

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

ФЕВРАЛЬ 2018

02 (421)



ISSN 1561-1078  
9 771561 107002 >



РОСКОСМОС

# НОВОСТИ КОСМОНАВТИКИ

ЖУРНАЛ ГОСКОРПОРАЦИИ РОСКОСМОС

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

Издается ЦНИИ машиностроения

**Редакционный совет:****И. А. Комаров** –

генеральный директор

Госкорпорации «РОСКОСМОС»,

**И. Ю. Буренков** –

исполнительный директор по коммуникациям

Госкорпорации «РОСКОСМОС»,

**А. В. Головкин** –

заместитель главнокомандующего ВКС –

командующий Космическими войсками,

**О. А. Горшков** –

генеральный директор ФГУП ЦНИИмаш,

**В. А. Джанибеков** –

президент АМКос, летчик-космонавт,

**Н. С. Кирдодов** –

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&amp;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 Синицына

**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 31.01.2018

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 обязательнаОтветственность за достоверность опубликованных  
сведений, а также за сохранение государственной и других  
тайн несут авторы материалов. Точка зрения редакции не  
всегда совпадает с мнением авторов.**№02 (421)  
2018**Информационный период  
1–31 декабря 2017 г.**ТОМ 28****В номере:****ПОКА ВЕРСТАЛСЯ НОМЕР**1 Железняков А., Извеков И.  
Пока верстался номер...**ПОЛИТИКА И БЮДЖЕТ**3 Лисов И.  
Космический бюджет России–20186 Лисов И.  
США возвращаются на Луну.  
Директива №1 президента Трампа**ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ**8 Красильников А.  
«Бореев» встретили крепким  
морозом и глубоким снегом9 Красильников А.  
Итоги полета 53-й основной  
экспедиции на МКС10 Рыжков Е., Шамсутдинов С.  
Биографии членов экипажа  
ТК «Союз МС-07»12 Красильников А.  
«Союз МС-07» довез «Астреев»  
до МКС за два дня13 Рыжков Е.  
Пресс-конференция экипажей  
«Союза МС-07»14 Красильников А., Хохлов А.  
Полет экипажа МКС-53/54.  
Декабрь 2017 года23 Афанасьев И.  
Триумф многоразовости?**КОСМОНАВТЫ. АСТРОНАВТЫ. ЭКИПАЖИ**26 Рыжков Е.  
Интервью с командиром  
отряда астронавтов Японии**ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**28 Сидоров А.  
«Балтийская жемчужина»  
засверкала на небосводе30 Лисов И.  
Китайские разведчики суши.  
«Двое из ларца, одинаковых  
с лица»32 Лисов И.  
Первый связанной спутник Алжира33 Красильников А.  
Вторая четверка «Галилео»  
на «Ариане»35 Рыжков Е.  
«Окраска» для прогнозирования  
климата Земли и технологический  
демонстратор «Ласточка»38 Афанасьев И.  
Четвертая десятка Iridium NEXT  
на орбите**ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**40 Лисов И.  
Еще три спутника  
радиоэлектронной разведки КНР42 Петров А.  
Запуск «Ангосата»43 Афанасьев И.  
К аварийному пуску «Союза-2.1Б»  
с космодрома Восточный**ПИЛОТИРУЕМАЯ ТЕХНИКА**45 Афанасьев И.  
Успехи «Охотника за мечтой»**СРЕДСТВА ВЫВЕДЕНИЯ**46 Афанасьев И.  
Перспективы ракеты «Зенит»48 Афанасьев И.  
Защита эскизного проекта  
«Союз-5»49 Афанасьев И.  
«Космический наездник»  
для Европы50 Афанасьев И.  
СресеX на пути к «изначальной  
цели»52 Афанасьев И.  
Самолет-носитель «Птица Рух»  
пробежался по полосе**СУБОРБИТАЛЬНЫЙ ТУРИЗМ**53 Афанасьев И.  
Прыжок «Скайуокера»**КОСМОДРОМЫ**56 Воронин А., Дмитриев О.,  
Савеленок А., Ситникова И.  
Проблемы функционирования  
районов падения космодрома  
Восточный и пути их решения60 Рыжков Е.  
Байконур свежим взглядом.  
Путевые заметки**ЮБИЛЕИ**64 Глушко А.  
«Гранит» в космосе и в жизни,  
или Судьба космонавта №13.  
К 90-летию Владимира Шаталова**АСТРОНОМИЯ. ПЛАНЕТОЛОГИЯ**68 Лисов И.  
В погону за межзвездным  
пришельцем**КОСМОЛОГИЯ**70 Хачатуров В.  
Освоение космического  
пространства как всемирный  
проект формирования  
единой цивилизации землян**СТРАНИЦА ПАМЯТИ**

73 Памяти Брюса МакКэндлесса

На первой странице обложки: К 90-летию космонавта Владимира  
Александровича Шаталова. Фото из архива НКНа четвертой странице обложки: Ракета-носитель «Зенит-3SLБФ»  
на стартовом комплексе космодрома Байконур. 26 декабря 2017 г.  
Фото С. Сергеева, ЦЭНКИ

# ПОКА ВЕРСТАЛСЯ НОМЕР...

**31 января** стало известно, что Президент РФ В. В. Путин подписал Указ, предусматривающий строительство стартового комплекса для ракеты-носителя сверхтяжелого класса, разрабатываемого на базе РН «Союз-5» с готовностью к 2028 г.

**31 января** было объявлено, что запуск пилотируемого корабля «Союз МС-08» к МКС перенесен с 15 на 21 марта.

**31 января** стало известно, что строительство аэродрома на космодроме Восточный включено в Федеральную целевую программу развития космодромов.

**30 января** в ЦПК начались тренировки космонавтов Роскосмоса, NASA, ЕКА и JAXA по выживанию зимой при посадке в лесную местность.

**27 января** секретарь Совета безопасности РФ Николай Патрушев заявил, что Россия не прекратит поставлять в США двигатели РД-180. Ранее заместитель председателя Правительства РФ Дмитрий Rogozin утверждал, что, несмотря на завершение действующих контрактов в 2019 г., есть большая вероятность продолжить поставки в США двигателей РД-180 и РД-181 в 2020 г. и позже.

**25 января** с Гвианского космического центра состоялся пуск РН Ariane 5ECA с телекоммуникационными спутниками SES-14 и Al Yah-3. Ракета ушла со старта с неправильным азимутом, так что на этапе работы второй ступени связь с ней была потеряна. Спутники выведены на нерасчетную орбиту.



**25 января** с космодрома Сичан (КНР) осуществлен пуск РН «Чанчжэн-2С» с четвертой тройкой спутников космической системы, заявленной как «Яогань-30».

**24 января** стало известно о намерении администрации президента США Д. Трампа прекратить финансирование МКС после 2025 г. и перенацелить средства на строительство лунной базы. В сентябре 2017 г. на аэрокосмическом конгрессе в Аделаиде руководителями космических агентств стран – участниц проекта была достигнута договоренность о продлении эксплуатации МКС до 2028 г. Отказ администрации Трампа следовать этой договоренности может послужить сигналом остальным партнерам пересмотреть свои планы.

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

**23 января** стало известно, что конкурс Google Lunar X-PRIZE не будет продлен в очередной раз на период после 31 марта 2018 г. Как установили его организаторы, ни один из участников не успеет к этой дате выполнить поставленные условия и отправить на Луну аппарат за счет частных средств. Главный приз в размере 30 млн \$ останется невостребованным.

**23 января** американские астронавты Марк Ван де Хай и Скотт Тингл совершили выход в открытый космос с борта МКС, продолжавшийся 7 час 24 мин.

**23 января** в МГУ имени Н.Э. Баумана стартовали XLII Академические чтения по космонавтике («Королёвские чтения»).

**23 января** на Королёвских чтениях генеральный конструктор по пилотируемым космическим системам и комплексам Евгений Микрин заявил, что Россия сможет создать собственную орбитальную станцию, отделив от МКС намеченные к запуску на 2019 год новые модули и пристыковав к этому комплексу еще два модуля (Шлюзовой и Трансформируемый), разрабатываемые сейчас в РКК «Энергия». На российской станции массой около 60 тонн сможет работать экипаж из трех человек.

**23 января** агентство Синьхуа опубликовало рассказ первого китайского космонавта Ян Ливэя о его ощущениях во время полета в октябре 2003 г. Космонавт сообщил, что во время выведения на высоте 30–40 км над Землей корабль «охватили низкочастотные резонансные колебания» с амплитудой до 8g. «Всё бешено тряслось, и я думал, что мое тело вот-вот разорвется. Я не мог двигаться и ничего не видел. Я думал, что я умру за эти 26 секунд», – вспоминал Ян Ливэй. «Держись! Только продержись еще чуть-чуть дольше», – приказал он себе. Когда вибрации стихли, опытный пилот «почувствовал себя заново родившимся». Сейчас Ян Ливэй 53 года, он генерал НОАК и заместитель руководителя Программы пилотируемых космических полетов Китая.

**22 января** стало известно, что КНР начинает новый набор космонавтов для работы на отечественной орбитальной станции, которая будет собрана на орбите к 2022 г.

**22 января** в ЦПК имени Ю.А. Гагарина приступила к подготовке астронавт NASA Джессика Меир. Планируется, что она войдет в дублирующий экипаж МКС-60/61.

**22 января** было объявлено, что Китаю с помощью спутника «Мо-цзы» удалось реализовать межконтинентальное квантовое распределение ключей на расстоянии 7600 км между Китаем и Австрией и тем самым достичь передачи защищенных данных и установить видеосвязь. Это означает возмож-

ность осуществления межконтинентальной квантовой засекреченной связи, что заложит основу для создания глобальной сети квантовых коммуникаций в будущем.

**22 января** холдинг «Российские космические системы» сообщил об успешном завершении летных испытаний модульной унифицированной наноспутниковой платформы ТНС-0 №2, выведенной на орбиту в августе 2017 г.

**21 января** с частного космодрома на полуострове Махиа (Новая Зеландия) специалисты компании Rocket Labs осуществили пуск РН Electron, которая вывела на околоземную орбиту КА Dove Pioneer, два КА Lemur-2 и спутник Humanity Star.



**20 января** со станции ВВС США «Мыс Канаверал» состоялся пуск РН Atlas V (411) с очередным геостационарным спутником системы предупреждения о ракетном нападении SBIRS GEO-4.

**19 января** стало известно, что в июне 2018 г. на борту корабля «Союз МС-09» (МКС-56/57) на станцию вместо Дженетт Эппс стартует Серена Ауньон-Ченселор. NASA также сообщило, что на ее место в экипаже корабля «Союз МС-11» (ноябрь 2018 г., МКС-58/59) назначена Анна МакКлейн.

**19 января** с космодрома Цзюцюань (КНР) произведен пуск РН «Чанчжэн-11» со спутниками «Цзилинь-1 шипин» №07 и №08, «Сянцзян синьцуй», «Ичжуан Цюаньтун-1», «Хуайань Энлай» и KIPP.



