г.

Третьим негерметичным грузом в миссии *SrX-14* был не научный прибор, а элемент служебных систем станции – запасной блок насосов *PFCF* (*Pump Flow Control Subassembly*) системы охлаждения модуля солнечной батареи *PVTCF* (*Photovoltaic Thermal Control System*). Его масса составила 107 кг.



▲ Запасной блок насосов PFCF

## Возвращаемые грузы

Освободившееся в возвращаемом аппарате место планируется занять отправляемыми на Землю грузами. Около трети из 1770 кг придется на результаты проведенных на МКС экспериментов. Для возвращения на Землю образцов исследований, замороженных на МКС, будут использоваться морозильники *Polar* и сумки-холодильники.

Остальные две трети возвращаемой массы, помимо разных ненужных на борту вещей и мусора, включают личные посылки членов экипажа, а также вышедшее из строя или требующее ремонта оборудование. В частности, планируется отправить вниз блок сепаратора *SPA* (*Separator Plumbing Assembly*) из модуля обработки урины *UPA* (*Urine Processor Assembly*) для наземных испытаний. На Землю также вернут группу внешних телевизионных камер для ремонта, после чего их отправят опять на МКС для дальнейшей работы.

На «Драконе» обратным рейсом полетит, можно сказать, и «пассажир» – для ремонта на Землю возвращают *Робонавта* (*Robonaut 2*). Его доставил на МКС шаттл «Дискавери» (*STS-133*) в феврале 2011 г., а в апреле 2014 г. на «Драконе» (миссия *SrX-3*) для *Робонавта* привезли ноги. Однако после их установки в августе того же года с андроидом стали происходить регулярные отказы. Замена электронных плат в 2017 г. не дала результата. Чтобы *Робонавту* поставить «диагноз» и «вылечить», его решили отправить создателям, коими являлись Космический центр имени Джонсона и компания *General Motors*. Есть надежда, что после восстановления робот со временем вернется на МКС. ■

По материалам NASA, SpaceX, EKA, CASIS

2 апреля в 08:15 по пекинскому времени (00:15 UTC) китайская экспериментальная космическая лаборатория «Тяньгун-1» массой примерно 8500 кг в результате естественного торможения в верхних слоях атмосферы сошла с орбиты и разрушилась над центральной частью Тихого океана. Об этом сообщила Канцелярия программы пилотируемых космических полетов Китая CMSE.

Информацию китайской стороны подтвердили и американские специалисты. Командование космического компонента объединенных сил JFSCC со ссылкой на Объединенный центр космических операций JSpOC и 18-ю эскадрилью космических операций подтвердило сход объекта с орбиты 1 апреля в 17:16 PDT, то есть 2 апреля в 00:16 UTC. Таким образом, выводы американских и китайских баллистиков разошлись всего на минуту.

По данным JSpOC, китайская лаборатория зарылась в атмосферу на высоте порядка 80 км на нисходящей части витка над точкой 13.6° ю. ш., 164.3° з. д. Непосредственно перед этим, как показал баллистический прогноз движения, объект проследовал над территорией Китая, пройдя почти в зените над космодромом Цзюцюань и Пекином, а затем над Кореей и Японией. Однако это было не более чем случайное совпадение: в начале 2016 г. «Тяньгун-1» утратил возможность поддерживать ориентацию и более не мог корректировать свою орбиту.

Лаборатория «Тяньгун-1» была запущена 29 сентября 2011 г. (НК № 11, 2011) как часть второго этапа китайской пилотируемой программы. Она должна была, во-первых, послужить стыковочной мишенью для отработки операций встречи и стыковки китайских транспортных кораблей «Шэньчжоу», и во-вторых, выполнить обширную программу съемки земной поверхности с помощью установленной на борту аппаратуры.

В рамках первой части программы к лаборатории последовательно стыковались беспилотный корабль «Шэньчжоу-8» (3 ноября и повторно 14 ноября 2011 г.; НК № 1, 2012) и два пилотируемых корабля – «Шэньчжоу-9» (18 и 24 июня 2012 г.; НК № 8, 2012) и «Шэньчжоу-10» (13 и 23 июня 2013 г.; НК № 8, 2013). Первый экипаж жил и вел эксперименты на «Тяньгуне-1» в течение 10 суток, а второй – около 12 суток.

Для выполнения второй части лаборатория была оснащена оптическими приборами, полный список и характеристики которых так и не были опубликованы ни после старта, ни после завершения ее полета.

До старта были официальные публикации о том, что «Тяньгун-1» будет оснащен камерой видимого диапазона с легким основным зеркалом из карбида кремния, изготовленным специалистами Шанхайского института керамики. Сообщалось также, что основное зеркало имело максимальный диаметр среди всех китайских космических приборов – 600 мм. Саму камеру, по косвенным данным, разработали в Чанчуньском институте оптики, точной механики и



ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

## «Тяньгун-1» сошел с орбиты

физики, но ее параметры до сих пор не обнародованы.

Вторым большим прибором на «Тяньгуне-1» была камера-спектрометр коротковолнового ИК-диапазона Шанхайского института технической физики с пространственным разрешением до 10 м, также выполненная на базе телескопа с зеркалом диаметром 600 мм. Именно эти два прибора находились в оптических портах в коническом переходном отсеке на надирной части лаборатории и имели поэтическое наименование «Глаза неба».

Наконец, «Тяньгун-1» был оснащен гиперспектрометром Чанчуньского института оптики, точной механики и физики – устройством массой около 80 кг с трехзеркальной внеосевой оптической схемой. По этому прибору опубликованы описание и некоторые результаты работы. Гиперспектрометр осуществлял съемку в 128 узких каналах – по 64 в диапазонах ближнего и коротковолнового ИК со спектральным разрешением 10 нм и 23 нм и пространственным разрешением 10 м и 20 м соответственно. Кроме того, он имел по одному каналу видимого диапазона и теплового ИК-диапазона (см. таблицу).

По официальным данным, гиперспектрометр использовался в интересах геологии и разведки природных ресурсов, изучения растительности и сельскохозяйственных угодий, моря и атмосферы.

После завершения пилотируемых экспедиций «Тяньгун-1» продолжал работу на орбитах высотой от 380 км до 340 км, периодически корректируя включениями бортовой двигательной установки тормозящее действие атмосферы. По американским орбитальным элементам на «Тяньгун-1» хорошо читались импульсы подъема орбиты: в 2013 г. – 11 сентября и 31 октября, в 2014 г. – 18–19 февраля, 16–18 июля и 25–26 ноября, в 2015 г. – 9–10 апреля и 15–16 декабря (НК № 11, 2016).

Опубликованные характеристики гиперспектрометра станции «Тяньгун-1»				
Диапазон	Число каналов	Пространственное разрешение, м	Спектральное разрешение, нм	Ширина полосы, км
Панхроматический (0.5–0.8 мкм)	1	5	–	20
Видимый и ближний ИК (0.4–1.0 мкм)	64	10	10	10
Коротковолновой ИК (1.0–2.5 мкм)	64	20	23	10
Тепловой ИК	1	10	–	15

Результатом последней коррекции стал подъем до условной средней высоты 396 км. Вскоре после нее, в январе 2016 г., наблюдатели спутников обнаружили, что «Тяньгун-1» медленно вращается вокруг малой оси, а радилюбители сообщили о прекращении сигналов с борта. По неофициальной информации, на КА вышел из строя блок заряда аккумуляторной батареи, лишив его системы необходимого электропитания.

Китай объявил об аварии «Тяньгуна-1» с потерей возможности получения с нее научных данных 21 марта 2016 г. и сообщил, что лаборатория проработала 1630 суток. Канцелярия программы пилотируемых космических полетов заявила, что ведется постоянный и тщательный мониторинг ее орбиты и что в конечном итоге «Тяньгун-1» сгорит в атмосфере. Уже в 2016 г. в китайской прессе были опубликованы результаты компьютерного моделирования торможения объекта в атмосфере после неуправляемого выхода.

Судьба лаборатории после выхода из строя основных систем действительно определялась торможением в атмосфере Земли: сначала медленным, а с осени 2017 г. все более и более быстрым. Между прочим, отличный прогноз даты падения дал еще в марте 2016 г. британский исследователь Филлип Кларк. Он объявил, что «Тяньгун-1» может сойти с орбиты естественным путем в мае-июне 2018 г., – и ошибся всего на пару месяцев.

Начиная с 28 марта 2017 г. Канцелярия CMSE публиковала еженедельную сводку о состоянии «Тяньгуна-1», которая включала текущие параметры орбиты и стандартную фразу о стабильной ориентации и нормальном функционировании; имела ли она какое-либо отношение к действительности – не ясно. 19 марта 2018 г., когда средняя высота полета снизилась до 231.8 км, упоминание о стабильной ориентации пропало. С 28 марта (и с прохождением отметки 202.3 км) CMSE перестала также упоминать об отсутствии неполадок на борту, зато начала давать прогноз даты падения.

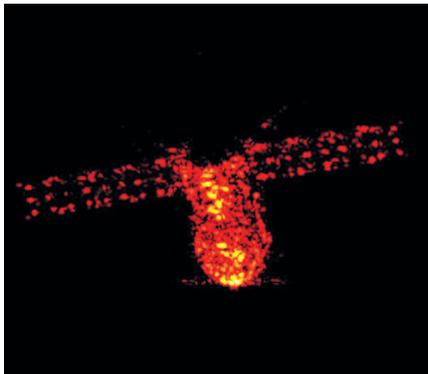
По мере снижения интерес к китайской лаборатории рос и в остальном мире. Ею занимались главным образом профессионалы в области мониторинга космических объектов. Американский JSpOC постоянно публиковал двустороч-

ные элементы на объект 37820, а тесно связанная с ним Aegospase Corp. давала регулярные прогнозы даты и времени падения. ЕКА в ноябре 2017 г. задействовало свои средства слежения и моделирования полета и также выступало с баллистическими прогнозами.

Начиная с 22 марта неоднократно публиковались интересные радиолокационные «портреты» снижающегося объекта, полученные на германском инструменте TIRA. Этот радиолокатор давал и скорость вращения, которая к 27 марта увеличилась с 1.5 до 2.2 °/с.

Тем временем «подтянулись» и распространители дутых сенсаций в стиле «китайская станция, полная токсичных химикатов, упадет на Европу в этом месяце». Указывались даже конкретные страны и районы, которым она может угрожать. «Обломки сходящей с орбиты китайской космической станции «Тяньгун-1» могут упасть на территории Испании, Португалии, Франции и Греции», – пугал 26 марта обывателя ТАСС.

«Китайская орбитальная станция «Тяньгун-1» может упасть на Сочи», – сообщила 23 марта местная служба новостей, и тогда же РИА «Восток-Медиа» со ссылкой на Daily Mail «определило» вероятным райо-



▲ «Тяньгун-1» на радиолокаторе TIRA

ном падения Владивосток. В реальности за несколько суток до падения нельзя было надежно назвать даже конкретный виток, когда это произойдет. Гарантировать можно было только одно: за пределы полосы между 42.7° северной и южной широты обломки «Тяньгуна» выйти не смогут никак.

Стоит добавить, что по своей массе (8.5 т) и потенциальной опасности «Тяньгун-1» не идет ни в какое сравнение ни с советскими станциями типа ДОС и ОПС (порядка 20 т), часть из которых также неуправляемо сошла со орбиты, ни тем более с американской

станцией Skylab (77 т) и второй ступенью ракеты Saturn V от ее запуска (49 т). Что уж говорить об орбитальном комплексе «Мир» (свыше 120 т, управляемо сведен с орбиты в марте 2001 г.) и нынешней МКС (свыше 400 т)! Но малограмотным репортерам, нацеленным на сенсацию, до реальных чисел дела нет...

Впрочем, китайская лаборатория «выбрала» для сгорания в атмосфере пустынный район в Тихом океане, и ее падение «не привело к каким-либо разрушениям на земной поверхности». Об этом заявил на регулярном брифинге 2 апреля официальный представитель МИД КНР Гэн Шуан.

Остается добавить, что на орбите продолжает работу вторая китайская космическая лаборатория «Тяньгун-2», запущенная 15 сентября 2016 г. (НК № 11, 2016). По окончании в сентябре 2017 г. совместного полета с грузовым кораблем «Тяньчжоу-1» (НК № 6, № 8 и № 11, 2017) она была оставлена на орбите высотой 391 км и с тех пор медленно снижается. К началу мая 2018 г. лаборатория потеряла лишь около 7 км, так что срочных коррекций не требуется. Тем не менее 4 ноября 2017 г. был зарегистрирован один едва заметный подъем орбиты – примерно на 0.3 км. ■

## Старт «Тяньхэ» перенесен на 2020 год

И. Лисов.

«Новости космонавтики»

Третий набор китайских космонавтов из числа летчиков ВВС, инженеров и ученых в области аэрокосмической техники и космической науки должен был начаться уже в 2017 г. (НК № 6, 2017; см. также с. 23), но этого не произошло, и, судя по всему, по очень простой причине: из-за аварии РН CZ-5 в июле 2017 г. сдвинулся примерно на год «вправо» весь график пусков китайских тяжелых ракет, а следовательно, и дата старта «Тяньхэ» – Базового блока космической станции «Тяньгун».

Выступая 3 марта 2018 г. в качестве делегата 1-й сессии Всекитайского комитета Народного политического консультативного совета Китая 13-го созыва, первый китайский космонавт Ян Ливэй сказал, что страна разрабатывает и создает части будущей орбитальной космической станции. К ее сборке предполагается приступить в 2020 г., а полностью станция из трех модулей будет сдана в эксплуатацию примерно в 2022 г. Ранее утверждалось, что Китай приступит к строительству долговременной модульной космической станции «Тяньгун» в 2019 г.

Как известно, станция массой около 66 т будет состоять из Базового блока «Тяньхэ», где будет сосредоточено управление всеми системами станции, и двух экспериментальных модулей – «Вэньтян» и «Мэнтян» для исследований в области космической биологии и медицины, материаловедения, физики жидкости и фундаментальной физики, а также автономного астрономического КА «Сюньтян» с двухметровым телескопом. К «Тяньгуну» могут стыковаться два пилотируемых корабля и один грузовой.



▲ Макет китайской орбитальной станции «Тяньгун»

Станция должна работать на орбите наклонением около 43° и высотой 393 км. Постоянный экипаж станции будет состоять из трех космонавтов, во время пересменки на борту будет одновременно жить и работать шесть человек. Продолжительность экспедиций будет от трех до шести месяцев. Расчетный срок эксплуатации станции – не менее 10 лет. Рассматривается возможность ее расширения с увеличением массы примерно до 180 т.

5 марта еще один депутат сессии ВК НПКСК, главный конструктор Программы пилотируемой космонавтики Китая Чжоу Цзяньпин подтвердил планы старта «Тяньхэ» «примерно в 2020 г.». Он сообщил, что первой целью после его запуска будет подтверждение ключевых технологий, заложенных в проект, и лишь после этого могут быть выведены на орбиту и пристыкованы два экспериментальных модуля.

Помимо испытательных задач первого этапа, экипажам придется выполнить большой объем работ по дооснащению станции, в том числе в открытом космосе. Чжоу Цзяньпин пояснил, что из-за массогабаритных ограничений некоторые крупные полезные

нагрузки будут доставлены грузовыми кораблями. Космонавтам предстоит вынести их наружу через шлюзовой отсек и с помощью манипуляторов смонтировать на рабочих местах. Чжоу Цзяньпин отметил, что с учетом сложности задач внекорабельной деятельности в настоящее время ведется разработка новой модели скафандра.

В соответствии с ранее опубликованными планами, между запуском «Тяньхэ» и двух следующих модулей запланированы визиты двух грузовых кораблей «Тяньчжоу» и двух пилотируемых «Шэньчжоу».

Ян Ливэй отметил, что в настоящее время инженеры и специалисты заняты переделкой прототипа «Тяньхэ» в летный экземпляр. Его общая сборка должна состояться до конца 2018 г. Что касается двух исследовательских модулей, то они находятся на этапе изготовления прототипов.

5 марта было также объявлено, что первый пуск носителя CZ-5B, создаваемого на базе CZ-5 для выведения модулей космической станции, планируется на июнь 2019 г., а 19 марта CMSE отчиталась о переходе к изготовлению летного образца для испытаний. Ракета со стартовой массой 837.5 т и общей высотой 53.7 м, состоящая из центрального блока диаметром 5 м и четырех стартовых ускорителей диаметром 3.35 м, будет иметь грузоподъемность 22 т на низкую орбиту.

Ранее сообщалось, что полезным грузом первой ракеты должен стать экспериментальный экземпляр перспективного пилотируемого корабля. Если старт CZ-5B (как и планируемые до него пуски базовой ракеты CZ-5) пройдет успешно, он откроет путь к запуску «Тяньхэ» и двух исследовательских модулей. ■



КОСМОНАВТЫ. АСТРОНАВТЫ. ЭКИПАЖИ

# Новости отряда космонавтов Китая

И. Лисов.  
«Новости космонавтики»

23 апреля было объявлено, что первый космонавт Китая Ян Ливэй (杨利伟) назначен новым директором Канцелярии программы пилотируемых космических полетов CMSE. До этого на протяжении восьми лет, с мая 2010 г., он был заместителем директора Канцелярии. Теперь его прежнюю должность унаследовал начальник Управления научно-технического планирования CMSE Хао Чунь (郝淳).



▲ Генерал-майор Ян Ливэй в марте 2018 г.

Интересна судьба предшественника Ян Ливэя на посту директора CMSE. Ван Чжаояо (王兆耀) был назначен на эту должность в марте 2012 г. и работал до марта 2015 г., когда был переведен начальником управления в вышестоящее Главное управление вооружений и военной техники. Однако Юй Тунцзе (余同杰), принявший его должность в CMSE, проработал в ней менее года. После реорганизации в январе 2016 г. центральных органов военного управления КНР Канцелярия программы пилотируемых космических полетов была переподчинена вновь образованному Управлению разработки вооружений и военной техники Центрального военного совета (ЦВС), и генерал-майор Ван Чжаояо вернулся на пост ее директора еще на два года.

## Третий набор стартовал

23 апреля Ян Ливэй объявил, что в Китае стартовал отбор третьей группы космонав-

тов. «В состав очередной группы кандидатов в космонавты войдут 17–18 человек, которые после специальной подготовки будут участвовать в создании отечественной космической станции», – сообщил директор CMSE.

Отбор поручен Китайскому научно-исследовательскому центру подготовки космонавтов и пройдет в три этапа. Кандидатов в космонавты-летчики и космонавты-бортинженеры будут искать не только среди профессиональных пилотов Военно-воздушных сил, но и в промышленном секторе, научно-исследовательских учреждениях и вузах. Кандидатами могут стать как мужчины, так и женщины.

«Мы намерены выбрать подходящих кандидатов в компаниях космической отрасли, исследовательских институтах и вузах и обучить их, чтобы они стали инженерами и специалистами по полезной нагрузке, способными работать на космической станции, – пояснил Ян Ливэй ранее, 22 января, во время Дня открытых дверей в городке космонавтов в Пекине. – Те, кто хочет подать заявку на должность инженера, должны иметь степень магистра, а кандидаты в специалисты по полезной нагрузке – доктора». Он добавил, что все претенденты должны иметь по меньшей мере трехлетний опыт работы.

В настоящее время отряд космонавтов КНР включает 16 человек, зачисленных в 1998 г. и 2010 г. Первые два кандидата – У Цзе и Ли Цинлун – были найдены еще в октябре 1995 г. и прошли в 1996–1997 гг. курс общекосмической подготовки в России в ЦПК имени Ю.А. Гагарина. Затем были отобраны еще 12 летчиков ВВС НОАК, которые вместе с первыми двумя составили отряд космонавтов Китая. Официальной датой его создания считается 5 января 1998 г.

У Цзе, получивший в российском ЦПК квалификацию пилота корабля «Союз», надеялся полететь на «Шэньчжоу» на российскую станцию «Мир», но ее затопили до того, как китайский корабль был готов к пилотируемым полетам. Всего шесть полетов по национальной китайской программе на кораблях «Шэньчжоу» и космических лабораториях «Тяньгун» было выполнено в 2003–2016 гг., и лишь восемь человек из первого набора смогли принять в них участие.

Ян Ливэй и еще несколько ветеранов в настоящее время уже не имеют летного статуса, а пятеро нелетавших космонавтов – Ли Цинлун, Пань Чжаньчунь, У Цзе, Чжао Чуандун и Чэнь Цюань – в 2014 г. покинули отряд. Дэн Цинмин, который входил в дублирую-

▲ Фото в заголовке:  
11 летавших космонавтов Китая принесут клятву 4 января 2018 г. по случаю 20-летия отряда

щие экипажи «Шэньчжоу-10» (2013) и «Шэньчжоу-11» (2016), пока сохраняет шансы подняться в космос.

7 мая 2010 г. в составе второго набора в отряд космонавтов были зачислены еще семь летчиков, в том числе две женщины. Лю Ян и Ван Япин летали в космос на «Шэньчжоу-9» и «Шэньчжоу-10», а Чэнь Дун – на «Шэньчжоу-11». Четверо космонавтов этого набора опыта полетов не имеют.

Вновь отбираемые кандидаты в космонавты смогут завершить подготовку к моменту начала сборки на орбите постоянной китайской орбитальной станции «Тяньгун», но ее первые экипажи, очевидно, будут сформированы из участников первого и второго набора. ■



▲ Космонавт Цзин Хайпэн

28 июля 2017 г. председатель ЦВС Си Цзиньпин подписал указ о награждении десяти офицеров орденом Первого августа, который учрежден в честь Народно-освободительной армии Китая и вручается за выдающиеся подвиги в защите государственного суверенитета, безопасности, интересов развития и содействии модернизации национальной обороны и армии. В их число вошел генерал-майор Цзин Хайпэн – единственный китайский космонавт, уже трижды слетавший в космос – на «Шэньчжоу-7», «Шэньчжоу-9» и «Шэньчжоу-11».

В тот же день Си Цзиньпин удостоил военный отряд знака отличия «За заслуги» 1-го класса. Торжественная церемония награждения прошла 13 октября 2017 г.



Фото ЦПК

## ЦПК: зачетная тренировка по выходу

Е. Рыжков.  
«Новости космонавтики»

4 апреля в Центре подготовки космонавтов имени Ю.А.Гагарина на специализированном тренажере «Выход-2» прошла зачетная тренировка космонавтов основного и дублирующего экипажей МКС-56/57 Сергея Проккопьева и Олега Кононенко. Мы впервые расскажем об этом тренажере.

### Тренажер

«Выход-2» был введен в строй в 2002 г. Структурно он включает в себя два тренажерных скафандра типа «Орлан», устройство, обеспечивающее их обезвешивание и перемещение в рабочей зоне за счет работы мышц, макеты шлюзовых отсеков, вычислительную систему, наземную систему обеспечения жизнедеятельности, систему моделирования светотеневой обстановки, а также системы связи, телевизионного и медицинского контроля.

Тренажер используется на протяжении всей подготовки к полету. Космонавты проходят следующие этапы:

- ◆ изучение устройства, конструкции и компоновки скафандров типа «Орлан»;

- ◆ подготовка скафандра к использованию, техобслуживанию и ремонту;

- ◆ работа в скафандре, управление его системами в штатных режимах и в нештатных ситуациях;

- ◆ управление комплексом средств шлюзования при выполнении операций в шлюзовых отсеках в соответствии с требуемыми циклограммами работ.

Если представить, что ты стоишь напротив макета шлюзового отсека (см. фото), то справа будет находиться резервный шлюз, а слева от шлюзового отсека – трасса для отработки перемещения в невесомости. Крайний слева – агрегат, который с первого взгляда «смахивает» на спортивный тренажер, но на самом деле называется «барабан»: он предназначен для фиксации инструментов во время тренировки. «Барабан» можно вращать – тем самым получаешь доступ ко всем четырем поверхностям, на которых крепятся ключи и прочие инструменты или страховочные фалы.

При реальной же работе в открытом космосе, чтобы не потерять ремонтное снаряжение, космонавты используют «реп» – удлиняющиеся веревки, идущие от скафандра, на конце которых находится инструмент.

Для имитации работы на солнечной и теневой стороне станции включается или выключается искусственное освещение.

### Зачетная тренировка

Выходы в открытый космос давно стали неотъемлемой частью программы полета почти каждого экипажа МКС. При этом ВКД стоит в одном ряду со стартом и посадкой в «рейтинге» самых опасных операций, выполняемых космонавтами во время полного цикла космического полета.

До того, как космонавт с напарником через шлюзовую отсек попадет в открытый космос и окажется погруженным в пугающе необъятную агатово-черную бездну космоса, он должен заранее настроиться на тяжелую и кропотливую работу.

Космические «доспехи», раздутые под давлением, делают каждое движение весьма энергозатратным. И несмотря на радиосвязь с ЦУПом, выходящему необходимо предельно ясно помнить план выполняемых работ снаружи станции, «карту» МКС и даже пути решения возможных проблем. Чтобы космонавт мог полностью «отдаться делу» и работать «на автомате», ему необходимо пройти



ряд тренировок по выходу на Земле, в ЦПК. Здесь Сергей Прокопьев и Олег Кононенко и сдавали свой контрольный экзамен по ВКД.

За деятельностью космонавтов через большое стекло пристально следили специалисты и инструкторы ЦПК. На зачетной тренировке также присутствовала комиссия, оценивавшая степень готовности космонавтов к самостоятельной работе по подготовке и использованию скафандра «Орлан-МКС», а также шлюзованию в российском сегменте (РС) МКС. В состав комиссии вошли специалисты РКК «Энергия», ЦУПа и НПП «Звезда».

Надев наушники, специалисты слушали переговоры космонавтов с «Землей». Послушать тренировку можно было и из мини-ЦУПа внутри молодежного образовательного космоцентра, расположенного на первом этаже огромного зала, где размещен макет станции «Мир».

Между тем разобрать, что говорят космонавты, довольно проблематично, поскольку в речи используется невообразимое количество сокращений, понятных только самим говорящим, инструкторам ЦПК и специалистам предприятий отрасли, которые по долгу службы касаются борtdокументации ВКД.

Подготовив необходимое снаряжение для ВКД и облачившись в костюмы водяного охлаждения светло-синего оттенка, космонавты вошли в скафандры, прибегнув к помощи инструкторов. Затем их отцепили от специальных тележек и оставили подвешенными в воздухе (ноги не касаются земли, и все движения происходят с помощью электрических приводов на тросах). Взяв страховочный фал, при необходимости можно перемещать космонавтов с одной рабочей позиции на другую. Например, закончив отработку на шлюзовом отсеке, можно быстро переместиться к «барабану».

По ходу тренировки часть внекорабельного снаряжения падала из рук космонавтов. Тут на помощь приходили инструкторы, ловко подхватывавшие упавший предмет и вручавшие его обратно экзаменуемому. Упасть может электрофал или борtdолодка (круглой формы, крепится к скафандру, имеется несколько разъемов).

▼ Трасса для перемещения и «барабан» (слева) тренажера «Выход-2»



▲ Начальник тренажера «Выход-2» Олег Владимирович Блинов готовит космонавтов к тренировке

Нештатные ситуации на тренировке могут сложиться самые разные: отсутствие герметичности люков смежных отсеков, используемых при шлюзовании; избыточное давление, отказ системы вентиляции или системы электропитания при ВКД и тому подобные. Каждый раз комиссия выбирает «нештатки» коллегиально накануне зачетной тренировки.

В этот раз комиссия оценивала навыки использования скафандра «Орлан-МКС» и управления средствами шлюзования (работа с пультами, клапанами и люками), четкость ведения радиообмена с ЦУПом, качество распознавания нештатных ситуаций и быстроту реагирования на них в соответствии с борtdинструкцией – как при помощи ЦУПа, так и опираясь только на свои силы. Дело в том, что данная тренировка максимально приближена к настоящей работе в открытом космосе, поэтому имитируются и периоды отсутствия связи с ЦУПом или перебоев со связью. Достигается это путем подачи шума в каналы связи.

После завершения «учебной» ВКД инструкторы ЦПК, комиссия и космонавты собрались вместе для «разбора полета» –

чтобы проанализировать допущенные ошибки и не допустить их повторения при реальном выходе в открытый космос.

Космонавты дали небольшие комментарии. «Цель тренировок на «Выходе-2» – отработать штатные и нештатные ситуации, которые могут возникнуть при прямом-обратном шлюзовании или произойти с системой жизнеобеспечения скафандра, – рассказал опытный космонавт Олег Кононенко. – Тренажер позволяет нам работать в условиях, максимально приближенных к реальным. Конечно, он не имитирует невесомость, но все оборудование и станционные средства полностью соответствуют действительности, позволяя нам проверить свою готовность к ВКД».

А нелетавший космонавт-испытатель Сергей Прокопьев отметил: «Тренажер «Выход-2» приспособлен для работы как одного оператора, так и двоих. Можно смоделировать разные ситуации – вплоть до неработоспособного оператора, когда второй космонавт должен спасти ему жизнь. Но в первую очередь здесь прекрасно отрабатывается взаимодействие между членами экипажа. Ведь мы все выполняем одно дело. Инструкторы в ЦПК прекрасные, поэтому сейчас предельно ясно и понятно, что может нас ожидать в процессе выхода в открытый космос».

«У нас достаточно длительный цикл подготовки, – пояснил начальник отделения ЦПК Дмитрий Зубов. – Помимо этого, наличие опыта космических полетов и выходов в открытый космос существенно расширяет базу знаний и навыков космонавтов. От полета к полету в части ВКД они набираются опыта, поэтому наша задача – познакомить космонавта с изменениями в космической технике, а также восстановить все важные навыки для выполнения ВКД, дать возможность практически их отработать в условиях тренажера».

По результатам зачетной тренировки на тренажере «Выход-2» космонавты Сергей Прокопьев и Олег Кононенко допущены к самостоятельной работе по подготовке и использованию комплектов скафандров «Орлан-МК», «Орлан-МКС», а также выполнению шлюзования в РС МКС в соответствии с Требованиями к технической подготовке экипажей МКС-56/57. ■



Фото Е. Рыжкова



# Сергей Прокопьев

Е. Рыжков.  
«Новости космонавтики»

## Очерк о космонавте

В одном из следующих номеров журнала «Новости космонавтики» мы расскажем о старте 6 июня с космодрома Байконур корабля «Союз МС-09» с экипажем 56/57-й длительной экспедиции на МКС в составе командира корабля Сергея Прокопьева (Роскосмос), бортинженеров Александра Герста (ЕКА) и Серены Ауньон-Чэнселлор (NASA). Редкий случай, когда командиром транспортного корабля (ТК) станет космонавт, ни разу не летавший в космос\* и к тому же не имеющий возможности получить совет от опытного российский космонавта, сидящего в соседнем кресле «Союза». Поэтому мы хотим подробно рассказать об этом уникальном космонавте.

Самый старший брат благодаря такому семейному воспитанию стал вертолетчиком, прошел Чечню. Средний между старшими братьями – Валентин – до сих пор профессионально занимается парашютным спортом, он трижды чемпион мира. Младший брат Евгений (разница в возрасте с Сергеем – 11 лет) работает конструктором космических кораблей и испытателем космической техники в Летно-испытательном отделе РКК «Энергия». Сестра проживает в Екатеринбурге с мамой.

Неудивительно, что и Сергей пошел по аэрокосмической стезе, а гипотетическая возможность в будущем попасть в отряд космонавтов стала основополагающим фактором при выборе профессии. В 1992 г. он пошел учиться на военного летчика, поступив в Тамбовское высшее военное авиационное училище летчиков (ВВАУЛ) имени Марины Расковой.

С началом учебы для Сергея наступили нелегкие времена. Все-таки он вырос не в военной семье. Когда попал в армию и прочувствовал на своей «шкуре», что такое военная служба, то понял, что на самом деле это тяжелый труд. Не всегда было просто: многие однокурсники не выдерживали до конца – придумывали разные предлоги и бросали учебу. Лишь внутренний стержень помог Сергею не сломаться и успешно окончить вуз. Будущего космонавта всегда поддерживала мысль: «Это же авиация! Если сейчас уйдешь, столько в своей жизни потеряешь».

За время его учебы Тамбовское ВВАУЛ понизили в статусе до филиала Балашовского летного училища, и поэтому в 1997 г. Сергей Валерьевич получил диплом Балашовского ВВАУЛ по специальности «Командная тактическая авиация, эксплуатация воздушного транспорта». Определенными усилиями воли Сергей Прокопьев связал себя с армейской структурой, а после училища еще 15 лет прослужил в качестве офицера – тяготы военной службы уже не пугали.

«Я благодарен армии за то, что она меня воспитала, дисциплинировала и открыла путь к космонавтике», – этими словами Сергей Валерьевич отдает честь летному училищу.

Сергей Прокопьев родился в 1975 г. в сердце Урала – городе Свердловске (ныне – Екатеринбург). С детства, можно сказать, с молоком матери он впитал любовь к космонавтике. Дело тут вот в чем. В семье царил особая атмосфера, сопутствовавшая мечтам о покорении неба и космоса. Родители будущего космонавта познакомились в астрономическом кружке, а позднее вместе пришли в аэроклуб, где в свое время занималась Ирина Баяновна Соловьева\*\*, бывшая примером для всех уральцев, мечтавших о небе.

Отец Сергея служил летчиком, а впоследствии продолжил работу в аэроклубе как гражданское лицо. Мама прыгала с парашютом – у нее был первый разряд по парашютному спорту (число прыжков даже больше, чем сейчас у Сергея). «Этот дух перешел от родителей и ко мне», – вспоминает Сергей Валерьевич.

Определенная в хорошем смысле «упертость» закладывалась в нем с молодых ногтей. С 11 лет он серьезно начал заниматься подводным плаванием: выходил из дома в 5:45 утра, чтобы успеть в бассейн. Тренировки шли с 06:30 до 08:00, и заниматься надо было шесть дней в неделю. Родители нередко твердили сыну: «Ты какой-то упрямый! Зачем тебе это надо?» Но Серёжу тянуло в бассейн, да и с тренером повезло: занятия вел Сергей Анатольевич Брюханов.

«Уже в этом возрасте я был готов пойти на многие жертвы – рано вставал по утрам, ездил на автобусе. Мне кажется, характер уже тогда закладывался», – отмечает он.

Сергей вырос в большой семье – среди четырех братьев и одной сестры. «Все у нас было связано с авиацией, парашютизмом. Мы все детство проводили на аэродроме. Это очень сильно сказалось на любви к космонавтике», – рассказывает С. В. Прокопьев.

На летной практике в Мичуринске (Тамбовская область) Сергей познакомился со своей будущей супругой. Они поженились в 1996 г. А в следующем году – в год выпуска из летного училища – у них родилась дочка Анна.

После окончания училища последовала служба в гарнизонах... Сергей с семьей уехал сначала на Урал, в Орск. Потом перевели в Рязань, в другой гарнизон, где он начал переучиваться на другие типы самолетов. Далее – 7 лет службы на Дальнем Востоке, в гарнизоне городка Воздвиженка под Уссурийском (Приморский край).

Приморье было основным местом базирования, при этом Сергею довелось побывать в близлежащих гарнизонах – в Советской Гавани (Хабаровский край), в Серышево (Амурская область) и даже в Сибири – гарнизон Белая в Иркутской области. Данные места запомнились ему как «занимательные, с интересной природой».

«Очень понравился Дальний Восток. Интересный период в моей жизни. Не хотелось на самом деле уезжать», – делится эмоциями космонавт. Но по роду службы его ожидало повышение, и Сергею пришлось переехать в военный городок Шайковка в Калужской области.

Вместе с семьей Сергей Валерьевич сменил семь мест службы, пока не попал в Центр подготовки космонавтов. И это не считая переездов с квартиры на квартиру в одном городе: в каждом гарнизоне бывало по три-четыре переезда.

Следует отметить, что Сергей Прокопьев, помимо всего прочего, совершал боевые вылеты. В 2008 г. он участвовал в серьезной, как он сам выразился, авиационной операции по «принуждению Грузии к миру» и выполнил три боевых вылета.

В 2009 г. Сергей поменял тип самолета: с Ту-22 он перешел на Ту-160, а из Шайковки – в г. Энгельс под Саратовом. Там ему тоже понравилось жить и работать. Служба шла неплохо, и последовало продвижение по карьерной лестнице. В 2010 г. в Энгельсе у Сергея родился второй ребенок – сын Тимофей.

Кстати, на Ту-160 Сергею доверили участвовать в параде Победы на Красной площади в 2010 г.: он получил очень интересный и ценный опыт, в том числе по дозаправке самолета в воздухе. Этот опыт помогает космонавту и сейчас, так как стыковка с МКС чем-то похожа на дозаправку в полете: органы управления разные, но визуально эти операции схожи.

\* Такое в практике российских космических полетов происходит не впервые. Правило обязательного включения в экипаж опытного космонавта, введенное в 1977 г., впервые было нарушено в 1994-м со стартом Юрия Маленченко и Талгата Мусабаева. В последний раз такая ситуация имела место в октябре 2012 г., когда стартовал «Союз ТМА-06М» с командиром ТК Олегом Новицим и бортинженерами Евгением Тарелкиным и астронавтом NASA Кевинном Фордом. Для обоих россиян полет стал первым.

\*\* Космонавт первого женского набора отряда космонавтов, мастер парашютного спорта, дублер В. В. Терешковой на корабле «Восток-6». Выполнила более 2300 прыжков. Кандидат психологических наук. Более 50 лет посвятила работе в ЦПК, участвуя в подготовке большинства космонавтов.

Сама мысль попробовать стать космонавтом вынашивалась Сергеем долгое время. Он помнит «переломный момент», после которого стал еще больше интересоваться возможностью пойти по этому пути. Дело было после полета Юрия Шаргина...

...Подходит к концу 2004 год. Сергей вместе с сослуживцами едет на армейские соревнования по футболу в г. Энгельс. И вот на въезде в город на одном из баннеров они видят портрет Юрия Шаргина и подпись: «В нашем городе есть космонавт Ю.Г. Шаргин. Мы гордимся им...» То есть в Энгельсе имеется свой собственный космонавт! И это отложилось у Сергея в памяти: значит можно и из обычного города попасть в космонавты!

Сергей Прокопьев принял решение поступать в российский отряд: написал заявления, послал документы и поехал проходить отборочный тур. В 2011 г. он уже окончательно приехал в Звездный городок и получил должность кандидата в космонавты.

Как и любой человек, стремящийся осуществить свою давнюю мечту, Сергей встретил немало препятствий на пути к заветной цели. Тем не менее он затрудняется назвать какие-либо конкретные преграды или вызовы. Это вполне объяснимо. Ведь, например, собеседование с тем же психологом для летчика – обычное дело, единственное – что при отборе в отряд космонавтов эти специалисты более глубоко «копают». Будущего космонавта мало что удивило на отборочном этапе. А летный опыт несомненно сыграл на руку.

Вместе с тем были два серьезных экзамена, которые Сергею Валерьевичу запомнились больше других. Зайдя в зал для собеседований, кандидат в космонавты обнаружил комиссию, состоящую из многих специалистов разного профиля. В течение двух часов экзаменаторы «терзали» претендента со всех сторон разными вопросами, чтобы проверить кругозор «от и до» начиная со школьных лет, а также оценить профессиональный уровень на настоящем месте работы.

«Многие на самом деле теряются, – поясняет Сергей Прокопьев, – а такие собеседования – просто один из видов проверки.



КОСМОНАВТЫ. АСТРОНАВТЫ. ЭКСПИДИЦИИ

Нередко в жизни человек чувствует себя вполне уверенно, но в присутствии большого числа людей может спастись. Вот эта проверка запомнилась очень ярко».

А вот во время общекосмической подготовки (ОКП) трудностей и вызовов избежать не удалось... Одна из проблем, с которой сталкиваются военные, приходящие в отряд космонавтов, – это смена рода деятельности. Не просто учебный процесс – и в армии, и в авиации он присутствует, а именно совершенно иная его специфика. Хотя космонавтика своими корнями и «вышла» из авиации, в ней очень много своего, самобытного, что никак не «бьется» с авиацией.

Сергею Валерьевичу в числе других военных летчиков пришлось менять образ мышления. Понятно, что держать в голове те вещи, которые технари обычно постигают в «Бауманке» или МАИ, применяют в ходе производственной практики в «Энергии», а потом устраиваются туда на работу, военным летчикам гораздо сложнее. Когда они приходят в отряд, им, конечно, надо себя немного «сломать», чтобы подстроиться под новую сферу деятельности. В первый год было довольно тяжело.

Постепенно Сергей вошел в нужную колею, и тогда стало заметно легче. Вместе с тем при этом было и безумно интересно.

ОКП, по его словам, самый интересный и насыщенный этап подготовки: очень много специальных тренировок, смен видов деятельности – от подводных ныряний в легководолазном снаряжении и в «Орланах» до прыжков с парашютом. Много испытаний, тренировок на выживание в разных местностях. И все это происходит в весьма интенсивном режиме.

Что касается тренировок в группе и в составе экипажей, то на этих этапах подготовки Сергей уже чувствовал себя уверенно – встал, как говорится, «на рельсы», знал, с чем придется столкнуться, чего ожидать. Он уже привык ко множеству экзаменов, зачетов и постоянному вниманию со стороны «контролирующих отделов», наблюдающих за тобой и оценивающих твою готовность

к. Находиться под пристальным вниманием «достопочтенной публики» было уже не так трудно.

Чем ближе к дате старта, тем сильнее увеличивается интенсивность зачетов, экзаменов, тренировок. За месяц до полета каждый твой день распisan по минутам, и уже ощущается, что практически ни одного свободного часа у тебя нет...

На формирование Сергея в профессиональной области оказали влияние все без исключения члены отряда. И он очень благодарен им за это. Но в первую очередь он выделяет Сергея Волкова – настоящего инструктора для молодых космонавтов. «Как космонавт он много помогал мне и в жизни, и в профессиональной подготовке. Его вклад в мое становление трудно переоценить. И, надо сказать, у меня очень хорошие отношения с ребятами в отряде – как с летавшими, так и с еще не летавшими», – делится С.В.Прокопьев.

Он также ценит помощь Олега Новицкого, Алексея Овчинина, Александра Мисурикина и многих других космонавтов. Отдельные слова благодарности он адресует своим одноклассникам, которые вселили в него уверенность, особенно на первых этапах подготовки. Сергей пришел на четыре месяца позже остальных ребят, но благодаря их поддержке подтянулся до общего уровня, и они все вместе продолжили обучение.

Разумеется, Сергей – обычный человек, и ничто человеческое ему не чуждо. Поскольку в космонавтику он пришел из спорта, его основные увлечения – спортивные: плавание, футбол, а теперь еще и «национальный вид спорта отряда космонавтов Роскосмоса» – бадминтон. Кроме того, Сергей любит на досуге почитать исторические книги на тему космонавтики и авиации. Ему также интересны книги о государственности. Однако больше всего он любит проводить редкие свободные часы с семьей, с близкими людьми.