**18 января** вице-премьер Дмитрий Rogozin ответил на публикацию американского журналиста Мэтью Боднера о тяжелом финансовом положении, в котором окажется Госкорпорация «Роскосмос» после отказа США от покупки мест на «Союзах» и двигателей РД-180. «Сама по себе публикация но-

сит хамский характер, пышет злорадством по поводу проблем, которые создаются в отношении нашей ракетно-космической отрасли американскими же санкциями, а также проблем, являющихся следствием недофинансирования предприятий в прошлые годы», – заявил Д. О. Рогозин и добавил, что доводы и цифры в материале не соответствуют действительности. «Никогда наша ракетно-космическая отрасль не зависела от американцев. Было как раз прямо наоборот», – сказал он. Вице-премьер также заявил, что продажа мест в «Союзах» иностранным заказчикам «не является какой бы то ни было ключевой статьей» для финансирования корпорации. Он убежден, что государство обеспечивает необходимую независимость Роскосмоса.

**17 января** из Космического центра Утиноура (Япония) стартовала твердотопливная ракета Epsilon, которая успешно вывела на орбиту Земли японский спутник ASHARO-2 для радиолокационной съемки Земли в X-диапазоне с разрешением лучше 1 м.



**16 января** исполнилось 70 лет летчику-космонавту СССР Анатолию Яковлевичу Соловьёву, выполнившему пять космических полетов на ОК «Мир» общей продолжительностью 651 сут 00 час 00 мин 44 сек и совершившему 16 выходов в открытый космос суммарной длительностью 78 час 46 мин.

**15 января** глава МИД РФ Сергей Лавров заявил, что планы милитаризации космоса, которые вынашивают США, придадут проблемам международной безопасности новое «очень негативное измерение». Он напомнил, что РФ и КНР несколько лет назад на конференции ООН по разоружению внесли проект договора о размещении оружия в космосе. «К сожалению, из-за позиции США этот договор пока даже не начал обсуждаться... США продолжают вынашивать планы милитаризации космоса в смысле размещения оружия в космическом пространстве, что, конечно, придаст проблемам международной безопасности очень негативное дополнительное новое измерение», – сказал С. В. Лавров.

**14 января** летчик-космонавт РФ, Герой Российской Федерации Фёдор Юрчихин вручил президенту Греции Прокопису Павлопулосу памятную медаль. Президент Павлопулос сказал: «Я хочу, чтобы вы знали, что мы, греки, гордимся вами. Конечно, вы гражданин России, но у вас греческие корни, и мы считаем вас частью Греции, и часть вашей семьи постоянно живет в Греции».

**13 января** с космодрома Цзюцюань (КНР) произведен пуск РН «Чанчжэн-2D», которая вывела на орбиту спутник дистанционного зондирования LKW-3.

**13 января** возвращаемый аппарат американского грузового корабля Dragon вернулся с МКС и благополучно приводнился в Тихом океане.

**13 января** с базы ВВС США Ванденберг стартовала РН Delta IV, которая вывела на орбиту разведывательный спутник NROL-47 по заказу Национального разведывательного управления США.

**12 января** вступил в должность новый директор Индийской организации космических исследований доктор К. Сиван. До этого он работал директором Космического центра имени Викрама Сарабхай.

**12 января** стало известно, что NASA отложило пилотируемые полеты кораблей SpaceX и Boeing до весны 2019 г. Решение обосновывается тем, что разработчикам пока не удалось свести риск гибели экипажа к требуемому значению 1:270.

К моменту этого решения корабли обеих фирм конкурировали за право проведения первого беспилотного полета в конце августа 2018 г. SpaceX уже перенесла испытательный полет корабля Dragon V2 в пилотируемом варианте с августа на декабрь, но Boeing продолжал рассчитывать на пилотируемый старт CST-100 Starliner в ноябре 2018 г.

На слушаниях в космическом подкомитете комитета по науке, космосу и технологиям Палаты представителей Конгресса 17 января заместитель администратора NASA Уильям Герстенмайер представил график, в котором сертификация корабля CST-100 ожидается в январе, а Dragon V2 – в феврале 2019 г. Однако представителя Главного счетного управления Кристина Чаплайн заявила, что ожидает завершения сертификации коммерческих транспортных систем не ранее декабря 2019 г. для SpaceX и февраля 2020 г. для Boeing. Если это действительно так, то NASA придется продолжить закупку мест на российских «Союзах» для полетов летом 2019 г. и далее.

**12 января** из Космического центра имени Сатиша Дхавана (Индия) стартовала РН PSLV-C40, которая вывела на орбиту индийский спутник D33 Cartosat-2F и 30 малых спутников в качестве попутной нагрузки. Это был первый индийский пуск после аварии аналогичной РН 31 августа 2017 г.

**11 января** Институт поиска внеземных цивилизаций SETI объявил, что на снимках лунной автоматической станции LRO в кратере Филолай в северной полярной области Луны обнаружены входы в лавовые трубки, по которым горячая магма из недр попадала на поверхность спутницы Земли в ее далекой юности. Сегодня эти входы могут дать удобный доступ к подлунному пространству, где может присутствовать лед, жизненно необходимый для лунной базы.

**11 января** с космодрома Сичан (КНР) состоялся пуск РН «Чанчжэн-3В» с разгонным блоком YZ-1, которая вывела на заданную

орбиту 26-й и 27-й спутники навигационной системы «Бэйдоу» в рамках развертывания группировки третьего этапа.

**11 января** компания Virgin Galactic в пустыне Мохаве (Калифорния, США) провела 11-е атмосферное испытание туристического суборбитального корабля SpaceShipTwo модели Unity. Корабль с двумя пилотами на борту отделился от самолета-носителя WhiteKnightTwo и совершил планируемую посадку.

**10 января** поступила информация, что NASA переименовало действующую с 2004 г. космическую орбитальную обсерваторию Swift в честь бывшего научного руководителя миссии Нила Герелса, который умер 6 февраля 2017 г.

**10 января** стало известно, что американская компания SpaceX обратилась к украинскому госпредприятию «Антонов» с просьбой срочно предоставить грузовой самолет Ан-124-100 «Руслан» для транспортировки критически важного груза габаритами 17,88x5,64x4,17 м и массой 28,1 т. С разрешения Минтранса США рейс Ан-124-100 из Лос-Анжелеса в Тайтсвилл (Флорида) состоялся 12 января.

**9 января** с космодрома Тайюань (КНР) осуществлен пуск РН «Чанчжэн-2D», которая вывела на околоземную орбиту спутники D33 «Гаоцзин-1» №03 и №04.

**8 января** со станции ВВС США «Мыс Канаверал» (Флорида, США) состоялся пуск РН Falcon 9 (v1.2) со сверхсекретным грузом правительства США Zuma. Результат запуска не объявлен; по одной из версий, спутник не отделился от второй ступени и был сведен с орбиты вместе с ней. Главным конкурентом SpaceX в сфере запусков военного назначения – компания United Launch Alliance – за 12 лет осуществил 124 пуска и не потерял ни одного аппарата.

**5 января** на 88-м году жизни скончался Джон Янг, выдающийся американский астронавт, один из 12 человек, высаживавшихся на Луну.

**В соответствии** с указом Президента РФ от 1 января 2018 г. №5 данные дистанционного зондирования Земли, полученные с иностранных и российских гражданских спутников, перестали считаться государственной тайной. Названный документ уточнил формулировку пункта 61 Указа Президента РФ от 30 ноября 1995 г., установив, что к государственной тайне отнесены «геопространственные сведения по территории Российской Федерации и другим районам Земли, раскрывающие результаты деятельности по дистанционному зондированию Земли (кроме данных ДЗЗ из космоса, получаемых с зарубежных космических аппаратов или российских космических аппаратов гражданского назначения), имеющие важное оборонное или экономическое значение». Без новой оговорки в скобках под статус гостайны автоматически попадали все результаты ДЗЗ, имеющие важное оборонное или экономическое значение.

Составители А. Железняков и И. Извеков

# Космический бюджет России-2018

5 декабря 2017 г. Президент Российской Федерации В.В.Путин подписал закон №362-ФЗ «О федеральном бюджете на 2018 год и на плановый период 2019 и 2020 годов», принятый Государственной Думой РФ 24 ноября и одобренный Советом Федерации 29 ноября.

Бюджетом на 2018 год предусмотрены расходы на сумму 16 529.2 млрд руб при прогнозируемых доходах в 15 257.8 млрд руб и дефиците 1271.4 млрд руб.

Гражданская составляющая космонавтики финансируется через Государственную программу «Космическая деятельность России на 2013–2020 годы» (ГП КДР, номер программы 21), имеющую в своем составе пять компонентов – две подпрограммы и три действующие федеральные целевые программы (ФЦП):

- ◆ Подпрограмма «Приоритетные инновационные проекты ракетно-космической промышленности» (ПИП РКП, код 21 1);

- ◆ Подпрограмма «Обеспечение реализации государственной программы» (ОРГП; код 21 2);

- ◆ ФЦП «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012–2020 годы» (ГЛОНАСС–2020, код 21 4);

- ◆ Федеральная целевая программа «Развитие космодромов на период 2017–2025 годов в обеспечение космической деятельности Российской Федерации» (РК-2025, код 21 6);

- ◆ Федеральная космическая программа России на 2016–2025 годы» (ФКП-2025, код 21 7).

Всего на программу «Космическая деятельность России» в 2018 г. всем госзаказчикам выделяется 181.76 млрд руб, что составляет 1.1% расходной части бюджета и соответствует 2.81 млрд \$ при пересчете по заложенному в бюджет валютному курсу 64.7 руб/\$. Выделяемая сумма меньше, чем рекордный за постсоветское время объем фактически выделенных средств в 2016 г. (192.07 млрд), но практически совпадает с утвержденной на 2017 г. с учетом внесенных поправок. Таким образом, объем финан-

сирования гражданской космической программы России стабилизировался.

Статья 21 Закона о бюджете устанавливает, что основанием для внесения в 2018 г. изменений в показатели сводной бюджетной росписи федерального бюджета является распределение зарезервированных средств в составе перечисленных в статье приложений. Такой механизм позволяет обеспечить финансирование в рамках текущего финансового года (2018) мероприятий, в том числе ФЦП, ассигнования на которые в настоящий момент зарезервированы за Минфином.

За Государственной корпорацией по космической деятельности «Роскосмос» (код ведомства 730) записаны средства, расходуемые в рамках двух действующих открытых федеральных целевых программ – ФКП–2025 и ГЛОНАСС–2020. Средства, предназначенные для финансирования ФЦП «Развитие космодромов на период 2017–2025 годов в обеспечение космической деятельности Российской Федерации», пока зарезервированы за Министерством финансов.

Значительная часть средств на реализацию программы ГЛОНАСС проходит по бюджетам Минобороны РФ, Минпромторга и ведомств транспортного профиля.

## Состояние космических ФЦП

Федеральная космическая программа России на 2016–2025 годы была утверждена постановлением Правительства РФ от 23 марта 2016 г. №230 с суммарным объемом бюджетных расходов 1406.1 млрд руб и внебюджетным финансированием в размере 300.5 млрд руб (НК №2, 2017). Однако в трех уже принятых бюджетах предусматриваются значительно меньшие расходы на текущий год и двухлетнюю перспективу (табл. 1). В то же время утвержденные бюджеты программы «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012–2020 годы» значительно ближе к запланированным (табл. 2).

Долгожданная программа «Развитие космодромов на период 2017–2025 годов

в обеспечение космической деятельности Российской Федерации» была утверждена постановлением Правительства РФ №1124 от 19 сентября 2017 г. Программа направлена на обеспечение гарантированного и независимого доступа России в космос и на создание на отечественных космодромах наземной космической инфраструктуры для пуска всего спектра перспективных ракет-носителей.

В рамках Программы, в частности, планируется:

- ❖ создать научно-технический задел для перспективных космических комплексов и систем, в том числе провести работы по проектированию объектов наземной космической инфраструктуры создаваемых космических ракетных комплексов среднего и сверхтяжелого классов, пилотируемого транспортного корабля нового поколения, технического комплекса подготовки КА на основе транспортно-энергетических модулей;

- ❖ создать на космодроме Восточный космический ракетный комплекс тяжелого класса для выведения автоматических космических аппаратов;

- ❖ реконструировать эксплуатируемые и создать новые технические комплексы и объекты инфраструктуры космодрома Плесецк;

Табл. 1. Программное и утвержденное бюджетное финансирование ФКП-2025 (млн руб)

Статус	2016	2017	2018	2019	2020
Утвержденная программа (март 2016)	104549.0	104549.0	104549.0	117600.1	136400.0
Утвержденные бюджеты (декабрь 2017)	104549.0	92460.0	88786.4	86343.8	86343.8

Табл. 2. Программное и утвержденное бюджетное финансирование программы ГЛОНАСС (млн руб)

Статус	2016	2017	2018	2019	2020
Утвержденная и уточненная программа (лето 2016)	53273.9	41320.7	44224.1	36555.6	28847.7
Утвержденные бюджеты (декабрь 2017)	53273.9	38327.7	39021.2	32483.0	28847.7

**Табл. 3. Программное финансирование программы РК-2025 (млн руб)**

Наименование	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Весь период
Программа РК-2025, всего	29912.82	33306.12	35900.00	39110.00	40460.00	42950.00	45590.00	48400.00	315628.94
Капитальные вложения	15450.02	18787.29	23812.34	28017.65	27306.61	24451.87	32571.91	34758.64	205156.33
НИОКР	13497.90	13665.06	10890.30	9726.39	11955.25	16969.62	11504.85	11974.53	100183.90
Прочие расходы	964.90	853.77	1197.36	1365.96	1198.14	1528.51	1513.24	1666.83	10288.71

❖ построить объекты жилищного фонда с соответствующей социальной и коммунальной инфраструктурой в городах Циолковский (Амурская область) и Мирном (Архангельская область).

Государственным заказчиком – координатором программы определена Госкорпорация «Роскосмос», государственными заказчиками программы – Госкорпорация «Роскосмос», Минстрой, Минобороны и ФМБА России.

При первоначальном рассмотрении ее объем составлял 797 млрд руб, к концу 2016 г. сумма сократилась примерно до 555 млрд руб, а до утверждения дошла версия программы стоимостью 340 млрд руб.

На правительственном сайте, посвященном федеральным целевым программам\*, имеются данные из паспорта программы о финансировании ФЦП РК-2025 начиная с 2018 г., которые воспроизведены в таблице 3. На 2017 г. на РК-2025 было утверждено 21 063.5 млн руб, а с учетом внесенных в бюджет изменений – 28 894.2 млн руб.

Суммарная стоимость программы с учетом финансирования 2017 г. должна составить 340 029.3 млн руб.

Данные о бюджетном финансировании Государственной программы «Космическая деятельность России» и ее составляющих по годам приведены в таблице 4. Для каждого года указаны как первоначальные суммы, определенные очередным законом о федеральном бюджете, так и фактически израсходованные средства согласно закону об исполнении бюджета. Для 2017 г. приводятся первоначально утвержденное финансирование и суммы, уточненные федеральными законами №157-ФЗ от 1 июля 2016 г. и №326-ФЗ от 14 ноября 2016 г. Числа, стоящие «верхним этажом», относятся к ФЦП, действовавшим до 2015 г.

Бюджетный закон предлагает три варианта представления сведений о финансировании космической деятельности: исходя из ведомственной структуры, по разделам и подразделам бюджетной классификации и по целевым статьям расходов. Наиболее показательной является ведомственная структура бюджета с расшифровкой целевых статей расходов.

Госкорпорация «Роскосмос» в 2018 г. должна получить 128.67 млрд руб, причем из этой суммы 128.04 млрд руб проходит по государственной программе 21 «Космическая деятельность России». Не входят в нее лишь средства в размере 0.63 млрд руб, отнесенные к целевой статье расходов 99 «Реализация функций иных федеральных органов государственной власти».

Дотации на содержание объектов инфраструктуры города Байконура, связанных

\* <http://fcp.economy.gov.ru/cgi-bin/cis/fcp.cgi/Fcp/FcpList/Full/2017>

**Табл. 4. Финансирование космической деятельности Российской Федерации (тыс руб)**

Год	ПИП РКП	ОРГП	ФКП	ГЛОНАСС	Космодромы	Всего
2002 утв.	-	-	8188000.0	1645000.0	-	9833000.0
2002 исп.	-	-	8169813.3	1597695.7	-	9767509.0
2003 утв.	-	-	8437500.0	1563000.0	-	10000500.0
2003 исп.	-	-	9937500.0	1544627.4	-	11482127.4
2004 утв.	-	-	13687570.0	2227500.0	-	15915070.0
2004 исп.	-	-	13687566.1	2225338.3	-	15912904.4
2005 утв.	-	-	18266630.0	2552500.0	-	20821130.0
2005 исп.	-	-	19756328.8	3466360.8	-	23222689.6
2006 утв.	-	-	23000000.0	4725380.0	1500000.0	29225380.0
2006 исп.	-	-	22963011.0	4723885.6	1500000.0	29186896.6
2007 утв.	-	-	24400000.0	9880000.0	1836000.0	36116000.0
2007 исп.	-	-	24399944.2	9811017.0	1836794.3	36047755.5
2008 утв.	-	-	28613789.0	10275200.0	4414300.0	43303289.0
2008 исп.	-	-	30673851.5	14657379.0	4313058.0	49644285.5
2009 утв.	-	-	58230000.0	31526650.0	7015200.0	96771850.0
2009 исп.	-	-	58217804.6	31198545.1	1873765.0	91290114.7
2010 утв.	-	-	67036000.0	27939220.0	6385611.9	101369831.9
2010 исп.	-	-	67030607.0	27637685.8	6370896.9	101039189.7
2011 утв.	-	-	75813400.0	19293570.0	9885611.8	104992581.8
2011 исп.	-	-	75290101.7	18492503.8	9715820.7	103498426.2
2012 утв.	-	-	104520100.0	20546050.0	14385611.8	139451761.8
2012 исп.	2508000.0	-	104477416.3	20748062.2	12545540.5	140279019.0
2013 утв.	2099000.0	-	128330245.2	21555570.0	20803511.2	172788326.4
2013 исп.	4447000.0	-	125805873.7	20962208.6	19381449.9	170596532.2
2014 утв.	2745000.0	10462150.2	115272594.3	21890439.5	27738675.0	178108859.0
2014 исп.	2745000.0	18905394.4	97513013.0	20749794.1	11556171.5	151469373.0
2015 утв.	3360000.0	11607134.0	106493265.0	47599008.1	33421809.2	202481216.3
2015 исп.	3024000.0	18214312.6	95877747.9	40248378.2	12417243.8	169781682.5
2016 утв.	2315871.8	12931686.0	104548987.9	53273963.0	11183607.0	210431450.8
2016 исп.	2126574.6	35670280.4	269561.7	103847214.9	46938942.8	3214257.5
2017 утв.	2225000.0	19162661.3	92460000.0	38327747.5	21063481.7	173238890.5
2017 изм.	2225000.0	20940783.8	92460000.0	38153235.5	-989714.1	181683498.5
2018 утв.	572467.8	23462842.1	88786422.1	39021222.8	29912820.0	181755774.8
2019 утв.	0.0	20566852.7	86343800.0	32483000.0	33306120.0	172699772.7
2020 утв.	0.0	20749218.6	86343800.0	28847660.0	35900000.0	171840678.6

**Табл. 6. Финансирование «космических» городов (тыс руб)**

Наименование ЗАТО	Дотации бюджетам ЗАТО
г. Циолковский (Амурская обл.)	68945.0
г. Мирный (Архангельская обл.)	168764.0
г. Знаменск (Астраханская обл.)	84728.0
Звездный городок (Московская обл.)	71233.0
г. Краснознаменск (Московская обл.)	37939.0
<b>Итого</b>	<b>431609.0</b>

с арендой космодрома Байконур, включены в таблицу 4 и составят 1024.2 млн руб.

Дотация на частичную компенсацию дополнительных расходов на повышение оплаты труда работников бюджетной сферы г. Байконур составит 34.2 млн руб. Единая субвенция бюджету г. Байконур установлена в размере 6.5 млн руб, субвенция на оплату жилищно-коммунальных услуг отдельным категориям граждан – 4.7 млн руб, субвенции на выплату государственных пособий лицам, не подлежащим обязательному социальному страхованию на случай временной нетрудоспособности и в связи с материнством, и лицам, уволенным в связи с ликвидацией организаций, – 7.9 млн руб, субвенции на социальные выплаты безработным гражданам – 10.9 млн руб. ■

Фото С. Сергеева, ЦЭНКИ



**Табл. 5. Ведомственная структура расходов на космическую деятельность в 2018 г. (тыс руб)**

Разделы и подразделы	14 – Межбюджетные трансферты
01 – Общегосударственные вопросы	14.02 – Дотации бюджетам закрытых административно-территориальных образований
01.08 – Международные отношения и международное сотрудничество	<b>Виды расходов</b>
02 – Национальная оборона	100 – Расходы на выплаты персоналу в целях обеспечения выполнения функций государственными (муниципальными) органами, казенными учреждениями, органами управления государственными внебюджетными фондами
02.08 – Прикладные научные исследования в области национальной обороны	200 – Закупка товаров, работ и услуг для государственных (муниципальных) нужд
02.09 – Другие вопросы в области национальной обороны	300 – Социальное обеспечение и иные выплаты населению
03 – Национальная безопасность и правоохранительная деятельность	400 – Капитальные вложения в объекты недвижимого имущества государственной (муниципальной) собственности
03.13 – Прикладные научные исследования в области национальной безопасности и правоохранительной деятельности	500 – Межбюджетные трансферты
04 – Национальная экономика	600 – Предоставление субсидий бюджетным, автономным учреждениям и иным некоммерческим организациям
04.03 – Исследование и использование космического пространства	800 – Иные бюджетные ассигнования
04.08 – Транспорт	
04.11 – Прикладные научные исследования в области национальной экономики	
04.12 – Другие вопросы в области национальной экономики	