Несмотря на школу суровых армейских будней, Сергей открытый и дружелюбный человек. И если учесть все сказанное, то понятно, почему управление «Союзом МС-09» доверили именно Сергею Прокопьеву, не получившему пока опыта космического полета, но имеющему такой, без преувеличения сказать, насыщенный и богатый жизненный и профессиональный опыт. Такой человек обязательно справится со всеми возможными трудностями. ■



Ю. Журавин.  
«Новости космонавтики»

## Ariane 5 вновь в строю В полете SuperBird 8/DSN 1 и HYLAS 4

5 апреля в 18:34:07 по времени Французской Гвианы (21:34:07 UTC) со стартового комплекса ELA3 Гвианского космического центра стартовая команда компании Arianespace выполнила пуск РН Ariane 5ECA (миссия VA242). Криогенная вторая ступень ESC-A вывела на геопереходную орбиту два телекоммуникационных КА – SuperBird 8 с дополнительной военной связной полезной нагрузкой DSN 1 (КА принадлежит японской корпорации SKY Perfect JSAT Corp) и HYLAS 4 (владелец КА – британский оператор Avanti Communications).

Номера и международные обозначения в каталоге Стратегического командования США спутников и других объектов от этого пуска и параметры их начальных орбит приведены в таблице.

Ракета Ariane 5ECA имела бортовой номер L5102. Верхним при запуске был КА SuperBird 8, который через адаптер кре-

Номер	Обозначение	Название	Параметры орбиты			
			i	Нр, км	На, км	P, мин
43271	2018-033A	SuperBird 8	3.02°	239	35756	628.6
43272	2018-033B	HYLAS 4	3.02°	240	35735	628.2
43273	2018-033C	Sylda 5A	3.02°	239	35698	627.5
43274	2018-033D	Ariane 5 R/B	2.77°	239	35282	619.4

пился к верхнему шпангоуту переходника Sylda 5A. Внутри переходника размещался более легкий КА HYLAS 4. Головной блок был закрыт стандартным удлиненным головным обтекателем. Общая масса полезной нагрузки в миссии VA242 (включая адаптеры и переходник) составила 10260 кг при суммарной массе двух КА в 9398 кг.

### Разбор полета VA241

В середине января 2018 г. Arianespace планировала старт VA242 на 16 марта. Однако эта дата оказалась под сомнением из-за проблем, возникших 25 января при предыдущем пуске VA241. Тогда КА SES-14 и Al Yah 3 оказались на нерасчетной орбите наклонением 20.65° и высотой около 232×43 165 км – вместо расчетной наклонением 3.0° и высотой 250×45 000 км.

Уже на следующий день – 26 января – была сформирована независимая аварийная комиссия по расследованию причин аварийного орбитального пуска\*, которую возглавил генеральный инспектор ЕКА Тони Толкер-Нильсен (Toni Tolker-Nielsen). Выводы, опубликованные ею 22 февраля, были вполне ожидаемыми и подтвердили результаты «независимого» расследования (HK № 3, 2018, с.60-61), правда, лишь в самых общих чертах.

Итак, Ariane 5ECA ушла по неправильной траектории из-за ошибки при указании в документации значения одного из параметров для двух инерциальных измерительных блоков IMU (Inertial Measurement Unit), питающих систему управления данными о фактическом положении носителя в пространстве.

«С учетом специальных требований данного полета для выставки IMU требовался азимут 70° вместо 90°, как бывает в большинстве случаев при пусках с выведением на геопереходную орбиту, – говорилось в сообщении Arianespace. – Это несовпадение привело к сдвигу на 20° к югу траектории носителя с самых первых секунд полета. Причиной отклонения траектории, таким образом, было неверное значение в документации одного из параметров... которое не было замечено во время стандартных проверок, выполненных в графике подготовки Ariane 5».

Первопричиной происшествия, не названной в сообщении, было «беспрецедентное» требование одного из заказчиков отделить его КА от верхней ступени под углом 90° к направлению полета. Чтобы его реализовать, потребовались некие нетривиальные изменения в параметрах программы управления или даже в физическом размещении (ориентации) измерительных блоков, а возможно, и то, и другое. Один из параме-

тров в документации был указан неверно (стандартные 90° вместо необходимых в данном случае 70°) и так и был введен в полетное задание. Как следствие, после отрыва от пусковой установки ракета обнаружила не существующее в действительности рассогласование по углу крена и убрала его, повернув вправо на 20° и тем самым реализовав азимут пуска 112.5° вместо расчетного 92.5°.

Это привело сначала к опасному пролету вблизи границ города Куру, затем к потере телеметрической информации от РН и, наконец, к достижению нештатной орбиты. Телеметрия перестала поступать через 9 мин 26 сек с момента старта, поскольку носитель оказался вне диаграммы направленности антенны, которая наводилась на расчетную траекторию. Потеря телеметрии была сначала воспринята как сигнал о возможной аварии РН. Истинные результаты пуска стали известны лишь после обнаружения КА на нерасчетных орбитах и приема с них сигналов о штатной работе бортовых систем.

В сообщении Arianespace по итогам работы комиссии говорилось: «Причины сбоя выявлены... На их основе даны четкие рекомендации по совершенствованию процессов контроля качества. Кроме того, сделаны дополнительные рекомендации по совершенствованию сквозных проверок параметров миссии, используемых во время стартовой кампании».

Как со стороны провайдера пусковых услуг Arianespace, так и со стороны компании – разработчика и изготовителя РН ArianeGroup поступило заявление, что они «представили свой план действий в ответ на выводы и рекомендации комиссии». Правда, релиз так и не информировал, почему же «ошибка в этом параметре не была обнаружена».

В сообщении Arianespace от 2 марта говорилось, что 28 февраля выводы и рекомендации независимой комиссии были представлены правлению компании Arianespace. В него входят ключевые руководители европейских космических структур, отвечающих за пусковые услуги: директор Департамента космических транспортных систем ЕКА Даниэль Ноёншвандер (Daniel Neuenschwander), генеральный директор Arianespace Стефан Исраэль (Stéphane Israël) и генеральный директор ArianeGroup Ален Шармо (Alain Charmeau). То же сообщение извещало, что глава независимой аварийной комиссии Тони Толкер-Нильсен «выразил удовлетворение представленным планом действий, который предусматривает не только устранение этой конкретной проблемы, но и общее улучшение процессов сквозного контроля».

В том же релизе от 2 марта сообщалось, что следующий пуск РН Ariane намечен на текущий месяц. Действительно, в конце февраля старт миссии VA242 планировался на 21 марта, однако 16 марта появились неофициальные извещения о его переносе на начало апреля. 21 марта Arianespace официально объявило новую дату пуска – 5 апреля со стартовым окном с 21:34 до 22:24 UTC.

\* Такая классификация пуска обусловлена выходом параметров достигнутой орбиты далеко за пределы допуска. Тот факт, что Al Yah 3 уже выполнил доведение на геостационар и 1 мая прибыл в позицию 20° з.д., а SES-14 уверенно приближается к цели, говорит лишь о значительных резервах, заложенных в их конструкцию.

Пуск состоялся в момент открытия окна. Выведение проводилось по стандартной баллистической схеме с одним включением двигателя второй ступени ESC-A. С учетом секретности полезной нагрузки DSN 1 на аппарате SuperBird 8 компания Arianespace не опубликовала расчетное время отделения спутника от головного блока. Сообщалось лишь, что переходник Sylda 5A планировалось сбросить через 32 мин 08 сек после контакта подъема, а отделение HYLAS 4 должно было состояться через 33 мин 49 сек.

Следующий старт Ariane 5ECA (миссия VA243) планируется на 18 мая. В нем должны выйти на орбиту два телекоммуникационных КА – GSat 11 индийского космического агентства ISRO и Intelsat 38 международной компании Intelsat S.A. (этот КА также известен как AzerSpace 2, принадлежащий азербайджанской компании Azerkosmos).

### Запуск с ремонтом и переделкой

Официально КА SuperBird 8 был заказан корпорацией SKY Perfect JSAT Corporation у компании NEC Corporation в апреле 2014 г. Его планировалось вывести в орбитальную позицию 162° в.д. на замену КА SuperBird B2. Точка 162° в.д. – вторая рабочая позиция системы SuperBird, и КА в ней обозначаются буквой В (первая позиция, носящая наименование А, находится в точке 158° в.д., а третья – соответственно С – в точке 144° в.д.). Сразу подразумевалось, что как только SuperBird 8 выйдет в рабочую позицию и заменит SuperBird B2 (тот при запуске был SuperBird 4), то получит рабочее название SuperBird B3 (то есть третий спутник в точке В).

SuperBird B2, запущенный еще в феврале 2000 г., работает до сих пор, имея на борту 23 транспондера диапазона Ku (14/11 ГГц) и шесть транспондеров Ka (20–30 ГГц). Поэтому полезная нагрузка SuperBird 8 предполагалась в тех же Ku/Ka диапазонах. Но с одной оговоркой: до подписания контракта на производство КА для него уже была запланирована еще одна полезная нагрузка военного диапазона X (8/7 ГГц).

19 декабря 2012 г. была учреждена корпорация DSN Corporation, являющаяся совместным предприятием японских компаний SKY Perfect JSAT Group (владеет контрольным пакетом в 65% акций DSN), NEC и NTT Com (по 17,5% акций). Цель создания компании стала очевидной уже в следующем месяце: 15 января 2013 г. Министерство обороны Японии заключило контракт с DSN о приобретении у нее услуг связи в X-диапазоне в интересах правительственных и военных госструктур. Контракт предусматривал создание усовершенствованной сети связи с космическим эшеленом из двух КА, модернизацию имеющейся наземной инфраструктуры и предоставление услуг в период 2015–2030 финансовых годов. Общая стоимость программы оценивалась в размере более 122 млрд иен. Компания SKY Perfect JSAT отвечала за менеджмент проекта, материально-техническое обеспечение и развертывание космического сегмента.

Строителем новой наземной инфраструктуры была выбрана компания Maeda Corporation. Сразу было объявлено, что один из двух КА космического эшелона системы

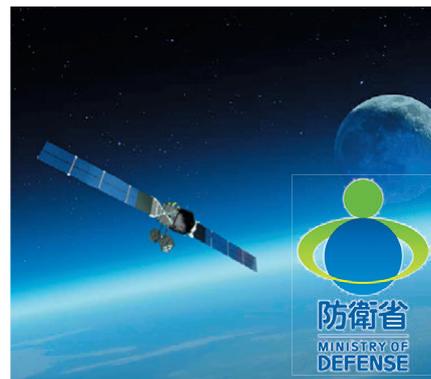
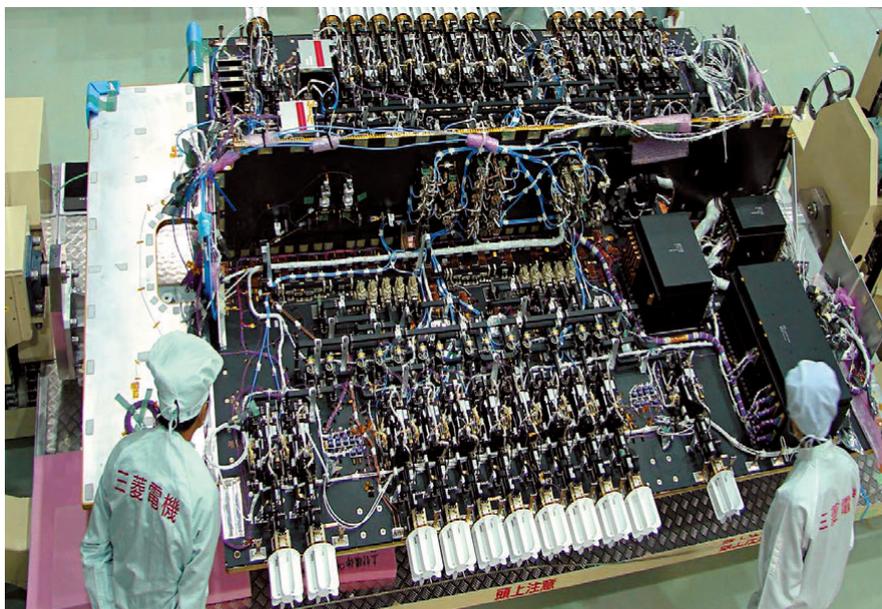
связи, а именно DSN 2, будет действительно полноценным отдельным спутником. А вот DSN 1 с самого начала рассматривался лишь как дополнительная полезная нагрузка X-диапазона на телекоммуникационном КА. При этом сразу же сообщалось, что таким КА станет SuperBird 8 компании SKY Perfect JSAT, заказ на который ожидался в ближайшее время.

Ответственным за производство КА стала одна из компаний – соучредителей DSN Corporation – NEC Corporation. В свою очередь, она выбрала фактического изготовителя спутников. Вариантов тут тоже не было: производством всех орбитальных геостационарных КА связи в Японии занимается Mitsubishi Electric, с которой и был заключен субконтракт. Естественно, КА SuperBird 8/DSN 1 и DSN 2 должны были собираться на основе базовой платформы DS2000 этой компании.

Первоначальными планами запуск DSN 1 предусматривался в декабре 2015 г., начало его эксплуатации – в марте 2016 г., а прекращение использования – в апреле 2030 г. Аппарат DSN 2 предполагалось отправить на орбиту в январе 2017 г., а использовать с марта 2017 г. до марта 2031 г. Однако в действительности «второй» стартовал раньше «первого».

Запуск SuperBird 8/DSN 1 вместе с индийским телекоммуникационным КА GSat 18 в рамках миссии VA231 планировался на 12 июля 2016 г. – с полугодовым сдвигом относительно первоначального плана из-за задержки в производстве КА. 18 мая началась стартовая компания миссии VA231. Спутник был отправлен в Гвианский космический центр с завода «Кама-дэн» (兼電) компании Mitsubishi Electric в Камакуре (префектура Канагава) грузовым самолетом японской частной компании 25 мая и через пять дней прибыл во Французскую Гвиану. Однако после выгрузки из самолета на транспортном контейнере КА с двух сторон обнаружили вмятины глубиной 40–50 см. Как выяснилось при расследовании этого инцидента, при транспортировке край брезента, накрывавшего контейнер, заблокировал клапан выравнивания давления, стоявший на стенке контейнера. Во время посадки самолета внутри контейнера осталось низкое давление, и

▼ Сборка платформы DS2000 на заводе Mitsubishi Electric



под действием внешнего – более высокого – стенки контейнера вмялись внутрь.

Старт VA231 сначала перенесли на две недели для дополнительных проверок японского КА. Однако 29 июня 2016 г. появилось сообщение, что SuperBird 8/DSN 1 поврежден и отправлен обратно на завод-производитель «Кама-дэн» в Камакуре для ремонта. Тогда же стало известно, что его запуск будет задержан на два года! Стоит заметить, что два года – это стандартное время для изготовления КА у большинства производителей телекоммуникационных КА в мире. А поскольку компания Mitsubishi Electric не сообщила, в чем заключался ремонт КА, сложилось впечатление, что спутник просто изготовили заново.

Чтобы компенсировать его отсутствие в позиции 162° в.д., компания SKY Perfect JSAT решила временно разместить в этой позиции КА JCSat 16, запущенный 14 августа 2016 г. и первоначально планировавшийся для точки 124° в.д. А тем временем 24 января 2017 г. с помощью японской PH H-IIA-204 был выведен на орбиту полностью государственный КА DSN 2. Его разместили в орбитальной позиции 93° в.д. над Индийским океаном.

Лишь 6 февраля 2018 г. SuperBird 8/DSN 1 был повторно доставлен во Французскую Гвиану, если, конечно, в нем осталось что-нибудь от первоначального аппарата. Поскольку спутник будут использовать правительственные и военные структуры Японии, никаких подробностей о конструкции КА и его полезной нагрузке не публиковалось.

Точно известно, что КА собран на основе платформы DS2000 и имеет стартовую массу 5348 кг. Судя по публикуемому изображению, его система электропитания включает две разворачиваемые четырехсекционные солнечные батареи с фотоэлектрическими преобразователями из арсенида галлия, обеспечивающие электроснабжение мощностью не менее 12–13 кВт. По неофициальным данным, в качестве апогейной ДУ используется двигатель типа R-4D-11 тягой 455 Н (производитель – американская компания Aerojet Rocketdyne), хотя не исключено и применение двигателя семейства BT-4 тягой 450 Н (японской компании IHI).

Можно предположить, что в состав трехосной системы ориентации входят солнечные, земные и звездные датчики, инерциальные измерительные блоки, а в качестве исполнительных органов – четыре маховика и 12 жидкостных двигателей ориентации и стабилизации. Все они обеспечивают точность ориентации на уровне 0.03°. Гарантийный срок эксплуатации КА составляет не менее 15 лет.

Полезная нагрузка X-диапазона, очевидно, будет использоваться для связи между японскими сухопутными подразделениями, а также кораблями и самолетами. Коммерческая полезная нагрузка Ku- и Ka-диапазонов, по сообщению компании SKY Perfect JSAT, будет формировать направленные лучи, которые обеспечат покрытие всей территории Японии.

После старта КА получил не только ожидаемое название SuperBird V3, но и отдельное имя «Кирамэки 1» (от япон. きらめき – «сияние», «искриться») для военной полезной нагрузки DSN 1. Стратегическое командование США публикует его орбитальные элементы, из которых известно, что уже 16 апреля аппарат был стабилизирован в позиции 158° в.д.

### Расширение HYLAS

HYLAS 4 войдет во флот КА семейства HYLAS (от Highly Adaptable Satellite – хорошо адаптируемый спутник), развернутый Европейским космическим агентством при участии космических агентств Великобритании и Индии для отработки технологий широкополосного доступа в Интернет и трансляции телевидения высокой четкости. Официальным заказчиком КА семейства HYLAS выступает британский спутниковый оператор Avanti Communications из корпорации Avanti Screenmedia Group Plc.

Развертывание системы HYLAS началось в ноябре 2010 г. с запуска КА HYLAS 1, построенного европейской компанией EADS Astrium (ныне – Airbus Defence and Space) совместно с индийской компанией ANTRIX, коммерческим подразделением Индийской организации космических исследований ISRO на основе индийской спутниковой платформы I-2K. Спутник был оснащен полезной нагрузкой Ku-диапазона (14/12 ГГц) для передачи HDTV и Ka-диапазона (18–22 ГГц) для высокоскоростного доступа в Интернет. Его вывели в орбитальную позицию 33.5° з.д., где он остается и по сей день, обеспечивая охват территории 22 стран Западной и Центральной Европы.



Аппарат HYLAS 2, стартовавший двумя годами позже, построила уже американская компания Orbital Science Corporation (OSC) на основе платформы Star 2.4E. Он нес полезную нагрузку уже только Ka-диапазона. Сначала его разместили в точке 33.5° з.д., но затем перевели в 31.0° в.д. Оттуда он обеспечивает охват не только всей Европы, но и регионов Восточной и Южной Африки, Ближнего Востока и Центральной Азии.

В сентябре 2015 г. Avanti Communications взяла в аренду на КА Astra 5B полезную нагрузку Ka-диапазона – три транспондера общей емкостью около 3 ГГц – на 13.5 лет, то есть на время оставшийся гарантийный срок службы этого спутника. Арендованная емкость была названа HYLAS 2B и обеспечила покрытие стран Центральной и Восточной Европы. Этот ресурс позволил Avanti выйти на новые рынки, которые компания планировала обслуживать с помощью КА HYLAS 3, изготовление которого задержалось.

на 2016 г., однако сейчас планируется уже на 1-й квартал 2019 г.

По этой причине HYLAS 4 и стартовал раньше HYLAS 3. Контракт на изготовление «четверки» был заключен Avanti в августе 2014 г. с изготовителем «двойки» – компанией OSC. Новый КА решено было строить на основе базовой платформы GEOStar-3, которая представляет собой увеличенную версию платформы GEOStar-2, служившей базой для HYLAS 2. Стартовая масса КА составила 4050 кг, габариты в стартовой конфигурации – 5.18x3.33x3.10 м. Система электропитания КА включает аккумуляторы увеличенной емкости и 4.5-секционные солнечные батареи. Они обеспечат электропитание мощностью не менее 8 кВт в конце 15-летнего расчетного срока службы. В состав ДУ входит апогейный двухкомпонентный двигатель BT-4 японской корпорации IHI с тягой 450 Н. Для коррекции положения на орбите и маневров стоят четыре ионных ксенонных двигателя XR-5 тягой 280 мН (производитель – Aerojet Rocketdyne).

Полезная нагрузка КА HYLAS 4 состоит из 66 активных транспондеров Ka-диапазона мощностью 130 Вт каждый. Суммарная пропускная способность КА составляет до 28 ГГц. Аппарат должен сформировать 62 точечных луча. По предварительным планам Avanti, большая их часть будет направлена на атлантическое побережье США, юг Латинской Америки, северную и западную части Африки, а также на бассейны Карибского моря и северную часть Атлантического океана. Еще четыре луча будут устремлены на «шлюзы» – станции сопряжения в Великобритании, Германии, Нидерландах и в Турции. Аппаратура обеспечит пользователям скорость передачи данных 360 Мбит/сек по линии «КА–Земля» и 230 Мбит/сек по линии «Земля–КА» при использовании двух каналов с шириной полосы пропускания 230 МГц каждый.

Расчетная точка стояния спутника та же, что и у HYLAS 1, – 33.5° з.д. По состоянию на 19 апреля, он был стабилизирован во временной позиции 21.3° в.д. ■

По информации Ariespace, Intelsat, Space Systems/Loral, EADS Astrium, ISRO/ANTRIX, EKA

Аппараты семейства HYLAS				
Название КА	Дата старта	Платформа / Производитель	Полезная нагрузка: количество транспондеров x диапазон	Точка стояния
HYLAS 1	26.11.2010	I-2K / EADS Astrium и ANTRIX	2 x Ku, 8 x Ka	33.5° з.д.
HYLAS 2	02.08.2012	Star 2.4E / OSC	24 x Ka	31.0° в.д.
HYLAS 2B / Astra 5B	22.03.2014	EuroStar 3000 / EADS Astrium	40 x Ku, 3 x Ka	31.5° в.д.
HYLAS 3 / EDRS-C	План 2019	SmallGEO / OHB System	8 x Ka	31.0° в.д.
HYLAS 4	05.04.2018	GEOStar-3 / OSC	66 x Ka	33.5° з.д.

Вообще под HYLAS 3 подразумевалась полезная нагрузка Ka-диапазона, установленная на европейском КА EDRS-C (от European Data Relay System – Европейская система ретрансляции данных), предназначенном для обмена данными с использованием лазерных терминалов между геостационарными и низкоорбитальными КА, беспилотными летательными аппаратами и наземными станциями. Аппаратура Ka-диапазона будет состоять из восьми транспондеров, формирующих восемь лучей с общей пропускной способностью около 4 ГГц.

По данным сайта Avanti, в зоне покрытия лучей HYLAS 3 будут страны Центральной Африки – Гана, Того, Бенин, Буркина-Фасо, Нигерия и южные районы Нигера. Аппарат изготавливается Airbus Defence and Space совместно с немецкой компанией OHB System по контракту, заключенному еще в мае 2013 г. Первоначально старт намечался

# Три спутника радиотехнической разведки и таинственный микроспутник в придачу

10 апреля в 12:25:03.443 по пекинскому времени (04:25:03 UTC) с пусковой установки №94 Центра космических запусков Цзюцюань был осуществлен пуск РН «Чанчжэн-4С» (CZ-4C №Y25), в результате которого через 26 мин 39 сек на орбиту наклонением 63.4° и высотой около 1100 км были выведены три спутника радиотехнической разведки с официальным общим наименованием «Яогань вэйсин-31, 01-я группа» и экспериментальный КА для отработки технологии микро- и наноспутников.

Внутреннее обозначение пуска было «операция 01-90». Он стал 271-м для ракет семейства «Великий поход», в том числе 95-м для носителей Шанхайской исследовательской академии космической техники SAST. Представители SAST подкорректировали свою статистику, которая еще в марте показывала на один пуск меньше, чем их было в действительности.

В каталог Стратегического командования (СК) США было внесено восемь объектов, из которых четыре идентифицированы как КА, один – как верхняя ступень РН, два – как фрагменты и один пока остается вне классификации. Их каталожные номера, международные обозначения и начальные параметры орбит приведены в таблице 1.

Наименование	Номер	Межд. обозн.	Параметры начальной орбиты			
			i	Нр, км	На, км	Р, мин
YG-31 01A	43275	2018-034A	63.41°	1087.9	1120.7	107.133
YG-31 01B	43276	2018-034B	63.41°	1090.2	1121.0	107.135
YG-31 01C	43277	2018-034C	63.41°	1089.5	1121.3	107.127
Экспериментальный КА	43279	2018-034E	63.41°	1086.9	1120.3	107.099
Неизвестный объект	43338	2018-034N	63.42°	1085.8	1120.5	107.098
Фрагмент	43280	2018-034F	63.41°	1092.1	1121.9	107.158
Фрагмент	43281	2018-034G	63.41°	1089.5	1121.2	107.127
Третья ступень	43278	2018-034D	63.45°	959.0	1116.0	105.830

Примечание. Идентификация спутников группы YG-31 01 с конкретными орбитальными объектами предположительна и может измениться после построения рабочей конфигурации КА.

## Шестой пуск или новое поколение?

По сообщению агентства Синьхуа, спутники предназначены «главным образом для зондирования электромагнитной обстановки и проведения соответствующих технических испытаний». Эта формулировка была впервые применена в 2015 г. по отношению к КА радиоэлектронного наблюдения «Шицзянь-16» (НК №12, 2013; №8, 2016), а начиная с сентября 2017 г. официально используется для характеристики аппаратов «Чуансинь-5», образовавших группировку из 12 КА на нестандартных орбитах наклонением 35° (НК №11, 2017; №1, 2 и 3, 2018). По-видимому, она стала стандартной легендой для класса спутников радиоэлектронной разведки, в то время как другая постоянная формулировка об учете земельных ресурсов, оценке урожая зерновых, предотвращении стихийных бедствий и борьбе с их

последствиями применяется теперь только для спутников видовой разведки.

Официально объявлено, что все четыре КА разработаны и изготовлены Космической спутниковой компанией «Дунфанхун», являющейся подразделением 5-й академии, то есть Китайской исследовательской академии космической техники CAST\*. Таким образом, три основных спутника не только по параметрам орбиты выведения, но и по производителю соответствуют тройкам аппаратов радиотехнической разведки «Цзяньбин-8», известным в обиходе как «китайский NOSS».

Как известно, специфическая орбита наклонением 63.4° и высотой 1100 км была впервые использована в 1976 г. при запуске группы из четырех американских спутников Ragsae (другое наименование – Whitecloud), к которым по ошибке, но навсегда «приклеилось» обозначение NOSS. Группа состояла из четырех КА разработки Военно-морской исследовательской лаборатории NRL – главного спутника MSD, обеспечивающего также довыведение на орбиту, и трех субспутников SSU, осуществляющих многопозиционный прием сигналов в целях радиотехнической разведки.

Наклонение 63.4°, сводящее к нулю прецессию перигея КА, позволяло легко поддерживать заданную конфигурацию трех малых аппаратов в виде треугольника. Ее сохраняли не только спутники Ragsae, запускаясь девятью группами в 1976–1987 гг., но и тройки более крупных КА в системе второго поколения, выведившиеся на орбиту в 1990–1996 гг., и лишь с 2001 г. США перешли к эксплуатации спутников третьего поколения, работающих парами.

Китай в марте 2010 г. воспроизвел вариант системы многопозиционной радиотехнической разведки с группами из трех спутников, движущихся в виде треугольника со стороной около 100 км. При первом запуске они были объявлены как один КА «Яогань-9» (YG-9), и точно так же китайские власти поступили в четырех последующих случаях. После каждого запуска осуществлялось сложное маневрирование спутников, в результате которого два из них оставались в одной плоскости, а третий смещался на 0.9° в сторону, чтобы сформировать «треугольник».

Уникальная структура группы, включающая главный КА и два субспутника, стала основой надежной идентификации системы, имеющей закрытое наименование «Цзяньбин-8» (尖兵八号, JB-8; табл. 2).

Всего до декабря 2014 г. были запущены пять таких групп в три орбитальные плоскости, так что в двух оказалось по две работающие тройки, а в одной – одна. Пустое место как раз и заполнил пуск 10 апреля 2018 г.\*\*, что еще раз подчеркнуло родство между су-



Дата старта	Наименование	Орбитальная плоскость
05.03.2010	Яогань-9	Новая
25.11.2012	Яогань-16	Новая
02.09.2013	Яогань-17	Новая
09.08.2014	Яогань-20	Яогань-9
11.12.2014	Яогань-25	Яогань-16
10.04.2018	Яогань-31, группа 01	Яогань-17

ществующей системой и вновь разворачиваемой.

Разумеется, можно было бы интерпретировать ситуацию и иначе: быть может, спутники относятся к прежней системе «Цзяньбин-8», а изменились лишь правила официального наименования китайских КА? Как мы помним, это произошло в сентябре 2017 г., когда три запущенных спутника «Чуансинь-5» впервые были заявлены как «01-я группа КА», причем в силу какого-то бюрократического сбоя это дополнение сочеталось с названием «Яогань-30», которое уже было однажды использовано для спутника оптико-электронной разведки, никак не связанного с вновь запущенными (НК №7, 2016; №9, 2017).

И вот в апреле 2018 г. по такому же принципу было дано название новой тройке: 遥感卫星三十一号01组卫星. Здесь мы видим родовое наименование разведывательных аппаратов «Яогань вэйсин» (遥感卫星, буквально «спутник дистанционного зондирования»), затем число 31 и знак номера (三十一号), указание на 01-ю группу (01组) и еще раз слово «спутник» (卫星) уже по отношению ко всем трем КА. По старым же правилам всю группу объявили бы как один

\* Сообщается также, что общее число запущенных КА разработки CAST достигло 234.

\*\* Фактически структура плоскостей воспроизводится не очень точно, и со временем они слегка «расползаются». Для апрельского запуска плоскость сдвинута на 10° относительно заполненной в 2013 г.

спутник семейства «Яогань» с очередным порядковым номером.

Единственное соображение против этой версии связано с временной привязкой событий: четыре тройки JB-8 из пяти были развернуты на протяжении 25 месяцев, после чего случился перерыв на три с лишним года. Такая пауза – при том, что третья плоскость оставалась недозаполненной, – логична лишь в том случае, если она вызвана серьезной модернизацией существующих аппаратов, а возможно, и наземной части системы многопозиционной радиотехнической разведки.

По своему баллистическому поведению новая тройка напоминает предыдущие пять. Программа построения штатной конфигурации «треугольник» впервые была продемонстрирована в марте и апреле 2010 г. Один КА произвел временное снижение до высоты 1061 км, за месяц сместил за счет более сильной прецессии узлов плоскость орбиты на 0,9° к западу и, обойдя за это время два других КА на два витка, поднялся до исходной высоты и вновь синхронизировал свое движение с ними. В пусках 2012–2014 гг. применялись более сложные схемы маневрирования по той причине, что нужно было не просто построить «треугольник» «с нуля», а собрать его на нужной на момент запуска высоте, да еще и с определенной фазой относительно других групп КА. Для этого приходилось осуществлять значительные согласованные коррекции орбит всех трех спутников.

На этот раз из трех объектов, которые идентифицированы СК США как спутники группы YG-31 01, один, обозначенный литерой С, в период с 11 по 15 апреля снизил свою орбиту с 1094 км до 1061 км, чтобы набрать необходимое боковое смещение, а остальные не корректировали своих орбит вплоть до конца месяца. Объекты В и А начали маневрировать 30 апреля и 1 мая соответственно; в результате 8–10 мая все три собрались вместе на орбите с условной средней высотой 1090 км, равной текущей высоте остальных пяти троек.

Командиром и главным конструктором трех основных спутников вполне ожидаемо назван Ли Яньдун (李延东), который ранее исполнял эти функции в проектах аппаратов радиоэлектронного наблюдения «Шицзянь-6» (спутник В), «Шицзянь-11» и «Цзяньбин-8».

В материале, опубликованном в августе 2016 г. на сайте Института электроники Китайской АН по случаю запуска спутника «Гаофэн-3», упоминалось о разработке «новой тройки» (新三星) спутников, однако к настоящему времени этого фрагмента в тексте уже нет. Представляется вероятным, что Институт электроники является разработчиком бортовой аппаратуры новых КА, а возможно, и старых.

Продолжительность подготовки спутников на полигоне за счет постоянной оптимизации удалось сократить с 58 сут до 33 сут. Основным мероприятием, которое сделало это возможным, была авиационная транспортировка из Пекина полностью испытан-

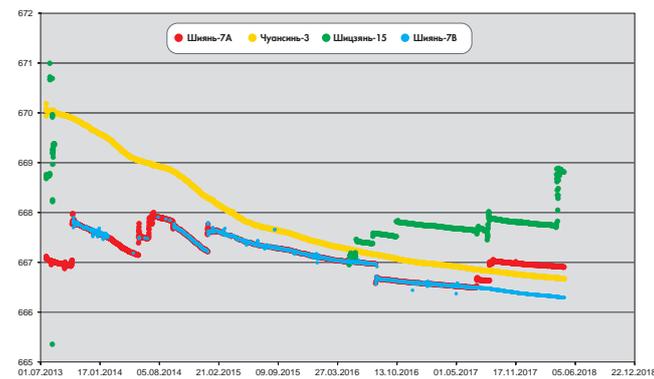
ных аппаратов с пристыкованными солнечными батареями и антеннами.

Ракета CZ-4С использовала стандартный для пусков «троек» длинный обтекатель диаметром 2,90 м, под которым располагались друг над другом, разделенные двумя проставками, субспутник №2, основной КА и субспутник №1. Сообщается, что в конструкцию носителя было внесено 19 изменений, в основном касающихся размещения аппаратов в составе головного блока – что опять же косвенно свидетельствует об изменении их габаритов.

В состав экспедиции SAST на космодроме входило 85 человек вместо обычных 120, причем лишь четверо из них были новичками. Продолжительность подготовки РН на космодроме удалось сократить с 21 до 19 рабочих дней.

### Экспериментальный микроспутник

Официальная информация о попутчике «большой тройки» в запуске 10 апреля сводится к идентификации фирмы «Дунфанхун» в качестве разработчика и к описательному наименованию 微纳技术试验卫星, что произносится как вэйна цзишу шянь вэйсин и переводится «экспериментальный КА для отработки технологии микро- и наноспутников». Кроме того, из телерепортажа о запуске известно сокращенное обозначение этого аппарата – MO-1. Как оно расшифровывается – установить не удалось.



▲ Условная средняя высота полета и маневры китайских спутников, запущенных 15 июля 2013 г.

Название Weina-1B, которое дано запущенному спутнику в каталоге СК США, является плодом заблуждения. Кто-то, очевидно, решил, что данный аппарат имеет какое-то отношение к аппарату с официальным именем «Вэйна-1А» (微纳-1А), выведенному на орбиту 25 января 2018 г. вместе с тремя последними КА «Чуансинь-5». Однако оснований для такого заключения нет никаких: у них разные производители из Шанхая и Пекина, совершенно разные орбиты и, вероятно, различные задачи.

В Китае, как и в США, спутники массой от 500 кг и выше относят к средним и большим. Интервал от 500 кг до 100 кг стартовой массы в теории занимают малые спутники (小卫星, сяо вэйсин), от 100 кг до 10 кг – микроспутники (微卫星, вэй вэйсин), от 10 кг до 1 кг – наноспутники (纳卫星, на вэйсин), а менее 1 кг – пикоспутники (皮卫星, пи вэйсин). В реальности введены и активно используются промежуточные ступени классификации, а именно пограничные между

«мини» и «микро» (微小卫星, вэйсяо вэйсин) и между «микро» и «нано» (微纳卫星, вэйна вэйсин), причем понять, где заканчивается первое и начинается второе, бывает затруднительно.

К категории вэйсяо, например, были официально отнесены и китайский первенец в этой области «Насин-1» (HK №6, 2004) массой 25 кг, и спутник «Кайто-1А» массой 110 кг (HK №11, 2016), а под рубрикой вэйна описывались изделия от школьного кубсата «Хуайань Энлай» (2,475 кг; HK №3, 2018) до вполне солидных аппаратов ДЗЗ SPARK (43 кг; HK №2, 2017). Таким образом, опубликованное наименование с приставкой вэйна может относиться к аппаратам массой примерно от 1 кг до 50 кг и не дает даже приблизительно представления об истинных размерах КА. Никакие его описания или изображения – ни фотографии, ни компьютерные модели – не опубликованы.

Приведем еще один пример того, насколько ненадежны подобные наименования. 10 ноября 2016 г. на ракете CZ-11 был запущен в качестве попутного груза «Пина-2» (HK №1, 2017), имя которого намекает, что изделие находится на границе между нано- и пикоспутниками (皮纳卫星, пина вэйсин). Вместе с тем его заявленное назначение – летная верификация микрона-носительной платформы!

Учитывая отсутствие информации по спутнику-попутчику, опишем вкратце предысторию вопроса и постараемся уточнить сведения, приведенные в ряде предыдущих публикаций.

Компания «Дунфанхун» обратилась к созданию микроспутников в 2008 г., получив задание спроектировать и изготовить КА «Сиван-1» («Надежда»). Спутник массой 60 кг, выполненный в виде уплощенной восьмиугольной призмы, стартовал 15 декабря 2009 г. Он был заявлен как радиолюбительский, но нес также камеру для съемки Земли (HK №2, 2010).

Вторым микроспутником фирмы стал аппарат «Шянь-7В» (он же «Таньсо-4В») массой 61 кг, созданный в кооперации с Университетом Цинхуа. Его изображения не опубликованы, так что неизвестно, был ли он похож на «Сиван-1». Новый аппарат стал частью знаменитого запуска 15 июля 2013 г., в результате которого, по официальному сообщению, на орбиту были выведены спутники «Шицзянь-15», «Чуансинь-3» и «Шянь-7» (HK №9, 2013). Первый из них выполнил сложную программу маневрирования и инспекции, осуществив в первый месяц полета сближение с КА «Чуансинь-3», затем с ранее запущенным спутником «Шицзянь-7» (в августе 2013 г., мае и сентябре 2014 г.; HK №7, 2014) и – в мае 2016 г. – вновь с «Чуансинем-3», который все это время работал по собственной программе и не маневрировал совсем. Третий же аппарат от фирмы «Дунфанхун» в действительности представлял собой комплекс из двух взаимодействующих спутников «Шянь-7А» и «Шянь-7В».

«Шянь-7В» впервые был выявлен американцами 19 октября 2013 г. как самостоятельный космический объект под

Табл. 3. Вероятная идентификация объектов запуска 10 ноября 2016 года и их наименования в каталоге СК США после 12 февраля 2018 года

Вероятная идентификация	Номер	Межд. обозн.	Американ. наименов.	Примечание
<b>Круговые орбиты</b>				
XRNAV-1	41841	2016-066A	XRNAV-1	
Лишуй-1 №01	41842	2016-066B	Xiaoxiang-1	
Пина-2	41843	2016-066C	Pina-2A	
Сяосян-1	41844	2016-066D	Pina-2B	
<b>Эллиптические орбиты</b>				
Ступень PH	41847	2016-066G	Ступень PH	
Pegasus-1	41846	2016-066F	Фрагмент PH	
Фрагмент PH	41845	2016-066E	Lishui-1 №01	Быстро снижается
Фрагмент PH	41928	2016-066H	Фрагмент PH	Быстро снижается

номером 39357 и в течение четырех лет периодически наблюдался вблизи основного аппарата. «Шиянь-7А» неоднократно маневрировал, но всякий раз после изменения высоты орбиты «Шиянь-7В» вновь появлялся рядом с ним. Очевидно, субспутник многократно стыковался с основным КА и вновь отделялся, но все маневры проходил в состыкованном состоянии. При старте в июле 2013 г. сообщалось, что одной из целей группового запуска является отработка космического манипулятора; по-видимому, именно он являлся средством захвата одного объекта другим в паре «Шияней».

Коррекция орбиты основного аппарата 8 июля 2017 г. впервые была проведена без субспутника на борту – он остался на прежней орбите в качестве пассивного тела. Стоит добавить, что «Шиянь-7А» маневрировал в июле и августе 2017 г. синхронно с «Шицзянем-15». Из-за различия примерно на километр в высоте орбиты «Шицзянь-15» двигался немного быстрее и как раз 15 августа, в период интенсивных коррекций «Шияня-7А», догнал его. Сближение, однако, не было тесным, так как плоскости орбит за четыре года успели разойтись на 0,8°, и боковое рассогласование составило примерно 100 км.

В третий раз фирма «Дунфанхун» отправила на орбиту сразу шесть аппаратов микро- и нанокласса: «Сиван-2А» (куб со стороной 398 мм, масса около 25 кг), «Сиван-2В», -2С и -2D (куб со стороной 245 мм, масса, по разным источникам, от 5 до 10 кг), «Сиван-2Е» и -2F (куб с ребром 116 мм, масса – 1,5 кг). После запуска 20 сентября 2015 г. (НК №11, 2015) наиболее крупный спутник произвел серию маневров, снизившись с 528 км до 465 км. Вся эта группа имела проектное наименование «Пина-1» и предназначалась для отработки алгоритмов и протоколов работы многоспутниковой системы, а также для многоочечных измерений плотности среды в термосфере Земли на высотах 90–140 км и ее изменений во времени с использованием спутниковых навигационных сигналов, лазерной дальнометрии и интерферометрии со сверхдлинной базой. В отчете за 2015 г. «Дунфанхун» подтвердил запуск 10 малых и микроспутников, в том числе и группы «Пина-1».

Два спутника «Пина-2» были названы в числе шести запущенных в 2016 г. в следующем ежегодном отчете фирмы. Однако непосредственно после запуска 10 ноября 2016 г. (НК №1, 2017) CAST писала об одном

микронаноспутнике «Пина-2», а о наличии двух аппаратов с таким названием лишь обмолвился глава Китайской группы радиолюбительских спутников CAMSAT Алан Кун. В мае 2017 г. в журнале «Космическая техника» (航天器工程) была опубликована статья «Исследования и практика оптимизации процесса разработки КА “Пина-2”», одним из авторов которой, кстати, является упомянутый выше Ли Яньдун. Целью работы названы подтверждение характеристик микронаноспутниковой платформы и технологии полезной нагрузки, а также оптимизация самого процесса разработки КА низкой стоимости. Текст статьи в открытом доступе отсутствует, но ни в заголовке, ни в кратком содержании ничто не указывает на то, что речь идет о двух одновременно запущенных спутниках.

Китай в ноябре 2016 г. заявил о запуске пяти спутников: основного КА XRNAV-1 и четырех аппаратов категории вэйна, три из которых были официально признаны разработчиками («Лишуй-1», «Пина-2» и «Сяосян-1»). Пятым Алан Кун назвал радиолюбительский спутник Pegasus-1, однако американцы предпочли другую версию и вместо этого внесли в каталог СК США названия Pina-2A и Pina-2B.