	Раздел, подраздел	ЦСР	ВР	Сумма
<b>Всего по ведомственной структуре расходов</b>				<b>181 755 774.8</b>
<b>Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (020)</b>				<b>1 714 913.0</b>
ГП КДР	04.11	21		1 050 000.0
ФЦП ГЛОНАСС-2020	04.11	21.4		1 050 000.0
Финансовое обеспечение выполнения функций федеральных гос. органов (ФГО), оказания услуг и выполнения работ	04.11	21 4 00 90000	200	1 050 000.0
ГП КДР	04.12	21		664 913.0
ФЦП ГЛОНАСС-2020	04.12	21.4		664 913.0
Взнос в уставный капитал акционерного общества «Концерн воздушно-космической обороны «Алмаз-Антей»», г. Москва	04.12	21 4 00 62900	400	516 863.0
Взнос в уставный капитал открытого акционерного общества «Научно-производственное предприятие «Салют»», г. Нижний Новгород	04.12	21 4 00 63170	400	96 050.0
Взнос в уставный капитал акционерного общества «Научно-исследовательский институт «Полюс» имени М. Ф. Стелъмаха», г. Москва	04.12	21 4 00 64380	400	52 000.0
<b>Министерство финансов Российской Федерации (092)</b>				<b>42 855 401.3</b>
ГП КДР	04.03	21		41 571 120.0
Обеспечение реализации государственной программы	14.02	21 2		11 658 300.0
Основное мероприятие «Осуществление производственно-технологической деятельности в космической отрасли»	04.03	21 2 08		11 658 300.0
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	04.03	21 2 08 90000	800	11 658 300.0
ФЦП РК-2025	04.03	21 6		29 912 820.0
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	04.03	21 6 08 90000	800	29 912 820.0
ГП КДР	4.12	21		260 126.4
Обеспечение реализации государственной программы	4.12	21 2		260 126.4
Основное мероприятие «Выполнение функций аппарата ответственного исполнителя»	4.12	21 2 01		260 126.4
Субсидии Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» на выполнение возложенных на нее государственных полномочий	4.12	21 2 01 65410	800	260 126.4
ГП КДР	14.02	21		1 024 154.9
Обеспечение реализации государственной программы	14.02	21 2		1 024 154.9
Основное мероприятие «Поддержание потенциала космодрома Байконур»	14.02	21 2 03		1 024 154.9
Дотации на содержание объектов инфраструктуры города Байконур, связанных с арендой космодрома Байконур	14.02	21 2 03 50110	500	1 024 154.9
<b>Министерство транспорта Российской Федерации (103)</b>				<b>885 424.0</b>
ГП КДР	04.08	21		465 000.0
ФЦП ГЛОНАСС-2020	04.08	21 4		465 000.0
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	04.08	21 4 00 90000	200	420 424.0
ГП КДР	04.11	21		420 424.0
ФЦП ГЛОНАСС-2020	04.11	21 4		420 424.0
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	04.11	21 4 00 90000	200	649 314.0
<b>Федеральная служба по надзору в сфере транспорта (106)</b>				<b>179 923.4</b>
ГП КДР	4.08	21		179 923.4
ФЦП ГЛОНАСС-2020	4.08	21 4		179 923.4
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	4.08	21 4 00 90000	200	179 923.4
<b>Федеральное агентство морского и речного транспорта (110)</b>				<b>180 544.0</b>
ГП КДР	4.08	21		180 544.0
ФЦП ГЛОНАСС-2020	4.08	21 4		180 544.0
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	4.08	21 4 00 90000	200	180 544.0
<b>Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (172)</b>				<b>1 530 165.9</b>
ГП КДР	04.11	21		1 311 304.9
ФЦП ГЛОНАСС-2020	04.11	21 4		1 311 304.9
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	04.11	21 4 00 90000	200	1 311 304.9
ГП КДР	04.12	21		218 861.0
ФЦП ГЛОНАСС-2020	04.12	21 4		218 861.0
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	04.12	21 4 00 90000	200	218 861.0
<b>Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (177)</b>				<b>60 253.7</b>
ГП КДР	4.11	21		60 253.7
ФЦП ГЛОНАСС-2020	4.11	21 4		60 253.7
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	4.11	21 4 00 90000	200	60 253.7
<b>Министерство обороны Российской Федерации (187)</b>				<b>4 579 559.3</b>
ГП КДР	02.08	21		3 823 259.3
ФЦП ГЛОНАСС-2020	02.08	21 4		3 823 259.3
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	02.08	21 4 00 90000	200	3 823 259.3
ГП КДР	02.09	21		756 300.0
ФЦП ГЛОНАСС-2020	02.09	21 4		756 300.0
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	02.09	21 4 00 90000	200	756 300.0
<b>Министерство внутренних дел Российской Федерации (188)</b>				<b>265 023.6</b>
ГП КДР	03.13	21		265 023.6
ФЦП ГЛОНАСС-2020	03.13	21 4		265 023.6
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	03.13	21 4 00 90000	200	265 023.6
<b>Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (321)</b>				<b>1 319 892.5</b>
ГП КДР	04.12	21		1 319 892.5
ФЦП ГЛОНАСС-2020	04.12	21 4		1 319 892.5
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	04.12	21 4 00 90000	200	1 286 915.1
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	04.12	21 4 00 90000	400	32 977.4
<b>Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» (725)</b>				<b>140 000.0</b>
ГП КДР	04.11	21		140 000.0
Подпрограмма «Приоритетные инновационные проекты ракетно-космической промышленности»	04.11	21 1		140 000.0
Основное мероприятие «Создание транспортно-энергетического модуля на основе ядерной энергодвигательной установки мегаваттного класса»	04.11	21 1 03		140 000.0
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	04.11	21 1 03 90000	200	140 000.0
<b>Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос» (730)</b>				<b>128 672 507.6</b>
Общегосударственные вопросы	01			7 440 500.0
Международные отношения и международное сотрудничество	01.08			7 440 500.0
ГП КДР	01.08	21		7 440 500.0
Обеспечение реализации государственной программы	01.08	21 2		7 440 500.0
Основное мероприятие «Выполнение международных обязательств»	01.08	21 2 04		7 440 500.0

	Раздел, подраздел	ЦСР	ВР	Сумма
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	01.08	21 2 04 90000	800	7 440 500.0
<b>Национальная оборона</b>	02			<b>1 126 324.0</b>
Прикладные научные исследования в области национальной обороны	02.08			15 580.0
Реализация функций иных федеральных органов государственной власти	02.08	99		15 580.0
Федеральная целевая программа «Промышленная вооружения и военной техники на 2011–2015 годы и на период до 2020 года»	02.08	99 4		15 580.0
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	02.08	99 4 00 90000	200	15 580.0
Другие вопросы в области национальной обороны	02.09			1 110 744.0
ГП КДР	02.09	21		500 000.0
Обеспечение реализации государственной программы	02.09	21 2		500 000.0
Основное мероприятие «Осуществление производственно-технологической деятельности в космической отрасли»	2.09	21 2 08		500 000.0
Субсидии на возмещение отдельных затрат казенных предприятий оборонно-промышленного комплекса	2.09	21 2 08 64210	800	500 000.0
Реализация функций иных федеральных органов государственной власти	02.09	99		610 744.0
ФЦП «Промышленная утилизация вооружения и военной техники на 2011–2015 годы и на период до 2020 года»	2.09	99 4		599 414.5
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	2.09	99 4 00 90000	200	599 414.5
Иные непрограммные мероприятия	2.09	99 9		11 329.5
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	2.09	99 9 00 90000	200	11 329.5
<b>Национальная экономика</b>	04			<b>120 107 193.1</b>
Исследование и использование космического пространства	04.03			31 343 782.9
ГП КДР	04.03	21		31 343 782.9
Обеспечение реализации государственной программы	04.03	21 2		2 579 760.8
Основное мероприятие «Выполнение функций по обеспечению отбора и подготовки космонавтов»	04.03	21 2 02		1 953 779.0
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	04.03	21 2 02 90000	600	1 953 779.0
Основное мероприятие «Обеспечение страхования рисков и ответственности при запусках и летных испытаниях космических аппаратов»	04.03	21 2 05		625 981.8
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	04.03	21 2 02 90000	800	625 981.8
ФЦП ГЛОНАСС-2020	04.03	21 4		6 790 222.1
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	04.03	21 4 00 90000	200	6 790 222.1
ФКП-2025	04.03	21 7		21 973 800.0
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	04.03	21 7 00 90000	200	21 973 800.0
Прикладные научные исследования в области национальной экономики	04.11			78 080 371.6
ГП КДР	04.11	21		78 080 371.6
Подпрограмма «Приоритетные инновационные проекты ракетно-космической промышленности»	04.11	21 1		432 467.8
Основное мероприятие «Создание транспортно-энергетического модуля на основе ядерной энергодвигательной установки мегаваттного класса»	04.11	21 1 03		432 467.8
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	04.11	21 1 03 90000	200	432 467.8
ФЦП ГЛОНАСС-2020	04.11	21 4		18 503 181.7
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	04.11	21 4 00 90000	200	18 503 181.7
ФКП-2025	04.11	21 7		59 144 722.1
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	04.11	21 7 00 90000	200	59 144 722.1
Другие вопросы в области национальной экономики	04.12			10 681 529.1
ГП КДР	04.12	21		10 680 019.6
ФЦП ГЛОНАСС-2020	04.12	21 4		3 012 119.6
Взнос в уставный капитал АО «Научно-производственная корпорация «Системы прецизионного приборостроения»», г. Москва	04.12	21 4 00 62580	400	336 200.0
Взнос в уставный капитал АО «Научно-производственный центр «Полюс»», г. Томск	04.12	21 4 00 62720	400	41 950.0
Взнос в уставный капитал АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва, г. Железнодорожск, Красноярский край	04.12	21 4 00 62870	400	1 169 640.0
Взнос в уставный капитал АО «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем», г. Москва	04.12	21 4 00 62920	400	125 000.0
Взнос в уставный капитал АО «Научно-производственное предприятие «Геофизика-Космос»», г. Москва	04.12	21 4 00 63510	400	75 000.0
Взнос в уставный капитал АО «Научно-производственное предприятие «Квант»», г. Москва	04.12	21 4 00 67790	400	677 350.0
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	04.12	21 4 00 90000	400	586 979.6
ФКП-2025	04.12	21 7		7 667 900.0
Взнос в уставный капитал АО «Особое конструкторское бюро Московского энергетического института», г. Москва	04.12	21 7 00 62590	400	207 200.0
Взнос в уставный капитал АО «НПК «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические комплексы» имени А. Г. Иосифьяна», г. Москва	04.12	21 7 00 62660	400	588 200.0
Взнос в уставный капитал АО «Научно-производственный центр «Полюс»», г. Томск	04.12	21 7 00 62720	400	117 800.0
Взнос в уставный капитал АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва, г. Железнодорожск, Красноярский край	04.12	21 7 00 62870	400	253 000.0
Взнос в уставный капитал АО «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем», г. Москва	04.12	21 7 00 62920	400	300 700.0
Взнос в уставный капитал АО «НИИ точных приборов», г. Москва	04.12	21 7 00 62921	400	38 500.0
Взнос в уставный капитал АО «НПО измерительной техники», г. Королев, Московская область	04.12	21 7 00 62940	400	430 000.0
Взнос в уставный капитал АО «Научно-производственное предприятие «Геофизика-Космос»», г. Москва	04.12	21 7 00 63510	400	150 000.0
Взнос в уставный капитал АО «НПО Энергомаш имени академика В. П. Глушко», г. Химки, Московская область	04.12	21 7 00 64040	400	555 000.0
Взнос в уставный капитал АО «НПО имени С. А. Лавочкина», г. Химки, Московская область	04.12	21 7 00 64041	400	1 358 200.0
Взнос в уставный капитал АО «НИИ электромеханики», г. Истра, Московская область	04.12	21 7 00 65530	400	455 000.0
Взнос в уставный капитал ПАО «РКК «Энергия» имени С. П. Королева», г. Королев, Московская область	04.12	21 7 00 66960	400	428 500.0
Взнос в уставный капитал АО «Конструкторское бюро «Арсенал» имени М. В. Фрунзе», г. Санкт-Петербург	04.12	21 7 00 68862	400	82 500.0
Финансовое обеспечение выполнения функций ФГО, оказания услуг и выполнения работ	04.12	21 7 00 90000	400	2 703 300.0

И. Лисов.  
«Новости космонавтики»



# США возвращаются на Луну

## Директива № 1 президента Трампа

11 декабря в Белом доме Президент США Дональд Трамп подписал Директиву по космической политике № 1, официально изменяющую долгосрочные цели американской пилотируемой космической программы. Ее первой целью вновь становится возвращение на Луну.

Документ SPD-1, официально оформленный как меморандум для вице-президента и членов Кабинета и озаглавленный «О придании силы программе Америки по пилотируемому освоению космоса» (Reinvigorating America's Human Space Exploration Program), состоит всего из двух частей, первая из которых содержательная, а вторая включает отдельные юридические оговорки. Содержательная часть гласит:

«Часть 1. Уточнение Президентской политической директивы № 4.

Президентская политическая директива № 4 от 28 июня 2010 г. (Национальная космическая политика) уточняется следующим образом:

Абзац, начинающийся со слов «Установить далеко идущие вехи в освоении космоса», исключается и заменяется следующим:

«Руководить инновационной и устойчивой программой исследования и освоения космического пространства при участии коммерческих и зарубежных партнеров, которая должна обеспечить экспансию человека по Солнечной системе и доставить на Землю новые знания и возможности. Начав с миссий за пределы низкой околоземной орбиты, США возглавят возвращение людей на Луну\* для долгосрочного освоения и использования, а затем последуют пилотируемые полеты на Марс и к другим целям».

Все остальные положения директивы, подписанной в июне 2010 г. президентом Обамой (НК № 8, 2010), остаются в силе. Вычеркнутый абзац в предыдущей версии звучал так:

«Установить далеко идущие вехи в освоении космоса. К 2025 году начать пилотируемые миссии к целям более далеким, чем Луна, в том числе отправить людей к астероидам. К середине 2030-х годов отправить астронавтов на орбиту вокруг Марса и благополучно вернуть их на Землю».

\* Буквально «to the Moon», что можно понимать и как «к Луне», и как «на Луну». В отличие от Трампа, президент Джон Кеннеди в 1961 г. сформулировал цель словами, не допускающими двоякого толкования: «landing a man on the moon».

Таким образом, изменения в Национальной космической политике заключаются в следующем:

- ◆ Объявлено целью возвращение на Луну с долгосрочными задачами;

- ◆ Полет к астероиду как самостоятельная цель исключен, хотя и может быть реализован впоследствии под рубрикой «и к другим целям»;

- ◆ Сроки реализации программы не указаны.

Во второй части документа следует отметить пункт о том, что подписанный меморандум должен исполняться в соответствии с законодательством и в рамках выделяемых Конгрессом бюджетных средств.

Перед подписанием Дональд Трамп поблагодарил вице-президента Майкла Пенса за работу по подготовке документа и заявил: «Директива, которую я подписываю сегодня, восстановит фокус американской космической программы на исследованиях и открытиях, осуществляемых человеком. Она отмечает важный шаг в возвращении американских астронавтов на Луну впервые после 1972 года для долгосрочного освоения и использования. На этот раз мы не только установим флаг и оставим следы – мы создадим основу для осуществления будущей экспедиции на Марс и, быть может, когда-нибудь ко многим более далеким мирам.

Эта директива гарантирует, что американская космическая программа будет снова вести и вдохновлять все человечество...

Это гигантский скачок к вдохновляющему будущему и к возрождению гордого предназначения Америки в космосе. Космос имеет множество других применений, включая военное. И так, мы лидеры, и мы намерены сохранить лидерство и собираемся увеличить его многократно.

Вице-президент Пенс напомнил, что восстановленный Трампом 30 июня 2017 г. Национальный космический совет на первом заседании, которое состоялось 5 октября под его руководством, единогласно принял рекомендацию дать NASA задание обеспечить возвращение американских астронавтов на Луну и сделать ее основой для экспедиции на Марс, и что 11 декабря эта рекомендация превратилась в положение национальной политики США. «Как все здесь присутствующие знают, восстановление американского присутствия на Луне жизненно необходимо для достижения наших стратегических целей, – отметил он и

добавил: – Преследуя эти цели, мы будем... усиливать национальную безопасность и наши возможности по общей защите народа США... И последнее: мы также обеспечим, чтобы правила и ценности освоения космоса устанавливались американским руководством на базе американских ценностей».

Директива была подписана Трампом в присутствии министров транспорта, торговли и внутренней безопасности, заместителя начальника Объединенного комитета начальников штабов генерала Пола Селва, помощника президента по национальной безопасности генерал-лейтенанта МакМастера, директора национальной разведки Дэна Коутса, и.о. администратора NASA Роберта Лайфута. Присутствовали также сенатор Билл Нелсон, несколько членов Палаты представителей, в том числе Джон Калберсон и Ламар Смит, астронавты Пегги Уитсон, Кристина Кох (Хэммок) и Сандра Магнус, ныне исполнительный директор Американского института аэронавтики и астронавтики.

Главными же почетными гостями были Базз Олдрин, который вышел на поверхность Луны 20 июля 1969 г. вслед за Армстронгом, и участник последней лунной экспедиции на Apollo 17 Харрисон Шмитт, который 11 декабря 1972 г., ровно за 45 лет до подписания директивы, совершил посадку на Луну вместе с Юджином Сернаном. Кроме того, в качестве талисмана присутствовал лунный камень – срез массой 14 г от базальтового образца 70215 полной массой 8110 г и возрастом 3.84 млрд лет, доставленного как раз экспедицией Сернана и Шмитта.

### Цель – ничто, движение – всё

Итак, вектор американской космической политики сменил направление еще раз. Напомним, что в первый раз после героической эпохи первых лунных экспедиций задачу возвращения на Луну поставил президент-республиканец Джордж Буш-отец. 20 июля 1989 г. он объявил целями США завершение Космической станции Freedom, установление постоянного присутствия человека на Луне и посылку пилотируемой экспедиции на Марс до 2019 г. Однако программа, стоимость которой оценивалась в 400 млрд \$, не была реализована, так как Конгресс отказался дать средства даже на самые первые шаги.

При демократической администрации Билла Клинтона (1993–2001) все силы были брошены на создание вместе с Россией

Международной космической станции; перспективные планы обсуждались, но не более.

Президент-республиканец Джордж Буш-сын (2001–2009) объявил 14 января 2004 г. о начале новой программы пилотируемых полетов на Луну и в дальний космос. Программа Constellation предусматривала создание нового корабля для пилотируемых исследований CEV (Crew Exploration Vehicle) под названием Orion, лунного модуля Altair и носителей Ares I и Ares V. Первая пилотируемая экспедиция на Луну в ее рамках планировалась на 2015 г. За длительными полетами на Луну должны были последовать пилотируемое исследование Марса, астероидов и спутников планет-гигантов (НК № 3, 2004).

Эта программа была поддержана законодателями и продвинулась до первого экспериментального пуска PH Ares I, выполненного 28 октября 2009 г. (НК № 12, 2009). Однако к этому моменту образованная новой администрацией Комиссия по рассмотрению планов пилотируемых полетов США под председательством Нормана Огастина заключила, что не существует никакой разумной программы пилотируемых исследований объектов за пределами низкой околоземной орбиты в рамках заданных NASA бюджетных ограничений в условиях финансового кризиса (НК № 10, 2009).

Как следствие, 1 февраля 2010 г. демократическая администрация Барака Обамы (2009–2017) объявила об отказе от реализации программы Constellation, от создания носителей семейства Ares и кораблей под них, а вместо этого провозгласила какой-то невнятный «новый смелый подход, который включает в себя коммерческую космическую индустрию, выковывает международное партнерство и создает технологии, изменяющие «правила игры» и необходимые для подготовки обновленной программы пилотируемого освоения космоса». Шаттлы выводились из эксплуатации, как и было решено еще при Буше, а транспортное обслуживание МКС возлагалось на вновь создаваемые корабли коммерческих подрядчиков.

Однако накопленная инерция программы оказалась достаточно сильна, аппетиты подрядчиков были велики и находили полное сочувствие у представлявших соответствующие округа членов Конгресса. «Проверить фарш обратно» не удалось. Уже 15 апреля Обама огласил в Космическом центре имени Кеннеди новую перспективную программу: к 2025 г. – полет далее орбиты Луны, затем – пилотируемые исследования астероидов, в середине 2030-х годов – выход пилотируемого корабля на орбиту вокруг Марса и далее – марсианская экспедиция. Пилотируемые экспедиции на Луну из программы были исключены. Вскоре эти положения были кодифицированы в той самой Президентской политической директиве № 4 от 28 июня 2010 г.

15 апреля 2010 г. Обама вернул жизнь кораблю Orion, разрешив создать на его базе американский корабль-спасатель для МКС и сделать его «частью технического фундамента для перспективного космического корабля, который будет использоваться в будущих экспедициях в дальний космос». В итоге Orion не только уцелел, но и в рамках новой программы благополучно мутировал

в межпланетный корабль нового поколения MPCV, каковым он и был задуман, а функцию подстраховки коммерческих транспортных кораблей на линии Земля – МКС с него сняли.

Более того, в ходе обсуждения в Конгрессе проекта бюджета на 2011 финансовый год, отразившего новые приоритеты администрации, законодатели навязали Белому дому и NASA немедленное начало разработки сверхтяжелого носителя под новой маркой SLS, весьма похожего на первоначальный проектный вариант ракеты Ares V. Барак Обама подписал соответствующий закон 15 апреля 2011 г., ровно через год после своей «марсианской» речи (НК № 6, 2011). Революции не получилось: теперь под программу Обамы создавались средства с таким же возможностями, что и под формально отмененную программу Буша.

Главная проблема Национальной космической политики в версии Обамы заключалась в отсутствии вменяемой ближней цели пилотируемых полетов. Марс находился за границей бюджетного горизонта, и никакие пуски в интересах марсианской экспедиции не планировались ранее 2026 г. в лучшем случае. Возвращение на Луну попало под запрет. Облет Луны и выход на орбиту вокруг нее не представляли самостоятельной ценности. Экспедиция к одному из астероидов, сближающихся с Землей, впервые предложенная комиссией Огастина и официально прописанная в Национальной космической политике Обамы, была изящно подменена «обманкой» – комбинированным проектом, в ходе которого беспилотный аппарат доставляет совсем небольшой, диаметром в несколько метров, астероид на окололунную орбиту, где его изучают астронавты, прибывшие на корабле Orion (НК № 6, 2013). Смысл этого трюка не был ясен никому, кроме лиц и организаций, его предложивших.

Захват, доставка и исследование астероида были фактически запрещены Законом 2017 г. о разрешении финансирования NASA в переходный период, который подписал 21 марта 2017 г. уже новый президент-республиканец Дональд Трамп (НК № 5, 2017). Пятью днями ранее его администрация сама объявила решение о прекращении этого проекта и подтвердила его 23 мая в новом проекте бюджета (НК № 7, 2017).