Поскольку на правильных околокруговых орбитах было найдено только четыре объекта, американцы вышли из положения, поставив спутнику оптического наблюдения «Лишуй-1» в соответствие один из четырех

0,4 км вниз и сблизился с объектом D. Оставаясь чуть-чуть выше напарника, к 24 апреля 2017 г. аппарат отстал от него примерно на 1300 км, но, благодаря проведенным 24–28 апреля маневрам, сократил отставание до 360 км и стал медленно достигать его. Дистанция сократилась до 300 км к 1 июня, но после этого сближение вновь сменилось расхождением: объект D тормозился атмосферой сильнее и оказался ниже, чем С.

13 ноября 2017 г. «Пина-2» выполнил еще одну небольшую коррекцию и поднялся на 0,3 км – до высоты полета объекта В. Это не означает, однако, что спутники сблизись, так как с момента маневра и до настоящего времени они обращаются практически в противофазе, находясь над противоположными сторонами Земли.

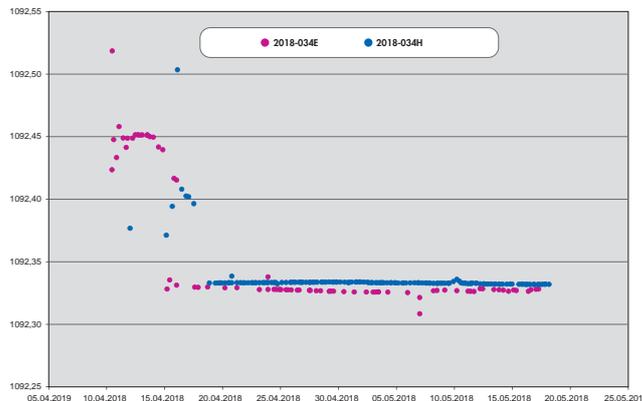
Итак, на протяжении 2008–2016 гг. компания «Дунфанхун» разработала и провела летные испытания микро- и наноспутников нескольких типоразмеров, включая маневрирующие «Пина-1» («Сиван-2А») массой 25 кг и «Пина-2». Можно с осторожностью предположить, что и запущенный 10 апреля экспериментальный КА создан в рамках этой же программы. Более того, рискованно высказывать догадку, что это и есть второй спутник «Пина-2», анонсированный по итогам 2016 г., но в реальности тогда не запущенный. В его поведении пока не все ясно, но есть такое впечатление, что до 18 апреля спутник совершал едва заметные маневры вблизи объекта H и орбиты обоих немного менялись.

Ну и немного о будущем.

В ноябре 2016 г. сообщалось, что компания «Дунфанхун» участвует в работах по интеграции микронаноспутниковой платформы с полезной нагрузкой в интересах дистанционного зондирования Земли с реализацией в 2016–2020 гг. На проект был выделен грант на 30 млн юаней\*, а его полная стоимость оценивалась в 45 млн юаней. Речь шла о создании КА массой 25 кг и мощностью системы электропитания 35 Вт с высокоточной системой ориентации, обеспечивающего съемку с высоты 500 км с пространственными разрешениями 2 м в панхроматическом и 8 м в мультиспектральном режиме. Предусматривалась возможность размещения на платформе оптических приборов иных типов (видеоспектрограф, поляриметр, ИК-камера и др.), а также датчиков для регистрации параметров космической среды, состояния атмосферы и т. п.

В декабре 2017 г. коллектив разработчиков во главе с Фу Дяньном (傅丹膺) из компании «Дунфанхун» и при участии разработчиков полезной нагрузки – представителей Пекинского исследовательского института космического машиностроения и электроники BISMЕ («508-й институт») – сделал доклад, в котором сроком летной отработки КА был назван 2019 г., а перспективной применением – создание «облака» из нескольких сотен спутников такого класса. ■

\* Еще один грант на 30 млн юаней по аналогичной теме был выделен Чанчуньскому институту оптики, точной механики и физики.



▲ Графики высоты полета экспериментального микроспутника и объекта H позволяют предполагать какую-то связь между ними

объектов на вытянутых эллиптических орбитах, причем тот, который, по данным оптических и радионаблюдений, являлся ракетной ступенью с установленными на ней радиолюбительскими устройствами. Осознав в конечном итоге несуразность ситуации, 12 февраля 2018 г. они перепривели обозначения, признав ступень ступенью и передав имя «Лишуй-1» другому подобному объекту, который считали ступенью раньше и который, судя по скорости снижения, тоже вряд ли является спутником. Сказанное иллюстрирует таблица 3, где наш актуальный вариант идентификации сопоставляется с текущим американским.

Что касается орбитального поведения объектов, то лишь один из восьми – объект С, который по любому варианту идентификации является спутником типа «Пина-2», – проявил себя как активный аппарат. В день старта он был найден на орбите, близкой к орбите В, однако уже 11 ноября спустился на

# Замена спутника IRNSS со второй попытки

- наклонение –  $19.2^\circ (19.2 \pm 0.2)$ ;
- минимальная высота –  $280 \text{ км} (284 \pm 5)$ ;
- максимальная высота –  $20\,649 \text{ км} (20\,650 \pm 675)$ ;
- период обращения –  $361.4 \text{ мин.}$

35463×35738 км. На рабочей орбите американцы обнаружили его 29 апреля.

IRNSS-1I планируется ввести в эксплуатацию в мае.

## Последний запасной аппарат

Базовый состав орбитальной группировки системы NavIC включает семь спутников: четыре на геосинхронных орбитах наклонением от  $27^\circ$  до  $31^\circ$  (по два в двух позициях – с прохождением экватора в точках  $55^\circ$  и  $111.75^\circ$  в.д.) и три на квазигеостационарных орбитах (по одному в точках стояния  $32.5^\circ$ ,  $83^\circ$  и  $129.5^\circ$  в.д.).

Космический сегмент был развернут в 2013–2016 гг. посредством запусков семи аппаратов: IRNSS-1A, -1B, -1C, -1D, -1E, -1F и -1G. Для поддержания группировки были заказаны запасные спутники IRNSS-1H и -1I.

Необходимость в замене аппарата в системе NavIC возникла в 2016 г., когда на IRNSS-1A, находящемся на геосинхронной орбите наклонением  $29^\circ$  с прохождением экватора в точке  $55^\circ$  в.д., постепенно вышли из строя все три бортовых рубидиевых стандарта частоты RAFS производства швейцарской компании SpectraTime. Это привело к тому, что спутник более не мог использоваться для определения местоположения и был способен передавать только навигационные сообщения.

Расследование показало, что в стандартах RAFS использовался недорогой электронный компонент, который стал восприимчив к коротким замыканиям из-за особенностей процедуры его наземных испытаний. В результате стандарты для IRNSS-1H и -1I были доработаны и протестированы.

К сожалению, первая попытка замены IRNSS-1A закончилась неудачей. При запуске IRNSS-1H в августе 2017 г. не сбросились створки головного обтекателя (ГО) PSLV-XL (HK № 10, 2017, с.50-51). В итоге спутник был не только выведен на нерасчетную орбиту, но и оказался запертым внутри ГО.

Аварийная комиссия, возглавляемая председателем ISRO Кайласавадиву Сива-

По информации ISRO, аппарат был доставлен на орбиту наклонением  $19.2^\circ$  и высотой  $281.5 \times 20\,730 \text{ км}$ . По словам директора Центра по производству спутников имени Удупи Рамачандры Рао URRSC (входит в ISRO, до апреля 2018 г. именовался ISAC) Милсвами Аннадураи (Mylswamy Annadurai), на IRNSS-1I раскрылись панели солнечных батарей, а спутник был принят на управление ЦУПом в городе Хассан.

В американском каталоге IRNSS-1I получил номер 43286 и международное обозначение 2018-035A.

Это был 43-й полет PSLV, в том числе 20-й в конфигурации XL. Как отметил после запуска назначенный в январе 2018 г. председатель ISRO Кайласавадиву Сиван (Kailasavadivoo Sivan), данная PSLV впервые имела топливные баки, изготовленные с использованием фрикционной сварки, что, по его мнению, должно в будущем улучшить эффективность производства и увеличить массу доставляемой полезной нагрузки.

Директор Космического центра имени Сатиша Дхавана П.Кунхикришнан (P.Kunhikrishnan) отметил, что установлен рекорд – самый короткий промежуток между двумя пусками с индийского космодрома (13 суток; предыдущий состоялся 29 марта).

За счет четырех маневров с помощью собственной двигательной установки IRNSS-1I был переведен на геосинхронную орбиту наклонением  $28.55^\circ$  с прохождением экватора в точке  $55^\circ$  в.д. Первый импульс был выдан 13 апреля в 04:19 IST, в результате чего спутник оказался на орбите высотой  $315 \times 35\,809 \text{ км}$  (по данным ISRO). После второго импульса 13 апреля в 20:04 он перешел на орбиту высотой  $8683 \times 35\,733 \text{ км}$ , после третьего – 14 апреля в 22:50 – на орбиту высотой  $31426 \times 35\,739 \text{ км}$ , после четвертого импульса 15 апреля в 21:05 – на орбиту высотой

А. Красильников.  
«Новости космонавтики»

12 апреля в 04:04:00 по индийскому времени IST (11 апреля в 22:34:00 UTC) с первого стартового комплекса FLP Космического центра имени Сатиша Дхавана специалисты Индийской организации космических исследований ISRO выполнили пуск ракеты-носителя PSLV-XL № C41 с космическим аппаратом IRNSS-1I для Индийской региональной навигационной спутниковой системы NavIC.

Выведение прошло штатно. В 04:23 спутник отделился от четвертой ступени носителя и вышел на геопереходную орбиту с параметрами (по информации Стратегического командования США, в скобках – расчетные значения по данным ISRO):



हसरो isro  
**REVERBERATION CHAMBER**  
 9w x 11.3L x 14.3H  
 1500M<sup>3</sup>



ном, выяснила, что команду на отделение ГО система управления носителем выдала вовремя, однако резиновые сильфоны внутри системы отделения не надулись до давления, необходимого для сброса створок.

К. Сиван отметил, что механизм отделения был модернизирован, протестирован и доказал свою надежность при пуске PSLV-XL в январе и GSLV Mk.II в марте 2018 г.

IRNSS-1I, также как и предыдущие аппараты данного семейства, был изготовлен URRSC в городе Бангалор. Примечательно, что в его создании участвовали специалисты шести предприятий, возглавляемых частной бангалорской компанией Alpha Design Technologies.

IRNSS-1I сделан на базе платформы I-1K. Его масса при старте составляла 1425.18 кг, из них сухая – 596.09 кг. Габариты спутника – 1800x1626x1743 мм, гарантийный срок службы – 10 лет.

Система электропитания мощностью 1671 Вт включает две панели солнечных батарей (каждая размером 2.15x1.8 м) и литий-ионную аккумуляторную батарею емкостью 90 А·ч. Двигательная установка аппарата состоит из жидкостного апогейного двигателя LAM тягой 440 Н и 12 двигателей ориентации тягой 22 Н каждый.

В полезную нагрузку IRNSS-1I входят три рубидиевых стандарта частоты RAFS для генерации и передачи через двойную спиральную антенную решетку диаметром 1.1 м двух видов навигационных сигналов в диапазонах S и L5 – открытого SPS и закрытого RS. Кроме того, спутник оснащен системой внешнетраекторных измерений, включающей транспондер С-диапазона и лазерные уголкообразные отражатели.

12 декабря 2017 г. полезная нагрузка IRNSS-1I была отправлена в URRSC из Центра космических приложений SAC (входит в ISRO) в городе Ахмадабаде, а 22 марта 2018 г. готовый аппарат привезли на космодром.

Сборка PSLV-XL на стартовом комплексе FLP началась 16 февраля. 12 марта при установке второй ступени был обнаружен неисправный кабель связи. Запасной кабель срочно прислали из Космического центра имени Викрама Сарабхаи VSSC (входит в ISRO) в городе Тируванантхапурам.

На подготовке к запуску никак не отразился отказ системы электропитания на спутнике GSat 6A, случившийся 31 марта при его доведении на геостационарную орбиту через два дня после старта. К. Сиван объяснил это тем, что система электропитания на IRNSS-1I совершенно другая.

**Улучшить точность и предоставить сервис**

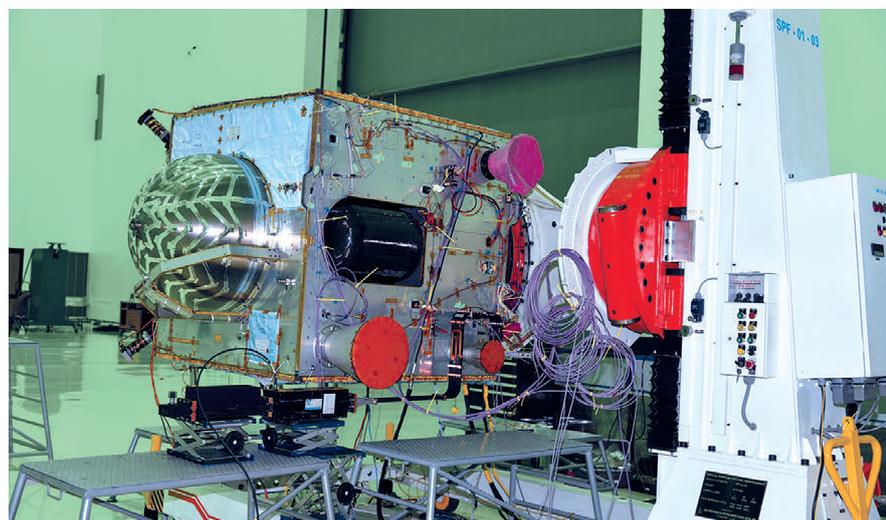
По словам председателя ISRO Кайласавадыву Сивана, в настоящее время ISRO готовит план модернизации системы NavIC. Основные цели: дальнейшее повышение точности определения местоположения (сейчас она составляет около 20 м) и обеспечение орбитального резерва на случай выхода из строя спутников. В то же время он подчеркнул, что региональная зона покрытия системы NavIC, простирающаяся на Индию и прилегающие к ней страны, увеличиваться не будет.

К. Сиван сообщил, что система NavIC начнет предоставлять коммерческие услуги, вероятнее всего, в конце апреля. «Очень скоро мы собираемся выйти к людям, чтобы дать этот продукт. И это будет навсегда, – пообещал он. – С этой целью при поддержке различных учреждений, а также промышленности требуется произвести все большее количество навигационных услуг для страны. Посредством этой орбитальной группировки, я уверен, мы гарантируем, что неимущие, плохо обслуживаемые и отдаленные люди получат замечательные приложения на базе навигационных услуг».

Прежде всего речь идет об индийских рыбаках, работающих в океане на расстоянии до 1500 км от берега. В настоящее время частные фирмы изготавливают спроектированные SAC навигационные приемники с чипами системы NavIC, которые будут устанавливаться на суда и иметь связь с мобильными телефонами посредством технологии Bluetooth.

«Мы взаимодействуем с производителями мобильных телефонов на предмет того, смогут ли они внедрить в них приемник при изготовлении», – отметил К. Сиван.

Специальное программное обеспечение на смартфонах позволит показывать местоположение судов, рыбные места, получать сообщения о плохой погоде, высоких волнах и нарушениях морской границы. В первую очередь приемники получат рыбаки из южных штатов Керала и Тамил-Наду. ■





**i** 10 апреля BBC опубликовали эмблему миссии, разъяснив: «Часовая стрелка, роль которой исполняет Atlas V 551, указывает на 11:00. Это символизирует дух правительственной стартовой команды AFSPC-11 и ее задачу: приложить максимальные усилия, чтобы удовлетворить требования Министерства обороны об обеспечении высшего командного состава и руководителей боевых подразделений космическими средствами для победы в войне вовремя и по графику».

14 апреля до 02:41 15 апреля, а резервное – на то же время в ночь с 15 на 16 апреля. Метеорологи дали вероятность хорошей погоды 80% на основной и лишь 30% на резервный день.

13 апреля носитель вывезли на старт, и было объявлено настоящее пусковое окно – с 23:13 до 01:11 UTC. Старт состоялся в самом его начале.

В последние четыре минуты Atlas V преклонился на автономное электропитание и поднял давление в топливных баках до полетного значения. Окончательная проверка состояния систем прошла за 30 сек до пуска. Маршевый двигатель РД-180 первой ступени включился за 2.7 сек до старта, набирая номинальную тягу до того, как включились пять навесных стартовых твердотопливных ускорителей (СТУ) и оторвали ракету от Земли. Полет проходил в соответствии с расчетной циклограммой (см. таблицу).

Это был первый полет PH Atlas V с доставкой полезного груза непосредственно на геостационарную орбиту (ГСО). До этого ракета\* запускала спутники на стандартную или же оптимизированную эллиптическую геопереходную орбиту (ГПО), выдавая третий импульс на восходящем участке траектории, чтобы поднять перигей и снизить наклонение. Окончательное скругление орбиты в этом случае все равно осуществляли двигатели КА.

Прямое выведение на ГСО, характерное для российских РН семейства «Протон», включает потребность в большом запасе топлива на борту аппаратов, но усложняется необходимостью включения двигателя верхней ступени после длительной баллистической паузы продолжительностью около шести часов и предъявляет более высокие требования к точности системы управления РН.

Миссия AFSPC-11 стала четвертой на счету ULA в 2018 г. и третьей для ракеты Atlas V, которая с 2002 г. выполнила 76 полетов. Это был восьмой запуск с мыса Канаверал в нынешнем году, считая миссии ULA и SpaceX. Кроме того, это 28-й пуск Atlas V для Пентагона и 46-й в целях национальной безопасности США. В восьмой раз данный носитель пролетел в самой мощной конфигурации «551» семейства с пятью СТУ, пятиметровым обтекателем и однодвигательной верхней ступенью Centaur.

### Спутник CBAS

Заказчик запуска хранил молчание относительно назначения основной полезной нагрузки вплоть до 6 апреля, когда Центр ракетных и космических систем ВВС США

\* Прямое выведение использовалось в нескольких запусках ракет Delta IV, которые также эксплуатируются компанией ULA.

## В США запущены секретные «сибас» и «орел»

И. Афанасьев.

«Новости космонавтики»

14 апреля в 19:13 EDT (23:13 UTC) со стартового комплекса SLC-41 Станции ВВС США «Мыс Канаверал» стартовый расчет Объединенного пускового альянса ULA (United Launch Alliance) при поддержке 45-го космического крыла осуществил пуск PH Atlas V (версия 551, номер AV-079). Целью миссии AFSPC-11 (Air Force Space Command 11) являлось выведение на близкую к геостационарной орбите спутника связи CBAS и демонстратора технологий EAGLE в интересах Министерства обороны США.

### Подготовка и пуск

Пуск с условным обозначением AFSPC-11 появился в графике в марте 2015 г. и планировался тогда на середину 2017 г. на ракете с бортовым номером AV-078. К январю 2017 г. он сдвинулся на март 2018 г., а номер ракеты поменялся на AV-079. В мае прошла еще одна сдвигка – на апрель и на ракету AV-081. В январе 2018 г. была названа точная дата старта – 12 апреля, а в феврале номер ракеты изменили еще раз – вновь на AV-079. Дата пуска изменилась лишь один раз, 4 апреля, когда его отложили на двое суток из-за необходимости замены одного из клапанов носителя.

9 апреля были опубликованы зоны, закрытые для пролета самолетов. Основное пусковое окно было объявлено с 22:00 UTC

Номер	Обознач.	Название	Параметры орбиты			
			i	Ир, км	На, км	P, мин
43339	2018-036A	USA-283 (CBAS)	0.05°	35232	35275	1398.7
43340	2018-036B	USA-284 (EAGLE)	0.06°	35258	35287	1401.4
43341	2018-036C	2-я ступень	0.06°	31993	35351	1316.3
43342	2018-036D	фрагмент РН				
43445	2018-036E	USA-285				
43446	2018-036F	USA-286				
43465	2018-036G	USA-287 (Mycroft)				

Пуск и выведение прошли штатно, миссия завершилась успехом спустя примерно семь часов после старта. Параметры достигнутой орбиты официально не сообщались, однако 21 и 27 апреля американский наблюдатель Брэд Янг обнаружил на окологеостационарной орбите три объекта, идентифицированные им как результаты запуска 14 апреля. Опознать их удалось по двум критериям: во-первых, им не соответствовали никакие объекты ни в открытой части американского каталога, ни среди сопровождаемых сообществом наблюдателей, а во-вторых, 15 апреля около 06:00 все три находились практически в одной точке над 105° в.д.

Фактические параметры орбит найденных объектов, а также номера и международные обозначения двух спутников и ступени в каталоге Стратегического командования США приведены в таблице. Идентификация их внутри «тройки» условная и может измениться с получением дополнительной информации.

Два добавочных КА были внесены в каталог СК США 29 апреля, и еще один – 12 мая. Один из них, очевидно, является спутником Mycroft, но о двух других КА ничего не известно.

Циклограмма запуска ракеты Atlas V в миссии AFSPC-11	
Время, час:мин:сек	Событие
-2.7	Включение маршевого двигателя первой ступени
0	Команда на включение стартовых ускорителей
1.1	Старт
2.1	Уровень полной тяги
3.9	Начала маневров по тангажу и курсу
34.4	Переход через звуковой барьер
45.9	Максимальное динамическое давление
1:35.0	Окончание работы ускорителей
1:47.0	Отделение ускорителей №1 и №2
1:48.5	Отделение ускорителей №3, 4 и 5; начало захолаживания двигателя и открытие клапанов системы реактивного управления второй ступени
3:31.0	Сброс головного обтекателя, дросселирование двигателя первой ступени
4:33.5	Отключение двигателя первой ступени
4:39.5	Разделение первой и второй ступеней
4:49.5	Первое включение двигателя второй ступени, продолжительность работы – 361.5 сек
10:50.7	Выключение двигателя второй ступени, выход на низкую околоземную орбиту
10:50.7	Пассивный участок траектории продолжительностью 726.7 сек
22:57.4	Второе включение двигателя второй ступени, продолжительность работы – 348.9 сек
28:46.3	Выключение двигателя второй ступени, выход на геопереходную орбиту
28:46.3	Пассивный участок траектории продолжительностью 5 час 05 мин 59.9 сек
5:34:46.2	Третье включение второй ступени, продолжительность работы – 156.2 сек
5:37:22.4	Выключение второй ступени, выход на окологеостационарную орбиту
5:37:22.4	Открытие «окна» отделения КА
6:57:24.3	Закрытие «окна» отделения КА
6:57:24.4	Конец миссии



(Space and Missile Systems Center, SMC) назвал основную полезную нагрузку – спутник связи, расширяющий возможности непрерывного вещания CBAS\* (Continuous Broadcast Augmenting SATCOM). Заказчик отказался при этом назвать подрядчика, построившего КА, а потенциальные разработчики «вежливо» промолчали.

Представитель пресс-службы ВВС США сообщил, что этот вид Вооруженных сил выдал контракт по стандартной практике закупки Министерства обороны, в соответствии с которой «детальная информация о выборе источника для [производства] КА не может быть представлена».

Известно, что эта программа координируется Директоратом военной спутниковой связи ВВС США (Military Satellite Communications Directorate) в составе SMC, которое также отвечает за эксплуатацию спутников широкополосной глобальной связи WGS (Wideband Global Satcom) и сверхвысокочастотной защищенной связи AEHF (Advanced Extremely High Frequency). ВМС США эксплуатируют собственную систему высокоскоростной узкополосной связи для мобильных пользователей MUOS (Mobile User Objective System).

**И** Помимо вышеуказанных программ, в эксплуатации остаются устаревшие спутники военной системы коммуникаций DSCS (Defense Satellite Communications System), аппараты Milstar и UFO (UHF Follow-On), которые в значительной степени были заменены на WGS, AEHF и MUOS соответственно.

В Национальном разведывательном управлении NRO (National Reconnaissance Office) действует собственный парк аппаратов-ретрансляторов, называемых «Спутниковой системой данных» SDS (Satellite Data System). Они обеспечивают прием и ретрансляцию информации с парка разведывательных спутников, принадлежащих NRO.

Согласно официальной информации, CBAS предназначен для увеличения возможностей американской группировки военных спутников связи. В сообщении SMC от 10 апреля аппарат охарактеризован как «военный КА спутниковой связи для работы на геостационарной орбите для поддержки главного командования и руководства боевых подразделений средствами связи и ретрансляции. Миссия CBAS – усилить существующие возможности военной спутниковой связи и непрерывной передачи военной информации через космические линии спутниковой ретрансляции».

Ключевым здесь, вероятно, является слово «вещание» (broadcast). В военной среде этим термином обозначают одностороннюю передачу разведывательной и иной инфор-

мации из центра развернутым частям и подразделениям. В настоящее время эту функцию исполняют блоки GBS на спутниках WGS.

Характеристики КА CBAS тоже не известны. Эксперты смогли лишь грубо прикинуть стартовую массу КА, исходя из грузоподъемности данного варианта носителя при прямом запуске на ГСО. Большая неопределенность оценки связана с наличием на ракете дополнительной полезной нагрузки EAGLE неизвестной полной массы.

Согласно «Справочнику пользователя», Atlas V версии 551 может доставить на ГСО полезный груз массой 3812 кг. Если основываться на информации Orbital ATK о платформе ESPASat (см. ниже), минимальная масса EAGLE равна 700 кг (при условии, что 1/3 приходится на топливо и 175 кг – на полезную нагрузку), а максимальная масса – 1848 кг (при условии, что баки EAGLE полны и он несет шесть полезных нагрузок массой по 181 кг). Исходя из данных предположений, масса CBAS находится в пределах от 1960 до 3100 кг, что вполне обычно для КА связи.

Требование доставки CBAS непосредственно на геостационар довольно любопытно, так как все крупные американские поставщики спутникового оборудования предлагали почти для всех предыдущих военных миссий платформы, оснащенные опогейным двигателем. Известными исключениями были спутники военной связи Milstar и WGS, аппараты системы предупреждения о ракетном нападении DSP и некоторые КА радиоэлектронной разведки.

### ESPA, EAGLE и Mycroft

Экспериментальная полезная нагрузка EAGLE\*\* (ESPA-Augmented Geostationary Laboratory Experiment) представляет собой спутник – носитель отделяемых и неотделяемых объектов для исследований на ГСО. Она предоставлена Директоратом космических аппаратов Исследовательской лаборатории AFRL (Air Force Research Laboratory) на авиабазе Кёртланд, штат Нью-Мексико, и представляет собой модифицированный адаптер вторичной полезной нагрузки ESPA (EELV Secondary Payload Adaptor). Последний, как следует из его названия, предназначен для использования на ракетах семейства EELV при наличии резерва массы. Адаптер ставится на верхнюю ступень РН и позволяет разместить основной КА сверху и до шести дополнительных полезных грузов по бокам.

Согласно пресс-релизу ВВС, EAGLE предназначен для «экспериментов, направленных на обнаружение, выявление и атрибуцию угрожающего поведения [иностранных] КА, а также на повышение космической ситуационной осведомленности SSA (space situational awareness)». Иначе говоря, данный эксперимент является продолжением программ MiTEX, GSSAP и ANGELS.

В 2012 г. компания Orbital Sciences (ныне – Orbital ATK) получила контракт стоимостью 32 млн на разработку базы, позволяющей проводить эксперименты, связанные с решением военных задач в космосе. Речь, в



▲ Платформа ESPASat

частности, шла об изучении перспективного способа съемки КА на высоких орбитах с помощью небольшого спутника, созданного на базе ранее выполненных миссий в области SSA и демонстрирующего возможности «эластичной» (resilient) спутниковой платформы.

В основе платформы ESPASat лежит переходник ESPA, уже использованный в нескольких миссиях. Он оснащается двигательной установкой, системой электропитания с раскрываемой солнечной батареей, средствами ориентации, стабилизации и связи, может маневрировать. Платформа ESPASat имеет шесть периферийных портов, на каждый из которых может быть установлена либо одна фиксированная («гостевая») полезная нагрузка, либо одна или две отделяемые. Все порты оборудованы стандартизированными интерфейсами, обеспечивающими взаимозаменяемость «гостей» и «попутчиков», а также интеграцию полезной нагрузки и внесение изменений в последний момент на этапе сборки. Платформа оптимизирована для работы на ГСО, но может быть адаптирована для миссий на низких и средних орбитах.

ESPASat может нести полезные нагрузки общей массой 1086 кг (до 181 кг на каждый порт) и максимальной высотой до 96,5 см. Сама платформа имеет диаметр 157,5 см при высоте 61 см и массу в незаправленном состоянии от 430 до 470 кг в зависимости от орбиты и требований к миссии.

Электросистема включает солнечную батарею (СБ) мощностью 1200 Вт с четырьмя раскладными панелями близкой к круговой формы, которые укладываются стопкой на верхнюю сторону кольца ESPA и развертываются после отделения от РН, и литий-ионных аккумуляторов емкостью 96 А·ч. От последних питание подается на полезную нагрузку через 28-вольтовую основную шину. Общая мощность бортовых потребителей около 950 Вт.

Двигательная установка, работающая на монотопливе (гидразин), используется для ориентации и коррекции орбиты. В ее состав входят четыре бака, вмещающие 310 кг топлива, что обеспечивает приращение характеристической скорости от 400 до 800 м/с в зависимости от массы полезной нагрузки.

Система управления оснащена набором датчиков Земли, Солнца и углового положения и трехосной инерциальной платформой. Она обеспечивает наведение на цель с точностью лучше 20 мкрад (4"). Исполнительным органом системы является сборка

\* Произносится как «сибас». Так часто называют морскую рыбу семейства окунеобразных, изображение которой присутствует на одной из эмблем миссии.

\*\* Аббревиатура подобрана специально и означает «орел».



▲ Платформа ESPAStar

маховиков RWA, способных поворачивать КА с угловой скоростью до 1.2 °/с. Разгрузка маховиков выполняется 12 управляющими микродвигателями тягой по 1 Н каждый. Для коррекции орбиты используются четыре маршевых двигателя тягой по 22 Н.

«Гостевые» полезные нагрузки вокруг кольца ESPA совместно используют систему данных от платформы ESPAStar и взаимодействуют с ней через синхронную шину полезной нагрузки (интерфейс UART/Space Wire и командный интерфейс 1553). Запоминающее устройство платформы обеспечивает хранение 36 Гбайт данных полезных нагрузок. Данные передаются в режиме реального времени со скоростью 256 кбит/с или 1.6 Мбит/с на сеть наземных станций SCN BBC США. Командная радиолиния имеет базовую скорость до 2 кбит/с, которая может быть увеличена по отдельному требованию заказчика.

В рамках программы испытаний в космосе STP (Space Test Program), реализуемой BBC США, EAGLE несет пять известных полезных нагрузок – четыре гостевые и одну отделяемую. Приводим описание в порядке имеющихся подробностей.

*Эксперимент по развитию «эластичной» платформы ARMOR (AFRL-1201 Resilient Spacecraft Bus Development Experiment).*

*Лазерный локатор с инверсным синтезированием апертуры ISAL (Inverse Synthetic Aperture Ladar) – перспективный мощный инструмент для работы в области космической ситуационной осведомленности, поскольку он предполагает получение изображений, разрешение которых не ограничено дифракционным пределом оптического телескопа.*

*Эксперимент по получению гипертемпоральных изображений из космоса HTI-SpX (Hypertemporal Imaging Space Experiment) демонстрирует технологии, разработанные по заказу Директората космических аппаратов AFRL для повышения уровня готовности к технологиям гипертемпоральной визуализации – смешивания мультиспектральных изображений целей, полученных через регулярные промежутки времени. Его разработала компания Raytheon при поддержке Spectral Science Inc. по контракту от 2014 г. стоимостью 33.7 млн \$. Инструмент собирает изображения в ультрафиолетовом, видимом и инфракрасном диапазонах, чтобы получить множество целевых сигнатур, и с помощью методов гипертемпоральной обработки определяет, как меняются эти изображения со временем.*

*Компактный датчик аномалий окружающей среды CEASE-III-RR (Compact Environmental Anomaly Sensor III Risk*

*Reduction) проверяет новый комплект сенсоров CEASE III на предмет определения аномалий, возникающих из-за радиации, с целью снижения риска разработки полноценного прибора. В состав инструмента входят телескоп низкоэнергетических протонов/электронов LEPET (Low Energy Proton/Electron Telescope) с двумя твердотельными детекторами, телескоп высокоэнергетических протонов/электронов HEPET (High Energy Proton/Electron Telescope) с пятью твердотельными детекторами и электростатический анализатор для измерения потока протонов мощностью от 3 МэВ до 200 МэВ, потока электронов от 0.05 МэВ до 4 МэВ, и электронов/ионов от 100 эВ до 50 кэВ. Эти измерения охватывают все четыре основных элемента энергетического воздействия космической среды, которые могут повлиять на работу КА, и таким образом обеспечивают средство для выявления системных аномалий, вызванных «космической погодой».*

*Спутник Muroft\*, предположительно идентифицируемый как USA-287, определен BBC как «экспериментальная полезная нагрузка четвертого поколения в области космической ситуационной осведомленности». Сообщается, что КА будет тестировать технологию, которая может быть использована будущими миссиями для обследования, каталогизации и инспекции объектов на ГСО.*



▼ Спутник на базе платформы ESPAStar

Спутник, также построенный Orbital ATK, «будет искать пути повышения возможности определения характеристик космических объектов и навигации [вблизи них], исследовать контрольные механизмы, используемые для обеспечения безопасности полетов, а также методы обработки данных для повышения космической ситуационной осведомленности».

В информационном бюллетене BBC к данному пуску также говорится, что Muroft удалится от EAGLE на расстояние около 35 км, а затем снова приблизится к платформе на расстояние около километра, оценивая окрестности «корабля-матки» при помощи бортовой камеры. Предполагается, что Muroft будет работать в течение 12–18 месяцев.

\* Расшифровка неизвестна. По одному из предположений, спутник назван в честь старшего брата Шерлока Холмса, обладавшего наблюдательностью и блестяще (даже лучше, чем сам детектив) владевшего дедуктивным методом. «Если бы искусство сыщика начиналось и кончалось размышлением в покойном кресле, мой брат Майкрофт стал бы величайшим в мире деятелем по раскрытию преступлений, – говорил Шерлок Холмс. – Но у него нет честолюбия и нет энергии» (Артур Конан Дойл, «Случай с переводчиком»).

BBC заявили: инженеры завершили «тщательные исследования и разработки» с целью гарантировать, что КА сможет пройти через перегруженную зону геостационарной орбиты, не причинив никому вреда.

Аппарат построен на базе платформы ESPAStar для высокоманевренных малых КА, оптимизированной для работы на ГСО. Она была впервые испытана в миссии по космической ситуационной разведке ANGELS в 2014 г. (НК №9, 2014, с.54-57).

ESPAStar без полезной нагрузки имеет размеры 57×57×70 см. При сухой массе 70 кг платформа может нести полезную нагрузку до 30 кг, а также 23 кг монотоплива (гидразин) для обеспечения частых орбитальных маневров с суммарной характеристической скоростью свыше 400 м/с. Основные системы платформы не дублированы; предусмотрено лишь выборочное дублирование на уровне компонентов, рассчитанное на трехлетнюю работу на геостационаре.

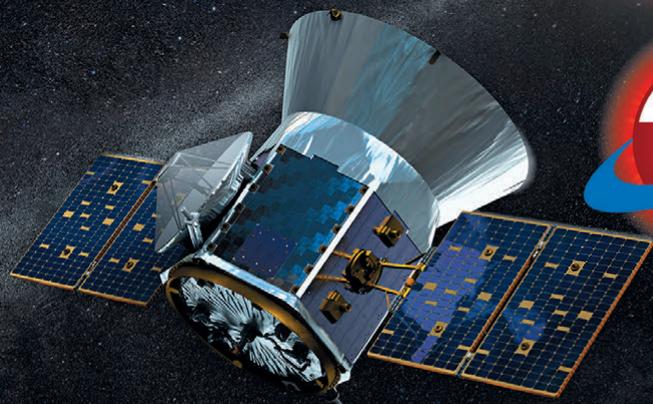
Трехсекционная СБ вырабатывает мощность до 265 Вт, из которых 30 Вт в среднем и 60 Вт в пике доступны для полезной нагрузки. Энергия хранится в литий-ионном аккумуляторе емкостью 24 А·ч. Аппарат оснащен системой управления ориентацией с шестью степенями свободы, использующей звездную навигацию в качестве основного источника данных о местоположении. В качестве силовых приводов служат маховики и микродвигатели на гидразине, которые поворачивают спутник со скоростью до 1.5 °/сек, что позволяет быстро переходить от одной цели к другой. Направление определяется с погрешностью не выше 70 мкрад. Параметры орбиты и текущее положение определяется с точностью лучше 10 м с использованием навигационных сигналов системы GPS.

В системе команд и данных спутника, как и системы ESPAStar, используются программируемые логические матрицы типа Virtex 5 и процессор BRE440; для данных полезной нагрузки имеется хранилище емкостью 12 Гбайт. Командно-телеметрическая информация (256 кбит/с «вниз», 2 кбит/с «вверх») идет через систему SCN.

Не известно, несет ли EAGLE шестую полезную нагрузку на еще одном посадочном месте и не оттуда ли происходят два дополнительных КА, внесенных в американский каталог под именами USA-285 и USA-286.

Заказчики высоко оценивают данную миссию. «Околоземный космос сегодня имеет решающее значение, и в будущем его ценность будет только увеличиваться, – полагает генерал-майор Уильям Кули (William Cooley), командир Исследовательской лаборатории AFRL. – Если BBC действительно принимает [стратегию] космического превосходства, то наша способность защищать жизненные космические интересы имеет первостепенное значение».

«Сегодняшний запуск еще раз подтвердил, что команда ULA стабильно является самым надежным и успешным национальным провайдером для самых важных космических активов страны, – подытожил Гэри Вентц (Gary Wentz), вице-президент ULA по правительственным и коммерческим программам. – Благодарю всю команду за феноменальную совместную работу с нашими партнерами по миссиям». ■



# ЛОВЕЦ ЭКЗОПЛАНЕТ

18 апреля в 18:51:31 EDT (22:51:31 UTC) со стартового комплекса SLC-40 Станции ВВС США «Мыс Канаверал» стартовые расчеты компании SpaceX осуществили пуск FH Falcon 9 FT версии Block 4 с научным космическим аппаратом NASA – обсерваторией TESS для поиска экзопланет транзитным методом.

Старт и выведение прошли штатно. Спустя 49 мин 35 сек после старта обсерватория была успешно доставлена на высокоэллиптическую орбиту с приблизительными параметрами:

- наклонение – 28.7°;
- высота в перигее – 250 км;
- высота в апогее – 270000 км;
- период обращения – 6.25 сут.

В каталоге Стратегического командования США научному аппарату присвоили номер 43435 и международное обозначение 2018-038A.

## История и цели проекта

Целью проекта TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) является обзор всего неба и массовый поиск планет у примерно 200 000 близких к Солнцу звезд, включая землеподобные планеты и объекты вдвое большего диаметра («суперземли»). Метод поиска – фотометрический: планеты обнаруживаются при прохождении по диску своей звезды, поскольку ее светимость в это время сокращается на величину закрытой планетой части света.

Инициатором создания обсерватории в 2004 г. стал Джордж Рикер (George R. Ricker) из Массачусеттского технологического института (MIT), который был тогда научным руководителем астрофизического проекта HETE (High Energy Transient Explorer). Под этим именем были последовательно запущены на FH Pegasus XL два созданных MIT совместно с компанией AeroAstro Inc. спут-

ника – HETE (4 ноября 1996 г., не отделился от 3-й ступени; НК №22-23, 1996) и HETE-2 (9 октября 2000 г.; НК № 12, 2000). Последний успешно отработал семь лет, занимаясь обнаружением и локализацией гамма-всплесков с помощью приемников оптического и рентгеновского диапазона на ПЗС-матрицах.

Работая с HETE-2, команда Рикера задавалась вопросом: можно ли с использованием подобных оптических камер обнаруживать экзопланеты? На тот момент это была «горячая» тема в области астрофизики: их было известно всего около 200 штук, причем большая часть была найдена путем измерения вариаций лучевых скоростей звезд, и лишь несколько – затменным (транзитным) методом, но последний обещал возможность нахождения маломассивных и удаленных от светила планет. Фотометрические камеры на HETE-2 сами не могли этого сделать, но, что называется, «идея понравилась».

В 2006 г. разработчики предложили проект поиска малых планет HETE-S, реализуемый на условиях частного финансирования, стоимостью около 20 млн \$. Поддержку ему обещал фонд Kavli Foundation; компания Google предоставила начальные средства, а MIT организовал приток частных инвесторов.

Стоимость проекта, однако, росла по мере увеличения интереса к нему, и в 2007 г. предложение переработали под возможное финансирование NASA в качестве одной из попутных научных миссий (Mission of Opportunity). В 2008 г. проект стоимостью 120 млн \$ с новым именем TESS представили космическому агентству на конкурс малых исследовательских аппаратов SMEX (Small Explorer), и в числе трех финалистов он получил деньги на фазу А разработки. Анализ, однако, выявил проблему: на низкой орбите магнитное поле Земли должно было нарушать ориентацию и мешать наблюдениям.

На второй этап команда Рикера не прошла, но, заручившись поддержкой компаний





Orbital Sciences и Aerospace Corp., в 2010 г. опять предложила TESS уже в качестве «обычного» (не малого) спутника-исследователя, и на этот раз на высокой орбите в резонансе 1:2 с Луной.

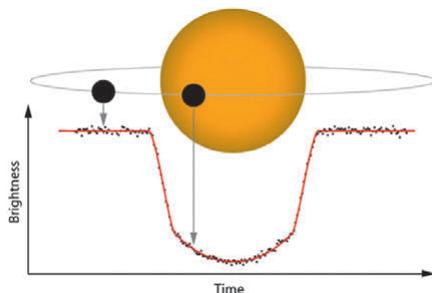
В сентябре 2012 г. NASA провело конкурс на создание исследовательских аппаратов в области астрофизики. Из четырех поступивших предложений в апреле 2013 г. были выбраны для реализации два: проект TESS и аппаратура NICER для изучения переменности рентгеновских источников, которую смонтировали на внешней поверхности МКС в июне 2017 г. (НК № 6, 2013; № 8, 2017).

В 2014 г. TESS успешно перешел с этапа формирования проекта на этап исполнения, в 2015 г. он миновал критическую защиту CDR (Critical Design Review) и в итоге был реализован в сроки, близкие к заявленным. Общая его стоимость составила 337 млн \$.

Следует отметить, что в 2009–2013 гг. NASA уже выполнило цикл транзитных наблюдений экзопланет на космической обсерватории Kepler (НК № 5, 2009). Она наблюдала одну фиксированную область небесной сферы площадью 115 квадратных градусов на границе созвездий Лебедя, Лиры и Дракона, содержащую около 150 000 звезд главной последовательности. За время работы по основной программе – до отказа двух из четырех маховиков системы ориентации – было найдено 4302 кандидата в экзопланеты, в основном у звезд на расстояниях от 300 до 3000 а.е., из которых «по горячим следам» удалось подтвердить 984, а к маю 2016 г. – еще 1284.

Принципиальное отличие проекта TESS состоит в глобальном охвате небесной сферы. За два года наблюдений будет отработано 85% общей площади неба – в 400 раз больше, чем у «Кеплера» и любого из предшествующих проектов.

Другое отличие от проекта Kepler состоит в отборе объектов изучения: примерно 200 000 звезд спектральных классов от F5 до M5, выбранных для высокочастотного мониторинга, существенно ближе к Солнцу (в основном 30–300 а.е.) и в среднем в 30–100 раз ярче. Это позволит впоследствии получить более точную информацию о параметрах их планет – массах, размерах, плотности и характеристиках атмосфер, деталях орбитальной динамики, наличии спутников и т.п.

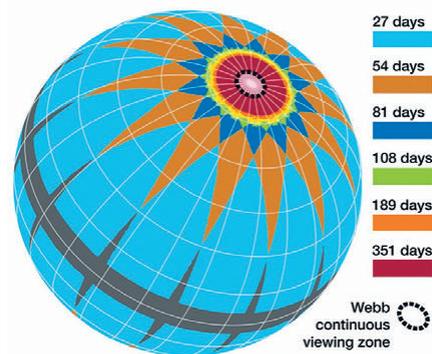


▲ Типовая кривая блеска звезды во время прохождения планеты по ее диску

Аппарат должен функционировать на орбите с периодом обращения 13,7 суток, или ровно половина сидерического месяца. Благодаря такому выбору, Луна не только не будет оказывать влияния на работу обсерватории, но и сможет «бесплатно» стабилизировать ее движение.

Стратегия наблюдений TESS строится следующим образом. На протяжении двух витков подряд обсерватория наблюдает одну область неба размером 24×96 кв. градусов, примерно противоположную направлению на Солнце. Первый год (13 циклов) обсерватория осматривает южное небо, второй год – северное. Блеск светил из основного списка проверяется с цикличностью в две минуты: для этого из общего поля зрения выделяются маленькие участки-марочки размером 10×10 элементов вокруг звезды и ведется накопление данных из 2-секундных экспозиций.

▼ Плотность покрытия небесной сферы наблюдениями TESS максимальна вблизи зоны постоянной видимости телескопа JWST



Состояние примерно 2 млн фоновых звезд блеском до 12<sup>m</sup> будет фиксироваться раз в 30 минут; чаще не получится из-за ограниченной пропускной способности радиолинии. Данные записываются на борту и сбрасываются на Землю в течение 16 часов вблизи перигея каждого витка.

Разумеется, транзиты можно будет наблюдать лишь в тех системах, где направление на Солнце лежит вблизи плоскости планетных орбит. Понятно также, что значительная часть транзитов будет охарактеризована как однократные – их вызывают планеты с длительным периодом обращения. Благодаря тому, что зоны наблюдений пересекаются вблизи северного и южного полюсов эклиптики, по этим областям будет получена более подробная статистика, позволяющая найти меньшие по размеру планеты с более продолжительными периодами обращения. Полоса шириной ±6° от эклиптической плоскости наблюдаться не будет.

Как показывает моделирование, TESS сможет найти примерно 15 000 кандидатов в экзопланеты, в том числе примерно 1250 у основного «контингента» из 200 000 звезд, примерно 3200 у ярких карликов из числа фоновых светил и до 10 000 у более слабых звезд. До 4500 экзопланет из общего числа будут доступны для дальнейшего изучения. Ожидается, что примерно 250 экзопланет будут принадлежать к категории «земель» и «суперземель», и некоторая часть таких силикатных планет с водно-ледяной оболочкой окажется в пределах «зоны жизни» соответствующей звезды.

Экзопланеты различных классов, найденные TESS у близких ярких звезд, предполагается подтвердить и затем исследовать с использованием других космических и наземных средств, включая запускаемый в 2020 г. Космический телескоп имени Джеймса Вебба. На этом этапе предполагается изучить характеристики как самих планет, так и их атмосфер.

Масса является ключевым параметром наряду с радиусом, который вычисляется непосредственно из величины спада блеска звезды. Ученые рассчитывают определить массы по крайней мере 50 малых земледобных планет радиусом не более четырех земных, распределив их на земли и суперземли и так называемые мини-нептун, не имеющие твердой поверхности.

Помимо транзитных экзопланет, TESS сможет обнаружить астероиды, новые и сверхновые звезды, а также, возможно, оптические проявления источников гравитационных волн. Калиброванные данные TESS будут доступны всем желающим для самостоятельных поисков интересных объектов.

## Спутник TESS

В кооперацию по созданию КА вошли более десятка университетов, исследовательских институтов и обсерваторий; из них основную роль играют следующие:

- ◆ Институт астрофизики и космических исследований имени Кавли и Лаборатория Линкольна при MIT – научное руководство, разработка бортового инструмента, научный центр и анализ данных;

- ◆ Orbital ATK – разработка КА, интеграция с полезной нагрузкой, испытания, центр управления полетом;

- ◆ Исследовательский центр имени Эймса – система передачи данных;
- ◆ Центр космических полетов имени Годдарда – управление проектом, вопросы безопасности и качества, связь с общественностью;
- ◆ Гарвард-Смитсоновский центр астрофизики – использование результатов наблюдений, научный центр;
- ◆ Научный институт Космического телескопа – управление архивом научных данных.

Спутник TESS стартовой массой 362 кг разработан и изготовлен компанией Orbital ATK в г. Даллес, штат Вирджиния, на базе платформы LEOStar-2. Корпус КА выполнен в виде шестиугольной призмы диаметром чуть более 1.0 м и высотой 0.85 м. На двух гранях корпуса установлены одноосные приводы солнечных батарей, на третьей – остронаправленная антенна. Наибольший размер TESS по солнечным батареям – 3.7 м. Сверху на служебный блок установлен модуль научной аппаратуры высотой 0.65 м и диаметром 1.2 м.

Две двухсекционные солнечные батареи площадью 0.89×1.10 м<sup>2</sup> каждая обеспечат КА мощностью 530 Вт в конце двухлетнего заявленного срока службы. Бортовые системы запитаны от шины напряжением 28 В, их среднее энергопотребление – 290 Вт.

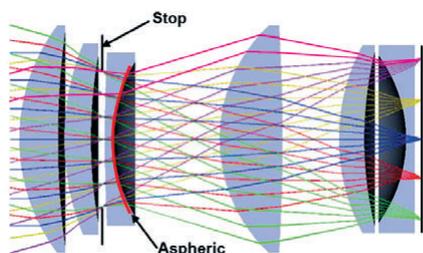
Система ориентации и стабилизации обеспечивает построение трехосной ориентации с нулевым моментом на четырех ЖРД по данным от четырех солнечных датчиков



▲ Сборка из четырех телескопов TESS



▲ Конструкция телескопа-рефлектора



▲ Оптическая схема телескопа



и четырех гироскопов и точное наведение с помощью четырех маховиков компании Honeywell. В режиме точного наведения обеспечивается нацеливание с точностью 3.6" и стабилизация на уровне 0.05"/ч.

Текущую ориентацию КА определяет с использованием двойного звездного датчика датской фирмы DTU Space и корректирует по положениям примерно 200 навигационных звезд в зоне съемки основным прибором.

Бортовая ДУ однокомпонентная, на гидразине, включает бак емкостью 45 кг и пять ЖРД – один маршевый тягой 22 Н и четыре двигателя ориентации и стабилизации по 5 Н. Запас характеристической скорости бортовой ДУ составляет 268 м/с.

Единственный бортовой инструмент состоит из четырех широкоугольных телескопов-рефлекторов с фотоприемниками на базе ПЗС-матриц. Каждый телескоп с апертурой 105 мм и фокусным расстоянием 146 мм, состоящий из семи оптических элементов, имеет поле зрения 24×24°, а вся сборка отсматривает непрерывную полосу 24×96°. Аппаратура работает в диапазоне от 600 нм до 1000 нм, то есть в красном и ближнем инфракрасном участках спектра, что позволяет среди прочих объектов наблюдать сравнительно холодные красные карлики.

Приемные матрицы CCD-80 с низким энергопотреблением и малым уровнем

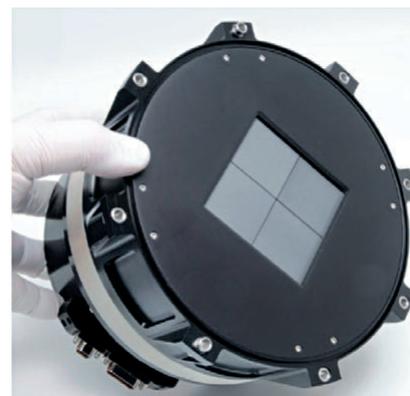
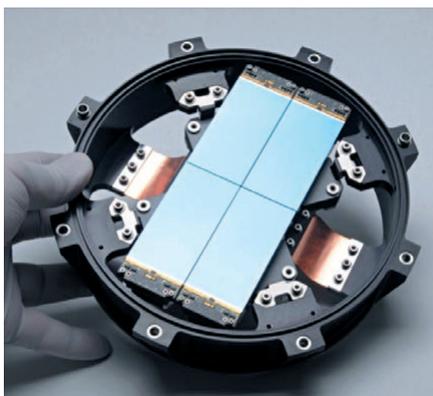
шума подготовлены Лабораторией Линкольна на базе ПЗС-матриц проекта Chandra и ряда японских КА. Каждый телескоп использует четыре матрицы размером 2048×2048 элементов, формируя изображение размером 4096×4096 на площади 62×62 мм. Фотоприемники обеспечивают фотометрическую точность в 200 частей на миллион на часовом интервале наблюдений для звезды 10-й величины при систематических шумах на уровне менее 60 миллионных.

Сброс данных на Землю осуществляется по радиоканалам диапазонов S (1 Мбит/сек) или Ka (100 Мбит/сек) вблизи перигея орбиты, который, однако, будет достаточно высоким, чтобы КА не погружался в радиационные пояса.

### Запуск и работа аппарата

Контракт на запуск TESS между NASA и компанией SpaceX на сумму 87 млн \$ был заключен в декабре 2014 г. До этого предполагалось использовать носитель воздушного базирования Pegasus XL, также эксплуатируемый компанией Orbital. Однако агентство, не объясняя причин, выбрало ракету Falcon 9 версии v1.1, хотя ее грузоподъемность была в несколько раз выше необходимой – как, стоит заметить, и цена. Впрочем, к лету 2015 г. ее пришлось заменить на еще более тяжелую версию v1.2, поскольку производство предыдущего варианта сворачивалось.

▼ Приемник фокальной плоскости одного из четырех телескопов TESS. Половина каждой матрицы находится под крышкой и служит для измерения темного тока (уровня помех)





▲ Джефф Волосин, менеджер проекта TESS от Центра Годдарда

Изначально старт планировался на август 2017 г. За год до этого расчетная дата пуска сдвинулась с 9 августа на 20 декабря 2017 г., а в январе 2017 г. – на 20 марта 2018 г. из-за проблем с обеспечением графика пусков компании SpaceX. Эта новая дата оказалась надежной – она продержалась до середины февраля 2018 г., когда NASA объявило, что пуск состоится 16 апреля.

Ракету доставили на мыс Канаверал в середине марта, а спутник прошел выходной контроль 15 марта. 9 апреля состоялась первая «репетиция» старта, а 11 апреля – традиционный прожиг девяти ЖРД первой ступени на старте. 13 апреля маленький аппарат укрыли огромными створками обтекателя и провели смотр летной готовности, после

▼ Обсерватория TESS под обтекателем ракеты Falcon 9



которого пуск был назначен на 16 апреля в 18:32:07 EDT (22:32:07 UTC). Стартовое окно считалось мгновенным, но при необходимости (например, чтобы избежать столкновения с орбитальным объектом) время можно было сдвинуть вправо на 30 секунд.

В ночь на 16 апреля ракету вывезли на старт, однако менее чем за три часа до расчетного времени пуск отменили: возникли сомнения в нормальной работе системы навигации, наведения и управления GNC. На устранение проблемы выделили двое суток, и теперь старт был назначен на 18 апреля в 18:51:31 EDT. На этот раз не помешали ни техника, ни погода – и ракета ушла по графику.

Отделившись на 152-й секунде полета, первая ступень № B1045 совершила успешное приземление на автономную плавучую платформу Of Course I Still Love You (OCISLY). Ее предполагается использовать повторно при пуске грузового корабля Dragon к МКС.

Кроме того, SpaceX отработывала спасение головного обтекателя версии 2.0. В своем Instagram Илон Маск поместил фотографию створки, спускающейся под парашютом после входа в атмосферу. Подхват с помощью специального судна Mr Steven не планировался – такие эксперименты пока проводятся только при пусках «девятки» с базы Ванденберг, но парашютная система спасения была установлена и использовалась.

В результате первого включения вторая ступень вышла на 500-й секунде на опорную орбиту высотой около 250 км. Через 43 мин 10 сек после старта двигатель второй ступени включился во второй раз и за 53 секунды обеспечил набор необходимой скорости – примерно 10.4 км/с.

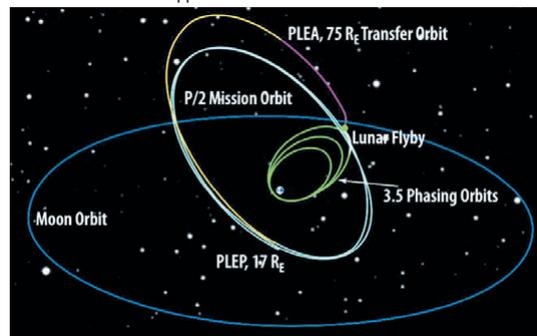
TESS отделился в 23:41:06 UTC; в 23:53 развернулись солнечные батареи КА. С борта через спутники TDRS и затем через австралийские станции Сети дальней связи была

получена телеметрия – и разработчики убедились в нормальном функционировании систем.

Тем временем вторая ступень РН выдала третий импульс, в результате которого приобрела гиперболическую относительно Земли скорость. По данным Джонатана МакДауэлла (США), в итоге она перешла на гелиоцентрическую орбиту размерами 0,82×1,00 а.е. и наклоном 0,3°.

На функциональные проверки аппарата отводилось пять суток. 20 апреля операторы компании Orbital ATK включили звездный датчик и построили грубую инерциальную ориентацию, а также опробовали ЖРД перед первой коррекцией орбиты. 21 апреля был проведен первый апогейный маневр A1M – двигатели включили на 50 секунд, главным образом, для проверки их работоспособности, тем не менее перигей орбиты поднялся примерно до 2200 км. 22 апреля прокалибровывали звездный датчик на фоне работы маховиков системы ориентации, а 23 апреля запустили бортовой алгоритм баллистического прогноза.

25 апреля в 05:42 UTC аппарат прошел перигей и начал второй виток. TESS выполнил первый перигейный маневр P1M, после которого апогей орбиты достиг 354 000 км, а период обращения – 9 суток с небольшим. В тот же день были включены передатчик Ка-диапазона и усилитель на бегущей волне и протестирован канал высокоскоростной передачи информации от компьютера обработки данных ADHU.



▲ Траектория выхода TESS на рабочую орбиту

Второй апогейный маневр A2M не проводили – орбита КА была почти идеальной. 29 апреля были включены четыре научные камеры: до середины июня с перерывами на коррекции они будут собирать данные для калибровки. 30 апреля спутник перевели в режим точной стабилизации с генерацией кватернионов ориентации по данным от научного инструмента. Камеры стали охлаждаться до рабочей температуры -85°C.

4 мая TESS провел второй перигейный маневр P2M. Включение двигателей на 7 сек задавало условия для встречи с Луной. Третий маневр P3M состоялся 13 мая; по уточненным данным, TESS должен пройти на расстоянии около 8000 км от Луны 17 мая в 06:34:35 UTC. Гравитационный маневр у Луны и еще одна коррекция 17 июня сформируют рабочую орбиту с перигеем 108 000 км, апогеем 376 000 км и периодом 13,7 сут.

Через 60 суток после старта TESS сможет начать научную вахту. Его работа профинансирована в течение трех лет, но при исправности бортовых систем может быть продлена до 20 лет и более. ■

# «Космос-2526» в полете

И. Лисов.

«Новости космонавтики»

19 апреля в 01:11:59.971 ДМВ (18 апреля в 22:12:00 UTC) с пусковой установки №24 площадки №81 космодрома Байконур осуществлен пуск РН «Протон-М» с разгонным блоком «Бриз-М» и космическим аппаратом «Космос-2526».

Все предстартовые операции и старт ракеты прошли в штатном режиме. Средства наземного автоматизированного комплекса управления (НАКУ) осуществляли контроль за проведением пуска и полетом ракеты. Через пять минут после старта ракета-носитель «Протон-М» была взята на сопровождение средствами НАКУ Главного испытательного космического центра имени Г.С.Титова.

Через 9 час 02 мин спутник был успешно выведен на околостационную орбиту и принят на управление. По сообщению компании-изготовителя, после отделения с аппаратом была установлена связь, его системы функционировали в штатном режиме, механические устройства были раскрыты, спутник находился в режиме ориентации на Солнце.

После принятия на управление космическому аппарату было присвоено наименование «Космос-2526».

РИА «Новости» сообщило, что «Бриз-М» после отделения КА был уведен на орбиту захоронения: «Двигательная установка раз-

гонного блока была несколько раз включена для того, чтобы придать ему импульсы, необходимые для увода на орбиту высотой около 36000 километров».

В каталоге Стратегического командования США спутнику присвоены номер 43432 и международное обозначение 2018-037A. Первые двусторонние элементы на КА были выданы лишь 25 апреля и соответствовали орбите с параметрами:

- наклонение – 0,09°;
- минимальная высота – 35550 км;
- максимальная высота – 35741 км;
- период обращения – 1425 мин.

9 мая американские средства зафиксировали прибытие спутника в точку стояния 80° в.д.

Ракета-носитель «Протон» и разгонный блок «Бриз-М» разработаны и серийно изготавливаются в Государственном космическом научно-производственном центре имени М.В.Хруничева. Состоявшийся пуск стал первым стартом РН «Протон-М» в 2018 г. и 417-м пуском в летной истории РН «Протон» всех модификаций начиная с 1965 г.

На Байконуре специалисты предприятий-изготовителей и космодрома осуществили необходимые работы по подготовке носителя и спутника к запуску. Сюда, в частности, входили проверка электрических цепей, заряд аккумуляторных батарей, стыковка космического аппарата с разгонным блоком и ракетой-носителем. ■

▼ Бак окислителя 2-й ступени РН «Протон-М» пуска 19 апреля 2018 г., найденный поисковиками в районе падения №327 на Алтае



▲ Старт РН «Протон-М» с космическим аппаратом «Космос-2520» 16 августа 2017 г.



Фото В. Авдошкина

# Европейские «Часовые» на посту

И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»

25 апреля в 20:57:52 ДМВ (17:57:52 UTC) с пусковой установки №3 площадки 133 Государственного испытательного полигона Плесецк расчеты Космических войск Военно-космических сил России совместно со специалистами ГКНПЦ имени М.В. Хруничева выполнили успешный пуск ракеты-носителя «Рокот» с разгонным блоком «Бриз-КМ» с целью выведения на орбиту европейского космического аппарата дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) Sentinel-3В. Заказчиком запуска выступило Европейское космическое агентство (ЕКА), а провайдером пусковых услуг – фирма Eurocot, совместное предприятие ArianeGroup и ГКНПЦ имени М.В. Хруничева, разработчика и изготовителя ракеты и разгонного блока.

Миссия успешно завершилась в 22:17 ДМВ, когда спутник отделился от разгонного блока на солнечно-синхронной орбите (ССО) с параметрами:

- наклонение – 98.62°;
- высота в перигее – 807 км;
- высота в апогее – 833 км;
- период обращения – 101.11 мин.

В каталоге Стратегического командования США спутнику был присвоен номер 43437 и международное обозначение 2018-039А.

## Подготовка и запуск

Непосредственная подготовка к пуску началась 16 марта, когда транспортный самолет, на борту которого находился контейнер со спутником Sentinel-3В и наземным вспомо-

гательным оборудованием, прибыл из Франции и приземлился в аэропорту Талаги (г. Архангельск). Уже 17 марта контейнер железнодорожным транспортом был доставлен в монтажно-испытательный корпус (МИК), расположенный на технической площадке ракетного космического комплекса (РКК) «Рокот» космодрома Плесецк. Комплексные проверки и заправку аппарата компонентами топлива выполняли специалисты французского подразделения Thales Alenia Space (головного разработчика и изготовителя КА) совместно с коллегами из ЕКА. Параллельно в МИКе команда инженеров Центра Хруничева вместе с техническими специалистами других предприятий Роскосмоса готовила к сборке с КА разгонный блок, переходную систему и головной обтекатель.

18–19 апреля в соответствии с графиком пусковой кампании в чистой камере МИКа интернациональная команда в составе специалистов Центра Хруничева и европейских организаций и предприятий – Thales Alenia Space, ЕКА и других – провела сборку космической головной части (КГЧ) ракеты

космического назначения (РКН) «Рокот». В ходе работ была выполнена последовательная интеграция КА Sentinel-3В с адаптером и РБ «Бриз-КМ», а также монтаж головного обтекателя. Затем собранную головную часть РКН перевезли в общий зал МИКа.

20 апреля специалисты провели заключительные электрические проверки КГЧ и установили на головной обтекатель защитный термочехол. Вечером КГЧ переместили на транспортный агрегат и подготовили к отправке на стартовый комплекс для установки на блок ускорителей РКН «Рокот». Вывоз КГЧ из МИКа на стартовую площадку прошел 21 апреля.

В день старта подготовка к пуску велась в соответствии с расчетной циклограммой, и он состоялся в назначенное время. РН и РБ сработали штатно – и спустя 1 час 20 мин спутник отделился от разгонного блока.

РКН легкого класса «Рокот», созданная в ГКНПЦ имени М.В. Хруничева на базе МБР РС-18, предназначена для запуска спутников массой до 1950 кг и по своим возможностям полностью отвечает задачам выведения ма-



Фото ЕКА



созданной в 1995 г. и с 2000 г. обеспечивающей коммерческую эксплуатацию РКН «Рокот» на мировом рынке запусков малых низкоорбитальных спутников. Значительное число этих запусков осуществляется с аппаратами, предназначенными для наблюдения Земли, отработки новых технологий в условиях космического пространства, научных исследований. В рамках контрактов, заключенных между Eurockot и ЕКА, «Рокот» успешно вывел на орбиту шесть спутников глобального мониторинга Земли (GOCE, SMOS, SWARM, Sentinel-3A, Sentinel-5P, Sentinel-3B), а также технологический демонстратор PROBA-2. Состоявшийся запуск стал 14-м для предприятия Eurockot.

### Система Copernicus и спутник Sentinel-3B

Запущенный спутник относится к новому поколению аппаратов ДЗЗ, созданных в рамках проекта глобального мониторинга в интересах охраны окружающей среды и безопасности. Этот проект, в свою очередь, составляет значительную часть европейской программы «Коперник» (Copernicus), реализуемой ЕКА, организацией EUMETSAT и Еврокомиссией. Аппараты предназначены для оперативного (в режиме, близком к реальному времени) мониторинга океана, суши и ледяного покрова в течение 20 лет.

Систему образуют КА шести различных типов, большая часть которых работает парами, увеличивая частоты сбора данных и уменьшая время между проходами над индивидуальными точками земного шара, интересующими исследователей.

Два спутника типа Sentinel-1, выведенные 3 апреля 2014 г. (НК №6, 2014, с.35-38) и 25 апреля 2016 г. (НК №6, 2016, с.28-33), обеспечивают получение радиолокационной «картинки» земной поверхности, в то время как пара аппаратов типа Sentinel-2, стартовавших 23 июня 2015 г. (НК №8, 2015, с.28-32) и 7 марта 2017 г. (НК №5, 2017, с.29-31), предоставляют операторам оптические мультиспектральные изображения.

Аппараты типа Sentinel-3 – наследники хорошо себя зарекомендовавших спутников ERS-2 и Envisat. Основная цель миссии – наблюдение за топографией поверхности океана, температурой поверхности моря и суши, цветом океана и суши с высокой степенью точности и надежности для поддержки систем прогнозирования состояния океана, для мониторинга окружающей среды и климата.

Sentinel-4 и -5 еще не выводились. Так будут называться «гостевые» полезные нагрузки, размещенные на борту КА организации EUMETSAT – геостационарного метеорологического спутника третьего поколения MTG (Meteosat Third Generation) и полярного метеоспутника второго поколения MSG (MetOP Second Generation) соответственно. С 2020 г. они будут искать следовые газы в атмосфере Земли. 13 октября 2017 г. на низкую околоземную орбиту был выведен спутник-прототип Sentinel-5p (НК №12, 2017, с.34-37).

Sentinel-6 является продолжением успешной серии спутников Jason, использующих радиолокационную альтиметрию для сопоставления и изучения вариаций высоты поверхности моря. Sentinel-6 представляет собой единственную часть общего созвездия, которая не должна использовать пары аппаратов для параллельных наблюдений: спутники этого типа, как ожидается, будут работать последовательно.

Аппарат, запущенный 25 апреля, относится к семейству спутников Sentinel-3, парно функционирующих на полярной ССО высотой 803 км с местным временем нисходящего узла 10:00 и разнесенных вдоль орбиты на 180° друг относительно друга. Первый КА – Sentinel-3A – стартовал 16 февраля 2016 г. также на РКН «Рокот» с космодрома Плесецк (НК №4, 2016, с.41-44).

Пара Sentinel-3 будет иметь высокую повторяемость съемок: их орбиты обеспечат получение полного пакета топографических данных каждые 27 дней. Информация, поступающая практически в реальном режиме времени, будет использоваться для прогнозирования океанических процессов и картографирования морских льдов. Аппараты обеспечат работу служб, наблюдающих за экологическим состоянием морей и нуждающихся в точных и оперативных данных о состоянии поверхности океанов, в том числе о температуре воды, океанических экосистемах, качестве воды и мониторинге загрязнения окружающей среды. Сервисы, связанные с наблюдением земной поверхности, будут получать полезную информацию со спутников Sentinel-3 о состоянии лесного покрова, качестве почвы, выявлении природных пожаров.



Фото ЕКА

лых и средних КА на солнечно-синхронные и околополярные орбиты. С использованием разгонного блока «Бриз-КМ» она позволяет реализовывать различные схемы выведения полезной нагрузки, в том числе групповой запуск КА на одну или несколько орбит. РКН «Рокот» используется для коммерческих запусков с 2000 г., а для запусков по федеральным программам – с 2005 г. За это время с космодрома Плесецк в общей сложности состоялось 27 пусков РКН «Рокот», из них семь – с попутной полезной нагрузкой. За прошедшие 18 лет ракета вывела на орбиту более 60 КА различного назначения.

Sentinel-3B стал третьим КА серии Sentinel («Часовой»), запущенным в рамках контрактов между ЕКА и фирмой Eurockot,

#### ▼ Гидразин для заправки ДУ спутника Sentinel-3B



Фото ЕКА

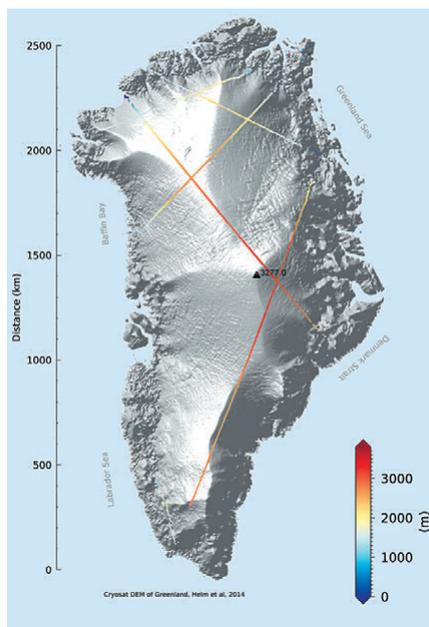


Оба КА построены французским подразделением компании Thales Alenia Space на базе спутниковой платформы Prima среднего размера, которая также использовалась для спутников Sentinel-1, итальянского созвездия COSMO-SkyMed и канадского аппарата Radarsat-2. Аппарат Sentinel-3B имеет массу 1250 кг (сухая масса – 1150 кг), габариты (в транспортном положении) 3.710x2.202x2.207 м и предназначен для эксплуатации не менее 7.5 лет. Стоимость одного спутника – 475 млн \$.

Платформа оснащена системой трехосной стабилизации, в состав которой входят три звездных датчика, четыре маховика и система магнитной разгрузки. Точность определения параметров орбиты составляет примерно 3 м в режиме реального времени с использованием навигационных сигналов системы GPS на основе калмановской фильтрации. Двигательная установка включает восемь гидразиновых микродвигателей тягой по 1 Н для выполнения орбитальных маневров. Топлива на борту достаточно для 12-летней работы, во время которой ресурс аппарата будет определяться состоянием систем КА.

Система электропитания представлена поворотной секцией солнечных батарей площадью 10 м<sup>2</sup> и мощностью 2.1 кВт, составленных из европейских фотоэлементов на основе арсенида галлия с тройным переходом. Кроме того, в состав системы входит буферная литий-ионная аккумуляторная батарея емкостью 160 А·ч.

Система связи имеет несколько каналов: канал команд и управления (включая внешнетраекторные измерения) в S-диапазоне со скоростью передачи служебных данных 64 кбит/сек (канал «Земля–борт») и 1 Мбит/сек (канал «борт–Земля»); два канала «борт–Земля» в X-диапазоне со скоростью передачи данных 280 Мбит/сек каждый для передачи целевой научной информации.



▲ Первые рабочие витки Sentinel-3B по измерению ледяного покрова Гренландии

Для хранения данных спутник оснащен твердотельным запоминающим устройством емкостью 384 Гбайт.

Спутник Sentinel-3B несет тот же набор приборов, что и Sentinel-3A.

Инструмент для определения цвета океана и суши OLCI (Ocean and Land Colour Instrument) – спектрометр для получения изображения, созданный на базе видового спектрометра среднего разрешения MERIS (Medium Resolution Imaging Spectrometer), который был установлен на борту спутника Envisat. OLCI имеет пять камер, работающих в 21 спектральном диапазоне – от 400 до 1020 нм – на пять больше, чем MERIS, которые покрывают видимый спектр и часть ближней инфракрасной области спектра.

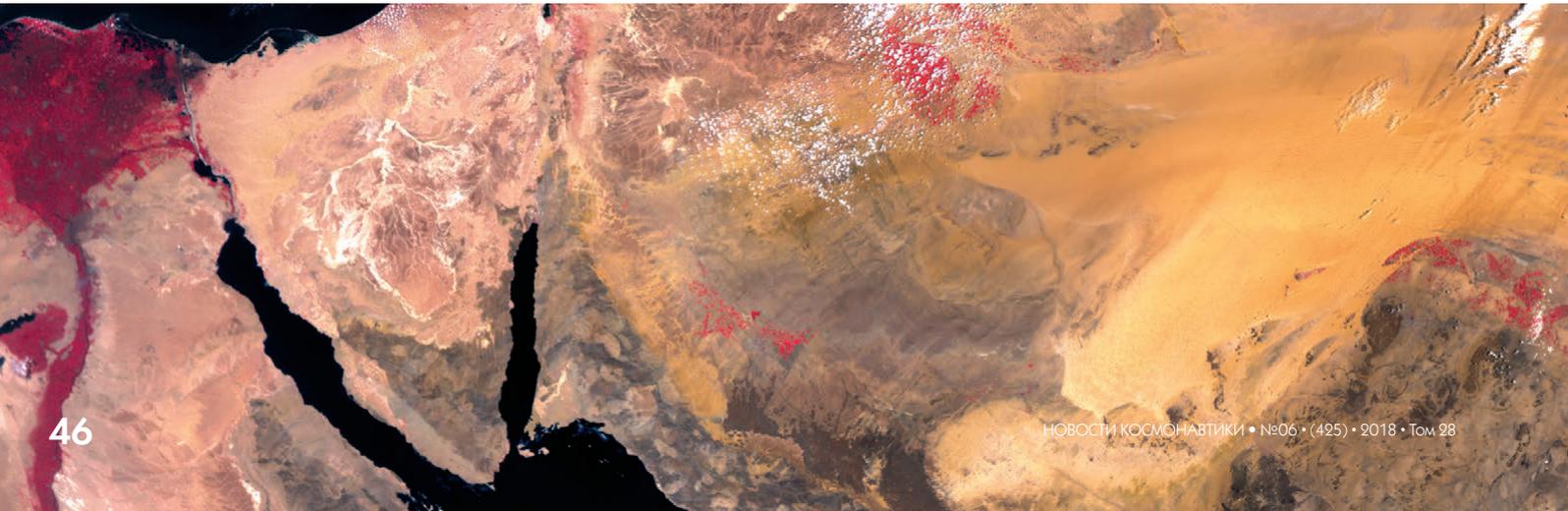
Конструкция прибора массой 150 кг оптимизирована для минимизации влияния солнечных лучей, пространственное разрешение – 300 м, ширина полосы захвата – 1270 км. Данные OLCI будут использоваться для наблюдений цветов океанов и прибрежных районов Земли – мониторинга загрязнения, экосистем и течений. На суше OLCI сможет контролировать сельское хозяйство и землепользование.

Радиометр температуры поверхности моря и суши SLSTR (Sea and Land Surface Temperature Radiometer) – аналог радиометра AATSR (Advanced Along Track Scanning Radiometer), которым оснащен спутник Envisat. Новый прибор представляет собой мультиспектральную полезную нагрузку, которая получает изображения в девяти полосах видимого и инфракрасного диапазонов и двух дополнительных каналов, оптимизированных для мониторинга пожаров. Пространственное разрешение в видимой и инфракрасной коротковолновой зоне спектра – 500 м, а в тепловых инфракрасных каналах – 1 км. Прибор измеряет температуры с точностью не хуже 0.3 К и имеет улучшенные характеристики по сравнению с AATSR, в том числе и по учету атмосферной коррекции. Полосы охвата OLCI и SLSTR (в надире) полностью перекрываются.

Двухчастотный (Ku- и C-диапазон) радиолокатор с синтезированием апертуры SRAL (Synthetic-aperture Radar Altimeter) базируется на разработках для спутниковой системы Cryosat и обеспечит измерения с разрешением ~300 м вдоль маршрута. Он будет поставлять точные данные о топографии поверхности океана, которые имеют существенное значение для океанографических задач и мониторинга климата. SRAL также будет осуществлять точные измерения топографии морского льда, ледовых щитов и т. д.

Двухчастотный СВЧ-радиометр MWR (Microwave Radiometer) работает на частотах 23.8 и 36.5 ГГц.

В помощь топографическим инструментам Sentinel-3B несет аппаратуру доплеровской орбитографической радионавигационной интегрированной спутниковой системы DORIS (Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite). DORIS использует бортовой радиомаяк, излучающий УКВ-сигналы определенной длины волны, которые улавливаются 50–60 наземными станциями. Путем анализа изменения частоты принятых сигналов под влиянием эффекта Доплера может быть рассчитано положение спутника с высокой точностью в любой момент времени и параметры орбиты. ■





# Чжухайская пятерка для фирмы Orbita



26 апреля в 12:42 по пекинскому времени (04:42 UTC) со стартовой площадки Центра космических запусков Цзюцюань был произведен на коммерческой основе пуск твердотопливной РН «Чанчжэн-11» (CZ-11 № Y4) с пятью спутниками системы дистанционного зондирования Земли «Чжухай-1» одноименной китайской провинции. Один из них предназначен для фото- и видеосъемки, а остальные четыре – для гиперспектральной съемки земной поверхности.

Официальные наименования запущенных объектов, номера и международные обозначения, присвоенные им в каталоге Стратегического командования США, а также начальные параметры орбит приведены в таблице 1.

Табл. 1. Объекты запуска 26 апреля 2018 года

Наименование	Номер	Межд. обозн.	Параметры начальной орбиты			
			i	Нр, км	На, км	P, мин
Чжухай-1 OVS-2	43439	2018-040A	97.40°	504.7	525.6	94.752
Чжухай-1 OHS-01	43440	2018-040B	97.40°	504.6	525.0	94.745
Чжухай-1 OHS-02	43441	2018-040C	97.40°	503.5	524.3	94.733
Чжухай-1 OHS-03	43442	2018-040D	97.39°	504.2	524.9	94.731
Чжухай-1 OHS-04	43443	2018-040E	97.40°	501.1	525.0	94.712
Ступень РН	43444	2018-040F	97.29°	135.2	539.7	91.072

Примечание. Идентификация конкретных КА с объектами из каталога СК США условна и может измениться с поступлением дополнительной информации.

По итогам пуска административный руководитель ракеты CZ-11 Ян Ицян (杨毅强) отметил, что носитель использовался уже четыре раза без каких-либо замечаний к процессу выведения и продемонстрировал точность выхода на заданную орбиту на уровне 0.1 км.

## Планы развертывания системы

Пять спутников группы №02 системы «Чжухай-1» (珠海一号) изготовлены и запущены по заказу частной компании «Чжухай Оубита юйхан кэцзи гуфэнь юсянь гунсы» (珠海欧比特宇航科技股份有限公司, официальное англоязычное название – Zhuhai Orbita Aerospace Science and Technology Co. Ltd.). Доктор Янь Цзюнь (颜军), выпускник

Харбинского технологического института и обладатель докторской степени Городского университета Дублина, основал ее в 2000 г. и возглавляет и поныне в качестве председателя совета директоров, владея 18.37% акционерного капитала. Президентом компании является Янь Чжиюй (颜志宇). Первоначально фирма называлась Orbita Control Engineering Co. Ltd.\* и занималась разработкой и производством чипов для аэрокосмического применения. В 2003 г. она создала компьютерный чип S698 на архитектуре SPARC V8, а через семь лет после освоения производства серии подобных компонентов приступила к проектированию спутников.

Спутниковая группировка компании Orbita заявлена как первая в Китае микро-спутниковая система с высоким пространственным и временным разрешением, профинансированная и управляемая частными акционерными компаниями. Она предназначена для предоставления услуг в области больших данных таким отраслям, как сельское, лесное, рыбное хозяйство, животноводство, земельные и водные ресурсы, охрана окружающей среды, транспорт, строительство умных городов и финансы. Объем соответствующего рынка оценивается в 100 млрд юаней.

Создание частных спутниковых группировок ДЗЗ в Китае санкционировано совместным решением Государственного управления оборонной науки, техники и промышленности и Национальной комиссии по развитию и реформам от 22 октября 2016 г. №1999 под названием «Инструкции по ускорению строительства и использования космического информационного коридора «Один путь и один пояс»».

Планы создания группировки «Чжухай-1» были анонсированы в сентябре 2016 г. Первая очередь включала 18 спутников микро- и нанокласса (вэйна): 12 – для фото- и видеосъемки Земли, четыре – для гиперспектральной съемки и два с радиолокатором синтезируемой апертуры. Тогда два первых аппарата планировалось вывести на орбиту в конце ноября – начале декабря 2016 г., а остальные 16 – в течение 2017 г., затратив на все 18 спутников вместе с запусками порядка 500 млн юаней (80 млн \$). После этого, в 2018 г., предполагалось развернуть 16 КА второй очереди, образующих отдельную группировку «Цзядин-1» (嘉定一号).

Два экспериментальных аппарата «Чжухай-1» с обозначениями OVS-1A и OVS-1B были изготовлены силами Космической спутниковой компании «Дунфанхун» и к на-



\* Современное название она носит с 2017 г.



▲ Макет головной части

чалу ноября 2016 г. подготовлены к попутному запуску, однако в конце месяца владелец был проинформирован о переносе старта основного КА на неопределенный срок. В итоге они были запущены 15 июня 2017 г. вместе с научным аппаратом НХМТ на шаттл для спутников ДЗЗ орбиту наклонением 43° и высотой около 540 км (НК №8, 2017). Аппараты прошли этап орбитальных испытаний и нормально работают до настоящего времени; к 8 января 2018 г. они выполнили более 1400 заказов на съемку с более чем 940 витков и отсняли территорию площадью более 1.4 млн км<sup>2</sup>.

К апрелю 2017 г. концепция системы «Чжухай-1» несколько видоизменилась. Выпущенное в этот период инвестиционное предложение компании Orbita зафиксировало готовность к запуску двух экспериментальных КА и содержало уточненную оценку стоимости создания орбитальной группировки из 14 спутников трех типов с использованием трех твердотопливных носителей и с соответствующей наземной инфраструктурой (табл. 2).

Четырнадцать спутников предполагалось запустить тремя носителями на орбиты

▼ На переднем плане – спутник «Чжухай-1» OVS-2. В барокамере, скорей всего, один из OHS



наклонением 98° и высотой 500 км в три разные плоскости, а именно:

- ① Четыре КА видеосъемки и два гиперспектральных КА;
- ② Четыре КА видеосъемки и два гиперспектральных КА;
- ③ Два радиолокационных КА.

Несколько дополнительных статей расходов, наиболее крупная из которых связана с наземной системой управления, увеличили итоговую сумму с 780 до 912 млн юаней. Станция управления с 7.3-метровой антенной обеспечивала передачу команд и прием телеметрии в диапазонах S и УКВ и прием целевой информации в X-диапазоне. Кроме того, уже в 2016 г. была построена первая специализированная приемная станция.

Создание наземной платформы космической информации, то есть системы сбора и обработки данных съемки, было профинансировано фирмой Orbita из собственных средств в три этапа – 17.87, 75.72 и 32.29 млн юаней. Она была рассчитана на ежедневный прием и обработку 8 Тбайт данных (40 трлн вычислительных операций) и хранение информации в объеме 20 Пбайт. План развертывания наземной инфраструктуры включал сооружение приемных станций в Чжухае, Мохэ, Шихэцзы, Гуйяне, Шанхае и Циндао, а также организацию системы хранения, обработки и распространения данных в Чжухае, Гуйяне, Шанхае, Циндао и Макао. В полном объеме эта система сможет обрабатывать до 7000 Тбайт спутниковых данных ежегодно.

Расчетный срок по проекту определен в 11 лет и состоит из двух перекрывающихся периодов – развертывание (три года) и эксплуатация (10 лет). Ежегодный доход от эксплуатации прогнозируется в размере 187.8 млн юаней, а прибыль – 69.9 млн.

Табл. 2. Оценка стоимости системы «Чжухай-1» с 14 КА, млн юаней

Компонент	Спутники	Сборка и испытания	Спец. програм. обеспеч.	Пусковые услуги
1. Микронаноспутники видеосъемки OVS	8×15.00	8×3.75	50.00	
2. Микронаноспутники гиперспектральной съемки OHS	4×12.00	4×3.00	40.00	
3. Микронаноспутники радиолокационной съемки OSS	2×40.00	2×10.00	60.00	
4. Запуски				3×80.00
5. Услуги по обеспечению				3×10.00
6. Страхование запусков				50.00
Итого	780.00 млн юаней (около 113 млн \$)			

13 сентября 2017 г. был подписан контракт на пусковые услуги в интересах проекта «Чжухай-1». 8 января компания объявила, что ведет по скоординированному плану подготовку пяти спутников второй группы и обсуждает с соответствующими органами возможность осуществить их запуск в марте на РН CZ-11.