NASA отреагировало на новую ситуацию, продемонстрировав 28 марта общественности проект модульной космической станции Deep Space Gateway (DSG) на окололунной орбите (НК № 11 и № 12, 2017) и представив его как базу для сборки многоразового корабля Deep Space Transport (DST) для полета к Марсу. На 68-м Международном астронавтическом конгрессе в Аделаиде NASA и Роскосмос опубликовали совместное заявление, в соответствии с которым на DSG будут использоваться российские стандарты стыковочных узлов и систем жизнеобеспечения, а транспортное обслуживание станции будут осуществлять американская сверхтяжелая PH SLS, российский тяжелые ракеты «Протон-М» и «Ангара-A5M» и перспективный российский сверхтяжелый носитель.

Эту же окололунную станцию, как говорят, NASA пыталось «продать» представителю администрации Трампа в ходе согласования Национальным космическим

советом новой версии космической политики, однако получило от исполнительной ветви власти вежливое, но твердое указание предложить концепцию и архитектуру пилотируемого освоения самой Луны.

Агентству ничего не оставалось, как «взять под козырек», и все же Роберт Лайтфут в заявлениях от 11 декабря аккуратно обошел вопрос о высадке на Луну и работе на ее поверхности. «NASA активно поддерживает президентскую директиву, которая стратегически выстраивает нашу работу по возвращению людей к Луне, экспедиции к Марсу и открытию Солнечной системы за этими пределами, – продекларировал он. – Эта работа является усилием национального масштаба на многих фронтах, и Америка возглавит ее. Мы привлечем лучших и самых ярких людей из правительства и частной индустрии и наших партнеров во всем мире, чтобы достичь новых рубежей в достижениях человека. Наши сотрудники привержены этим усилиям, и уже сейчас мы ведем разработку гибкой инфраструктуры для дальнего космоса, чтобы обеспечить устойчивую последовательность миссий увеличивающейся сложности, которая укрепит лидерство Америки в безграничных просторах космоса».

Впрочем, руководить исполнением новой программы будет не он, а новый администратор NASA, которым должен стать Джеймс Брайденстайн (James F. Brindstine). Кандидат молод – он родился 15 июня 1975 г. – и является профессиональным политиком: в 2012 г. был избран и в 2016 г. переизбран членом Палаты представителей от штата Оклахома. Дональд Трамп объявил о выборе Брайденстайна 1 сентября 2017 г. и впоследствии представил его кандидатуру повторно, но по состоянию на 15 января Сенат еще не рассмотрел представление. Наблюдатели опасаются, что голоса сенаторов разделятся поровну, и вопрос решит голос вице-президента Пенса.

Итак, документ, подписанный 11 декабря 2017 г. Дональдом Трампом, подвел черту под эпохой Обамы и восстановил цели пилотируемой программы, провозглашенные Бушем-сыном. Вопрос теперь в том, насколько настойчива будет республиканская администрация в продвижении старых новых целей, какие средства и на какие конкретные задачи она будет запрашивать у Конгресса. Критерием серьезности намерений можно, пожалуй, считать включение в бюджетный запрос на 2019 финансовый год, который будет направлен в Конгресс в начале февраля 2018 г., средств на разработку лунного посадочного комплекса и на создание техники для работы на Луне, включая разработку местных ресурсов. Нет необходимости еще раз перечитывать доклад Комиссии Огастина, чтобы сказать, что без значительного увеличения финансирования NASA или кардинального пересмотра модели разработки космических средств для дальнего космоса новые задачи решены не будут.

Ну и, разумеется, остается вопрос о возможности ежегодного выделения необходимых средств администрацией и утверждения их Конгрессом с учетом по-прежнему тяжелой бюджетной ситуации, осложнившейся политическим расколом в США. Не зря в США существует поговорка: «Политика – это бюджеты». ■

# «Бореев» встретили крепким морозом и глубоким снегом

14 декабря в 11:37:49 ДМВ (08:37:49 UTC) в 152 км юго-восточнее казахстанского города Джезказган совершил посадку спускаемый аппарат пилотируемого космического корабля «Союз МС-05». На Землю после четырех с половиной месяцев полета на борту МКС возвратились «Бореев» – россиянин Сергей Рязанский, американец Рэндольф Брезник и итальянец Паоло Неспולי.

В этот день в 05:01 были закрыты переходные люки между Малым исследовательским модулем «Рассвет» и кораблем «Союз МС-05». На станции втроем всего на три дня остались «Альтаиры» – россиянин Александр Мисуркин и американцы Марк Ванде Хай и Джозеф Акаба.

В 08:14:28 корабль отчалил от МКС. «Альтаиры», счастливо оставаться! – пожелал Сергей. – Расхождение ровное. Стыковочный узел наблюдаем. Ничего не видно, все чисто».

В отличие от предыдущих полетов «Союзов МС», корабль после расстыковки выполнил не два, а один маневр увода от станции, потому что МКС заранее развернули модулем «Рассвет» против направления полета.

Двигатели причаливания и ориентации (ДПО) корабля включились в 08:17:31 и проработали 8 сек. После этого Рязанский доложил подмосковному ЦУПу, что в баках комбинированной двигательной установки «Союза» осталось 524 кг топлива.

Безопасность посадки «Бореев» обеспечивали силы и средства Центрального военного округа (ЦВО): 12 вертолетов Ми-8, три самолета Ан-26 и два Ан-12, 18 единиц автотехники, среди которых шесть поисково-эвакуационных машин (ПЭМ) «Синяя птица», а также более 200 военнослужащих, в том числе бригада медиков.

Напомним, что машины ПЭМ были созданы специально для поиска и спасения космонавтов и приняты на вооружение в 1985 г. ПЭМ-1 имеет пассажирский салон, а ПЭМ-2 – платформу для перевозки грузов. Машины могут работать в степной, лесистой, пустынной и болотистой местности, а также передвигаться по воде и снегу в различных метеоусловиях днем и ночью. Они оборудуются современными навигационными системами, автоматическим радиокompасом, радиопеленгаторами «Пеликан», радиостанциями «Коралл» и «Журавль» и светотехническим оборудованием.

«Завтра в районе посадки ожидается температура 17–20 градусов ниже нуля, видимость 6–10 км, ветер восточный 2–5 м/с», – сообщил накануне приземления помощник командующего войсками ЦВО полковник Ярослав Рошупкин.

В 10:44:59 с помощью сближающе-корректирующего двигателя «Союз МС-05» осуществил тормозной импульс длительностью 281 сек и величиной 128 м/с.

Спуск прошел штатно. Как рассказал позже Неспולי, внеатмосферный промах (время входа в земную атмосферу) составил +8 сек, что означало перелет точки посадки примерно на 60 км, поэтому корабль был вынужден скорректировать данное отклонение более крутой траекторией спуска и соответственно более сильными перегрузками (около 5g, вместо обычных 4g).

Спускаемый аппарат (СА) приземлился в точке с координатами 47°23'35.16" с. ш.,

69°38'30.84" в.д. Длительность полета космонавтов составила 138 сут 16 час 56 мин 37 сек. Рязанский за две «командировки» на орбиту набрал в сумме 304 сут 23 час 21 мин 35 сек, Брезник также за две – 149 сут 12 час 12 мин 47 сек, Неспולי за три – 313 сут 02 час 36 мин 49 сек.

После посадки корабль остался в вертикальном положении. Спустя пару минут сели первые вертолеты. Спасатели установили трап на СА, открыли люк и по очереди вытащили Сергея, Паоло и Рэндольфа. «Бореев» усадили на кресла и укрыли теплыми одеялами.

С Рязанским побеседовал его командир в первом полете космонавт Олег Котов.

*Котов:* Ну расскажи, как тебе [посадка]?

*Рязанский:* Прекрасно. Спасибо, что погоду организовали очень хорошую.

*Котов:* Ну [сделали] все, что ты просил, кроме одного. Теперь самое интересное начинается. «Отпуск» закончился. Теперь надо будет поработать.

*Рязанский:* Да не говори вообще...

*Котов:* Ты уже позвонил [родным]?

*Рязанский:* Нет, не звонил.

*Котов:* Ну чего, организовать?

*Рязанский:* Да.

Тем временем из-за морозной погоды поисковики сократили до минимума пребывание космонавтов на открытом воздухе, поэтому сообщить радостную новость своим близким по спутниковому телефону успел только Брезник. Вскоре космонавтов отнесли в обогреваемую палатку для первичного медосмотра и переодевания; там же они провели эксперимент «Полевой тест» (определение функциональных возможностей, уровня физической работоспособности и состояния основных физиологических систем организма космонавта в ранние сроки после завершения космического полета) и позвонили родным.

После этого «Бореев» на вертолетах доставили в аэропорт города Караганда. Отсюда пути космонавтов должны были разойтись: Рязанскому предстояло полететь на подмосковный аэродром Чкаловский, Неспולי и Брезнику – в Хьюстон (штат Техас).



Фото А. Пантюхина, ЦЭНКИ



Фото: Антюхина, ЦЕНКИ

Рейс в США отправился вовремя. А вот Сергею пришлось заночевать в Караганде из-за того, что Чкаловский вследствие плохой погоды не принимал самолеты.

«Посадка прошла благополучно, чувствую себя отлично, но – увы – долгожданная встреча с семьей откладывается. По погодным условиям рейс в Москву перенесли на завтрашнее утро. Поэтому на ваш вопрос

«Сергей, а вы сейчас где?» без доли шутки отвечаю: в Караганде!» – написал Рязанский 14 декабря на своей странице в социальной сети «ВКонтакте».

18 декабря СА самолетом Ан-12 был транспортирован из Джезказгана в Челябинскую область. После прохождения таможенных процедур его отправили в Москву.

19 декабря на послеполетной пресс-конференции в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина Сергей поделился впечатлениями от приземления.

«Посадка оказалась и в этот раз тоже мягкой, что в общем радует. Как мои коллеги и просили. Они говорили: «Пожалуйста, никакой баллистики (баллистический спуск. – А.К.), пожалуйста, помягче...» Получилось. [Спускаемый] аппарат так вертикально, как и в прошлый раз, остался. Все потому, что практически не было ветра – была прекрасная погода в Казахстане. Так что все замечательно.

Спасательные службы нас сразу же нашли, что тоже хорошо. Очень порадовало, что много моих друзей приехали на посадку. И ребята из ФМБА (Федеральное медико-биологическое агентство. – А.К.), и ребята из поисково-спасательной службы, и мой бывший командир Олег Котов, сейчас уже в ранге представителя ИМБП (Институт медико-биологических проблем РАН. – А.К.), что тоже очень порадовало. Так что с посадкой все штатно, все хорошо и замечательно.