Всего же в 2018 г. должны быть запущены 10 КА группировки «Чжухай-1». Как сообщил исполнительный вице-президент фирмы и руководитель ее спутникового проекта Цзян Сяохуа (Jiang Xiaohua), второй старт, также с пятью спутниками, планируется в июле или августе. Таким образом, план развертывания группировки изменился еще раз.

Какое предприятие спроектировало и изготовило первую пятерку рабочих КА – достоверно не известно. В апреле 2014 г. компания Orbita основала совместно с Шанхайским инженерным центром микроспутников фирму «Шанхай Оукэ вэй хантянь кэцзи юсянь гунсы» (上海欧科微航天科技有限公司, Shanghai OK Micro Space Technology Co. Ltd.; НК №3, 2018) для разработки и применения микроспутников. Однако 20 июля 2017 г. Orbita вышла из акционерного капитала шанхайской фирмы, которая в настоящее время ведет разработку спутников ОКВ-1 (欧科微一号) и ОКВ-2 (欧科微二号) в собственных интересах.

Известно, что запущенные КА оснащены бортовыми процессорами и микросхемами памяти большой емкости разработки компании Orbita.

Пять аппаратов группы №02 были испытаны на стендовой базе Харбинского технологического института и 27 марта прошли официальную заводскую приемку, предшествующую отправке на космодром.

26 апреля спутники были успешно доставлены на штатную солнечно-синхронную орбиту наклонением 97.4° и высотой около 503 км с прохождением нисходящего узла в 11:00 по местному времени. В период с 28 апреля по 3 мая один из спутников произвел подъем орбиты до 512.9 км. В период с 7 по 9 мая такую же операцию провел второй аппарат, причем оказался на новой орбите в позиции на 72° впереди первого. Стало ясно, что на протяжении еще 10–15 дней аналогичные маневры проведут остальные три спутника, выстроившись на высоте 512.9 км с равными интервалами, и это действительно было сделано к 24 мая. С учетом того, что аппараты разнотипны, это несколько неожиданно.

### Штрихи к портрету спутников

В НК №8, 2017 были приведены проектные данные на спутники видео- и гиперспектральной съемки по состоянию на ноябрь 2016 г. Реальные характеристики запущенных КА от них несколько отличаются, но, к сожалению, подробное описание спутников не опубликовано, и его приходится восстанавливать по крупицам имеющейся информации.

Известно, что спутник оптической съемки OVS-2 существенно отличается от экспериментальных аппаратов OVS-1. Масса его выросла с 50 кг до 90 кг, а пространственное разрешение бортовой аппаратуры увеличено с 1.98 м до 0.90 м при значительно большей производительности. Попытаемся

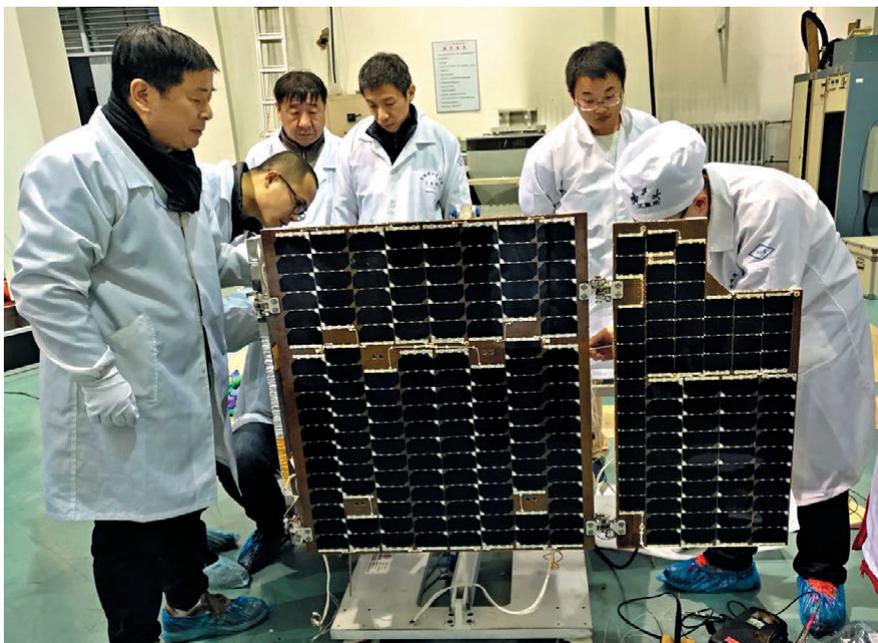
определить другие характеристики целевой аппаратуры исходя из заявленных для КА режимов работы.

Как было объявлено в июне 2017 г., приемником изображения на экспериментальных КА OVS-1 является CMOS-матрица размером 4096×3072 с элементами по 5.5 мкм, на которую при съемке с высоты 500 км попадает область площадью 8.1×6.1 км, что и дает теоретическое пространственное разрешение 1.98 м. Несложно подсчитать, что для этого необходима оптическая система с фокусным расстоянием 1390 мм. Похоже, однако, что, хотя в публикациях данные отнесены к условной высоте 500 км, в реальности они соответствуют рабочей орбите высотой 540 км – при таком допущении получается более «круглое» фокусное расстояние 1500 мм.

Данная матрица может использоваться как для видеосъемки (продолжительностью 90 секунд с частотой 20 кадров в секунду), так и для фотографической съемки с размером сцены от 8.1×6.1 км до 8.1×35.64 км (примерно шесть последовательных кадров в направлении полета КА).

Для OVS-2 официально заявлена съемка с пространственным разрешением 0.9 м в полосе шириной 22.5 км. В инвестиционном предложении также говорится, что телевизионная съемка охватывает область 3.6×2.7 км, что с учетом заявленного разрешения дает изображение размером 4000×3000 элементов. Разумно предположить, что используется та же самая CMOS-матрица, что и на OVS-1, а небольшая нестыковка чисел связана с округлением приведенных данных. Нужное разрешение при той же приемной матрице не может быть достигнуто без применения новой оптической системы; при различных допущениях о том, что именно округлялось и какая высота закладывалась в расчет (500 км или 513 км), ее фокусное расстояние получается в пределах 3050–3200 мм.

#### ▼ Телескоп спутника OVS-2



▲ Один из спутников OHS проходит последние проверки

Предельная длительность телевизионного сюжета составляет 120 сек при частоте 25 кадров в секунду. Видеокартинка сбрасывается с 10-кратным сжатием, что позволяет передать по радиолинии с пропускной способностью 300 Мбит/сек за сутки 32 видеосюжета.

Минимальная сцена в режиме фотосъемки в рекламных материалах описана как 7×3.6×2.7 км, а в инвестиционном предложении – 25×2.7 км. Логично считать, что в фокальной плоскости размещены в линию (а точнее, в два ряда с небольшим перекрытием) семь идентичных CMOS-матриц, из которых только одна задействуется в видеорежиме. С учетом перекрытия суммарная полоса должна быть меньше, чем семь раз по 3.6 км, так что уточненная при запуске ширина сцены в 22.5 км выглядит вполне разумно.

Аппарат может снимать до четырех сцен в секунду объемом по 168 Мбайт каждая, изображение передается с 8-кратным сжатием. Как и в случае OVS-1, предусмотрен режим фотосъемки непрерывной полосой. Ее длина была первоначально определена в 2500 км, и такая же величина повторена в сообщении фирмы о запуске. Инвестиционное предложение оперировало эквивалентом в 1688 минимальных сцен за сутки, что соответствует длине в 4550 км.

Заметим, что общая ширина приемной линейки матриц составляет 137.5 мм, что соответствует полю зрения оптической системы около 2.5°. Такие параметры обеспечивает обычная трехзеркальная соосная схема, причем необходимая с точки зрения волнового предела апертура составляет примерно 400 мм. Собственно, именно это мы и видим на опубликованных снимках макетов и реального КА – корпус в виде низко-го параллелепипеда, широкая «труба» оптической системы, солнечная батарея из одной фиксированной и двух откидных секций. Габариты КА на старте можно приблизительно оценить в 1.0×1.0×1.0 м.

Гиперспектральные спутники OHS – это первые в Китае аппараты такого назначе-

ния, находящиеся в распоряжении частной фирмы. При старте они размещены на носителе по два по бокам адаптера. Эти спутники значительно меньше основного КА и имеют массу 67 кг, но выполнены по сходной конструктивной схеме.

В инвестиционном предложении для них приводилось пространственное разрешение 5 м при размере кадра 140×0.24 км и 64 спектральных каналах. После запуска, однако, заявлено пространственное разрешение 10 м и только 32 спектральных канала, и лишь ширина полосы больше анонсированной и превышает 150 км. Длина снимаемой полосы может составлять 2500 км.

Гиперспектрометр работает в видимом и ближнем ИК-диапазоне 400–1000 мкм, который разделен на 256 полос шириной менее 2.5 нм. Пользователь может выбрать 32 полосы из 256 и динамически менять их границы в случае необходимости.

27 апреля КА OHS-2 передал гиперспектральные данные на район Ареццо (Италия). Четыре гиперспектральных КА обеспечат полный обзор земной поверхности за пять суток и могут сканировать заданную область несколько раз в сутки.

Два спутника из четырех имеют дополнительные личные имена в честь участвующих организаций. Так, 19 апреля аппарату OHS-03 было официально присвоено наименование «Гуйян-1» (贵阳一号) в честь главного города провинции Гуйчжоу, где находится один из центров обработки данных, а на следующий день OHS-01 получил второе имя «Цинкэда-1» (青科大一号) в честь Циндаоского университета науки и техники, который готовит для фирмы Orbita специалистов в области обработки больших данных.

Общий план доведения состава группировки до 34 КА остается в силе. Первая очередь из 16 спутников (два экспериментальных и 14 рабочих) должна быть полностью развернута в 2019 г. Во вторую очередь, помимо уже перечисленных, должны войти спутники для съемки в инфракрасном диапазоне, работающие в условиях низкой освещенности, то есть в ночное время. ■

# Курю ожидает Ariane 6

2018 © CNES - ESA / Sentinel

30 апреля французское космическое агентство – Национальный центр космических исследований CNES (Centre National d'études spatiales) – выбрало совместное предприятие (СП), созданное компаниями Telespazio и Thales Alenia Space, для прокладки волоконно-оптической системы связи STFO (sistema de comunicaciones por fibra óptica) на строящемся стартовом комплексе ELA4 (Ensemble Lancement Ariane) ракеты-носителя Ariane 6 (НК №1, 2015, с.44-45; №11, 2017, с.47-49) в Гвианском космическом центре (ГКЦ).

## Строительство пусковой инфраструктуры

Система STFO, служащая интерфейсом между наземным тестовым оборудованием и спутниками на различных этапах подготовки к запуску, специально разработана для удовлетворения потребностей рынка КА связи, обладающих высокой пропускной способностью VHST (Very High-Throughput Satellite) и расширяющих диапазон радиочастотных услуг до 40 ГГц. Она позволяет одновременно готовить к запуску два спутника, работающих в диапазоне Ка. Система будет готова к концу 2019 г., тогда как первый пуск Ariane 6 запланирован на июль 2020 г.

Строительство стартового комплекса ELA4\* для нового европейского носителя в самом разгаре. Он возводится на территории бывшего карьера в нескольких километрах от существующей площадки ELA3 для Ariane 5.

Общая площадь территории комплекса составит 170 га, а в рамках строительства будет перемещено около 1 млн м<sup>3</sup> различ-

ных материалов. В июне 2015 г. CNES выдало французской гражданской строительной фирме Eiffage TP контракт на срок 12 месяцев стоимостью 14,8 млн € на подготовку площадки, прокладку дорог и сооружение зданий.

Уже 29 июня 2015 г. компания начала выемку земли и скальных пород, применяя инновационные технологии для земельно-строительных работ. В частности, цемент и гидравлическое связующее позволят использовать при возведении сооружений почву, взятую на месте строительства, тем самым сократив затраты на ее перемещение и снизив воздействие на окружающую среду территории, прилегающей к строительной площадке.

В CNES подчеркнули значение данной стройки для местного рынка. По данным агентства, минимум три четверти всех проводимых работ будут обеспечены местными ресурсами. По словам руководителя площадки ELA4 Фредерика Мюноза (Frédéric Munoz), на стройке ежедневно с 06:00 до 22:00 постоянно работают 500 человек.

В ноябре 2017 г. представители CNES проинспектировали пусковой стол комплекса – стальную конструкцию массой 700 т, высотой 4 м, длиной 20 м и шириной 18 м, которая должна находиться в центре стартовой площадки. Он настолько большой, что его пришлось разобрать на части, прежде чем отправить с места изготовления в Германии. Стол прибыл в Курю 30 января 2018 г. и был перемещен в зону подготовки примерно в 200 м от ELA4. Сварка его составных частей завершилась в апреле. В начале мая во внутренних помещениях стола было установлено наземное вспомогательное оборудование, смонтированы жидкостные и криогенные трубопроводы, системы электроснабжения, кондиционирования и безопасности.

Монтаж стола в сборе на стартовом комплексе планируется закончить в августе с тем, чтобы проверить и испытать все наземные системы к концу сентября 2019 г. Тесты необходимы, поскольку стол и его «внутрен-

ности» подвергаются воздействию больших механических, тепловых и акустических нагрузок при старте ракеты-носителя.

Под столом будет располагаться не менее впечатляющее сооружение – газоотводный канал. Большая бетонная конструкция длиной 200 м, высотой и шириной по 20 м – один из самых трудоемких элементов стартового комплекса.

15 ноября 2017 г. был собран первый элемент мобильной башни обслуживания (МБО) – девятиэтажной конструкции высотой 90 м и массой 8200 т, передвигающейся по рельсам и отводимой от стартового стола перед пуском. Башня служит для защиты от непогоды Ariane 6, стоящей на столе, обеспечивая доступ специалистам стартового расчета к разным системам центрального блока ракеты, и позволяет навесить на него два или четыре стартовых ускорителя и установить головной обтекатель с КА. В случае обнаружения неисправности техники с помощью МБО смогут заменить отдельный блок или узел носителя без необходимости возвращения ракеты в сборочное здание.

После установки Ariane 6 на стартовой площадке потребуется всего лишь 9 дней, чтобы произвести запуск. Для Ariane 5 этот срок составляет 30 дней. По словам специалистов CNES, весь процесс сборки МБО займет 10 месяцев.

В августе 2017 г. примерно в 1 км от зоны запуска началось строительство другого объекта инфраструктуры, призванного обслуживать пуски Ariane 6 на европейском космодроме, – нового здания сборки ракеты-носителя BAL (Batiment d'Assemblage Lanceur) высотой 20 м, длиной 112 м и шириной 41 м. Здесь центральное «ядро» Ariane 6 будет интегрироваться в горизонтальном положении и готовиться для вывоза на стартовую позицию. Это новый подход – все предыдущие европейские носители собирались вертикально. Выбор схемы интеграции обусловлен экономическими соображениями.

\* В настоящее время в ГКЦ имеется четыре стартовых комплекса:

– ELV – для легкой ракеты Vega, построенный первоначально как ELA1 для Ariane 1;  
– ELA2 – для среднего носителя Ariane 4, эксплуатация завершена в 2003 г.;  
– ELA3 – для тяжелого носителя Ariane 5;  
– ELS – для среднего носителя «Союз-ST».

«Для горизонтальной сборки ракеты необходимо меньше места. Таким образом, мы сократим производственные затраты, поскольку будем использовать здания меньших размеров, – сообщил подробно руководитель программы ELA4 Дидье Кулон (Didier Coulon). – После завершения сборки мы погрузим ракету на специальное транспортное средство и перевезем в зону запуска. Там она будет установлена в вертикальное положение. Тогда же мы прикрепим стартовые ускорители и проверим состояние пускового комплекса. Если все будет в порядке, мы присоединим к ракете верхнюю ступень и головную часть. После этого мы отвезем МБО – и будем готовы к запуску».

## Подготовка производственной базы

Пока во Французской Гвиане идет подготовка пусковой площадки, в континентальной Европе строятся первые блоки новой ракеты. Они появятся на свет в течение года. «Мы рассчитываем выпустить первую партию уже весной 2019 г. Все к этому готово. Работа идет полным ходом. Начиная со следующего года мы начнем производство Ariane 6», – сообщил журналистам «Евроныюз» Даниэль Нойenschwander (Daniel Neuenschwander), директор ЕКА по космическим транспортным системам.

Основная цель проекта Ariane 6 – сокращение удельной стоимости выведения вдвое относительно Ariane 5. Этой цели подчинены все технические и технологические решения. Причина проста. «SpaceX наступают – они имеют более современный проект, поэтому могут предложить более привлекательные цены. Вследствие этого мы делаем Ariane 6, чтобы сократить расходы», – говорил пару лет назад директор ГКЦ Дидье Фэвр (Didier Faivre).

ЕКА и промышленные партнеры установили ориентировочную стоимость пуска ракеты в конфигурации Ariane 64 на уровне в 91 млн € (102 млн \$). Если носитель будет предлагаться по данной цене, то операторы двух спутников, заинтересованные в запуске, смогут разделить данную сумму на двоих, выложив примерно по 50 млн \$ каждый. ArianeSpace как пусковой оператор считает, что такая цифра вполне конкурентоспособна на мировом рынке.

«Ценовое давление» вынуждает промышленность изменить производственные процессы: сократить численность персонала, оптимизировать способы работы и ввести новые технологии изготовления. На уровне компонентов это переход к 3D-печати деталей для ракетных двигателей: таким способом они могут быть изготовлены за несколько

дней, тогда как подобный процесс по существующим технологиям занимал месяцы.

На более высоком уровне новый подход выражается, например, в создании совершенно нового зала интеграции в Ле-Мюро (Les Mureaux) на окраине Парижа. Этот объект, принадлежащий Airbus Safran Launchers, два года назад посетил глава ЕКА Йоханн-Дитрих Вёрнер (Johann-Dietrich Wörner).

Тогда репортеры, которым был продемонстрирован прогресс, достигнутый в направлении первого пуска Ariane 6, намеченного на 2020 г., смогли разглядеть конструкцию ракеты изнутри с помощью 3D-очков.

«Ariane 6 сегодня – это не просто мечта и не просто план, – прокомментировал г-н Вёрнер. – Мы работаем, не просто разрабатывая и производя различные части ракеты, но и строя стартовый комплекс в Куру... Мы в хорошей форме».

Новый зал выполнен малоэтажным, поскольку сборка центрального блока ракеты на заводе-изготовителе будет горизонтальной. Тем самым сделан большой отход от процесса сборки «ядра» Ariane 5, которая всегда выполнялась в вертикальном положении в высотном здании.

«Это будет гораздо более низкое здание, без подъемного крана – таким образом облегчается сборка, – объяснил Патрик Бонге (Patrick Bonguet), директор программы Ariane 6 в Airbus Safran Launchers. – Когда сборка проводится в горизонтальном положении, ситуация в цехе делается прозрачной. Можно видеть проблемы и своевременно оказать поддержку, если чего-то не хватает. Кроме того, можно организовать непрерывный процесс (flow): все части движутся в одном ритме. По всей Европе все части будут перемещаться один раз в месяц. Почему раз в месяц? Потому что у нас будет 12 запусков в год».

И все же в проекте Ariane 6 не все так гладко, как хотелось бы. В частности, существует неурегулированная проблема управления программой. Обновленные способы работы потребовали создания СП между Airbus и производителем ракетных двигателей Safran. Это, в свою очередь, вызвало разбирательство во французском правительстве, которому нужна уверенность, что налоговые последствия данного союза в порядке.

Аналогичным образом Европейская комиссия хочет изучить желание СП Airbus Safran Launchers приобрести контрольную долю в ArianeSpace. Еврокомиссия обеспокоена, не будет ли конфликта интересов и преференциального режима, когда Airbus, являющийся также производителем спутников, захочет купить пуски на ракете производства СП.

Пока эти вопросы не будут решены, новое предприятие не может взять на себя ответственность за найм 8000 рабочих и инженеров, необходимых для полномасштабной разработки и производства Ariane 6 (в настоящее время над ракетой работают всего 400 человек). И это может повлиять



▲ Изготовление конструкции стартового стола для Ariane 6

под угрозу сроки первого пуска. «Все это один пакет», – обобщил Ален Шармо (Alain Charmeau), генеральный директор Airbus Safran Launchers, тем не менее выразив уверенность, что в ближайшее время все вопросы будут урегулированы.

Осенью 2018 г. ЕКА должно дать свое полное и окончательное благословение проекту Ariane 6. Затем в декабре министры стран – членов агентства проведут встречу для обсуждения некоторых деталей проекта. Не исключено, что будет поднят вопрос о методах реализации повторного использования первой ступени. В то время как SpaceX уже делает это для своего Falcon 9, ракета Ariane 6 с самого начала была спроектирована в одноразовом варианте.

Между тем Й.-Д. Вёрнер заявил, что проект Ariane 6 «заморожен» и никаких итераций больше не будет. Он также выразил осторожное сомнение в идее существования единой «волшебной формулы» для всех ракетных программ без альтернатив. Глава ЕКА утверждает, что SpaceX не имеет другого выбора, кроме как пытаться спасти и восстанавливать ступени, потому что каждая из них оснащена девятью двигателями. Если калифорнийская компания хочет достичь заявленной частоты пусков, ей абсолютно необходимо, по его мнению, повторно использовать двигатели. По контрасту: основной блок Ariane 6 имеет только один двигатель Vulcain.

«Ariane построена на прочных основаниях для Европы – это европейский путь, – заявил Вёрнер журналистам. – Конечно, можно обсуждать разные варианты, применяемые в других странах, но мы всегда будем вынуждены искать способ, который работает в Европе и может отличаться от подходящего для Китая, Индии, Японии и США. Для нас в обозримом будущем Ariane 6 – правильное решение».

Тем не менее министры, вероятно, рассмотрят в конце 2018 г. возможность выделения некоторого финансирования на разработку различных технологий (НК № 5, 2018, с. 58-59). ЕКА также ждет от министров четких указаний, каким образом «старая» Ariane 5 должна «уйти на пенсию». ЕКА и Airbus Safran Launchers хотят, чтобы Ariane 6 стала полностью работоспособной к 2023 г., выполняя десять пусков в год.

«У нас есть несколько важных решений, которые нужно предпринять в конце года, в последней партии Ariane 5 и первой партии Ariane 6, чтобы обеспечить непрерывность работы при смене транспортной системы», – поведал г-н Шармо в интервью BBC News. ■



По словам главы ГКЦ Дидье Фэвра, «у компании SpaceX современный взгляд на бизнес – стоимость ее услуг ниже». Он объясняет: «Мы решили построить Ariane 6, чтобы сделать наши цены более приемлемыми. Надежность ракеты Ariane 5 неоспорима. У ракет «Союз» и Vega не было неудач. Ежегодно мы выполняем по 11–12 запусков. Работа идет по графику. Остается снизить затраты. Именно на Ariane 6 с ее современной модульной концепцией построения мы возлагаем основные надежды. С ее помощью мы постараемся обогнать конкурентов и сделать клиенту более выгодное предложение, чем способна SpaceX».



5 апреля в 02:00 пекинского времени со стартовой площадки на острове Хайнань (КНР) состоялся пуск экспериментальной твердотопливной высотной ракеты Hyperbola-1S, которая набрала скорость 1200 м/с и превысила высоту 100 км.

Старт проводился в обеспечение разработки коммерческих ракет-носителей Пекинской компании космической техники «Космическая слава» (北京星际荣耀空间科技有限公司, Бэйцзин Синци жуньяо кунцзянь кэцзи юйсянь гунсы, Beijing Space Honor Space Technology Co. Ltd.).

«Космическая слава» («Синци жуньяо») основана в Пекине в октябре 2016 г. с целью разработки ракет-носителей и космических аппаратов. Уставной капитал компании – 13,4 млн юаней (около 2 млн \$). Основными акционерами являются инвестиционные партнерства из г. Гуанчжоу – «Вэйцун» (48,5%) и «Шаньюн» (26,1%). Председатель совета директоров – У Госун (吴国荣), управляющий – Яо Ланьин (姚兰英).

Основное направление деятельности фирмы – создание дешевых и надежных ракет-носителей с малым временем подготовки пуска. Компания намерена предложить комплексные решения по коммерческому запуску и пусковым услугам, в особенности для разработчиков малых КА и спутниковых группировок.

В своей практической деятельности компания руководствуется основными принципами создания аэрокосмических систем, а также идеями научно-технической инновации, интеграции военных и гражданских решений, создания промышленной экосистемы и быстрого прохождения этапов с использованием Интернета.

И. Лисов.  
«Новости космонавтики»

# «Гипербола» прошла по параболе

Одноступенчатая ракета Hyperbola-1S массой 4,6 т и высотой 8,4 м – первое изделие для летных испытаний в интересах создания семейства ракет-носителей Hyperbola (双曲线, шуан цюйсянь) – была создана в течение года с момента образования компании. За это время были выполнены общее проектирование, разработка ракетного двигателя, разработаны конструкция и электрическая система изделия, осуществлены изготовление и испытания.

В результате первого пуска испытан в полете твердотопливный двигатель, подтверждены технология его создания, интегрированный проект ракеты, технология быстрых предстартовых проверок и пуска, коммерческие средства наземных испытаний и практика виртуальных тестов. Компания объявила, что освоила в целом основные технологии проектирования, изготовления, испытаний, окончательной сборки и пуска ракет-носителей.

Исходя из диаметра запущенной ракеты (0,90±0,05 м), наблюдатели предполагают, что в основу ее положена баллистическая ракета DF-11 с РДТТ диаметром 0,86 м и что изделие является прототипом второй ступени будущего космического носителя Hyperbola-1.

На сайте компании-разработчика (<http://i-space.com.cn/>) приведены изображения и технические характеристики двух первых космических носителей, находящихся в разработке.

Носители компании «Синци жуньяо»		
Параметр	Hyperbola-1 (双曲线一号)	Hyperbola-3 (双曲线三号)
Число ступеней	4	2
Диаметр 1-й ступени, м	1,4	2,5
Высота, м	20	38
Стартовая масса, т	31	95
Тяга 1-й ступени, тс	58,6	112,5
Масса ПГ на низкую орбиту, кг	300	2000
Первый пуск	Июнь 2019	До конца 2021

Первый пуск РН Hyperbola-1 в настоящее время планируется на июнь 2019 г., а ракеты Hyperbola-3 – до конца 2021 г.

В дальнейших планах «Синци жуньяо» – разработка дешевых ЖРД на кислородно-метановой топливной паре на тягу 100 тс и 10 тс и создание на их основе линейки многоразовых малых и средних носителей. Двигатель «Цзяодянь-1» тягой 100 тс проектируется как многоразовый в расчете на вертикальную ракетную посадку первой ступени. Дросселируемый 10-тонный двигатель «Цзяодянь-2» может использоваться на крылатой возвращаемой верхней ступени.

Конечно, «Космическая слава» находится далеко не в первых рядах конкурентной борьбы за рынок запусков малых КА в Китае. Явное преимущество перед ней имеют две крупные государственные корпорации CASC и CASIC: первая уже вывела на рынок легкую твердотопливную ракету CZ-11 (НК №11, 2015), а вторая при посредничестве компании Храпе предлагает носители KZ-1 (НК №11, 2013), KZ-1A (НК №3, 2017) и KZ-11, а также KT-2 (НК №5, 2017).



▲ Проекты перспективных носителей (Hyperbola-1 и Hyperbola-3) и суборбитального туристического космоплана компании «Синци жуньяо» (масштаб произвольный)

За этот же «кусок пирога» борются и частные фирмы. Помимо «Синци жуньяо», нужно назвать Link Space с жидкостными ракетами New Line 1; Land Space с твердотопливной LS-1 и жидкостной ZQ-2; «Линтай Кунцзянь» с носителями серии One Space... И не факт, что этот список полный. Числом ракетно-космических стартапов сегодняшний Китай живо напоминает КНР образца 1958 г., когда чуть ли не в каждом дворе строили небольшую доменную печь, чтобы перегнать Англию по производству чугуна...

До сих пор неформальным лидером среди частников считалась Link Space, уже несколько лет экспериментирующая с летающими моделями с вертикальным взлетом и посадкой (НК №4, 2018), но теперь «Космическая слава» вырвалась вперед, совершив реальный космический старт. Учитывая, что аналогичный пуск экспериментальной ракеты OS-X компании «Линтай Кунцзянь» запланирован на июнь, а орбитальной OS-M – на конец 2018 г., конкурентная борьба в этом секторе обещает быть интересной и напряженной. ■

▼ Установка на стартовый стол ракеты Hyperbola-1S





Е. Рыжков, И. Лисов.  
«Новости космонавтики»

## Тринадцатый глава NASA

23 апреля в штаб-квартире NASA в Вашингтоне вице-президент США Майкл Пенс привел к присяге нового администратора Национального управления по аэронавтике и космосу Джеймса Фредерика Брайденстайна (James Frederick «Jim» Bridenstine). По окончании церемонии Пенс и Брайденстайн поговорили с тремя американскими астронавтами на борту МКС.

Президент США Дональд Трамп внес эту кандидатуру еще 1 сентября 2017 г. Несмотря на то, что Брайденстайн, член Палаты представителей от Оклахомы, заручился поддержкой большинства представителей аэрокосмической промышленности, Сенат одобрил его лишь 19 апреля большинством в один голос – 50 против 49.

До сих пор голосования по партийному принципу при утверждении главы NASA не случалось – кандидаты проходили подавляющим большинством голосов. На этот раз влиятельные сенаторы-демократы во главе с флоридцем Биллом Нелсоном утверждали, что отсутствие опыта и специфические взгляды Брайденстайна на целый ряд вопросов, от глобального потепления до социальных проблем, делают его кандидатуру неприемлемой. Из 51 сенатора-республиканца Джон МакКейн не мог участвовать в заседании по болезни, а Марко Рубио, также представляющий в верхней палате Флориду, публично выступил против назначения Брайденстайна. При соотношении 49 на 49 ставить вопрос на голосование не име-

ло смысла. И лишь после того, как 12 марта объявил об уходе в отставку исполняющий обязанности администратора Роберт Лайтфут (Robert M. Lightfoot Jr.), Рубио решил, что оставлять NASA вообще без руководства нельзя и скрепя сердце согласился поддержать кандидата, пусть и не обладающего опытом в космической сфере.

Джеймс Брайденстайн – 13-й руководитель NASA. Его формальным предшественником является Чарлз Болден (Charles F. Bolden), возглавлявший агентство с 17 июля 2009 г. по 20 января 2017 г. После отставки последнего Роберт Лайтфут исполнял обязанности администратора необычайно долго – 458 дней. До этого рекордсменом среди «и.о.» был Джордж Лоу, который отработал на этой должности 222 дня в период 1970–1971 гг.

Джим Брайденстайн родился 15 июня 1975 г. в г. Энн-Арбор в штате Мэриленд, затем жил с семьей в Арлингтоне (Техас), а среднюю школу окончил в г. Дженкс в Оклахоме. Он является выпускником Университета Райса в Техасе со специализацией сразу по трем направлениям – экономика, психология и бизнес.

После окончания университета в 1998 г. Брайденстайн поступил на военную службу в ВМС США. В качестве боевого летчика он летал на самолете E-2C Hawkeye с авианосца Abraham Lincoln и участвовал в боевых походах в Ирак и Афганистан. В 2004 г. его перевели в Центр боевого применения ВМС США

в Фоллоне (Невада), где Джеймс переучился на истребитель F-18 Hornet и летал в подразделении «агрессоров».

Брайденстайн уволился с действительной службы в 2007 г. и переехал с женой в Орландо (Флорида), где работал в консалтинговой фирме Wyle Laboratories. Одновременно он отучился по магистерской программе Корнеллского университета и в 2009 г. получил степень в области делового администрирования.

В 2008 г. Брайденстайн вернулся в Оклахому на гражданскую должность исполнительного директора Аэрокосмического музея и планетария г. Талса. В 2010 г. он поступил в резерв ВМС США и снова стал летать на E-2C в составе авиакрыла, занимающегося борьбой с наркотиками в Центральной и Южной Америке. В 2012 г. ему было присвоено звание лейтенант-командера (капитана 3-го ранга). В 2015 г. Брайденстайн перевелся в 137-е крыло специальных операций Воздушной национальной гвардии штата Оклахома. Он имеет в активе 1900 часов полета и 333 посадки на палубу авианосца.

В 2012 г. он был избран в Палату представителей США от первого избирательного округа штата Оклахома, а в 2014 и 2016 гг. переизбран. В Конгрессе республиканец был членом Комитета по Вооруженным силам и Комитета по науке, космосу и технологиям.

Жену Джеймса зовут Мишель, у них трое несовершеннолетних детей. ■

▼ Капитан-лейтенант Джим Брайденстайн



▼ Вице-президент США Майк Пенс приводит к присяге нового главу NASA





## В интересах национальной

## безопасности США

И. Афанасьев.

«Новости космонавтики»

4 апреля на саммите Space 2.0 в Силикон-Вэлли (Калифорния) Дэн Харт (Dan Hart), президент и генеральный директор компании Virgin Orbit\*, сообщил о новых предложениях по пусковым и орбитальным услугам, в том числе в интересах правительственных организаций.

### Virgin хочет работать на Пентагон

Компания готова заключать контракты на обслуживание многоспутниковых «созвездий», подобных тем, что создают OneWeb и SpaceX. «Группировки, насчитывающие сотни или даже тысячи аппаратов, будут развертываться путем выведения их большими ракетами. Однако впоследствии, когда срок эксплуатации спутников будет подходить к концу или же тот или иной аппарат выйдет из строя... возникнет необходимость восполнять численность спутников в различных плоскостях, – объясняет глава компании. – На доставку двух спутников в одну плоскость большой ракетой пришлось бы потратить много денег либо потерять время, ожидая попутного запуска. Так что интерес со стороны таких компаний к целевому запуску огромен».

Ключевой элемент описываемой услуги – гибкий и быстрый доступ в космос с помощью легкого носителя. «Это всегда было целью для национальной безопасности, – говорит Харт. – Но теперь коммерческие и правительственные круги в этом одинаково заинтересованы».

Таким образом, руководитель Virgin Orbit открытым текстом выразил желание

компании работать в интересах Пентагона – благо военные не против (НК № 1, 2018, с.51). Вместе с тем для решения задач национальной безопасности придется приложить немалые усилия, поскольку государственные заказчики ужесточают требования к провайдерам пусковых услуг.

18 января, уже после того, как запуск спутника Zuma закончился громкой аварией КА (НК № 3, 2018, с.26-29), заместитель администратора NASA Билл Герстенмайер (Bill Gerstenmaier) сказал, что космическое агентство потребует выполнить семь успешных пусков носителя Falcon 9 подряд, прежде чем позволит своим астронавтам полететь на ракете компании SpaceX. При этом он отметил, что инженеры NASA глубоко вовлечены в разработку подсистем, в наибольшей мере отвечающих за безопасность, таких как заправка ступеней ракеты топливом и парашюты.

### Мусора быть не должно

Еще строже высказались о качестве пусковых услуг военные. В декабре 2017 г. аудиторы Министерства обороны выпустили отчет, подписанный заместителем главного инспектора по политике и надзору Рэндольфом Стоуном (Randolph Stone), где отметили многочисленные проблемы в этой области. Документ касался таких провайдеров услуг и поставщиков ракетно-космической техники, как Объединенный пусковой альянс ULA (United Launch Alliance), компания SpaceX и Aerojet Rocketdyne – субподрядчик ULA. Все они «не обеспечили должного управле-

ния качеством при реализации программы EELV\*\*».

Аудит проводился с июня 2016 г. по май 2017 г. на заводе ULA в Дикейтуре (Алабама), где собираются PH Delta IV и Atlas V, на заводе SpaceX в Хоторне (Калифорния), изготавливающим Falcon 9, на полигоне той же компании в МакГрегоре (Техас), а также на заводе Aerojet в Уэст-Палм-Бич (Флорида), где производятся двигатели типа RL10 для верхних ступеней ракет «Альянса». Всего был выявлен и предъявлен поставщикам 181 факт несоответствия стандарту системы менеджмента качества AS9100C (Требования к организациям авиационной, космической и оборонной отрасли).

В отчете указаны критические упущения поставщиков, которые повлекли за собой риск потерь на миллиарды долларов. «Пробелы в управлении качеством могли привести к росту расходов по программе, задержать пуски и увеличить риск потери КА», – указал главный инспектор.

Так, на заводе ULA в Дикейтуре в зоне производства бортового радиоэлектронного оборудования (БРЭО) была выявлена проблема с защитой устройств, чувствительных к электростатическому разряду. «Несовершенство системы управления защитой от электростатики могло привести к досрочному выходу из строя БРЭО в системе EELV», – говорится в отчете.

На испытательном стенде завода SpaceX в Хоторне инспекторы обнаружили ракетный двигатель Merlin, не защищенный должным образом от попадания посторонних предметов: «Выхлопные отверстия и трубки забора воздуха должны закрываться специальными заглушками... Мы обнаружили бутылки из-под содовой и личные вещи в зонах с FOD-контролем\*\*\*». Испытательный стенд двигателя RL10 на заводе Aerojet в Уэст-Палм-Биче также имел «значительные проблемы с FOD-контролем»: в опасных зонах нашли винты, гайки, скотч, фольгу, упаковки от галтуков и даже... экскременты животных.

Проблема посторонних частиц, а проще говоря, мусора, в аэрокосмической отрасли США имеет цену – связанные с ней потери «тянут» на миллиарды долларов. Попадание «посторонних частиц/предметов» в ответственные агрегаты и системы в лучшем случае ведет к переносам пусков, а в худшем – к катастрофам. «Даже маленький мусор, скопившийся «где надо», может стать причиной падения ракеты. Сдача продукции, не свободной от FOD, говорит об отсутствии контроля процесса производства», – напоминает памятка Lockheed Martin.

В итоге главный инспектор предложил офису программы EELV и агентству DCMA провести анализ основных причин и устранить выявленные проблемы. Представители BBC и Министерства обороны согласились с некоторыми с доводами, но отметили, что многое уже исправляется подрядчиками. Указанные офисы проинформировали инспекторов, что они активно подключили подрядчиков к анализу причин выявленных несоответствий и выработке мер по их устранению. Так, Aerojet и ULA уже провели мероприятия по исправлению практически всех несоответствий, а SpaceX предпринимает соответствующие действия.

\* Дочернее предприятие Virgin Galactic, планирующее организовать запуски небольших спутников с помощью ракеты-носителя LauncherOne (НК № 12, 2017, с.44-45).

\*\* Закупку пусковых услуг по программе развитых одноразовых носителей EELV (Evolved Expendable Launch Vehicle) осуществляет Центр ракетно-космических систем Космического командования ВВС США. Офис программы EELV поручил текущее управление договорами с поставщиками Агентству по управлению контрактами Министерства обороны DCMA (Defense Contract Management Agency).

\*\*\* Зона с риском повреждения изделия посторонними предметами – FOD (Foreign Object Damage).

## Маск получает новые контракты

Несмотря на жесткую критику качества, 14 марта 2018 г. BBC США объявили о выдаче двух контрактов на носители типа EELV. SpaceX получила 290.6 млн \$ за услуги по запуску спутника GPS III до марта 2020 г. (плюс два опциональных старта), тогда как ULA – 351.8 млн \$ на услуги по запуску по проектам AFSPC-12 (экспериментальный КА с широким полем наблюдения, март 2020 г.) и AFSPC-8 (спутники мониторинга геостационарной области GSSAP-5 и -6, июнь 2020 г.). Планируется, что все эти аппараты полетят со станции BBC «Мыс Канаверал» или из Космического центра имени Кеннеди.

«Выдача этих двух контрактов на запуск EELV по конкурсу напрямую согласуется с задачей Центра космических и ракетных систем SMC по предоставлению гибких и доступных космических возможностей для нашей страны, сохраняя при этом гарантированный доступ в космос», – отметил генерал-лейтенант Джон Томпсон (John F. Thompson), исполнительный директор космической программы BBC в Центре SMC.

«SpaceX довольна решением BBC выбрать нас для [запуска] всех пяти GPS, выставлявшихся на конкурс по настоящее время», – прокомментировала президент и главный операционный директор SpaceX Гвинн Шотвелл (Gwynne Shotwell).

Помимо эксплуатации «рабочей лошади» Falcon 9, компания Илона Маска продвигает новый «тяжеловоз» Falcon Heavy. Успешный первый пуск (НК №4, 2018, с.45-49) дает возможность SpaceX начать процесс сертификации носителя, завершение которого позволит компании включиться в конкурентную борьбу за высокодоходные правительственные заказы.

BBC уже забронировали место на борту Falcon Heavy для запуска экспериментальной полезной нагрузки STP-2, который планировался на июнь 2018 г., но в начале мая был отложен до октября. Правда, SpaceX, возможно, придется выполнить гораздо больше пусков, прежде чем ракета пройдет сертификацию военных. Этот процесс подробно описывается в «Руководстве по сертификации новых кандидатов на предоставление пусковых услуг» NECG (Launch Services New Entrant Certification Guide), выпущенном в 2011 г. BBC.

«Рискоориентированный» документ включает четыре варианта сертификации в зависимости от степени готовности системы

запусков, которые предусматривают от двух до 14 полетов. Чем меньше число состоявшихся пусков, тем более глубокой должна быть техническая оценка системы.

Как только BBC подпишут с компанией «протокол о намерениях», правительство и SpaceX начнут обсуждение плана по прохождению сертификации в рамках формального соглашения. Затем BBC проведут техническую оценку и подробный анализ конструкции ракеты, проверку процессов системного проектирования и производства. Будут также проанализированы данные статистики полетов ракеты.

В феврале на пресс-конференции в Центре Кеннеди Илон Маск заявил, что не может предсказать, сколько пусков Falcon Heavy придется выполнить до того, как ракета получит право работать на нужды национальной безопасности. По его словам, новый носитель «открывает путь для появления совершенно нового класса спутников», и «теперь сам заказчик может решать, что хочет запустить».

Пентагон ожидает, что Falcon Heavy будет конкурировать на рынке запусков крупных дорогостоящих спутников-шпионов, которые сегодня могут доставляться на орбиту только ракетами Delta IV Heavy от ULA.

Чарлз Миллер (Charles Miller), президент консалтинговой фирмы NextGen Space, полагает, что Пентагон находится в выгодной позиции, наблюдая (слова руки), как Falcon Heavy будет вести себя в ходе будущих коммерческих запусков.

«SpaceX получит больше данных, что может снизить риски для заказчиков из области национальной безопасности, – пояснил Миллер, который не ожидает возникновения проблем с сертификацией. – У компании большой опыт в прохождении процесса сертификации в Министерстве обороны. Они имеют гораздо лучшее представление о том, сколько [военные] отводят времени на этот процесс. Кроме того, у SpaceX есть особое преимущество: ряд систем, используемых в новой ракете, уже прошел сертификацию для Falcon 9».

По словам Миллера, для того чтобы выводить на орбиту крупногабаритные военные спутники, SpaceX может понадобиться вариант ракеты с большим головным обтекателем. «Одной из проблем Falcon 9 в плане выполнения заказов для Минобороны была недостаточная длина области полезной нагрузки, – напомнил он. – Я надеюсь, что Илон Маск нашел решение».

Он добавил, что в конечном счете основное значение будут иметь безопасность и грузоподъемность. «Правительство обращает большее внимание на надежность, нежели на стоимость, и для этого есть веские причины, – отметил он. – Сами спутники... обычно стоят дороже, чем ракета-носитель. Если аппарат стоит 500 млн \$ или даже миллиард, то все равно, обойдется ли ракета-носитель в 90 или в 140 млн \$. Дополнительное снижение риска – это разумная вещь в том случае, когда ваши спутники стоят так дорого».

### Программы – слабое место

Если в области средств выведения все более или менее в порядке, то сфера разработки программного обеспечения остается слабым местом Вооруженных сил США, приводя-

щим к значительным финансовым потерям. На протяжении многих лет Конгресс критиковал Пентагон за такое положение дел, тем не менее миллиарды долларов продолжают расходоваться на софт, разработка которого выходит за предусмотренный бюджет, а сроки выполнения не соблюдаются. «Программное обеспечение стало одним из важнейших компонентов национальной системы вооружения, и его важность продолжает расти», – отмечается в апрельском докладе Совета по военным наукам DSB (Defense Science Board).

Рабочая группа DSB во главе с бывшим начальником по закупкам BBC США Уильямом ЛаПланте (William LaPlante) и одним из руководителей IBM Робертом Визнеффом (Robert Wisnieff) исследовала возможность применения в оборонных системах итеративного подхода при разработке софта, который уже используется коммерческими фирмами. Он предполагает выполнение работ параллельно с непрерывным анализом полученных результатов и корректировкой предыдущих этапов работы. Большинство военных программ использует традиционную каскадную модель – последовательный процесс, проходящий от фазы анализа требований до тестирования и интеграции. Коммерческие фирмы отказались от каскадного метода много лет назад.

В качестве примера рабочей группа привела гибкий подход к разработке программного обеспечения, исповедуемый компанией Илона Маска. «SpaceX является наглядным доказательством того, что современные коммерческие практики могут эффективно использоваться для работы с быстро меняющимися системами, имеющими критическую важность для национальной безопасности, в данном случае мы имеем в виду запуски космических аппаратов BBC», – говорится в докладе.

По мнению рабочей группы, вызывает беспокойство сам факт, что оборонные системы продолжают использовать методы разработки программного обеспечения, созданные в 1970–1990-х годах.



**i** Ранее SpaceX предлагала NASA и BBC использовать первый полет Falcon Heavy для бесплатного запуска научной или военной полезной нагрузки, но оба ведомства отказались. Бывший первый заместитель администратора NASA Лори Гарвер отметила, что управление усмотрело в коммерческом использовании Falcon Heavy конкуренцию. В своем твиттере Гарвер сообщила, что в беседах с представителями NASA часто слышала скепсис по отношению к тяжелому носителю Маска, поскольку в ряде случаев он мог конкурировать с национальной системой SLS (Space Launch System) по цене.

Есть и такое мнение: NASA и BBC отказались от предложения SpaceX, чтобы не рисковать собственными спутниками, или же они не имели в своем распоряжении подходящих аппаратов.

# X-37В нашли на орбите

## Охота на военный американский космолан

И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»

10 апреля Сес Басса (Cees Bassa), профессиональный радиоастроном, наблюдающий за спутниками в плане хобби, обнаружил на орбите наклонением 54.5° и высотой 348х361 км объект, который был немедленно идентифицирован независимым сообществом наблюдателей как космолан X-37В (полет OTV-5), запущенный 7 сентября прошлого года (НК № 11, 2017, с.28-30) и остававшийся «невидимым» свыше семи месяцев.

Напомним: Стратегическое командование США не публиковало ни расчетных, ни фактических параметров орбиты OTV-5, которые обычно доступны в виде двухстрочных наборов элементов TLE. В трансляции старта, как это обычно бывает для секретных военных запусков, показали работу ракеты Falcon 9 FT до момента отделения головного обтекателя, а также посадку первой ступени. Единственное, что было объявлено: аппарат выведен на орбиту с более высоким наклонением, и это позволит пролетать над большей частью территории России, чем в предыдущих полетах. Национальные системы контроля космического пространства России и Китая, скорее всего, обнаружили X-37В, но не посчитали нужным сообщать что-либо широкой общественности.

Энтузиасты космонавтики начали свою охоту. Однако если в предыдущих полетах любители находили космолан на орбите за несколько суток, то в этот раз первоначальные наблюдения были осложнены и быстрым успехом не увенчались.

Опасные зоны вблизи космодрома указывали на азимут пуска, соответствующий орбите наклонением около 43°. Однако предупреждение на район сведения второй ступени с орбиты задавало район падения фрагментов к югу от Австралии, соответствующий наклонению примерно 60–70°. Наблюдатели предположили, что перед отделением полезной нагрузки ступень выполнила пространственный маневр.

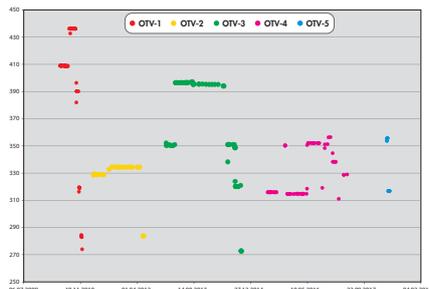
3 октября 2017 г. шотландский астроном Расселл Эберст (Russell Eberst) заметил яркий объект на орбите наклонением 55° и высотой от 350 км до 450 км, однако из-за невысокой точности наблюдения на последующих витках X-37В потерялся. В ноябре появилась новость еще об одном наблюдении, но она оказалась ложным следом.

6 апреля, за несколько суток до нахождения X-37В, неформальный лидер сообщества трекеров-любителей Тед Молчан (Ted Molczan) сказал в интервью изданию Space.com, что участвовал в одном бесплодном поиске на орбите наклонением примерно 44°. Он добавил: «Были указания, что OTV-5 вышел на орбиту со значительно более высоким наклонением, чем в предыдущих миссиях. Однако было слишком мало информации, чтобы четко ограничить зону поиска». По итогам этого этапа Молчан сделал вывод, что окончательная орбита может иметь на-

клонение порядка 60°. «Если объект не находится за несколько дней или недель после запуска, «след быстро остывает», и обнаружение зависит от случая...» – сказал он.

Этот случай и «подвернулся» всего через четыре дня. Получив от С. Бассы данные наблюдений – полтора десятка тщательно измеренных точек траектории объекта, – Тед Молчан немедленно заметил, что плоскость орбиты апрельского объекта на момент старта X-37В проходила всего в 2° от мыса Канаверал и что полученная орбита неплохо стыкуется с наблюдением Эберста восьмимесячной давности. Эти совпадения, конечно, не давали стопроцентной надежности – аппарат мог маневрировать, изменяя высоту и даже наклонение, но выглядели убедительно. Видимый блеск объекта соответствовал данным о предыдущих наблюдениях космолана. Как следствие, уже 11 апреля Т. Молчан объявил об открытии X-37В.

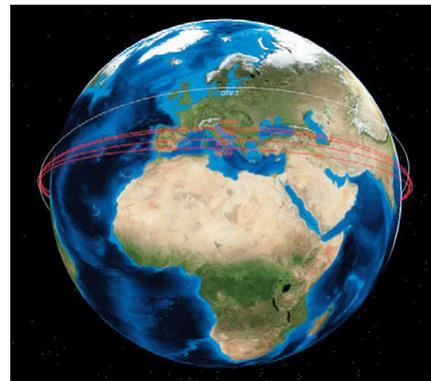
Следует заметить, что орбита высотой 354 км достаточно низкая, на ней заметно торможение от верхней атмосферы, и ярких спутников на такой высоте очень мало, так что другого кандидата просто не было. В то же время высота орбиты вновь найденного объекта не сильно отличалась от фиксированной в предыдущих полетах X-37В: OTV-1 фиксировался в пределах от 436 км в середине полета до 274 км в конце; OTV-2 в основном работал на высотах 329 и 334 км; OTV-3 начал с 352 км, прожил почти год на 394–397 км и опустился до 273 км; наконец, OTV-4 проявил отчетливую склонность находиться на высоте 315 и 352 км. Если учесть, что 21 апреля наблюдатели обнаружили X-37В на высоте 317 км, то какие-либо сомнения в правильности идентификации отпали.



▲ Маневры аппаратов X-37В (OTV), выявленные по «любительским» наблюдениям

Обнаружение OTV-5 вновь вызвало волну рассуждений о назначении космолана. Со слов ВВС США известная его единственная полезная нагрузка – «усовершенствованный встроенный в конструкцию термораспределитель» ASETS-II (Advanced Structurally Embedded Thermal Spreader) Исследовательской лаборатории ВВС США AFRL, которая тестирует экспериментальную электронику и осциллирующие тепловые трубки при длительном пребывании в космосе.

«X-37В был и остается демонстратором технологий, – объясняет Джоан Джонсон-Фриз (Joan Johnson-Freese), профессор отдела национальной безопасности Военно-морского колледжа (Naval War College) в



▲ В пятом пуске (OTV-5) орбита охватывает большую зону по широте, чем в предыдущих

и Проектом X-37В руководит Управление быстрого реагирования ВВС (Air Force Rapid Capabilities Office), используя космолан для «мероприятий по уменьшению риска» будущих разработок концепций многоразовой космической техники. У беспилотного аппарата есть отсек полезного груза размером с багажник пикапа, который может оснащаться роботизированным манипулятором. В рамках секретной программы на орбиту попеременно запускаются два известных экземпляра X-37В, построенных компаниями Boeing.

Ньюпорте, шт. Род-Айленд. – Однако учитывая, что большинство космических технологий имеют двойное назначение, при всё возрастающем влиянии космоса на военные действия, вполне вероятно энергичная милитаристическая направленность использования этого аппарата...»

Дуг Дэвидсон (Doug Davison) – писатель, фотограф и редактор новостей издания Houston Herald – опубликовал свои размышления о назначении космолана, где, как в зеркале, отразились самые разнообразные гипотезы: «Является ли X-37В своего рода космическим бомбардировщиком, способным... поражать цели с околосредней орбиты? Скорее всего, нет. Может быть, он «высасывает» данные со спутников других стран или играет с ними в какие-то игры наподобие «гонок» (bumper cars)? Возможно. Рассматривает ли он джунгли, пустыни и горные хребты через мощные инфракрасные камеры? Не исключено. Шпионит ли он за форпостами или сооружениями противника, заглядывая в окна и фотографируя секретные документы на столе штабных офицеров? Вполне вероятно.»

В то же время сам Дэвидсон признает, что все это по сути гадание на кофейной гуще. «Пока нет доказательств, что именно делал X-37В во время четырех своих рекордных миссий... И сами ВВС не скажут, как долго это замечательное устройство могло бы кружить вокруг Земли и могло ли оно «припарковаться» рядом с другими КА, чтобы что-нибудь разносить (или даже незаметно «повозить» с ним), – отмечает он, резюмируя: – В некотором смысле отношение ВВС к своему таинственному X-37В напоминает позицию агента Кея из фильма «Люди в черном», который говорит толпе: «Проходите мимо, здесь не на что смотреть», тогда как мы совершенно точно знаем, что там что-то есть. И подумайте: мы в курсе, что у ВВС есть X-37В, но не подозреваем, на что он способен. Возможно, оборудование, о котором мы не знаем, может делать гораздо больше, чем мы думаем». ■

**А. Хохлов специально для «Новостей космонавтики»**  
Фото О. Волошина/ИМБП РАН

С 16 марта по 3 мая 2018 г. в Институте медико-биологических проблем (ИМБП) РАН (г. Москва) проходил эксперимент «Эффективность низкочастотной ЭМС в предотвращении мышечной детренированности, развивающейся в условиях наземного моделирования условий космического полета» в ваннах «сухой» иммерсии.

В качестве испытуемых-добровольцев в нем участвовали десять мужчин, прошедших предварительный отбор и врачебную комиссию. Одним из испытуемых был Марк Вячеславович Серов, начальник лётно-испытательного отдела в РКК «Энергия» имени С.П. Королёва, в ноябре 2017 г. бывший командиром экипажа в эксперименте SIRIUS-17 (НК № 1, 2018, с.54-58). Автор заметки также участвовал добровольцем в исследовании.

Эксперимент проводился на базе отдела сенсомоторной физиологии и профилактики и стендовой базе «Сухая иммерсия», оборудованной двумя одноместными ваннами. Соответственно одновременно в иммерсии могли участвовать два человека.

В течение пяти суток каждый испытуемый находился в горизонтальном положении без физических упражнений, с умеренным ограничением движения, в ванне, наполненной водой, температура которой поддерживалась постоянной на уровне 33°C, будучи отделенным от воды водонепроницаемой пленкой. Каждый вечер испытуемого поднимали из ванны на 15 минут для гигиенических процедур. Рядом с испытуемыми всегда находилась дежурная бригада, состоящая из врача, лаборанта и техника, обеспечивающая трехразовое питание, по количеству калорий и составу аналогичное рациону космонавтов, а также круглосуточный контроль здоровья и исправности приборов.

Все пять суток во второй половине дня проводилась трехчасовая низкочастотная электромиостимуляция (ЭМС). Такая стимуляция помогает компенсировать вредное

▼ Александр Хохлов пролежал в ванне 5 дней



КОСМИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА И БИОЛОГИЯ

## Наземное моделирование условий космического полета в «сухой» иммерсии

воздействие невесомости на космонавтов, а также полезна пожилым и людям с ограниченной подвижностью на Земле. Данные о состоянии испытуемых, полученные в эксперименте с ЭМС, сравнят с данными иммерсий без воздействия низкочастотного электромиостимулятора «Стимул-НЧ», созданного в конструкторском технологическом бюро «Биофизприбор» (Санкт-Петербург).

В рамках эксперимента ученые отработали 26 методик: «Поза», «Полевой тест», «Зрение», «Дыхание», «Н-рефлекс», «Педаль», «Альгометрия», «Капилляр», «Стопа», «Архитектура», «Динамометр», «Вулкан-И», «Парадонт» и другие. Почти все они аналогичны тем, что проводятся с космонавтами до и после полета, а также на борту Международной космической станции. Если учесть, что воздействие сухой иммерсии по ряду параметров очень близко к невесомости в космосе и что экипаж российского сегмента МКС с 2017 г. был сокращен с трех до двух человек, то испытуемые на Земле вносят значительный вклад в «увеличение статистики».

В ходе эксперимента получены новые данные об эффектах ежедневного применения низкочастотной низкоинтенсивной электромиостимуляции на фоне гравитационной разгрузки в сердечно-сосудистой, сенсомоторной и других системах организма.

Модель «сухой» иммерсии (от англ. immersion – «погружение») была разработана в ИМБП после рекордного по продолжительности автономного полета Андрияна Николаева и Виталия Севастьянова на космическом корабле «Союз-9» в июне 1970 г. (17 суток 16 час 58 мин 55 сек). Вернувшись на Землю, космонавты не могли самостоятельно передвигаться и попали в госпиталь в тяжелом состоянии. Врачи зафиксировали серьезную мышечную атрофию и негативные реакции со стороны сердечно-сосудистой системы – как результат гиподинамии и

гипокинезии. Потребовался продолжительный курс реабилитации.

В целях понимания причин негативного воздействия невесомости и для разработки методов профилактики в ИМБП была придумана модель иммерсии. Изначально она проводилась просто в бассейне, где испытуемые в плавках находились в пресной воде, но затем из-за проблем с кожей ученые предложили использовать пленку. Эта модель обладает основными факторами, влияющими на состояние космонавтов в невесомости: физическая разгрузка, перераспределение жидкости и отсутствие опоры. Влияние «невесомости» на организм проявляется в среднем за 3–5 суток.

Максимальная по длительности «сухая» иммерсия составила 56 дней (Е.Б. Шульженко и И.Ф. Виль-Вильямс, 1973 год). ■

▼ Космонавты с МКС передают привет





## Они продолжают начинать Первый моторный полет SpaceShipTwo

И. Чёрный.  
«Новости космонавтики»

5 апреля второй экземпляр суборбитального туристического ракетоплана SpaceShipTwo компании Virgin Galactic – под именем VSS Unity – совершил первый моторный полет, в ходе которого развил скорость, соответствующую числу  $M=1.87$ , и поднялся на высоту 25.7 км. Это больше, чем удалось достичь во время летных конструкторских испытаний (ЛКИ) первого экземпляра VSS Enterprise до катастрофы 31 октября 2014 г. (НК № 12, 2014, с.26-31).

«Сегодня ракетоплан VSS Unity безопасно и успешно выполнил первый полет с включением ракетного двигателя, развил сверхзвуковую скорость, – говорится в пресс-релизе The Spaceship Company – отделения Virgin Galactic, которое построило и эксплуатирует второй экземпляр SpaceShipTwo. – После двух лет обширных наземных и летных тестов этот шаг знаменует начало заключительной части программы ЛКИ».

Взлет системы WhiteKnightTwo (VMS Eve) – SpaceShipTwo (VSS Unity) состоялся в

08:02 по местному времени (15:02 UTC). В кабине самолета-носителя, поднявшегося со взлетно-посадочной полосы (ВПП) аэропорта в Мохаве, находились пилоты Майк Мазуччи (Mike Masucci) и Никола Печиле (Nicola Pecile), в кабине ракетоплана – пилоты Марк «Форджер» Стаки (Mark “Forger” Stucky) и Дэйв Маккей (Dave Mackay).

Летательные аппараты, соединенные друг с другом, поднялись над горами Сьерра-Невады и повернули в сторону Мохаве. Ракетоплан отделился на высоте 14 200 м и почти сразу же включил свой гибридный ракетный двигатель (ГРД), начав 80-градусный подъем. Через полминуты была достигнута максимальная скорость, после чего полет продолжался по инерции.

После подъема к апогею траектории пилоты перевели ракетоплан в конфигурацию «пера» (the ‘feathered’ configuration), подняв хвостовые балки на угол 60°. По результатам анализа аварии 2014 г. в схему поворота оперения были введены дополнительные механизмы безопасности. На высоте около 15 000 м хвостовые балки снова опустились. Сбросив остатки окислителя, Unity спланировал и совершил плавную посадку на ВПП в Мохаве. Полет дал ценные данные о характеристиках среды, двигателя и летательного аппарата.

Полет 5 апреля стал двенадцатым в программе ЛКИ VSS Unity, идущих с 2016 г. Четыре раза новый аппарат поднимали под самолетом-носителем без отцепки и семь раз сбрасывали. В девятом полете на борту в качестве балласта находились 450 кг воды: путем ее слива в полете удалось имитировать смену центровки, происходящую в процессе работы ГРД.

За прошедшие восемь месяцев ЛКИ в программе произошло довольно много событий. Во-первых, Федеральное авиационное управление FAA одобрило пересмотр лицензии Virgin Galactic на коммерческие космические перевозки: теперь SpaceShipTwo сможет выполнять полеты не

только из родного Мохаве в Калифорнии, но и из космопорта Америка в Нью-Мексико.

Во-вторых, было объявлено, что Королевство Саудовская Аравия инвестирует 1 млрд \$ в The Spaceship Company, Virgin Orbit и Virgin Galactic (подробнее в НК № 12, 2017, с.62).

В-третьих, полностью завершилась подготовка к моторным тестам. Седьмой планирующий полет (одиннадцатый в общей сложности для VSS Unity) состоялся 11 января 2018 г.: после отделения ракетоплан направили в крутое пики, развил скорость, соответствующую числу  $M=0.9$ .

Одним из самых важных испытаний считается тест, выполненный 4 августа 2017 г. и классифицированный как «сухой прогон» перед полетами с включением ГРД. Тогда The Spaceship Company отметила, что впервые на борту VSS Unity были установлены работоспособные агрегаты двигательной установки\*. Компания проверяла устойчивость планирования с различной центровкой, поскольку в случае аварийного прекращения полета ракетоплан должен был вернуться на базу с остатками ракетного топлива. Результаты августовского теста были положительными.

Шеф-пилот Дэвид Маккей (David Mackay) сказал тогда: «Мы очень довольны тем, что увидели. Мы собрали сотни гигабайт данных для анализа, и с точки зрения пилотов это было действительно замечательно».

Интересной особенностью первого моторного полета стало выполнение полупетли: аппарат все увеличивал угол тангажа, пока не оказался вверх ногами. Эксперты полагают, что такой маневр будет использоваться для демонстрации пассажирам красот Земли с высоты (в потолке кабины, в отличие от пола, есть иллюминаторы).

Руководство Virgin Galactic с оптимизмом оценивает важное событие. «Сейчас нас отделяют лишь несколько минут от того момента, когда Virgin Galactic будет отправлять людей в космос, а Virgin Orbit доставлять спутники [на орбиту] вокруг Земли», – комментирует основатель группы Virgin Ричард Брэнсон (Richard Branson).

За последние годы мы неоднократно слышали от миллиардера-энтузиаста нечто подобное. Важно другое. На сегодня среди компаний, предлагающих услуги суборбитального туризма, имеются два лидера: Blue Origin с кораблем New Shepard и Virgin Galactic со SpaceShipTwo. До сих пор ни одна не начала возить туристов. Несмотря на катастрофу и задержку в несколько лет, Virgin Galactic не выбыла из гонки, но и Blue Origin не торопится, предпочитая провести полноценный цикл ЛКИ.

Если сравнить две системы, можно заметить, что New Shepard безопасней и лучше оборудован. Вместе с тем эксперты отмечают безусловную харизму SpaceShipTwo, свойственную крылатым аппаратам разработки Берта Рутана (Burt Rutan). Однако, несмотря на то что обе системы сделали очередные важные шаги на пути к суборбитальному туризму, клиентам, уже купившим билеты в космос, все еще приходится ждать. ■

\* Однако без блока «корпус-сопло» CTN (Case-Throat-Nozzle) в составе ГРД, место которого также заняли 450 кг воды.

29 апреля в 12:06 CDT (17:06 UTC) на полигоне Ван-Хорн (шт. Техас) специалисты компании Blue Origin осуществили беспилотный пуск суборбитальной туристической системы New Shepard, состоящей из третьего по счету ракетного ускорителя NS-3 (New Shepard №3) и пассажирской капсулы второго поколения CS-2 (Crew Capsule 2.0). Полет стал восьмым по счету и седьмым успешным для системы. Как и в предыдущем пуске (НК №2, 2018, с.53-55), в капсуле находились манекен «Скайюкер» для сбора данных о воздействиях кабиной среды на экипаж, и несколько коммерческих полезных нагрузок.

Старт состоялся после нескольких небольших переносов из-за местных гроз и многочисленных встроенных задержек в конце обратного отсчета. После включения кислородно-водородный двигатель BE-3 ускорителя проработал 2 мин 23 сек, разогнав систему до максимальной скорости, соответствующей числу  $M=2.94$ . Через полминуты после его отключения ускоритель и капсула разделились и продолжили движение по инерции. Достигнутая высота – 105.9 км – стала рекордным показателем для системы.

При спуске ускоритель NS-3 достиг скорости, соответствующей числу  $M=3.4$ , а затем развернул стабилизаторы и восемь аэродинамических тормозов для замедления перед приземлением. Двигатель BE-3 был вновь запущен на высоте 1.1 км и через 7.5 мин после старта обеспечил мягкую посадку ускорителя с вертикальной скоростью около 3 м/с. Пассажирская капсула через 10 мин 19 сек после старта совершила парашютно-реактивную мягкую посадку со скоростью менее 0.5 м/с (по другим данным – 1.1 м/с).



В данном полете система неслала пять полезных нагрузок, оснащенных специальными блоками загрузки Payload Locker производства Blue Origin, которые обеспечивают конструктивные, электрические и информационные интерфейсы.

Суборбитальный летный эксперимент SFEM-2 (Suborbital Flight Experiment Monitor-2) подготовлен Космическим центром имени Джонсона (Хьюстон, шт. Техас) в поддержку программы NASA Flight Opportunities и других инициатив по полезной нагрузке. Набор датчиков собирает данные о каabinной среде ( $CO_2$ , давление, ускорение, акустика), а также тестирует компоненты для будущих полетов корабля MPCV Orion.

Космический коммуникатор Шмитта SC-1x (Schmitt Space Communicator) частной компании Solstar Space Co (Санта-Фе, шт. Нью-Мексико) представляет собой технологический демонстратор для проверки



## Суборбитальная коммерция Безоса

И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»

концепции предоставления коммерческого доступа Wi-Fi пользователям в космосе. Тестирование также ведется при поддержке программы Flight Opportunities Program.

Эксперимент Daphnia подготовлен Байройтским университетом (Байройт, Германия) совместно с Центром прикладных космических технологий и микрогравитации ZARM (Zentrum für angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation) в Бременском университете и финансируется Германским космическим агентством DLR. Прибор исследует влияние невесомости на экспрессию генов и на цитоскелет водных блох-дафний, которые используются при разработке будущих биорегенеративных систем жизнеобеспечения.

Исследование EQUIPAGE организовал Университет Отто фон Герике (Магдебург, Германия) совместно с ZARM. Он также финансируется DLR и изучает движение макроскопических зерен в форме стержней для проверки физических моделей систем в условиях микрогравитации. Такие «гранулированные газы» позволяют изучать уникальное состояние, далекое от равновесия и невозможное в нормальных земных условиях.

Эксперимент EUPHORIE разработан Университетом Дуйсбурга в Эссене (Дуйсбург, Германия) совместно с ZARM на средства DLR. Он исследует процесс фотофореза как фундаментального физического явления. Лазер нагревает твердые частицы, взвешенные в газе; на нагретой стороне молекулы газа будут приобретать энергию, побуждая частицы ускоряться в направлении более холодной стороны. Изучение этого процесса в условиях микрогравитации предоставит ценную информацию о ранних этапах развития Солнечной системы и образовании метеоритных тел в процессе нагрева звезд.

Восьмой полет продолжил серию летных испытаний New Shepard. Первая миссия состоялась 29 апреля 2015 г. и завершилась потерей ракетного ускорителя NS-1 (НК №6, 2015, с.43). Второй полет 23 ноября 2015 г. с новым ускорителем NS-2 был полностью успешен (НК №1, 2016, с.14-20). В течение года он совершил еще четыре полета, причем 5 октября 2016 г. состоялось успешное испытание системы аварийного спасения

(CAC). Ожидалось, что ускоритель будет потерян, получив повреждения от двигателя CAC. Однако он уцелел и совершил штатную мягкую посадку. Тем не менее NS-2 с почетом отправили на пенсию: в качестве экспоната он совершил тур по Штатам, а затем был выставлен на заводе компании во Флориде.

Проведенные испытания дали Blue Origin ряд важных данных, касающихся аспектов эксплуатации и технологий повторного использования. Изменения включали усовершенствования алгоритмов системы реактивного управления, используемой в пассажирской капсуле, и модификаций циклограммы посадки ракетного ускорителя, позволяющих ему приземляться в любом месте бетонной посадочной площадки, а не только в центре идеальной мишени. NS-3 получил улучшенную теплозащиту и может обслуживаться между полетами быстрее, чем предшественники.

Начиная с седьмой миссии Blue Origin тестирует систему по лицензии на коммерческие запуски, полученной от Федеральной авиационной администрации FAA, что позволяет компании обслуживать клиентов, желающих разместить свои эксперименты на борту еще на этапе летных испытаний New Shepard.

Несмотря на «ровные» результаты тестов, Blue Origin не спешит объявлять сроки начала полетов системы с экипажем на борту и дату начала коммерческой эксплуатации.

Параллельно с испытаниями суборбитальной системы компания Джеффа Безоса работает над новым тяжелым носителем New Glenn и мощным кислородно-метановым двигателем BE-4. В зоне Exploration Park в Космическом центре имени Кеннеди построен огромный завод, ведутся работы на стартовых площадках LC-11 и LC-36. На первой предполагается тестировать двигателя, вторая же будет осуществлять пуски орбитальной ракеты. Последняя будет конкурировать с носителями Falcon Heavy компании SpaceX и Vulcan фирмы United Launch Alliance. Сроком первого полета New Glenn Безос по-прежнему называет 2020 г.

Кроме того, Blue Origin разрабатывает сверхтяжелый носитель New Armstrong для программ освоения Луны и окололунного пространства. ■

# Три года и четыре долины

## Путешествие марсохода Opportunity

В апреле 2018 г. американский марсоход Opportunity исследовал уникальный образец предположительно вулканического происхождения. Это могло бы стать серьезным открытием, ибо вулканического базальта на Марсе еще никто не встречал. Предварительная догадка о его природе не нашла подтверждения, но и понять, что же встретилось роверу, пока не удалось.

Шестиколесный аппарат массой 179 кг был доставлен на поверхность Красной планеты 25 января 2004 г. по земному календарю и успешно работает на равнине Меридиана уже свыше 14 лет при расчетном ресурсе в 90 суток, год за годом оправдывая данное ему после посадки прозвище «Маленькая мисс Совершенство». На 16 февраля 2018 г. пришелся юбилейный, 5000-й марсианский день марсохода Opportunity.

За три земных года и более чем 1000 солов после предыдущей публикации (НК №6, 2015) ровер прошел по поверхности Марса около 2900 метров, сместившись при этом приблизительно на два километра к югу. Установление рекордов давно уже не является целью операторов и научной команды проекта. Гонка на скорость была нужна в 2008–2011 гг., когда Opportunity бежал по песчаной равнине от кратера Эндьюранс к огромному древнему кратеру Индевор, преодолев за те же 1000 солов 21,5 км пути. В августе 2011 г., когда ровер достиг вала кратера, счисление дало 33,49 км от места посадки. С этого момента главной задачей ученых стал поиск специфических глинистых пород – филлосиликатов, а точнее смектитов, формировавшихся в нейтральной или щелочной среде, то есть в более мягких, влажных условиях, чем обычные марсианские породы. К апрелю 2015 г. пробег Opportunity увеличился до 42,25 км, а по состоянию на 24 апреля 2018 г. этот показатель достиг 45,15 км.

### Марафонская долина

Мы оставили марсоход 30 апреля 2015 г. у холма Линдберга – центральной горки слабо выраженного кратера Spirit of St. Louis напротив входа в Марафонскую долину. Ровер спустился на его дно, чтобы изучить обнажения пород теми немногими инструментами, которые выдержали более чем десятилетнюю марсианскую эпопею. Он все

еще был способен детально отснять их камерой-микроскопом MI, почистить и пошлифовать фрезой RAT и получить данные об элементном составе обнаженного материала с помощью альфа-рентгеновского спектрометра APXS. Ресурс еще двух спектрометров – мессбауэровского MS и термоэмиссионного Mini-TES – уже был выработан полностью. Ну и, разумеется, вели съемку две стереокамеры – навигационная NavCam и панорамная PanCam.

Покинуть это место Opportunity удалось лишь 25 мая, в 4029-й сол, из-за двух сбоев разной природы. Утром 13 мая во время работы через антенну высокого усиления HGA произошел перезапуск бортового компьютера, который зафиксировал обращение к адресу вне всех полей адресов, используемых системой управления. 14 мая уже из-за ошибки операторов антенна HGA не была задействована, и восстановить нормальную работу ровера удалось лишь 16 мая.

Далее, сбой флэш-памяти, в последний раз до того отмеченный 29 апреля, повторился 17 и 20 мая; хуже того, 19 и 22 мая прошло еще два перезапуска бортового компьютера. Все это переполнило чашу терпения операторов. 22 мая они вывели марсоход в нормальное состояние и 23 мая изменили конфигурацию борта, запретив аппарату использовать флэш-память и ограничив место для записи данных обычными микросхемами для записи и чтения RAM. Так как их содержимое терялось при прекращении питания, теперь требовалось передавать записанную днем информацию в тот же вечер. Оставлять же марсоход во включенном состоянии ночью было нельзя, потому что один из нагревателей в самом начале работы был найден неисправным и все время потребляет заметную мощность.

«Флэш-память – это удобство, но она не является необходимостью для ровера, – пояснил менеджер проекта Джон Каллас (John L. Callas). – Это как холодильник. Если у вас его нет, вы не можете сохранить остатки еды. Всё, что вы приготовили, нужно или съесть в тот же день, или выбросить. Если Opportunity не использует флэш-память, он должен отправить на Землю высокоприоритетные данные в день их получения, а менее важные, если они не уместились в передачу, забыть».

▲ В заголовке: Фрагмент панорамы, отснятой в период с 7 по 19 июня 2017 г. южнее входа в Долину Упорства (солы 4753-4765). NASA, JPL, Корнеллский ун-т и ASU

27 мая (сол 4031) Opportunity занял позицию севернее кратера Spirit of St. Louis, чтобы исследовать на ближайшей части вала полосы красноватого материала с признаками альтерации, то есть изменения под действием воды, а также переждать период соединения Марса с Солнцем. Планета прошла за светилем 14 июня, и Земля с 7 по 21 июня не могла поддерживать устойчивую связь с марсианскими аппаратами. Поэтому с 3 по 24 июня ровер работал автономно, проводя длительные сеансы измерений с помощью APXS, и нашел в исследуемых образцах избыток кремния, хлора и серы и некоторый дефицит железа. Красный цвет исследователи приписали наличию гематита, хотя подтвердить эту догадку с помощью имеющихся приборов не могли.

На этот же период пришлось равноденствие, так что 19 июня начался новый марсианский год – 33-й по условному календарю, принятому планетологами\*. В северном полушарии начиналась весна, а в южном и в экваториальной зоне – осень. Почему так? А потому, что в настоящее время Марс проходит афелий орбиты чуть раньше, чем попадает в точку летнего солнцестояния для северного полушария и зимнего – для южного. На широте 2° ю.ш., где работает Opportunity, обычный сезонный фактор с высотой Солнца над горизонтом малозаметен, а вот снижение потока энергии из-за большего расстояния вполне чувствуется. Как следствие, день ото дня поступление энергии снижалось, и если 2 июня оно составило 500 Вт·ч, то 13 октября достигло минимума в 325 Вт·ч.

Незвизрая на эти неблагоприятные обстоятельства, 15 июля (сол 4079) марсоход двинулся на северо-восток и вступил в Марафонскую долину – ложбину длиной 330 м, пересекающую вал в направлении с запада на восток и резко спускающуюся к дну кра-

\* Началом первого года считается весеннее равноденствие для северного полушария Марса, которое пришлось на 11 апреля 1955 г. по земному календарю. Opportunity прибыл на планету в самом конце 26 марсианского года.

тера. Здесь ему предстояло проработать почти год – марсианский, не земной! – и в том числе 400 суток на пятачке размером всего 100×100 метров. Спектрометр CRISM на орбитальном аппарате MRO показал в пределах этого пятачка совсем маленькую площадку с особым изобилием и разнообразием филлосиликатов, которой дали неофициальное название Red Square – Красная площадь. Ученые рассчитывали изучить различные виды смектитов и связь между ними и соседними отложениями.

Первоначальный план состоял в обходе долины по часовой стрелке, сначала вдоль северной стены, а затем вдоль южной. К 27 сентября (сол 4153) ровер исследовал четыре точки при входе в долину, и особенно детально – брекицию из горизонта Шумейкера под названием Private Robert Frazer\*. 17 августа он обработал материал с помощью RAT, задействовав фрезу впервые за два года. Образец из «красной» серии, обозначенный как Private Silas Goodrich, продемонстрировал в сентябре избыток кремния и дефицит железа.

Затем марсоход отклонился от программы и стал смещаться не на север, а на восток и слегка к югу. Одной из причин изменения маршрута были трудности в передаче данных через спутник Mars Odyssey из-за высоких стен, окружающих долину с запада и севера. Более того, чтобы сбросить информацию, приходилось ждать позднего вечернего сеанса\*\*, разряжая две литий-ионные аккумуляторные батареи до опасного уровня.

Уйти от этой необходимости было можно, вновь подключив флэш-память, но эксперименты с ней постоянно приводили к неприятностям. Так, 25 сентября прошел сбой с перезагрузкой компьютера, после которого для мачты с панорамными камерами был выставлен флаг «положение неизвестно». На выход из ситуации потребовалось три сола; спустя еще два марсианских дня сбой повторился, сорвав запланированное передвижение. В последний раз флэш-память использовали в начале ноября, когда удалось передать 120 Мбит записанных данных, а еще 178 Мбит информации так и осталось в устройстве.

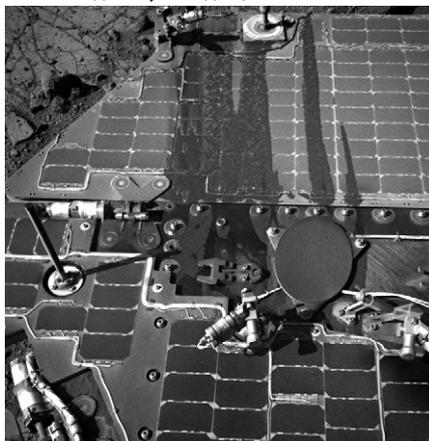
На 13 октября (4166-й сол) пришелся минимум электроэнергии, но ровер успел за-

\* Научные стоянки Марафонской долины получили названия по именам участников первой трансатлантической экспедиции Льюиса и Кларка в 1804–1806 гг.

\*\* Спутник MRO проходил над ровером около 14:00 местного времени, но получить сеанс через него удавалось редко, так как он в приоритетном порядке обслуживал марсоход Curiosity.

нять место на склоне, обращенном на север, и благополучно пересидел самое тяжелое время. 17 ноября он сместился на 13 метров на юг, в точку с еще более благоприятным наклоном, около 19°, и оставался вблизи нее до 25 января 2016 г. (сол 4268, 12-я годовщина посадки на Марс). В качестве памятного знака он оставил лунку, высверленную 1 января в образце Private John Potts.

26 и 27 января ровер предпринял попытку выйти к зоне красного материала на гребне, названном «хребет Кнудсена», и смог продвинуться вверх по склону почти на 10 м к точке Ballarat. Начиная с 18 февраля операторы продемонстрировали большое упорство, пытаясь добраться до образца Joseph Whitehouse. Мэтт Голомбек (Matt Golombek), руководитель научной программы Opportunity, даже уподобил шестиколесную машину... горному козлу. В третьей и последней попытке 10 марта уклон впервые за всю историю путешествий марсоходов достиг 32°, колеса проскальзывали, а скопившаяся на верхней плоскости, на солнечных батареях пыль стала стекать с них ручейками (!). Opportunity сумел продвинуться всего на 9 см и дотянуться до цели не мог.



Досадно: это был прекрасный незагрязненный образец красного материала, причем в составе коренной породы, а не камней в трещинах с их неизвестной историей. Химический анализ такого образца вместе с контрольным измерением на обычном коричневатом грунте, которое уже было выполнено на образце John Potts, представлял значительную ценность.

«Мы не можем винить Opportunity, – сказал технический руководитель проекта Билл Нелсон (Bill Nelson). – Мы лезли вверх до предела возможностей машины и дошли до точки, где колеса просто буксуют. Мы хотели от ровера больше, чем он был в состоянии сделать».

15 марта (сол 4315) марсоход ушел с гребня и, медленно поднимаясь вдоль него на запад, 29 марта вступил в пределы Красной площади. К этому дню приходы электроэнергии увеличились до 559 Вт·ч и продолжали расти, потому что пик зимы был пройден, а ветры сдули часть пыли с солнечных батарей, увеличили их эффективность до 86%. Сделав две промежуточные остановки для цветной панорамной съемки местности, 14 апреля Opportunity встал перед точкой Pierre Pinaut, где с 16 апреля по 15 мая снял большую панораму Марафонской долины и проработал вплоть до 12 июня (сол 4403).

В точке Pierre Pinaut выветренный красноватый материал оказался настолько мягким, что 16 мая ровер просто поскреб образец левым передним колесом, обнажив множество разноцветных камней и песка. Измерения на вскрытом участке E. Cann и на отломившемся желтоватом образце Joseph Field показали аномально высокую концентрацию серы по сравнению с соседними контрольными участками – примерно 25% в пересчете на SO<sub>3</sub>.

«Есть все основания полагать... что в этих зонах альтерации много сульфата магния, – прокомментировал открытие научный руководитель проекта Стивен Сквайрс (Steven W. Squyres). – Мы не думаем, что в этих зонах залегают глины, но сульфат магния сам по себе – это то, что может осесть из воды. По породе идут трещины, по которым может течь вода, перенося растворенные материалы. Тем самым она может видоизменить породу и создавать те красноватые участки, которые мы видим».

Отлично, но где же тогда сами глины, ради которых Opportunity забрался в Марафонскую долину?

Изначально ученые связывали марсианские смектиты с формацией Матиевича – самым древним и глубинным из известных геологических горизонтов планеты, который существовал здесь до падения небесного тела, следом которого является кратер Индевор. Opportunity открыл эти слоистые породы со сферическими конкрециями в 2011 г. на участке вала под названием Кейп-Йорк, у подножия холма Матиевича, и там же марсоход впервые получил доступ к смектитам, найденным при съемке с орбиты.

Почти на всей исследованной территории формация Матиевича перекрыта материалом, выброшенным из кратера Индевор и образующим горизонт Шумейкера. Точка входа в Марафонскую долину была на 84 м выше, чем Кейп-Йорк. Ученые надеялись пересечь и исследовать границу формаций Шумейкера и Матиевича в ходе спуска в кра-

▼ Марсоход Opportunity у гребня Кнудсена на южной стороне Марафонской долины 29 января 2016 г. (сол 4271).

Thomas Arppe по материалам NASA, JPL и Корнеллского университета



▲ Каменная горка у перевала Льюиса и Кларка. 2 сентября 2016 г. (сол 4483)

тер, но не нашли ее. Выяснилось, что прямая связь между глинистыми породами и горизонтом Матиевича нет.

Далее, детальная карта минерального состава по данным спектрометра CRISM на спутнике MRO показывала, что смектиты распределены более или менее равномерно по площади долины. Снимки же рисовали картину наклонного плоского слоя, разделенного трещинами на отдельные полигоны. К зонам трещин были приурочены полосы красного материала, в то время как остальная площадь выглядела коричневой. Логично было искать смектиты в необычном красном материале, явно сформированном при участии движущейся по трещинам воды. В нем было найдено много алюминия и кремния и мало железа и магния, что указывало на альтерацию и выщелачивание, но никак не на обилие смектитов.

Пришлось выдвинуть альтернативную версию: вся порода Марафонской долины, все ее сложенные брекчиями полигоны содержат некоторый процент глинистого вещества. Это означало, что местные железомagneвые смектиты образовались под воздействием небольшого количества воды, которой, однако, было слишком мало, чтобы изменить базальтовый в целом состав пород.