[Эксперимент] «Полевой тест» начали делать – не получилось. Как-то физически ны-

нешняя посадка гораздо легче переносится, чем прошлая. Ну это понятно: организм понимает, что ему ожидать. Плюс все-таки тщательно я тренировался на станции, готовился, поэтому физически легче. Вестибулярка [вела себя] немного хуже по сравнению с прошлым разом. Но это, наверно, связано с работой командира. Командир не может закрыть глаза во время перегрузок [при возвращении], должен постоянно вести репортаж, вращать головой и следить за коллегами. Поэтому все-таки немножко сложнее. Но восстанавливается она достаточно быстро, то есть я себя прекрасно чувствую, вполне плаваю, занимаюсь физкультурой в полном объеме». ■



Фото NASA/Bill Ingalls

## Итоги полета 53-й основной экспедиции на МКС

### Основные события и участники

**53-я экспедиция** на МКС началась 2 сентября 2017 г. после отстыковки от станции пилотируемого корабля «Союз МС-04». 3 сентября корабль возвратился на Землю с экипажем в составе: командир корабля – космонавт Роскосмоса **Фёдор Николаевич Юрчихин**, бортинженер-1 – астронавт NASA **Джек Дэвид Фишер**, бортинженер-2 – астронавт NASA **Пегги Аннетт Уитсон**.

На МКС продолжил полет экипаж в составе: командир станции – астронавт NASA **Рэндольф Джеймс Брезник**, бортинженер-4 – космонавт Роскосмоса **Сергей Николаевич Рязанский**, бортинженер-6 – астронавт ЕКА, гражданин итальянской Республики **Паоло Анжело Несполи**.

13 сентября к станции пристыковался «Союз МС-06» с экипажем в составе: командир корабля – космонавт Роскосмоса **Александр Александрович Мисуркин**, бортинженер-1 – астронавт NASA **Марк Томас Ванде Хай**, бортинженер-2 – астронавт NASA **Джозеф Майкл Акаба**. На МКС они стали соответственно бортинженерами-1, -2 и -3.

16 сентября с использованием дистанционного манипулятора SSRMS грузовой корабль Dragon (SpX-12) отсоединили от нижнего порта Узлового модуля Harmony. 17 сентября корабль был отделен от манипулятора и приводнился в Тихом океане.

5 октября Брезник и Ванде Хай выполнили выход в открытый космос из Шлюзового отсека Quest длительностью 6 час 55 мин, во время которого сменили концевой захват-эффектор плеча А манипулятора SSRMS.

10 октября они же при выходе продолжительностью 6 час 26 мин смазали механизмы захвата плеча А манипулятора SSRMS, подготовили блок управления насосами PFCS на платформе ESP-1 на Лабораторном модуле Destiny и блок зарядки/разрядки батарей BCDU на платформе ELC-1 на секции P3 американской поперечной фермы, за-

менили телекамеру ETVCG на секции P1 и сняли два поручня с Узлового модуля Tranquility.

16 октября грузовой корабль «Прогресс МС-07» причалил к стыковочному отсеку «Пирс».

20 октября Брезник и Акаба во время выхода продолжительностью 6 час 49 мин сменили предохранитель на платформе EOTР ловкой насадки Dextre манипулятора SSRMS, установили камеру высокого разрешения на секции S1, заменили камеру/светильник на захвате плеча А манипулятора SSRMS и смазали его механизмы.

24 и 27 октября с помощью манипулятора SSRMS с борта МКС стартовали спутники Kestrel Eye 2M и SIMPL.

14 ноября манипулятором SSRMS был пойман и присоединен к нижнему порту Узлового модуля Unity грузовой корабль Cygnus (OA-8).

20–21 ноября манипулятором JEM RMS с борта станции были запущены аппараты EsAMSat, ASTERIA, Dellinger, TechEdSat 6 и OSIRIS-3U.

5 декабря корабль Cygnus был отделен манипулятором SSRMS от модуля Unity и 6 декабря отправлен в автономный полет. 6–7 декабря с борта корабля вывели спутники CHEFSat, AeroCube 7B, AeroCube 7C, PropCube 2, Asgardia 1 и ISARA и восемь аппаратов Lemur-2.

В ходе 53-й экспедиции были проведены три коррекции орбиты МКС. Экипаж выполнил эксперименты по российской, американской, европейской, канадской и японской научным программам.

**14 декабря** «Союз МС-05» отстыковался от станции и приземлился с экипажем в составе: командир корабля – Сергей Рязанский, бортинженер-1 – Рэндольф Брезник, бортинженер-2 – Паоло Несполи. Длительность полета составила **138 сут 16 час 56 мин 37 сек**.

На МКС остался экипаж 54-й экспедиции в составе: командир МКС – Александр Мисуркин, бортинженер-2 – Марк Ванде Хай, бортинженер-3 – Джозеф Акаба.

### Основные динамические операции

Дата и время, UTC	Корабль	Событие
02.09.2017, 21:58:01	TK «Союз МС-04» (11Ф732А48 №735)	Отстыковка от МИМ-2 «Поиск»
03.09.2017, 01:21:41.3	TK «Союз МС-04»	Посадка в 147 км юго-восточнее Джезказгана (Казахстан): 47°22'53.1" с.ш., 69°34'09.6" в.д.
12.09.2017, 21:17:02.407	TK «Союз МС-06» (11Ф732А48 №734)	Запуск с Байконура (Казахстан), площадка №1, ПУ №5
13.09.2017, 02:55:15	TK «Союз МС-06»	Стыковка к МИМ-2 «Поиск» в автоматическом режиме
17.09.2017, 08:40	TKF Dragon (SpX-12)	Отделение от манипулятора SSRMS
17.09.2017, 14:14	TKF Dragon	Приводнение в Тихом океане в 295 км юго-западнее Лонг-Бича (США): 32°24' с.ш., 120°54' з.д.
27.09.2017, 16:50:00	TKF «Прогресс МС-06» (11Ф615А61 №436)	Коррекция орбиты МКС
14.10.2017, 08:46:53.478	TKF «Прогресс МС-07» (11Ф615А61 №437)	Запуск с Байконура (Казахстан), площадка №31, ПУ №6
16.10.2017, 11:04:05	TKF «Прогресс МС-07»	Стыковка к СО «Пирс» в автоматическом режиме
02.11.2017, 03:15	TKF «Прогресс МС-06»	Коррекция орбиты МКС
12.11.2017, 12:19:55	TKF Cygnus (OA-8)	Запуск из MARS (США), стартовый комплекс OA
14.11.2017, 10:04	TKF Cygnus	Захват манипулятором SSRMS
29.11.2017, 15:50	TKF «Прогресс МС-06»	Коррекция орбиты МКС
06.12.2017, 13:11	TKF Cygnus	Отделение от манипулятора SSRMS
14.12.2017, 05:14:28	TK «Союз МС-05» (11Ф732А48 №736)	Отстыковка от МИМ-1 «Рассвет»
14.12.2017, 08:37:49	TK «Союз МС-05»	Посадка в 152 км юго-восточнее Джезказгана (Казахстан): 47°23'35.16" с.ш., 69°38'30.84" в.д.

Итоги подвел А. Красильников

Владимир Юрченко jurchenko-vladimir@rambler.ru

# Биографии членов экипажа ТК «Союз МС-07»



**Командир ТК  
Бортинженер МКС-54  
Командир МКС-55  
Антон Николаевич  
Шкаплеров**  
Полковник запаса ВВС РФ  
521-й космонавт мира  
111-й космонавт России

Родился 20 февраля 1972 г. в Севастополе. В 1989 г. после окончания севастопольской средней школы №30 поступил в Черниговское высшее военное авиационное училище летчиков (ВВАУЛ). После развала СССР училище оказалось на территории Украины, и Антон в 1992 г. переехал в российское Качинское ВВАУЛ, которое окончил с отличием в 1994 г. по специальности «Командная тактическая авиация» с присвоением квалификации «летчик-инженер».

После училища был зачислен на первый курс Военно-воздушной академии имени Н.Е.Жуковского и окончил ее в 1997 г. по специальности «Испытание летательных аппаратов» и с квалификацией «летчик-инженер-исследователь».

С 1997 г. проходил службу в строевых частях ВВС России на должностях летчика и старшего летчика. С 1998 г. Антон служил старшим летчиком-инструктором авиационной группы высшего пилотажа «Небесные гусары» Центра показа авиационной техники ВВС на авиабазе Кубинка Московской области. Освоил самолеты Як-52, Л-39 и МиГ-29. Общий налет – более 500 часов. Выполнил более 300 прыжков с парашютом.

29 мая 2003 г. решением ГМВК Антон Шкаплеров был отобран кандидатом в космонавты и зачислен в отряд РГНИИ ЦПК ВВС МО. С июня 2003 г. по июль 2005 г. он прошел курс ОКП и 5 июля 2005 г. получил квалификацию космонавта-испытателя.

Параллельно в 2006 г. Шкаплеров поступил в Российскую академию государственной службы при Президенте РФ, которую окончил в 2010 г. по специальности «Юриспруденция» с отличием и с присвоением квалификации «юрист». В 2014 г. в ВВА имени профессора Н.Е.Жуковского и Ю.А.Гагарина он защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук.

В 2008–2009 гг. Антон проходил подготовку в составе дублирующего экипажа

МКС-22/23, в 2009–2011 гг. – в составе дублирующего экипажа МКС-27/28. С апреля по сентябрь 2011 г. готовился в составе основного экипажа МКС-29/30.

В 2009 г. А.Н.Шкаплеров ушел в запас в звании полковника и 1 августа того же года был переведен в отряд космонавтов Роскосмоса в ФГБУ НИИ ЦПК.

В первый полет Антон Шкаплеров отправился 14 ноября 2011 г. в качестве командира ТК «Союз ТМА-22» и бортинженера экипажа МКС по программе 29-й и 30-й основной космической экспедиции. Проработал в космосе 165 суток – вернулся 27 апреля 2012 г. В ходе полета выполнил ВКД длительностью 6 часов 15 минут.

С января 2013 г. по май 2014 г. готовился к космическому полету в составе дублирующего экипажа МКС-40/41, а в июне–ноябре 2014 г. – в составе основного экипажа МКС-42/43.

Свой второй космический полет Антон Николаевич совершил с 24 ноября 2014 г. по 11 июня 2015 г. в качестве командира ТК «Союз ТМА-15М» и бортинженера МКС-42/43. На борту станции космонавт провел около 50 научно-прикладных исследований и экспериментов. Продолжительность полета составила 199 суток.

28 октября 2016 г. А.Н.Шкаплеров был назначен командиром дублирующего экипажа МКС-54/55, но 15 марта 2017 г. был переведен в дублирующий экипаж МКС-53/54 на место травмированного А.А.Скворцова. С сентября 2017 г. он готовился как командир основного экипажа МКС-54/55. Антон Шкаплеров полетел в космос в третий раз и уже в третий раз встретит свой день рождения на орбите. Единственный космонавт с юридическим образованием возьмет на борт станции вымпел городского суда г. Севастополя.

А.Н.Шкаплеров является космонавтом-испытателем 2-го класса, военным летчиком-инструктором 2-го класса, инструктором парашютно-десантной службы и офицером-водолазом. Антон Николаевич – казачий полковник Московского областного казачьего округа Союза казаков России.

В 2013 г. ему было присвоено звание Героя Российской Федерации и вручена медаль «Золотая Звезда», а также почетное звание «Летчик-космонавт РФ». Награжден орденом «За заслуги перед Отечеством» IV степени и медалями Минобороны РФ: «За воинскую доблесть» II степени, «За отличие в военной службе» III, II и I степени, а также «За службу в Военно-воздушных силах», «За укрепление боевого содружества» и «100 лет Военно-воздушным силам». А.Н.Шкаплеров – почетный гражданин города-героя Севастополя и города Гагарина Смоленской области.

В мае 2016 г. участвовал в предварительном голосовании «Единой России» по городу Севастополю и занял 2-е место.