«Когда произошел удар, – размышлял заместитель научного руководителя проекта Реймонд Арвидсон (Raymond E. Arvidson), – в коре, вероятно, присутствовали лед и вода, и образовалась действительно горячая система – горячие источники, горячая вода, движущаяся по трещинам и проникающая в породу. Но не так много воды, если не считать трещин и разломов, где мы видим выщелоченный красный материал...»

Кстати, в начале мая была найдена причина сбоев при фотографировании, тревоживших команду уже несколько месяцев. Как оказалось, в бортовом ПО изначально была ошибка: командная последовательность, приостанавливающая съемку, в реальности блокировала дальнейшую работу соответствующей камеры. Пока у марсохода работала флэш-память, за приостановкой съемки всегда следовал уход в спящий режим, после чего компьютер загружался заново. Теперь же от «сна» пришлось отказаться, перезагрузки не происходило вплоть до вечернего сеанса связи, и камеры оставались заблокированными. Как следствие, если на день планировалось два сеанса съемки, второй из них

не выполнялся. Необходимые исправления были внесены 6 мая.

14 июня марсоход сместился в центр Красной площади, в точку York: ученые хотели убедиться, что во всем разобрались и ничего не пропустили. 25 июня ровер двинулся было к северо-западу, но вынужден был немедленно вернуться, так как ценные панорамные снимки рабочей зоны с 13 светофильтрами не были приняты на Земле и съемку требовалось повторить.

Opportunity окончательно покинул эту зону 3 июля (сол 4423). Неделю спустя он вышел на прошлогодний маршрут точки Bashful II – это название и еще несколько операторы позаимствовали из проекта Viking по случаю 40-летия первой полностью успешной посадки на Марс. Объект представлял собой пурпурную «пирамидку» с повышенным содержанием кремния и алюминия. Марсоход отснял снизу Мыс Хиннерса, на котором стоял некоторое время в феврале 2015 г., и двинулся по своим следам на северо-восток, но уже 23 июля отклонился к северу, к скалам Gibraltar II, которые также отснял в деталях. Здесь ученые обнаружили необычный рельеф – «вырезанные» в камне извилистые борозды, подсказывающие, что здесь когда-то текла вода, или, быть может, их проделали дующие из кратера ветры. Opportunity тщательно документировал и эту картину, а 18 августа встал перед камнем Muffler II для контактных исследований.

### За перевалом

Отсюда можно было при желании продолжить спуск в кратер, но из-за крутизны склона и особенностей грунта это, скорее всего, была бы дорога в один конец. Дойдя до песчаных дюн на дне Индевоора, ровер мог оказаться в ловушке, чего ни операторы, ни ученые, конечно, не хотели. Но и немедленное возвращение на запад не входило в их планы – решено было сместиться к югу и изучить еще одну-две параллельные долины.

27 августа (сол 4477) марсоход двинулся на юго-восток – в сторону пе-

ревала Льюиса и Кларка между хребтами Кнудсена и Вартона. 30 августа он замкнул круг, пройдя совсем рядом с точкой Ballarat, и 1 сентября вышел на перевал, начав тем самым десятый этап своей продленной программы. Финансирование на него было согласовано в первых числах июня; оно достаточно для работы группы планирования и управления из 30 сотрудников, с которыми взаимодействуют около 100 ученых.

3 сентября Opportunity спустился с перевала и двинулся вниз по долине Биттеррут – на восток, к светлому холму Спирит-Маунд, возвышающемуся над внутренним обрывом вала. Невзирая на песчаную бурю с высокой запыленностью атмосферы, ровер достиг цели 20 сентября (сол 4500) и в течение месяца исследовал породы в точках Gasconade, Jefferson City и Lupus. Здесь, на 59 метров ниже перевала и почти в 100 метрах по высоте от уровня равнины, ученые надеялись найти материал из формации Матиевича, но вокруг ровера была все та же ударная брекчия из горизонта Шумейкера.

16 октября марсоход попытался заснять вход в атмосферу и посадку европейского аппарата Schiaparelli проекта ExoMars 2016, но на снимках его обнаружить не удалось, потому что расчетную траекторию парашютного спуска прикрывал подъем местности к западу. До 24 октября ресурсы Сети дальней связи NASA были перенаправлены на поиск погибшего лэндера, и лишь после этого возобновилась нормальная работа. 29 октября ровер взмошел на вершину холма, а 6 ноября (сол 4546) спустился с него.

Теперь перед операторами стояла задача выбраться из кратера и пройти еще километр к югу, к началу безымянного оврага, очень похожего на промоину, по которой в кратер когда-то вливалась вода. На одну лишь первую часть плана – возвращение на равнину – ушло четыре месяца.

В период с 9 по 16 ноября Opportunity обогнул холм Помпис-Тауэр и пошел по дуге сначала на юг, а затем на запад, перебравшись в долину Вилламетте. Он с трудом нашел там проход между полями крупных камней и периодически останавливался для подзарядки, так как идти пришлось по склонам, обращенным к северу, а Солнце находилось с южной стороны – солнцестояние на Марсе пришлось на 29 ноября.

▼ Попытка взобраться на холм Бикон-Рок не увенчалась успехом: колеса начали увязать в грунте. 22 декабря 2016 г. (сол 4591)



## Марс в 2015–2018 годах

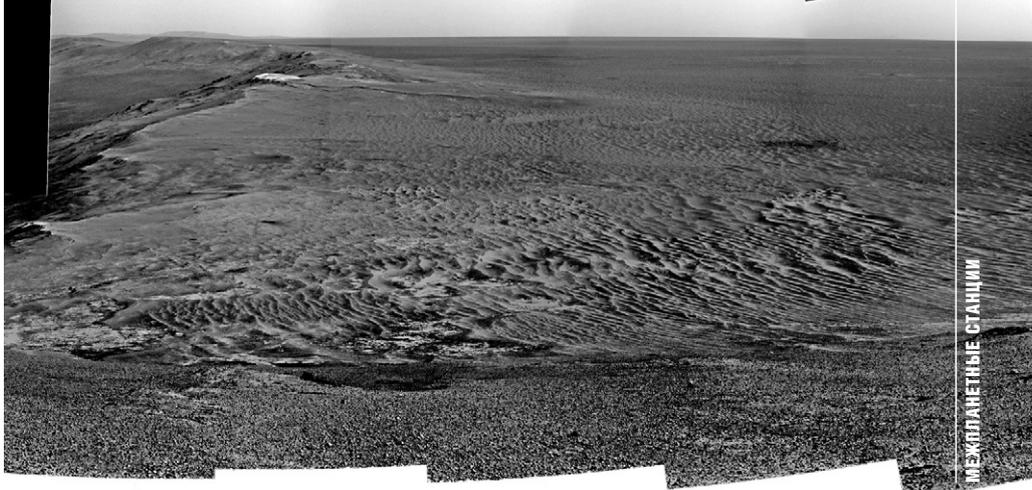
11 января 2015 г. – солнцестояние (начало зимы в северном полушарии)  
14 июня 2015 г. – соединение с Солнцем  
19 июня 2015 г. – равноденствие (начало весны в северном полушарии)  
20 ноября 2015 г. – Марс в афелии  
3 января 2016 г. – солнцестояние (начало лета в северном полушарии)  
22 мая 2016 г. – противостояние Марса  
5 июля 2016 г. – равноденствие (начало осени в северном полушарии)  
29 октября 2016 г. – Марс в перигелии  
29 ноября 2016 г. – солнцестояние (начало зимы в северном полушарии)  
6 мая 2017 г. – равноденствие (начало весны в северном полушарии)  
26 июля 2017 г. – соединение с Солнцем  
7 октября 2017 г. – Марс в афелии  
20 ноября 2017 г. – солнцестояние (начало лета в северном полушарии)  
23 мая 2018 г. – равноденствие (начало осени в северном полушарии)  
27 июля 2018 г. – противостояние Марса  
16 сентября 2018 г. – Марс в перигелии  
17 октября 2018 г. – солнцестояние (начало зимы в северном полушарии)  
24 мая 2019 г. – равноденствие (начало весны в северном полушарии)

Как раз на этом участке маршрута 22 ноября был с успехом опробован новый орбитальный ретранслятор – европейский спутник TGO. Его активное использование начнется в 2018 г. после снижения орбиты до 400 км, причем пропускная способность будет вдвое выше, чем у MRO, за счет модернизации бортового приемника Electra.

Медленно взбираясь по склону, 19 декабря (сол 4588) марсоход остановился перед холмом Бикон-Рок, и операторы должны были решить, обходить ли его слева, как планировалось изначально, или справа. 20 декабря при попытке двинуться вверх и вправо по 20-градусному склону ровер начал зарываться в грунт, и, когда потребляемый моторами ток превысил пороговое значение, компьютер остановил движение; пришлось отступить немного назад на твердую почву.

26 декабря произошел сбой на орбитальном ретрансляторе Mars Odyssey, и ровер не смог передать текущие данные. Лишь 2 января 2017 г. марсоход смог сместиться еще немного назад, и его камеры детально отсняли ярко окрашенный слабо связанный материал, развороченный передними колесами. Участки Sibley и Missouri City были исследованы контактными методами (камера-микроскоп MI, спектрометр APXS).

▼ Взгляд внутрь кратера с линии перегиба в начале Долины Упорства. 4 мая 2017 г. (сол 4720). Jan van Driel по материалам NASA и JPL



▲ Дюнное поле перед входом в Долину Упорства. До белой шапки Виннемука ровер не дойдет и повернет налево раньше. 1–3 апреля 2017 г. (солы 4688–4690). Jan van Driel по материалам NASA, JPL и Корнеллского университета

8 января (сол 4607) ровер пошел в обход холма с северной стороны. 15 января со второй попытки он преодолел крутой склон, повернул на юг в сторону горы Джефферсон и к 30 января достиг точки Fort Thompson. Затем были сделаны еще две научные остановки – короткая у точки Rulo 6 февраля и более долгая 10 февраля у Rocheport, где были обнаружены многочисленные желоба и следы эрозии.

«Степень эрозии здесь просто поразительна, – сообщил Рей Арвидсон. – Желоба идут перпендикулярно линии водораздела. Их проделали или вода, или лед, или ветер. Мы хотим посмотреть на как можно большее число таких деталей по дороге к Долине Упорства, чтобы сравнить их с теми, что найдем там».

28 февраля ровер закончил исследование и 2 марта 2017 г. (сол 4659) выбрался из долины за пределы вала Индевова. На изучение Марафонской долины и смежных с ней территорий ушел 581 марсианский день; за это время марсоход прошел примерно 1.65 км.

Как это часто бывает в конце марсианского лета, в середине февраля налетела пылевая буря, которая обдула солнечную батарею и очистила ее до отметки 84%. За ней, однако, пришла вторая, более сильная. За два следующих месяца взвешенная пыль осела вновь, снизив пропускание до 55%. За сутки от них поступало 400 Вт·ч электроэнергии или чуть больше.

### Колесо встало боком

Выбравшись на равнину, ровер быстро пошел на юг, к очередному выраженному участку вала под названием Кейп-Байрон с приметной белой шапкой Виннемука на самом высоком из утесов. Перед нею налево

и вниз уходила пологая промоина, нареченная Долиной Упорства (Perseverance Valley). Быть может, она сформировалась еще в Ноеву эпоху, между 3.7 и 4.2 млрд лет назад, и представляла собой пологий склон длиной примерно 200 м и шириной 20 м с уклоном 15–17°. Перепад высот между равниной и дном кратера был здесь наименьшим, потому что по пути от гряды Кейп-Трибьюлейш до Кейп-Байрон сама местность заметно понижалась.

«Мы уверены, что этот овраг проделан жидкостью и что в этом участвовала вода, – заявил Стивен Сквайрз. – Подобные овраги на Марсе были открыты с орбиты еще в 1970-е годы, но до сих пор ни один из них не был изучен на поверхности. Одной из трех главных задач нового продления работы марсохода является его исследование. Мы надеемся узнать, была ли эта жидкость селевым потоком, переносившим грязь и камни, или же текла главным образом вода, а остального было мало».

Рей Арвидсон пояснил, как отличить одно от другого: «Если это был селевой поток, инициированный незначительным количеством воды, и вниз несло большой объем породы, то мы увидим беспорядочные кучи. Если же промоину сделала река, мы можем увидеть камни на перекатах, косякую слоистость и то, что называется «обратным порядком отложений», – когда самые крупные камни остаются наверху». Теоретически не исключались и другие варианты – ветровая эрозия или даже движение ледника.

Ученые думали над тем, не дойти ли до белой вершины, прежде чем спускаться по долине в кратер, но на это нужен был месяц, а лишнего месяца до начала зимы у них не было, да и, судя по снимкам с орбиты, ничего особого Виннемука собой не представляла.



Отказались и от посещения свежего ударного кратера на равнине в 250 м к западу от точки входа, причем по двум причинам сразу: во-первых, приближалась зима, а во-вторых, в проекте осталось слишком мало водителей Opportunity, чтобы запланировать и осуществить несколько лишних переходов.

Единственную продолжительную остановку на 700-метровом пути на юг вдоль края кратера марсоход сделал 8 апреля (сол 4695), наткнувшись на обнажение скальной породы, которое казалось похожим на сульфатные песчаники формации Бёрнса. Ровер даже начал бурение образцы Ogallala, но ученые увидели, что ошиблись в своих догадках, и решили идти дальше. Компенсируя задержку, 18 апреля Opportunity преодолел 132 метра, хотя обычно за ходовой день проходил лишь около 30 м пути. Он миновал свежий (не старше 10 млн лет) кратер Otion и совсем маленький Casper, названные в честь двух модулей лунной экспедиции Apollo 16, и уже 2 мая остановился напротив входа в долину, оказавшись в 22.7 км южнее места посадки.

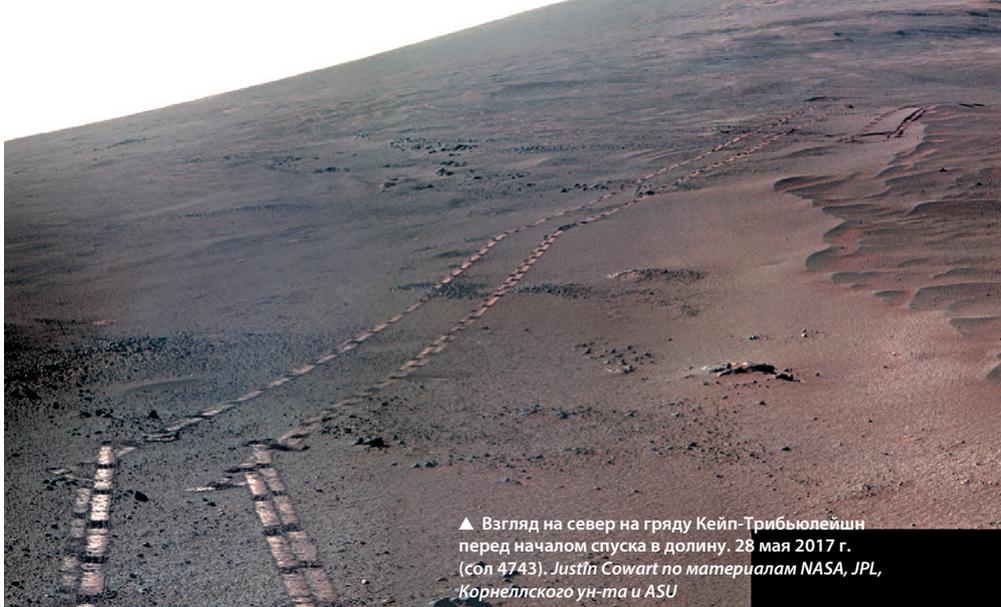
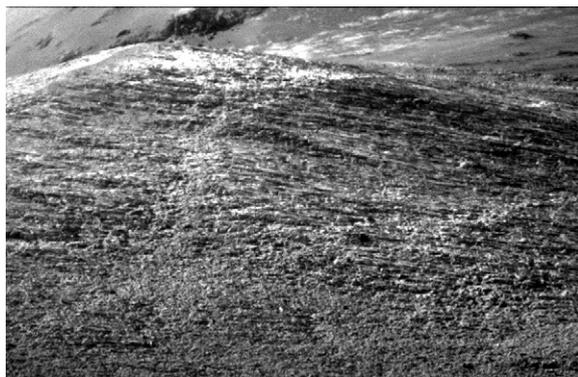
4 мая (сол 4720) марсоход вышел на линию перегиба и заглянул вдоль русла внутри кратера. Здесь его и застало 6 мая очередное равноденствие и начало 34 года марсианского календаря (см. фото на с.63).

14 мая ровер взобрался на холм над левым краем промоины, чтобы отснять ее с высокой точки, а 18 и 19 мая переместился на правый фланг. С этих двух позиций были сделаны стереоснимки Долины Упорства, позволяющие построить цифровую модель рельефа и проложить безопасный маршрут вниз по склону. 31 мая марсоход сместился еще немного к югу, чтобы отснять предстоящий путь с третьей точки.

Здесь он задержался на три недели, потому что 4 июня внезапно отказал двигатель направления левого переднего колеса. Запланированная на этот день короткая дуга не удалась, а колесо было обнаружено повернутым на 33° наружу от прямого положения. 8 июня операторы предприняли попытку вернуть его в рабочее положение, но ни при одном из четырех последовательно заданных пределов по токопотреблению – вплоть до 2 А – привод не сработал.

10 июня аналогичный тест был успешно выполнен на исправном левом заднем колесе. Это означало, что проблема не в методике испытаний, а именно в «железе». 17 июня провели новый тест, в котором усилили на поворот колеса вправо с постепенным ро-

▼ Породы на склонах Долины Упорства демонстрируют явные следы выветривания. 3 августа 2017 г. (сол 4809)



▲ Взгляд на север на гряде Кейп-Трибьюлейшн перед началом спуска в долину. 28 мая 2017 г. (сол 4743). Justin Cowart по материалам NASA, JPL, Корнеллского ун-та и ASU

стом напряжения от 15 до 24 В чередовались с импульсами на поворот еще на полградуса влево. Таким пошатыванием непонятную помеху удалось устранить, и по последней выданной команде «вправо» колесо наконец встало ровно.

Поскольку причина сбоя осталась неизвестна, операторы решили ограничить на неопределенный срок использование двигателей направления колес – на передней паре не трогать их вообще, идти задом наперед и приводы задней пары применять только при острой необходимости, а при ее отсутствии разворачиваться «по-танковому» – вращением левых и правых колес в противоположных направлениях.

Чисто для порядка 27 июня была проверена работа привода правого переднего колеса, который застрял 12 апреля 2005 г. в положении «8° внутрь» (НК №8, 2005) и не используется уже в течение 12 лет. Чуда не произошло – ответом на команды было отсутствие заметного движения.

### В русле древнего потока

Тем временем уже 20 июня (сол 4766) марсоход сделал первый шаг в новом режиме, успешно пройдя 14 из запланированных 18 метров (остановка была вызвана утратой визуальных ориентиров, что бывает достаточно часто). Перед спуском в кратер ученые хотели осмотреть трог – местный прогиб рельефа напротив промоины с вытянутыми по направлению к кратеру бороздами. Дело в том, что местность здесь имела уклон от кратера, и нужно было понять, что же произошло несколько миллиардов лет назад. Основная гипотеза состояла в том, что перед валом кратера было озеро, которое в некий момент переполнилось, и вода пошла вниз, но рассматривались и другие сценарии.

Поэтому 26 июня ровер сошел в трог с южной стороны, а 4 июля преодолел его северную границу и вышел на линию перегиба во второй раз. Наконец, 6 июля (сол 4781) Opportunity пересек через нее и начал спуск в 200-метровую долину. И тут же, буквально на следующий день, пройдя еще 14 метров, остановился: подошло время очередного соединения с

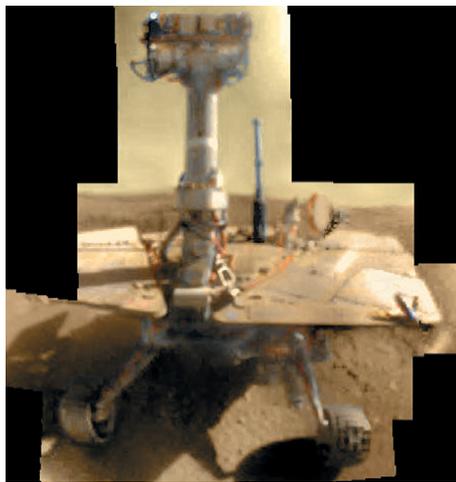
Солнцем и отсутствия надежной связи. Паузы использовали для изучения грунта на месте стоянки и для фотосъемки с целью создания трехмерной модели местности.

20 июля по неизвестной причине ровер испытал «мягкую» перезагрузку с остановкой работы программы. Операторы смогли получить информацию об этом 22 июля: Opportunity отправил отчет о случившемся на спутник-ретранслятор, а тот передал информацию на Землю, и она все-таки смогла пройти через солнечную плазму. 1 августа (сол 4807), когда соединение закончилось, марсоход вернули в штатное состояние, и он возобновил изучение образца Parral.

Выход из соединения совпал с провалом по электропитанию, как это всегда бывает перед прохождением афелия. Он был даже глубже, чем предыдущей зимой – с 29 августа по 3 октября приходы колебались вблизи уровня 280 Вт·ч, и часть дней приходилось отводить исключительно на подзаряд аккумуляторов. Перед минимумом ровер успел сделать лишь два заметных перехода вглубь долины, 10 и 26 августа, чтобы выйти к точке Albuquerque с удачным уклоном к северу. (Операторы называют такие места «листами кувшинки», уподобляя свою машину лягушке, перепрыгивающей с одного листа на другой.) Из-за бокового проскальзывания Opportunity промахнулся на несколько метров, но исправил ошибку 29 августа и встал на 12-градусном уклоне к северу.

9 октября марсоход вернулся на один переход назад по следу к интересной точке La Bajada. Здесь соприкасались два по-разному окрашенных геологических горизонта – более светлый с северной стороны и темно-коричневый с южной, с зоной трещин между ними и со следами эрозии на светлой части. Внимательный осмотр камней Mesilla убедил ученых, что ветры, дующие из кратера, уничтожили следы первоначальной эрозии от процесса, породившего долину в целом. Одновременно были закончены расчеты, которые показали: не было никакого озера к западу от кратера, и если вода и участвовала в формировании долины, то это была вода местного происхождения, откуда-то с вала. Окончательного вердикта о природе изучаемой долины планетологи пока не высказывают, но указывают, что она уникальная для данного кратера.

12 ноября (сол 4907) ровер сместился вдоль русла на северо-восток. До солнце-



▲ Из всех вариантов «селфи» по случаю 5000-го сола мы выбрали эту окрашенную версию.

James Sorenson и Don Davis по материалам NASA, JPL, Корнеллского ун-та и ASU

стояния оставалась еще неделя, но приходы энергии начали расти, главным образом из-за «просветления» солнечных батарей. Многолетний опыт показывает, что они всегда очищаются во второй четверти года, от солнцестояния до равноденствия, что для Opportunity соответствует зимнему времени. Атмосфера в это время содержит меньше всего пыли, а ветры сдувают материал, отложившийся за предыдущие месяцы.

Простояв до 27 ноября у точки Durango, марсоход сделал бросок к следующему благоприятному склону и потратил несколько дней на съемку панорамы. 10 декабря он сдвинулся еще немного и достиг развилки, где стоящий над руслом Остров – холм непонятного происхождения – можно было обойти слева или справа. Пока ученые раздумывали об этих перспективах, ровер изучал грунт в точке Carrizal с выраженными линиями камней, параллельными склону. Быть может, они образовались сравнительно недавно, в эпоху более сильного наклона оси вращения планеты, когда на валу кратера выпадал снег и увлажнял грунт при весеннем таянии. При чередовании таяния и замерзания грунта камни действительно выстраиваются в линию – этот эффект хорошо известен на Земле. Могли, однако, действовать и другие механизмы, такие как ветер и перенос материала.

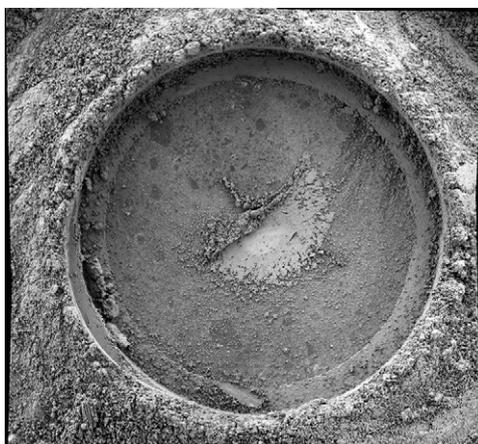
В итоге был выбран левый вариант, и 3 января 2018 г. (сол 4958) Opportunity двинулся в путь к так называемой Северной стене. На первой же остановке 10 января операторы протестировали нагреватель аккумуляторных батарей, рассчитывая скомпенсировать снижение их характеристик за счет легкого подогрева в процессе зарядки. Эксперимент прошел успешно, а 16 января и в последующие несколько дней ветер сдул существенное количество пыли, так что эффективность солнечных батарей поднялась с 65 до 84%, а приход энергии – с 426 до 644 Вт·ч. Восьмая зима Opportunity кончилась!

Обследовав в середине месяца необычную группу «дырчатых» камней Ojo del Muerte, 21 января ровер остановился еще раз для изучения светлого обнажения Jornada del Muerte, а 8 февраля (сол 4993) достиг Северной стены, где также провел

измерения. Дальнейшее продвижение на восток по левому каналу признали нежелательным, и 12 февраля марсоход отступил к развилке.

15 февраля ровер снял в цвете восход Солнца, а в свой юбилейный, 5000-й сол на Марсе впервые использовал камеру-микроскоп MI на головке манипулятора IDD для съемки самого себя. Картинка не могла быть хорошего качества, поскольку MI рассчитана на съемку грунта с расстояния порядка 7 см, а более далекие предметы не попадают в фокус. Тем не менее красивую идею одобрили и разработали программу съемки. Было сделано несколько десятков снимков, из которых программными методами «сшили» автопортрет ровера-ветерана. Всего же к этому дню Opportunity передал на Землю около 225 000 изображений.

3 марта марсоход вернулся к подножию водораздельного холма и до 27 марта вел исследования в точках Guanajuato и Aguas Calientes. Вторую из них, представляющую собой скальное обнажение, он несколько раз сверлил фрезой RAT, что делается нечасто – ученые берегут остатки ее ресурса.



▲ Отверстие, высверленное в камне Aguas Calientes. 22 марта 2018 г. (сол 5033). Damia Vouic по материалам NASA, JPL, Корнеллского ун-та и Геологической службы США

29 марта (сол 5040) ровер переместился к южному склону правого русла, в точку San Juan Pueblo, где ученым встретилась длинная линейная группа темных блестящих камней везикулярного типа. Везикулами называются полости, образующиеся после выхода вулканических газов из изверженной магмы. То, что увидели камеры Opportunity, было очень похоже на вулканическую породу или – как вариант – на результат ударного расплавления марсианского вещества.

К сожалению, ровер подошел к цели не совсем точно, а развернуться на месте на большой угол из-за проблем с ходовой частью не мог. Поэтому в течение двух недель земной робот изучал Tome и Nazas – не самые представительные везикулярные экземпляры. Спектрометр APXS вынес приговор: да, это нечто новое, но это не базальты! «В них много кремния, и вообще состав необычен – он не похож на то, что мы обычно встречали, – сообщил

Мэтт Голомбек. – Были образцы, которые подошли на этот по части элементов, но не по остальным». Исследователь добавил, что некоторые полости как будто заполнены другим материалом, местами похожим на пленку. Загадка!

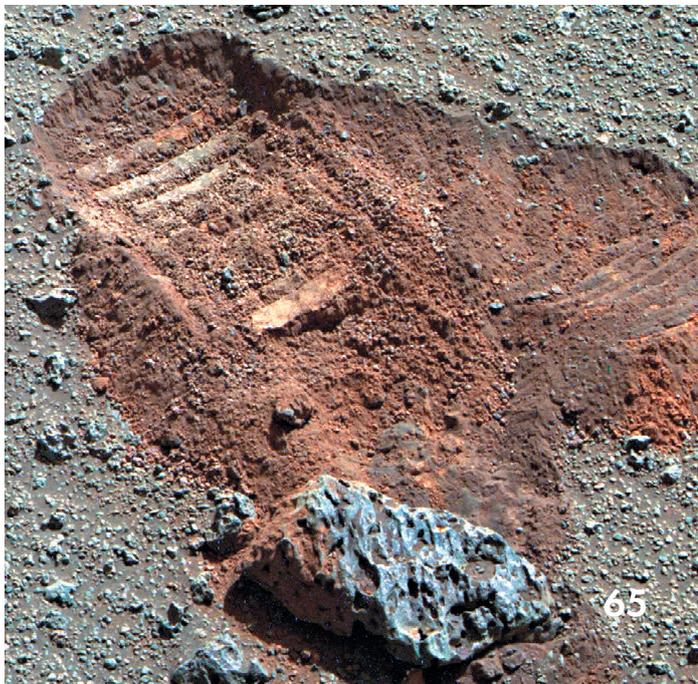
15 апреля Opportunity отошел назад и вернулся в ту же точку под другим углом, а на следующий сол попытался взобраться по склону возвышенности La Salinera до новой группы везикулярных и слоистых образцов, но смог пройти всего три метра из-за проскальзывания. 18 апреля ровер отступил на метр назад, и после осмотра склона операторы решили пустить его в обход и зайти к цели сверху. На это ушло три ходовых дня – 21, 23 и 27 апреля, и еще один на разворот на месте, и лишь 30 апреля (сол 5071) ровер начал изучать образец Allende везикулярной текстурности.

Ближайшие планы ученых и операторов состоят в том, чтобы обследовать слоистый образец Inde. Если вокруг не найдется ничего необычного, ровер продолжит спуск до внутренней террасы, идущей вдоль вала над дюнными полями, и пройти по ней на юг, изучив породы Кейп-Байрона с внутренней стороны. После этого намечена экспедиция примерно на 500 метров вглубь кратера Индевор, чтобы осмотреть и обследовать песчаные отложения и свежие небольшие ударный кратер на его дне.

Это вторая из текущих целей команды Opportunity: сравнить породы внутри кратера с теми, что были изучены ранее на равнине. «Мы можем обнаружить, что богатые сульфатами породы снаружи кратера отличны от того, что внутри. Мы полагаем, что эти сульфатные породы сформировались при участии воды, а вода текла вниз. Но водная среда внутри кратера могла быть не такой, как на равнине, – она могла существовать в другое время и могла отличаться по химии», – предполагают исследователи.

В дальнейших планах ученых и операторов – выбраться из кратера на равнину южнее Кейп-Байрона и продолжить путь на юг, к новому кратеру Иазу. Он значительно меньше, чем Индевор, – всего 7 км в диаметре против 22 км, – но окружен обширным и интересным полем выбросов. ■

▼ Везикулярный образец Tome, потревоженный колесами марсохода. 20 апреля 2018 г. (сол 5062)



# Рассекречено, но актуально

50 лет тому назад, в далеком уже 1968 г., произошли значимые события в мировой космонавтике: американские астронавты на корабле Apollo 8 совершили пилотируемый облет Луны, на стартовую позицию космодрома Байконур была доставлена первая летная ракета-носитель Н-1 разработки ЦКБЭМ\*, а в ЦКБМ\*\* разработан комплексный эскизный проект ракетно-космической системы УР-700 – ЛК-700 для пилотируемой экспедиции на Луну.

на земле по 154 тс, расположенные двумя концентрическими кольцами, суммарной тягой 4620 тс. К 1968 г. предприятие-разработчик – ОКБ-276 Н.Д. Кузнецова – не успело довести их до летной кондиции.

К тому же сменивший С.П. Королёва главный конструктор ЦКБЭМ В.П. Мишин признавал впоследствии: «Строительство производственно-стендовой базы велось с опозданием на два года. Да и то урезанной. Американцы могли у себя на стендах испытывать целый двигательный блок в сборе и без переборки ставить на ракету, отправлять в полет. Мы же испытывали по кускам и думать не смели запустить 30 двигателей первой ступени в полном сборе. Потом сборка этих кусков, конечно, без гарантии

ступени. Первостепенное значение придавалось тому, что такая схема носителя допускала – более того, предусматривала – поблочную отработку, делая ее несравненно реальнее и эффективнее. Базируясь на опыте создания и отработки ракеты УР-500К, предлагалось в короткие сроки создать носитель УР-700 и корабль ЛК-700, способные доставить экипаж из двух человек в любую точку Луны по схеме прямой посадки на 88% видимой части ее поверхности, включая полярные области.

Генеральный конструктор ОКБ-52 считал, что ракета-носитель этого класса должна обеспечивать решение не только задачи оставить след на поверхности Луны, но и заложить основу для будущих экспедиций по ее всестороннему изучению, а также позже использоваться (в том числе в модифицированном виде) для исследования Марса, Венеры и других тел Солнечной системы.

В октябре 1966 г. предэскизный проект был направлен в Министерство общего машиностроения, а 16 ноября В.Н. Челомей представил основные технические детали этого альтернативного проекта лунной экспедиции на пленарном заседании Консультативного совета по рассмотрению выполненных работ по программе Н1–Л3.

По поручению министра С.А. Афанасьева, в конце 1966 г. ЦНИИмаш подготовил «Заключение по сравнительному анализу комплекса УР-700 с модификациями ракеты Н-1», в котором было указано, что «экспертная комиссия по сравнению ракетно-косми-

## В. Поляченко специально для «Новостей космонавтики»

Сегодня, спустя полвека после разработки В.Н. Челомеем проекта сверхмощной ракеты-носителя УР-700 с лунным кораблем ЛК-700, не затихают споры: что это было? Уникальный шанс Советского Союза догнать и перегнать Америку в «лунной гонке» или, наоборот, помеха и причина того, что мы «проиграли Луну», отвлекая значительные средства от основной программы, заявленной С.П. Королёвым еще в 1960-м? Попробуем разобраться.

Постановлениями правительства от 23 июня 1960 г., от 13 мая 1961 г., от 24 сентября 1962 г., от 19 июня 1964 г. и от 3 августа 1964 г. ОКБ-1 и его главному конструктору С.П. Королёву задавались этапы и сроки разработки ракеты-носителя Н-1 для высадки советских космонавтов на поверхность Луны. К началу 1964 г. отставание от заданных сроков составляло уже 1–2 года. Но, по нашему мнению, причиной неудач явилось не только отставание по срокам, главное – в содержании проекта: на первой ступени Н-1 устанавливались 30 двигателей 11Д51 тягой

их чистой притирки...» («Полеты во сне и наяву», «Правда» от 20.10.1989).

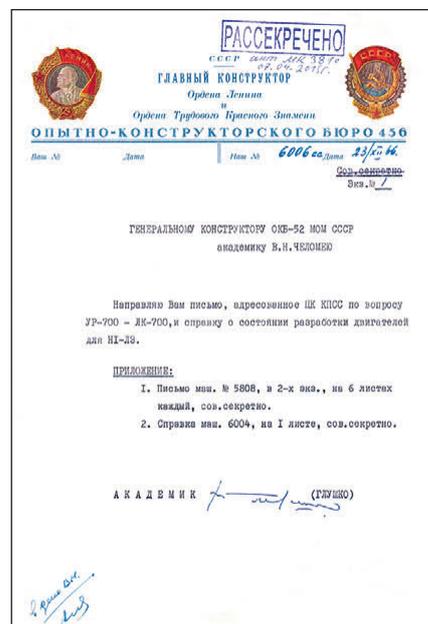
Видя негативные стороны разрабатываемого ЦКБЭМ проекта, группа выдающихся советских ученых и конструкторов ракетно-космической техники – В.Н. Челомей, В.П. Глушко, В.П. Бармин, В.Г. Сергеев, В.И. Кузнецов, А.Д. Конопатов, С.П. Изотов, А.М. Исаев, В.Я. Лихушин, В.А. Пухов – в декабре 1966 г. обратилась с письмом к Генеральному секретарю ЦК КПСС Л.И. Брежневу с предложением о разработке ракеты-носителя УР-700 с космическим кораблем ЛК-700, «более успешно решающей задачи достижения Луны космонавтами и вопросы дальнейшего соревнования с США в освоении космоса».

Было ясно, что первый этап «лунной гонки» американцам проигран, но реализация проекта УР-700 помогла бы восстановить утраченные позиции и открыть новые возможности в освоении дальнего космоса.

Начиная с 1962 г. генеральный конструктор В.Н. Челомей организовал в филиале №1 ОКБ-52 в Филях проработки сверхтяжелой ракеты УР-700 многоблочной схемы со сверхмощными двигателями на первой

\* Центральное конструкторское бюро экспериментального машиностроения (так с 1966 г. называлось ОКБ-1); ныне – ПАО «Ракетно-космическая корпорация (РКК) «Энергия» имени С.П. Королёва». – Ред.

\*\* Центральное конструкторское бюро машиностроения (так с 1966 г. называлось ОКБ-52), ныне АО «Военно-промышленная корпорация «Научно-производственное объединение машиностроения» (ВПК «НПО машиностроения»). – Ред.



ческой системы УР-700 – ЛК-700 с перспективными модификациями Н-1 показала, что [последние] являются совершенно новыми ракетами, требующими для своего создания не меньших материальных и временных затрат по сравнению с созданием ракеты-носителя УР-700, при меньших весах полезной нагрузки, выводимой на орбиту искусственного спутника Земли, и при значительно меньшем объеме решаемых задач.

Результатом обсуждения предэскизного проекта, длившегося больше года, стало поручение о разработке эскизного проекта на предлагаемую ракетно-космическую систему УР-700 – ЛК-700 по тактико-техническому заданию Института космических исследований Академии наук (ИКИ АН) СССР и Министерства обороны СССР, для чего было выпущено постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 17 ноября 1967 г.

Председательствовавший в конце 1967 г. на заседании Совета главных конструкторов В.Н. Челомей сообщил присутствующим о выходе постановления и предложил обсудить основные контуры этой работы. До завершения эскизного проекта оставалось девять месяцев.

Основные технические соображения В.Н. Челомея:

◆ с В.П. Глушко договорились в части двигателей первой ступени тягой по 640 т. Вес ракеты – 4800 т, выводит на низкую околоземную орбиту 150 т;

◆ УР-700 не следует связывать с Н-1, у которой полезная нагрузка 75–95 т, УР-700 – 150 т и выше. Можно стартовать с любой точки Луны, в любое время. Возможна высадка беспилотной станции на Марс весом 12 т, пилотируемый облет Марса.

Это позволит обеспечить преимущество перед США (Saturn V выводит 127 т) – УР-700 с атомным ракетным двигателем по схеме «А»<sup>1)</sup> на третьей ступени может вывести на низкую орбиту полезный груз 250 т.

Предложение: материалы эскизного проекта смежных организаций представить в августе 1968 г., все частные задания согласовать до конца 1967 г., состав эскизного проекта представить на утверждение президенту АН СССР М.В. Келдышу. Решение Совета главных конструкторов было принято единогласно.

Эскизный проект, подписанный В.Н. Челомеем 30 сентября 1968 г., отличался большим объемом проектных материалов, глубиной проработки каждой составной части и включал 57 томов, объединивших 282 отдельные книги, 111 из которых посвящены ракете-носителю УР-700, 115 – лунному кораблю ЛК-700, остальные – дополнения и приложения.

1) С твердофазной активной зоной ядерного реактора. – Ред.

2) Новый двигатель, предлагавшийся В.П. Глушко для ракет, альтернативных Н-1.

3) Высотный вариант двигателя первой ступени ракеты УР-500.

4) Ныне – АО «Научно-производственное объединение энергетического машиностроения (НПО Энергомаш) имени академика В.П. Глушко».

5) В 1966 г. ОКБ-52 было переименовано в Центральное конструкторское бюро машиностроения.

6) При работе пакета все двигатели получали питание из баков первой ступени; после ее отделения ракета продолжала полет с полными баками второй ступени.

Во Введении отмечалось: «...разрабатываемая в настоящее время в ЦКБЭМ ракетно-космическая система Н1–Л3 даже при окончательной доводке будет иметь возможность решить только первую, ограниченную задачу по исследованию Луны – задачу высадки экспедиции со сроком пребывания на поверхности Луны одного космонавта в течение нескольких часов, без проведения серьезных научных исследований, и не обеспечит широкого освоения Луны... Ракетно-космическая система (РКС) УР-700 – ЛК-700 разрабатывается с учетом возможности организации... долговременных лунных баз для широкого освоения Луны. Кроме [того], на базе РКС УР-700 – ЛК-700 могут быть созданы системы для пилотируемого облета Марса, Венеры, возможна организация экспедиции на Марс...»

Ракета УР-700 с кораблем ЛК-700 должна была иметь стартовую массу 4823 т, высоту (с ЛК-700) – 74.5 м, поперечный размер первой ступени – 17.6 м и массу полезного груза 151 т. Общие затраты на создание РКС оценивались в 816 млн руб.

Комплекс решено было разрабатывать на высококипящих, самовоспламеняющихся компонентах топлива – азотном тетроксиде (АТ) и несимметричном диметилгидразине (НДМГ). Считалось, что токсичность этих компонентов будет компенсирована опытом безаварийной эксплуатации, а уменьшенная по сравнению с кислородными двигателями экономичность – большей плотностью топлива (то есть в те же объемы баков можно заправлять соответственно большие массы компонентов). Самовоспламеняемость компонентов заметно упрощала задачу обеспечения их безотказного зажигания и отсюда позволяла реализовать замкнутую схему двигателя с теперь уже тремя «огневыми» агрегатами (камера и два газогенератора), отличающиеся высокими удельными характеристиками.

На первой ступени ракеты предполагалось установить девять (6 + 3) двигателей 8Д420<sup>2)</sup> суммарной тягой 4116 + 2058 тс, на второй – три двигателя 8Д420 суммарной тягой 2058 тс, на третьей – три двигателя 11Д44<sup>3)</sup> суммарной тягой 524.1 тс в вакууме. Все двигатели – разработки ОКБ-456<sup>4)</sup>.

Ракета построена из блоков диаметром 4.1 м (принятым для УР-500, что было пределом для транспортировки с завода-изготовителя железнодорожным транспортом), сборка ускорителей I, II, III ступеней и общая – на технической позиции космодрома.

При разработке УР-700 инженеры филиала №1 ЦКБМ<sup>5)</sup> выбрали комбинированную (как тандемную, так и пакетную) схему. По сравнению с пакетом Р-7, где центральный блок был окружен четырьмя боковыми, пакеты УР-700 строились по «питающей» схеме<sup>6)</sup>, имели большую сложность и на порядок большую массу.

Центральный блок сам состоял из двух ступеней. Нижний отсек – вторая ступень – представлял собой пакет, собранный из трех длинных цилиндрических модулей, являющихся модификацией центрального блока (отсека окислителя) УР-500. На каждый устанавливался один двигатель РД-270. Верхний отсек – третья ступень – состоял из трех цилиндрических модулей меньшего диаметра,



▲ Возвратный модуль корабля ЛК-700

#### Характеристики ступеней корабля ЛК-700

Ступень	Назначение	Двигатель	Число и тяга двиг-лей, тс	Разработчик
Первая	Перелет к Луне	11Д23	3 x 23.5	С. А. Косберг
Вторая	Торможение у Луны	11Д23	1 x 23.5	С. А. Косберг
Третья	Посадка на Луну	11Д416	3 x (0.75–1.9)	А. М. Исаев
Четвертая	Взлет к Земле	11Д423	1 x 13.4	С. П. Изотов

соединенных в пакет и с одним двигателем РД-254 на каждом.

Центральный блок по всей длине был окружен тремя пакетами, каждый состоял из двух одинаковых цилиндрических модулей. Этот комплект из шести модулей составлял первую ступень. Как и на центральном блоке, на каждом модуле первой ступени стоял РД-270. Все двигатели девяти модулей первой и второй ступеней должны были запуститься при старте.

В расчетной точке траектории, после выработки топлива, боковые пакеты сбрасывались, оставляя работающей нижнюю секцию центрального блока. Затем она также отбрасывалась, и включались три РД-254 для выведения груза на околоземную орбиту наклонением 51.5° и высотой 186x260 км.

Эскизный проект включал большой объем материалов по кораблю ЛК-700. Рассмотрев различные варианты его облика, В.Н. Челомей предложил схему прямого перелета к Луне, в которой отсутствовала необходимость в стыковках как на околоземной, так и на окололунной орбите.

В американском проекте Saturn V – Apollo с 1962 г. реализовывалась схема со стыковкой на окололунной орбите, С.П. Королёв сделал такой выбор в 1964 г. Однако В.Н. Челомей не хотел иметь дело со сложной операцией стыковки, которая могла бы внести слабые звенья в облик системы в целом. Инженеры ЦКБМ также полагали, что прямой перелет позволит иметь широкий выбор посадочных площадок, расположенных на 88% поверхности Луны, в то время как стыковка на окололунной орбите ограничивалась только приэкваториальными районами.

Схема прямого перелета вынуждала использовать сверхтяжелую ракету-носитель со стартовой массой в полтора раза большей, чем у Н-1. Увеличенная масса корабля позво-

ляла доставить на поверхность Луны двух человек, что значительно повышало безопасность миссии и эффективность проведения научных исследований.

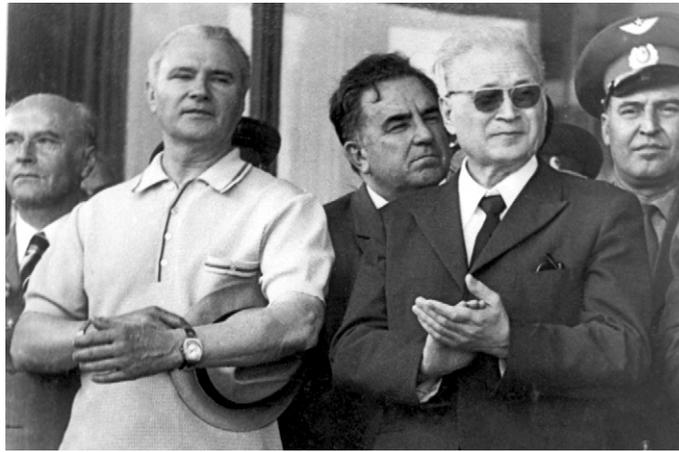
Весь комплекс корабля был четырехступенчатым: первая ступень предназначалась для вывода ЛК-700 на орбитальную траекторию к Луне, вторая – для торможения перед посадкой на Луну, третья – для мягкой посадки и четвертая – для взлета и прямого перелета к Земле.

ЛК-700 имел длину 20,89 м, максимальный поперечный размер – 8,5 м, стартовую массу на околоземной орбите – 151 т. Переход на орбитальную траекторию к Луне осуществлялся с помощью первой ступени корабля, экипаж оставался в перелетном модуле массой 50,5 т. На этом участке коррекции траектории могли осуществляться с помощью небольших 1,67-тонных верньерных двигателей, установленных на аппарате. После более чем трехсуточного перелета тормозной двигатель, аналогичный использовавшимся на перелетной ступени, включался, чтобы снизить скорость для осуществления предпосадочных маневров. После его отработки и сброса выбор места посадки и зависание над лунной поверхностью выполнял 18,3-тонный посадочный модуль с тремя двигателями переменной тяги. При посадке на Луну ЛК-700 имел массу немногим более 17 т.

В качестве первоначальных посадочных площадок были выбраны две области, соответствующие двум различным траекториям: Море Изобилия для 6,5-суточного полета и Океан Бурь для 3,5-суточного полета. Космонавты должны были провести большую часть своего путешествия в возвращаемом аппарате конической формы массой 3,4 т. Корабль мог пребывать на поверхности Луны от 12 до 24 час в первых полетах, что было достаточно для одного выхода на поверхность. Выход осуществлялся непосредственно из возвращаемого аппарата в полужестких скафандрах, оставляя разгерметизированную кабину экипажа на 2–4 часа. Общая продолжительность экспедиции от старта до посадки – 8,5 суток, время полета к Луне – 3,32 суток.

Для возвращения посадочная ступень оставалась на Луне, а экипаж в возвратном модуле массой 14,8 т взлетал, используя 13,4-тонный двигатель с полной тягой. Рассматривались два варианта возвращения – прямой перелет к Земле или выход на окололунную орбиту и отлет с нее в наиболее подходящий момент. После промежуточных коррекций траектории полета с использованием 200-килограммовых двигателей, возвращаемый аппарат массой 3,1 т отделялся от ЛК-700, входил в земную атмосферу, совершал управляемый спуск и приземлялся с помощью парашютов на советской территории.

В ЦКБМ был изготовлен полномасштабный макет лунного корабля с использованием целого ряда конструкций, служебных систем и двигателей, близких к штатным вариантам. Кроме этого, был изготовлен макет корабля при взлете с Луны и макет блока мягкой посадки на Луну.



▲ К.Д. Бушуев, В.П. Глушко и В.Н. Челомей в Звёздном городке

По материалам эскизного проекта получилось, что если начать работать сразу после защиты (с 4-го квартала 1968 г.), то первый полет на Луну мог состояться 30 апреля 1972 г. Затем 30 октября, 30 марта 1973 г. и так далее...

В составе эскизного проекта ракетно-космической системы был представлен также развернутый эскизный проект 8Д420. Управление полетом носителя обеспечивалось качанием каждого двигателя в одной плоскости.

В значительной части расчетных и экспериментальных работ по двигателю принимали активное участие ведущие научно-исследовательские институты отрасли. В последующем огневые испытания двигателя проводились с октября 1967 г. по июль 1969 г. Главным результатом работ была демонстрация реальности создания сверхмощного ЖРД с надежным обеспечением статической и динамической устойчивости работы.

Работы по 8Д420 были остановлены в 3-м квартале 1969 г. из-за отсутствия решения о проведении дальнейших работ по комплексу УР-700 после успешной высадки американских астронавтов на Луну, а также потому, что этот двигатель не был востребован для какого-либо другого комплекса. Многие из того, что было впервые создано для 8Д420, нашло в дальнейшем применение в других разработках.

Основные параметры ракетного двигателя 8Д420	
Тяга у земли / в пустоте	640 / 685 тс
Удельный импульс тяги на земле / в пустоте	301 / 322 кгс·с/кг
Давление в камере сгорания	266 кгс/см <sup>2</sup>
Соотношение компонентов топлива	2,67:1
Угол качания двигателя	до 8°
Масса двигателя	не более 4770 кг
Габариты: высота / диаметр	4850 / 3300 мм

Государственное союзное конструкторское бюро специального машиностроения (ГСКБ Спецмаш\*) главного конструктора В.П. Бармина с участием других организаций в качестве раздела общего эскизного проекта разработало проект стартового комплекса РКС УР-700 – ЛК-700 по исходным данным ЦКБМ, предусматривавшим возможность использования стартового сооружения комплекса Н-1. При этом двигатели первой и второй ступеней ракеты УР-700 располагались по трем осям соответственно расположению газоходов газоотводящих лотков стартового сооружения Н-1.

Результаты проработок показали возможность создания стартового комплекса,

обеспечивающего пуск как ракеты Н-1, так и УР-700. Однако для этого необходимо было доработать и создать заново большое количество технологических агрегатов и систем. Главная причина – использование различных компонентов топлива: кислорода и керосина для Н-1 и АТ – НДМГ для УР-700. Поэтому, как пишет возглавлявший эти работы Н.М. Корнеев, основное внимание в КБОМ было уделено разработке нового комплекса.

Стартовая позиция для РКС УР-700 – ЛК-700, состоящая из двух стартовых площадок и выносного командного пункта, проектировалась по схеме, близкой к схеме построения позиции УР-500К («Протон-К»). Наиболее сложным технологическим оборудованием было пусковое устройство, размещаемое на двухэтажном стартовом сооружении, основание которого было заглублено на 14,7 м ниже, а верхняя часть поднята на 12,5 м выше нулевой отметки.

Большая проектно-конструкторская и научно-исследовательская работа по разработке перспективных стартовых комплексов для таких мощных ракет, как УР-700, оказала влияние на дальнейшее развитие наземного оборудования космической техники.

Несмотря на положительные результаты рассмотрения эскизного проекта, дальнейшие работы по РКС УР-700 – ЛК-700 не разворачивались. Шанс более успешно решать задачи достижения Луны космонавтами и конкурировать с США в деле освоения космоса, как предлагали выдающиеся конструкторы, был упущен.

В то же время нет никаких оснований для измышлений, будто бы деятельность ЦКБМ сыграла какую-либо отрицательную роль в развитии советской лунной программы. Кроме разработки проектной документации, никаких серьезных работ по системе УР-700 – ЛК-700 не производилось. А созданная в ходе работ по этой программе ракета-носитель УР-500К «Протон» выполняла и выполняет огромный объем задач в развитии отечественной и мировой космической техники. В частности, она использовалась для запуска кораблей Л-1 для облета Луны, разрабатываемых ЦКБЭМ (в печати обозначались как автоматические станции «Зонд»).

Научно-технический задел, полученный в ходе проектных работ по РКС УР-700 – ЛК-700, может быть востребован и на дальнейших этапах развития космонавтики.

#### Литература:

1. «История развития отечественного ракетостроения». М., ИД «Столичная энциклопедия». 2014.
2. «История развития отечественной пилотируемой космонавтики». М., ИД «Столичная энциклопедия». 2015.
3. «История развития отечественной наземной ракетно-космической инфраструктуры». М., ИД «Столичная энциклопедия». 2017.

\* Впоследствии – Конструкторское бюро общего машиностроения (КБОМ), ныне входит в Научно-исследовательский институт стартовых комплексов (НИИСК) имени В.П. Бармина.

Е. Рыжков.  
«Новости космонавтики»

12 апреля в отреставрированном павильоне «Космос» (№ 34) на Выставке достижений народного хозяйства открылся новый музейный комплекс мирового значения – центр «Космонавтика и авиация».

### История павильона «Космос»

У монументального здания богатейшая история: оно не единожды меняло название и экспозицию. Павильон, первоначально называвшийся «Механизация», построили к открытию Всесоюзной сельскохозяйственной выставки в 1939 г. Снаружи он выглядел, как ангар для дирижабля, но внутри на двух ярусах выставлялась сельскохозяйственная техника: тракторы, комбайны и грузовые автомобили.

В 1954 г. к повторному открытию выставки павильон полностью перестроили, и он приобрел современный вид. Как раз тогда большой элинг старого павильона получил продолжение в виде двухэтажного купольного зала. Экспозиция расширилась и стала называться «Механизация и электрификация сельского хозяйства СССР».

В 1956 г. основной его тематикой стало машиностроение, и павильон получил одноименное название. Среди экспонатов появились детали гигантских паровых турбин, прокатные станы и макеты мареновских печей. В 1961 г. в здании разместилась временная экспозиция «Градостроительство».

В период 1967–1991 гг. в павильоне и на прилегающей территории одновременно размещались две выставки – «Космос» (в основном объеме) и «Машиностроение» (в малых залах). С тех пор это здание помечается двумя номерами – 34 и 32.

В 1990-е годы павильон «Космос», как и многие другие объекты советского наследия, постигла печальная участь: экспозиция закрылась, а на смену макетам и стендам пришли торговые точки. В павильоне продавали семена и саженцы, а октябре 2008 г. в нем даже проводились пороссячи бега. К счастью, в 2014 г. возникла идея восстановления космической экспозиции, и к тому же она была поддержана жителями столицы на портале «Активный гражданин».

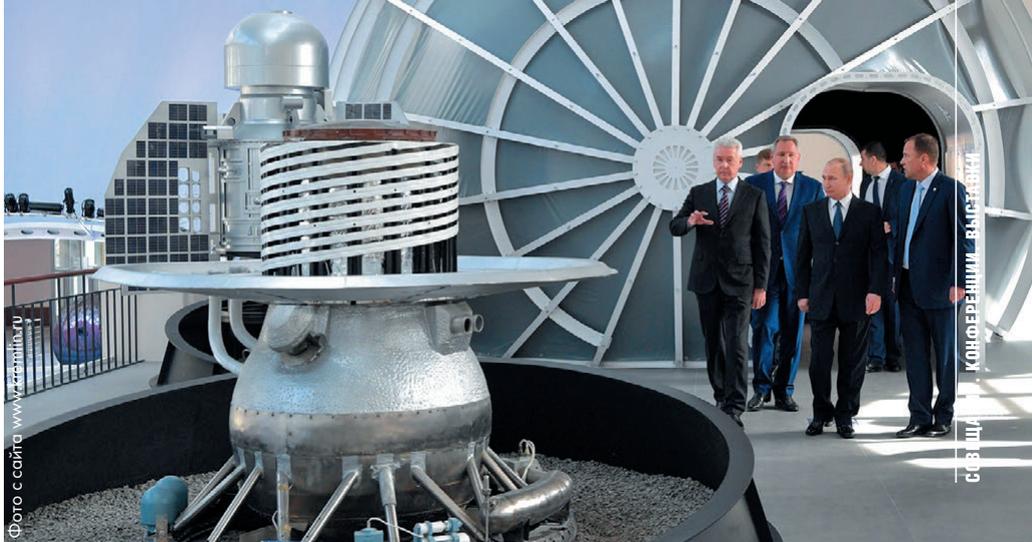
Само решение об открытии крупнейшего космического музейно-выставочного центра России было принято в 2015 г. Проект реализовало Правительство Москвы совместно с госкорпорациями (ГК) «Роскосмос» и «Ростех», ПАО «Объединенная авиастроительная корпорация» и рядом предприятий оборонной промышленности. В 2017 г. начались масштабные реставрационные работы, которые завершились в рекордные сроки – в марте 2018 г.

В настоящее время павильон «Космос» обладает статусом объекта культурного наследия федерального значения.

### Обновленная экспозиция

С 12 апреля 2018 г. в здании начал работать центр «Космонавтика и авиация». Масштабная экспозиция посвящена истории достижений отечественной космической отрасли.

Центр поделен на несколько зон: музейно-выставочное пространство, образовательно-научный кластер, направленный на



## ВДНХ: открытие центра «Космонавтика и авиация»

реализацию детских и молодежных проектов, зоны отдыха и семейного досуга.

Огромное и протяженное выставочное пространство содержит три раздела: КБ-1, КБ-2 и КБ-3. Первый – «Космический бульвар» (КБ-1) – с натурными экспонатами и полноразмерными макетами КА демонстрирует достижения отечественной космонавтики и другие реализованные проекты XX века. Второй – «Конструкторское бюро» (КБ-2) – повествует о медицинских, биологических и астрономических исследованиях в области освоения космического пространства.

Третий раздел – «Космодром будущего» (КБ-3) – рассказывает о современном этапе изучения космоса и развития технологий. Он включает и межгалактические прогнозы футурологов и фантастов. Здесь разместились игровые имитаторы, экспозиционный модуль «Монолит» и «Космическая сфера». Последняя представляет собой уникальный 5D-кинотеатр, где посетителям покажут историю покорения Вселенной человеком – от теории Большого взрыва до перспектив колонизации нашей соседки – Красной планеты.

В создании экспозиции участвовали 28 предприятий ракетно-космической и авиационной отраслей. В центре смонтированы 120 уникальных образцов летательной и космической техники, ранее никогда не выставлявшиеся в музейном пространстве, экспонаты предприятий оборонно-промышленного комплекса. Свыше двух тысяч редких архивных документов, фото- и видеоматериалов стали доступны любителям космоса. А более 50 экспонатов были изготовлены по спецзаказу.

Среди прочих интересных предметов посетители могут обнаружить образцы лунного грунта ГЕОХИ РАН, доставленные советскими космическими автоматическими станциями «Луна-16» и «Луна-20», а также спускаемый аппарат (СА) корабля «Восток», на котором Ю. А. Гагарин совершил первый в истории человечества космический полет. Этот экспонат из корпоративного музея РКК «Энергия» экспонируется в павильоне «Космос» временно, а впервые в России он был показан открыто на экспозиции Роскосмоса в Мультимедиа артмузее.

Мультимедийный центр «Космонавтика и авиация» – в процессе формирования. Пред-

приятия Роскосмоса – Центр имени М. В. Хруничева, РКС, ЦЭНКИ, НПО Энергомаш, НПК СПП, НИИ КП, НПО имени С. А. Лавочкина, РКК «Энергия» – планируют дополнить новый музей рядом технологических образцов, узлов и агрегатов ракетно-космической техники.

Первым посетителем центра «Космонавтика и авиация» стал 12 апреля Президент России В. В. Путин: он осмотрел ряд экспонатов, экспозицию, посвященную международной лунной программе, ознакомился с работой центра. Глава государства побеседовал с космонавтами и ветеранами отрасли, поздравил их с профессиональным праздником. Президента сопровождали мэр Москвы Сергей Собянин, заместитель председателя Правительства Дмитрий Рогозин и генеральный директор ГК «Роскосмос» Игорь Комаров.

После парадного визита на выставке побывали работники предприятий Роскосмоса: за день до официального открытия они профессиональным взглядом оценили музейную экспозицию.

А с 13 апреля реконструированный павильон открыл «космические» двери для всех желающих. В первые три дня работы центра посетители в вечернее время могли увидеть масштабное шоу: по фасаду павильона «Космос» двигались артисты знаменитого французского воздушного театра Motus Modules. Выступление танцоров сопровождалось видеопроекцией и музыкой.

Вход в «космический» центр платный. В то же время организованы бесплатные экскурсии для групп школьников числом примерно 15 человек.

Утром 12 апреля в открывшемся павильоне ГК «Роскосмос» провела научно-практическую конференцию «Перспективы развития российской космонавтики», приуроченную к праздничному дню. В рамках конференции молодые сотрудники Роскосмоса и представители ведущих университетов и инновационного сообщества выступили с докладами о прорывных космических проектах и об актуальных направлениях развития космических технологий. Состоялась панельная дискуссия. Форум завершился итоговой пленарной сессией, где участники обсудили «загоризонтное» видение перспектив освоения и прикладного использования космоса. ■



## От секретной лаборатории до космических полетов Петербуржскому музею космонавтики и ракетной техники – 45 лет

Е. Рыжков.  
«Новости космонавтики»  
Фото автора

12 апреля исполнилось 45 лет Музею космонавтики и ракетной техники в Петербурге. По случаю этой даты с 12 апреля 2018 г. по 15 января 2019 г. работает выставка «45 лет со дня открытия Музея космонавтики и ракетной техники имени В. П. Глушко. От секретной лаборатории до космических полетов».

Выставка подготовлена Северо-Западной межрегиональной общественной организацией Федерации космонавтики России совместно с коллективом музея.

На выставке представлена уникальная информация, взятая из хранилищ музея. По периметру одного из залов выстроено множество стендов с интересными фотографиями, картами и поясняющими сведениями, уникальные экспонаты и предметы. На стендах можно увидеть: карты Петропавловской крепости XIX века и 1732–1733 годов и вид Петропавловской крепости, сделанный при аэросъемке в 1920-х годах; карту Ленинграда с указанием мест размещения отделений ГДЛ в 1925–1933 гг.; копию фотографии испытательного стенда ГДЛ с двигателем ОРМ-50; письмо Н. И. Тихомирова к В. Д. Бонч-Бруевичу\* (1919 г.); ведомость имущества ГДЛ (1930-е годы)...

На других снимках: звукоулавливающая установка ПВО в Петропавловской крепости в годы блокады (1941–1943 гг.); мемориальные доски в Иоанновском равелине и на здании Адмиралтейства; копия благодар-

ственного письма Ю. А. Гагарина коллективу ОКБ-ГДЛ за ракетные двигатели РН «Восток»; первая экспозиция музея (1970-е годы), а также другие жемчужины фотолетописи, благодаря которым можно нутром прочувствовать дух покорения космоса времен СССР.

На потолке зала, где проходит выставка, подвешен полноразмерный макет крылатой ракеты 212 (312) конструкции С. П. Королёва с двигателем В. П. Глушко ОРМ-65. Коллекция включает ракетные двигатели РД-2 и РД-1Х3, а также ракетный двигатель в разрезе и снаряд ракетный осколочно-фугасный РС-132.

Почти в сердцевине экспозиции, на столах, под стеклом можно открыть для себя славную историю отдельных вех музея. Тут есть и буклет Музея ГДЛ 1973 г. с автографами космонавтов и ветеранов лаборатории, и эскиз значка «Ленинград. Музей ГДЛ», и «письмо коллективу Государственного музея истории Ленинграда от летчика-космонавта ГДР Зигмунда Йена. Поздравление с 65-й годовщиной Октябрьской революции», и медаль «В память о 50-летию Байконура» 2005 г., и множество других любопытных экспонатов.

Бюст конструктора Валентина Петровича Глушко выставлен в музее на постоянной основе.

### История ГДЛ

История современного музея неразрывно переплетена историческими нитями с Газодинамической лабораторией.

В советское время объединение ресурсов, специалистов, химического и порохового производства, наличие аэродрома и полигона в Ленинграде создало предпосылки для успешного развития ракетной отрасли.

В 1921 г., по предложению ученого-химика Н. И. Тихомирова, в Москве при Коми-

тете по делам военных изобретений была организована Лаборатория для разработки изобретений. В 1925 г. лаборатория Н. И. Тихомирова перебазировалась в Ленинград, а с 1928 г. ее помещения расширились, и она получила свое окончательное наименование – «Газодинамическая лаборатория», став первой в СССР научно-исследовательской и опытно-конструкторской организацией по разработке ракет и ракетных двигателей.

Отделы ГДЛ размещались в разных уголках города. В доме на улице Халтурина был административный центр; в корпусе Научно-испытательного артиллерийского полигона на Ржевке испытывались реактивные снаряды; на Комендантском аэродроме располагался авиационный отдел; в Гребном порту на Васильевском острове работали пороховые мастерские; в знаменитом Адмиралтействе – конструкторское бюро по электрическим и жидкостным ракетным двигателям, а в Иоанновском равелине было положено начало советскому ракетному двигателестроению.

Специалисты ГДЛ разработали пироксилино-тротиловый порох для ракетных снарядов, так как применявшийся в то время черный дымовой порох не обеспечивал требуемых характеристик по дальности и стабильному полету ракеты.

В 1929 г. в ГДЛ попал Валентин Глушко и 15 мая того же года организовал новое подразделение по созданию ЭРД и ЖРД и ракет на жидком топливе – второй отдел ГДЛ.

В 1932–1933 гг. 2-й отдел ГДЛ как секретное учреждение получил «пристанище» в Иоанновском равелине Петропавловской крепости. Здесь располагались испытательные стенды и мастерские 2-го отдела.

В конце 1933 г. ГДЛ вошла в состав Реактивного научно-исследовательского института (вернулась в Москву). В 1941 г. ГДЛ «доросла» до Опытного-конструкторского бюро по жидкостным ракетным двигателям (ОКБ по ЖРД). Таков творческий путь лаборатории – от ГДЛ до «ГДЛ-ОКБ», именуемой сейчас НПО Энергомаш имени академика В. П. Глушко.

Кроме того, в 1930-е годы работа лаборатории была сосредоточена на создании ракетных снарядов на бездымном порохе и

\* Н. И. Тихомиров – изобретатель, специалист по ракетной технике, инициатор создания ГДЛ.  
В. Д. Бонч-Бруевич – ближайший помощник Ленина.

технологии изготовления шашек для него. Снаряды успешно применялись в годы Великой Отечественной войны на знаменитых «катушках».

### От Музея Газодинамической лаборатории до наших дней

В 1965 г. Ленинград принимал космонавтов первого отряда: П.И. Беляева, В.М. Комарова, А.А. Леонова и Ю.А. Гагарина вместе с их наставником Н.П. Каманиным. В Крепости их сопровождал В.П. Глушко, показавший место работы 2-го секретного отдела ГДЛ.

В том же году Глушко обратился в исполком Ленгорсовета с предложением увековечить память о «работе организации по разработке ЭРД и ЖРД» открытием мемориальной доски и созданием музея ГДЛ.

В 1966 г. развернулась подготовительная работа по созданию экспозиции будущего музея. В 1969 г. в связи с 40-летием лаборатории в здании Иоанновского рavelина смонтировали бронзовую мемориальную доску. Еще одну памятную доску установили на здании Адмиралтейства.

12 апреля 1973 г., в День космонавтики, музей Газодинамической лаборатории распахнул двери для первых посетителей. А во внутреннем дворике рavelина установили бюст К.Э. Циолковского.

Уникальность музея в том, что он расположен в мемориальных помещениях, где созрел научно-практический костяк отечественной космонавтики и военной ракетной техники. На основании архивных документов и воспоминаний сотрудников лаборатории были воссозданы интерьеры кабинета чертежника, кабинета руководителя отдела В.П. Глушко и... участка механических мастеровских!

Экспозиция музея создана Государственным музеем истории Ленинграда совместно с Академией наук СССР. В фондах Госмузея истории Санкт-Петербурга хранится первая афиша Музея ГДЛ.

Экспозиция не «замерла во времени» – она постоянно пополнялась, и многие уникальные документы и экспонаты академик Глушко и другие руководители передали в дар музею уже после открытия. В конце 1970-х коллекция пополнилась спускаемым аппаратом КК «Союз-16», чей белый цвет обусловлен повышенной секретностью советских космических разработок.

Космонавты и астронавты, приезжая в Ленинград, обязательно наносили визит в Музей ГДЛ. В 1975 г. музей почтили своим присутствием участники программы «Союз»–«Аполлон».

В 1973 г. руководителем музея была назначена Инна Алексеевна Володченко. Одним из первых внештатных экскурсоводов стал молодой популяризатор авиации и космонавтики Олег Петрович Мухин, ныне – действующий вице-президент Северо-Западного отделения ФКР. В 1982 г. музей подвергся реэкспонированию.

В 1998 г. он получил название, под которым известен последние 20 лет, – «Музей космонавтики и ракетной техники». Позднее в связи с юбилеем руководителя второго отдела ГДЛ приказом комитета по культуре Санкт-Петербурга музею присвоили имя В.П. Глушко.

В 2010 г., благодаря обращению космонавтов С.Е. Савицкой, В.А. Джанибекова и С.К. Крикалёва, было выделено финансирование на капитальный ремонт. В 2012 г. музей закрылся на реконструкцию.

В это время в Инженерном доме Петропавловской крепости Северо-Западная организация совместно с Центром музейной педагогики организовали временную экспозицию «Этапы космического пути». В 2014 г. появился просветительский проект «Встречи в Инженерном», в рамках которого за два года состоялось 50 встреч с космонавтами, конструкторами и представителями экстремальных профессий.

В музее же «время без посетителей» использовали рационально: провели археологические изыскания, итогом которых стала музеефикация вновь выявленных архитектурных объектов.

12 июня 2015 г. музей отворил двери – и первые посетители наконец смогли увидеть обновленную экспозицию. В соответствии с современными реалиями музей был преобразован в образовательно-выставочный комплекс. Музейное пространство дополнено конференц-холлом, где проходят встречи с космонавтами, конференции и круглые столы, общегородские конкурсы и фестивали учащихся и молодежи.

Мемориальный характер новой экспозиции органично сочетается с показом основных этапов развития ракетно-космической техники и ее ведущего направления – двигателестроения. В восьми залах регулярно открываются временные выставки.

Музей является единственным доступным широкому кругу посетителей выставочным пространством Северо-Западного региона, где демонстрируются отечественные достижения в области освоения космического пространства. За 45 лет с момента открытия его посетили миллионы человек. Он представляет собой часть Государственного музея истории Санкт-Петербурга: на сайте <http://www.spbmuseum.ru> есть страничка с краткой справкой о нем.

Один из стендов выставки посвящен Дню космонавтики на территории Петропавловской крепости, ежегодно собирающему тысячи людей.

Выставка дополняется иллюстрациями показательных стартов моделей ракет – уникального явления, так как никто больше в мире не запускает ракеты в самом центре

города, тем более одного из крупнейших в Европе!

Спортивный ракетомоделизм сохраняет свои традиции на протяжении уже 30 лет. Ежегодно в выходной день, ближайший к Дню космонавтики, с полуденным выстрелом пушки на берегу Кронверкского пролива у Никольских ворот на высоту от 30 м до 200 м взлетают модели ракет, сделанные руками увлеченных моделизмом детей и взрослых.

Интересные факты истории стартов: более 1500 ракет взлетело в небо; более 2500 моделлистов участвовали в стартах; возраст участников колеблется от 6 до 75 лет; наименьшая длина ракеты – 10 см, наибольшая – 4,5 м; число посетителей за всю историю – 45 000 человек.

В 2012 г. в музее прошла акция «Строим ракету вместе», в которой участвовали 500 человек в возрасте от двух до 80 лет. Каждый участник получил фотографию собранной ракеты с борта МКС.

В музее создана особая образовательная среда. Здесь люди получают возможность расширить свой кругозор, узнать историю отечественной и мировой космонавтики.

На сегодняшний день Музей космонавтики и ракетной техники имени В.П. Глушко живет очень активно, а работе с подрастающим поколением уделяется повышенное внимание. Периодически проводятся тематические лекции для учащихся профильных учебных заведений, семинары, открытые уроки, международные конференции и фестивали, а также игры и квесты. Продолжается тесное сотрудничество с предприятиями и организациями космической отрасли Санкт-Петербурга, Роскосмосом и космонавтами.

С 2017 г. руководителем музея является Владислав Мотельевич Борухович. Усердие организаторов не прошло даром – благодаря дублированию информации на английском языке, заходящие в музей иностранцы имеют возможность не только ознакомиться с уникальными экспонатами советских времен, но и прочитать пояснительные подписи к ним. А тот факт, что на выставку приходят многие наши сограждане, и не только петербуржцы, но и гости из разных уголков нашей необъятной страны, доказывает, что космонавтика до сих пор актуальна в умах и сердцах нашего народа, а знание ее истории – это уверенный шаг к могучим свершениям в космической отрасли на нашем веку.



*«Выход – это жутко.  
Выйти в открытый космос –  
это все равно,  
что попасть в черную бездну...»*  
В.Ляхов

19 апреля 2018 г. на 77-м году жизни скоропостижно скончался дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР, полковник в отставке Владимир Афанасьевич Ляхов.

Он стал единственным космонавтом, на долю которого пришлось очень много испытаний и переживаний не только за свой экипаж, но и за экипажи тех, кто так и не смог долететь до него. Три полета – и ни одного без серьезнейших поломок или изменений в программе, вызванных неисправностями в кораблях экспедиций посещения. Да и в процессе подготовки к полетам его тоже сопровождали отмены и частые изменения в составах экипажей.

Владимир родился 20 июля 1941 г. в г. Антрацит (ныне – Луганской области) в шахтерской семье. Ему так и не пришлось увидеть отца, ушедшего на фронт и погибшего в 1944 г.

Его первые воспоминания детства были связаны с немецкой оккупацией, голодом и постоянным страхом. Может, именно тогда, под влиянием этих обстоятельств, в характер космонавта и закладывались такие качества, как храбрость и мужество, которые он многократно проявил в космических полетах.

В 1959 г. Владимир окончил среднюю школу, затем – Харьковское высшее военное авиационное училище летчиков имени С.И. Грицевца. После училища служил в частях авиации ПВО на Сахалине и в Хабаровском крае.

Первую попытку стать космонавтом В.А. Ляхов предпринял в 1965 г., прошел все этапы отбора, но был зачислен только в 1967 г.

После общекосмической подготовки в 1969 г. готовился по программе «Спираль», участвовал в испытаниях крылатого много-разового изделия «50», освоил 10 типов самолетов и в 1973 г. получил квалификацию «летчик-испытатель 3-го класса». За четыре



## Владимир Афанасьевич Ляхов

20.07.1941 – 19.04.2018

года до своего первого полета в космос заочно окончил Военно-воздушную академию имени Ю.А. Гагарина.

С января 1974 г. В.А. Ляхов находился на непосредственной подготовке к испытательному полету на новом корабле 7К-С (прототип «Союза Т») в качестве командира экипажа, вместе с А.Ф. Вороновым. Но программу закрыли, экипаж расформировали, а В.А. Ляхов попал на программу долговременных орбитальных станций (ДОС), где стал готовиться в третьем экипаже с Г.М. Гречко по программе первого полета на ДОС «Салют-6».

В ноябре 1977 г. экипажи переформировали, и до начала 1979 г. В.А. Ляхов готовился уже вместе с В.В. Рюминым. С ним же он и осуществил свой первый, рекордный (на тот момент) 175-суточный полет в космос. Весь

этот космический марафон прошел без экспедиций посещения, так как «Союз-33» с советско-болгарским экипажем из-за отказа двигательной установки не долетел до станции, а полет советско-венгерского экипажа был перенесен из-за этого на следующую экспедицию. А перед посадкой случилось ЧП уже на станции. Когда отстреливали антенну радиотелескопа КРТ-10, она зацепилась за антенну и загородила один из стыковочных узлов. Возник риск отмены всех последующих экспедиций посещения. В результате уставший от длительного полета экипаж совершил выход в открытый космос и освободил второй стыковочный узел.

Владимир Ляхов вспоминал: «После приземления руки-ноги нельзя было поднимать, оторвать от земли. Все вокруг бегает, а ты лежишь как беспомощный, очень тяжело. Потихоньку врачи нас привели в нормальное состояние. Когда самолет приземлился на Байконуре, мы из самолета с Валерием Рюминым вышли сами и прошли до автобуса, который нас ждал, а встречали нас с носилками...»

После отпуска его включили в программу «Интеркосмос», и он стал готовиться к полету в качестве командира дублирующего советско-монгольского экипажа вместе с М. Ганзоригом, а в январе 1982 г. его перевели на программу ДОС «Салют-7». За время подготовки экипаж менялся трижды. Сначала Ляхов–Александров–Савицкая, потом Ляхов–Александров–Серебров и, наконец, Ляхов–Александров–Савиных. По воспоминаниям самого космонавта, такая частая смена состава на него никак не влияла. Он был одним из тех, кто согласен был лететь в любой команде.

И опять случились изменения в программе полета, правда, на этот раз еще на стадии подготовки. Экипаж «Союза Т-8» (Титов–Стрекалов–Серебров) должен был отправиться в длительную экспедицию, а экипаж Ляхов–Александров на корабле «Союз Т-9» прилететь к ним на смену. Но из-за отказа одной из систем «Союз Т-8» не стыковался с «Салютом-7». В.А. Ляхов и А.П. Александров полетели на «Союзе Т-9» с задачей выполнить первую часть программы 2-й основной экспедиции. Нештатную ситуацию (нераскрытие одной панели солнечной батареи на корабле) экипаж преодолел успешно. В сентябре ждали смену, но смена не пришла. Ракета-носитель с кораблем «Союз Т-10» и экипажем В.Титов–Г.Стрекалов загорелась на старте. Экипаж был спасен системой аварийного спасения, но Ляхову и Александрову пришлось летать дольше запланированного и выполнять не только свою работу, но и работу не прилетевшей экспедиции, в том числе выходить в открытый космос. А перед «выходом» обнаружилась негерметичность одного из скафандров. Пришлось подручными средствами герметизировать штанину этого скафандра. Владимир Ляхов настаивал на том, чтобы риск выхода в отремонтированном скафандре доверили ему – командиру, но по решению «Земли», в нем выходил бортинженер А. Александров. Готовность Владимира пойти на риск самому осталась в памяти у А.П. Александрова навсегда как образец чести и разумной храбрости человека.

Вернувшись из полета, В.А. Ляхов два года готовился по программе «Союз-спасатель», а в феврале 1987 г. начал подготовку в качестве командира резервного экипажа на станцию «Мир» по программе третьей основной экспедиции. Затем в качестве командира дублирующего советско-болгарского экипажа сначала в составе Ляхов–Зайцев–Стойанов, затем Ляхов–Серебров–Стойанов.

Одновременно с этим он готовился в качестве командира еще одного экипажа, состав которого менялся четыре раза. Сначала Ляхов–Иванова–Доброквашина с программой медицинских экспериментов; затем Ляхов–Иванова–Моманд с советско-афганской



▼ Основной и дублирующий экипажи советско-монгольского полета



▲ Владимир Ляхов и Александр Александров после посадки «Союза Т-9»

программой; после того, как врачи запретили Е. А. Ивановой длительный полет, в экипаже Ляхов–Поляков–Дауран; и, наконец, после замены местами афганских космонавтов в составе Ляхов–Поляков–Моманд.

В августе 1988 г. они стартовали на станцию «Мир». После выполнения программы советско-афганского полета В.В. Поляков остался на станции, а В.А. Ляхов и А.А. Моманд направились к Земле на «Союзе ТМ-6». Корабль успешно отстыковался от станции, но затем случилось непредвиден-

ное. Ляхов вспоминал: «Произошел отказ ИКВ [Инфракрасного построителя вертикали] при выполнении ориентации [корабля] на торможение. В заданное время двигатель не включился, потому что произошел разрыв цепочки. На следующем витке выполнили ориентацию [вручную], вовремя включили двигатель. Он отработал всего шесть секунд и выключился. И пошла программа разделения спускаемого аппарата от сборно-агрегатного и бытового отсека. Если бы программа отработала, то мы бы оста-

лись на орбите [навсегда]. Но и с этим справились [отстрелился только бытовой отсек]. На третьей попытке мы не попадали на свой полигон в Казахстане, поэтому должны были летать еще сутки. И вот мы без воды, без еды, без туалета, 29 часов в скафандрах, в спускаемом аппарате, в позе зародыша...»

Мужество и выдержка В.А. Ляхова поразили всех. Он не только сам не поддавался панике, но и поддерживал афганского космонавта, впавшего в депрессию из-за традиций его религии, определенным образом смотрящих на отсутствие туалета.

После приземления Владимир Афанасьевич готовился как космонавт-спасатель, но в 1994 г. был отчислен из ЦПК и уволен из рядов Вооруженных сил России по возрасту. На пенсии до 1998 г. работал заместителем генерального директора редакционно-издательской фирмы «Россия», был активным членом Луганского землячества в России.

За свою космическую деятельность В.А. Ляхов дважды был удостоен звания Героя Советского Союза, награжден двумя орденами Ленина, орденом Октябрьской Революции, медалями. Ему было присвоено звание Героя Демократической Республики Афганистан (ДРА). Он также является кавалером иностранных орденов «Солнце Свободы» (ДРА), Народной Республики Болгарии I степени и Сухэ-Батора (МНР).

Владимир Афанасьевич Ляхов был похоронен на кладбище деревни Леониха неподалеку от Звездного городка. – А.Г. ■

23 апреля в возрасте 68 лет после продолжительной болезни скончался Бела Мадьяри (Béla Magyari), дублер первого и единственного венгерского космонавта.

Бела Мадьяри родился 8 августа 1949 г. в г. Кишкунфеледьхаза области Бач-Кишкун. В 1967–1969 гг. он обучался в Высшем летно-техническом училище имени Дьёрдя Киллана в Сольноке, а затем – в СССР в Краснодарском военном объединенном летно-техническом училище имени Героя Советского Союза А.К. Серова, которое окончил с отличием. С 1972 г. проходил службу в истребительной авиации ПВО Венгрии, летал на МиГ-21Ф-13 и МиГ-21МФ, в 1977 г. стал летчиком 1-го класса.

В мае 1977 г. в Венгрии на базе Летно-исследовательского и испытательного института в Кечкемете начался отбор кандидатов для полета на советской орбитальной станции «Салют-6» в рамках программы «Интеркосмос». Из 95 претендентов сначала выбрали 27, после тщательного медицинского обследования, проведенного в июне и июле, их осталось семь, а советские представители, прибывшие в Венгрию в декабре 1977 г., утвердили четверых. Ими стали Имре Бучко, Бела Мадьяри, Бертолан Фаркаш и Ласло Элек.

В январе 1978 г. Мадьяри и Фаркаш, два летчика-истребителя с авиабазы Папа, были окончательно отобраны в качестве космонавтов-исследователей Венгрии. В марте 1978 г. старший лейтенант Мадьяри приступил к подготовке в ЦПК имени Ю.А. Гагарина, сразу в составе экипажа вместе с Владимиром Джанибековым.

Полет планировался летом 1979 г., однако был отложен на год из-за аварии на



## Бела Мадьяри

08.08.1949 – 23.04.2018

корабле «Союз-33» с советско-болгарским экипажем. Выбрать из двоих одного – того, кто полетит, доверили венгерским военным руководителям, и они назвали Фаркаша. В июне 1980 г. Бела Мадьяри был его дублером, получив по итогам программы звание майора и медаль Венгерской Народной Республики. Он надеялся стать вторым венгерским космонавтом, но просьба Венгрии о проведении такого полета в середине 1980-х годов не была реализована.

В 1981–1986 гг. Мадьяри получил высшее образование в Будапештском политехническом университете и до 1990 г. работал исследователем в Техническом университете Мишкольца. Там он исследовал образцы, привезенные Фаркашем из полета и в 1994 г. защитил диссертацию в области материаловедения.

В 1988 г. врачи запретили ему летать, а со сменой строя перед Мадьяри закрылись многие карьерные возможности. В 1990 г. он возглавил департамент в Управлении по выводу советских войск в Министерстве финансов. С 1991 г. экс-космонавт служил на различных должностях в Министерстве обороны Венгрии. Он вновь стал летать, занимаясь вопросами модернизации самолетов МиГ-21, разработки и применения цифровых параметрических самописцев. В 1995 г. Мадьяри взялся за организацию военного образования в Будапештском университете технических и экономических наук, а позднее в течение полугода даже был начальником департамента снабжения в натовской миссии SFOR по стабилизации обстановки в Боснии и Герцеговине.

В 2001 г. Бела Мадьяри был уволен в отставку в звании полковника и после этого некоторое время работал в Министерстве внутренних дел Венгрии. Он был членом Венгерского совета по космическим исследованиям и советником Венгерского космического агентства, а в 2001–2006 гг. также являлся президентом Венгерского общества астронавтики.

Бела Мадьяри был женат вторым браком, у него остались четверо детей. – И.Л. ■