Космонавт увлекается теннисом, футболом, бадминтоном. Он также любит гольф, рыбалку и путешествия. В космосе увлекся фотографированием.

Антон Николаевич женат на Татьяне Петровне Шкаплеровой (Лопатковой). В семье космонавта две дочери: Кристина (1995 г.р.) и Кира (2006 г.р.).



**Бортинженер-1 ТК  
Бортинженер МКС-54/55  
Командир МКС-55  
Скотт Тингл  
(Scott Tingle)**  
Капитан 1-го ранга ВМС США  
522-й астронавт мира  
339-й астронавт США

Родился 19 июля 1965 г. в г. Эттлборо (штат Массачусеттс), однако своим родным городом астронавт считает г. Рэндольф (Массачусеттс), где он провел свои детские годы.

В 1983 г. Скотт окончил технический колледж Блю-Хиллз в г. Кэнтон (Массачусеттс). В 1987 г. получил степень бакалавра наук в области машиностроения в Юго-Восточном Массачусеттском университете. В 1988 г. в Университете Пёрдью в г. Уэст-Лафайетт (Индиана) ему присвоили степень магистра наук по машиностроению со специализацией в области гидромеханики и реактивного движения. В июне 2015 г. Скотт прослушал курс по управлению бизнесом в Университете Вирджинии.

По окончании учебы Скотт Тингл проработал три года в технической службе отдела двигательных установок в компании Aerospace Corp. в г. Эль-Сегундо (Калифорния). Офицером ВМС он стал в 1991 г., а летчиком ВМС – в 1993 г.

С 1994 г. начал боевую летную службу в 146-й ударной истребительной эскадрилье на базе в г. Лемур (Калифорния). Участвовал в боевых походах в западную часть Тихого океана и в Персидский залив на борту авианосца Nimitz в составе 9-го крыла палубной авиации.

Окончив в 1998 г. с отличием Школу летчиков-испытателей ВМС США на авиабазе ВМС США Пэтьюксент-Ривер (штат Мэриленд), Тингл служил летчиком-испытателем в составе 9-й испытательной эскадрильи в Чайна-Лейк (Калифорния), где летал на F/A-18E/F Super Hornet. Затем он был отправлен в поход с авиагруппой Paddles, пилотируя самолеты F/A-18A/C Hornet в составе 11-го крыла палубной авиации на борту авианосца ВМС США Carl Winson. 11-е авиакрыло и Carl Winson были первыми, кто вышел на боевое дежурство после событий 11 сентября 2001 г. и принял участие в операции «Неокрушимая свобода» в Афганистане.

Далее Скотт Тингл продолжал службу в качестве помощника начальника оперативного отдела в составе Тихоокеанского авиакрыла истребителей-штурмовиков и летчика-инструктора 122-й эскадрильи истребителей-штурмовиков. Затем служил офицером по безопасности, техобслуживанию и операциям, при этом продолжая летать на самолетах F/A-18A Hornet в составе 97-й эскадрильи истребителей-штурмовиков Warhawks в г. Лемур. Позднее в составе 11-го авиакрыла Тингл участвовал в походах в западную часть Тихого океана и в Персидский залив, а в составе 12-й авиагруппы поддержки морской пехоты служил в г. Ивакуни (Япония).

В 2003 г. ВМС США включили лейтенант-командера Тингла в свой список кандидатов в астронавты, направленный NASA на рассмотрение для участия в 19-м наборе, однако на обследование и собеседование в Центр Джонсона он не вызывался.

В 2005 г. Тингл вернулся в Пэтьюк-сент-Ривер, где возглавил отдел годности самолетов корабельного базирования, а также испытывал самолеты в 23-й летно-испытательной эскадрилье Salty Dogs. Здесь он испытывал F/A-18C Hornet, F/A-18E/F Super Hornet, E/A-18G Growler и занимался сертификацией систем точной посадки на палубе авианосцев. На момент отбора в 2009 г. командир Тингл был прикомандирован к Управлению программы высокоточного оружия PMA-201, где работал помощником руководителя программы и системным инженером по высокоточной крылатой ракете SLAM и противокорабельному ракетному комплексу Harpoon.

На счету астронавта свыше 4500 часов полета на 51 типе самолетов, 750 посадок на палубу авианосцев и 54 боевых вылета.

В июле 2009 г. вместе с четырнадцатью другими кандидатами Скотт Тингл был зачислен в отряд астронавтов NASA в составе 20-го набора и до июля 2011 г. прошел общекомиссионерскую подготовку. С января по сентябрь 2016 г. он готовился в составе дублирующего экипажа МКС-51/52 совместно с Александром Скорцовым и Иваном Вагнером. В октябре 2016 г. после решения о временном сокращении состава российского экипажа МКС Тингл был переназначен в дублирующий экипаж МКС-53/54, в котором готовился сначала со Скорцовым, а с марта 2017 г. – с Антоном Шкаплеровым. С сентября 2017 г. Шкаплев, Тингл и Норисигэ Канаи готовились как основной экипаж МКС-54/55.

Скотт награжден медалью «За похвальную службу» ВС США, тремя «Воздушными медалями», шестью благодарственными медалями «За службу в ВМС», включая медаль за участие в боевых действиях, четыре медали ВМС и КМП «За безупречную службу».

Член Общества летчиков-испытателей-экспериментаторов, Ассоциации экспериментальных ЛА, Американского института аэронавтики и астронавтики, Ассоциации выпускников Школы летчиков-испытателей ВМС США, а также Общества спасения детей.

Тингл любит играть на гитаре, ремонтировать автомобили и работать по дереву.

Он женат на урожденной Райнетт Махелона, родившейся в Каилуа (о-в Гавайи). В семье трое детей.



**Бортинженер-2 ТК  
Бортинженер МКС-54/55  
Норисигэ Канаи  
(Norishige Kanai)  
(金井 宣茂, かないのりしげ)  
Капитан 1-го ранга ВМС США  
553-й астронавт мира  
11-й астронавт Японии**

Родился 5 декабря 1976 г. в Токио, вырос в г. Тохо префектуры Тиба. В марте 2002 г. Канаи окончил Медицинский колледж национальной обороны (преф. Сайтама).

Сразу после выпуска, с апреля 2002 г. работал в качестве хирурга и врача-водолаза в госпитале при Медицинском колледже национальной обороны, госпитале Сил самообороны (ССО) Японии в поселке Омимато (преф. Аомори), госпитале ССО в г. Курэ, а также Первом военном училище Морских ССО Японии (Хиросима).

В сентябре 2009 г. Норисигэ был отобран JAXA в качестве кандидата в астронавты и зачислен в отряд астронавтов JAXA. С сентября 2009 г. в составе 20-го отряда астронавтов NASA вместе с Кимия Юи и Такуя Ониси проходил двухгодичный курс подготовки кандидатов в астронавты. В июле 2011 г. он завершил курс базовой подготовки и получил квалификацию астронавта для полетов на МКС.

С июля по август 2015 г. участвовал в подводной экспедиции NASA (NEEMO-20).

В августе 2015 г. Канаи был включен в состав основного экипажа МКС-54/55 в качестве бортинженера и в дублирующий экипаж МКС-52/53. С января 2016 г. проходил подготовку в составе дублирующего экипажа МКС-52/53 вместе с Сергеем Рязанским и Рэндольфом Брезником, а с октября 2016 г. – с Александром Мисуркиным и Марком Ванде Хаем. С июля 2017 г. он начал готовиться в основном экипаже МКС-54/55.

Н. Канаи стал последним астронавтом из японского отряда, ранее не летавшим в космос, и третьим астронавтом Страны восходящего солнца с медицинским образованием.

Норисигэ ведет страницу в твиттере и свой блог. Еще занимаясь подводными работами в ССО Японии, он получил от коллег прозвище Нето – в честь рыбки – заглавного персонажа мультфильма «В поисках Немо».

Канаи холост. Его невеста будет ждать возвращения астронавта с орбиты. ■

Подготовили Е. Рыжков и С. Шамсутдинов



### Эмблема экипажа корабля «Союз МС-07»

Графический символ экипажа разработан художником из Нидерландов Люком ван ден Абелемом (Luc van den Abeelen) и утвержден Роскосмосом 10 апреля 2017 г.

Эмблема выполнена в форме армиллярной сферы – старинного астрономического инструмента, употреблявшегося для определения координат небесных светил, а также для моделирования небесной сферы. Космический корабль «Союз МС-07» показан в центре инструмента, летящим высоко над Землей, символизируя постоянное присутствие человека на околоземной орбите.

На заднем плане композиции видна Луна, олицетворяющая устремления человечества по освоению космоса. Созвездие Козерога помещено сверху; его маленькие звезды обозначают детей Антона Шкаплерова (две звездочки) и Скотта Тингла (три). Три самые крупные звезды символизируют самих космонавтов, имена которых на трех языках вместе с флагами их стран помещены на бордюре эмблемы. На горизонтальное кольцо сферы нанесено название космического корабля и логотип Роскосмоса.

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

▼ Дублирующий экипаж «Союза МС-07»: Дженетт Эппс, Сергей Прокопьев и Александр Герст



# «Союз МС-07» довез «Астреев» до МКС за два дня

А. Красильников.  
«Новости космонавтики»

17 декабря в 10:21:01.127 ДМВ (07:21:01 UTC) с 5-й пусковой установки 1-й площадки космодрома Байконур стартовые расчеты специалистов предприятий ракетно-космической промышленности России провели пуск ракеты-носителя «Союз-ФГ» (11А511У-ФГ №Р15000-061) с пилотируемым космическим кораблем «Союз МС-07» (11Ф732А48 №737).

В составе экипажа: командир корабля, бортинженер-4 экспедиции МКС-54 и командир МКС-55 – инструктор-космонавт-испытатель 2-го класса Роскосмоса Антон Николаевич Шкаплеров; бортинженер-1 корабля и бортинженер-5 МКС-54/55 – астронавт NASA Скотт Дэвид Тингл; бортинженер-2 корабля и бортинженер-6 МКС-54/55 – астронавт JAXA Норисигэ Канаи. Позывной экипажа – «Астреи».

На 528-й секунде полета «Союз МС-07» отделился от третьей ступени носителя и вышел на орбиту с параметрами (в скобках – расчетные значения):

- наклонение – 51,66° (51,67±0,06);
- минимальная высота – 198,3 км (200+7/-22);
- максимальная высота – 254,4 км (242±42);
- период обращения – 88,74 мин (88,64±0,37).

В каталоге Стратегического командования США кораблю присвоили номер 43063 и международное обозначение 2017-081A. Его полет получил индекс 53S в графике сборки и эксплуатации МКС.

«Союз МС-07» стал 310-м пилотируемым космическим кораблем в мире и 141-м в России, выведенным на околоземную орбиту. Это был 1477-й орбитальный пуск ракеты-носителя с космодрома Байконур, 62-й полет «Союза-ФГ», 509-й старт с пусковой установки №5, 196-й пуск в рамках программы МКС и 157-й запуск корабля семейства «Союз».

На борту «Союза МС-07» доставлялось 180 кг грузов для российского и американского сегментов МКС. Среди них: оборудование для научных экспериментов; диск с новой версией программного обеспечения для бортовой вычислительной машины, которое сделает возможными стыковку и функционирование новых российских модулей; средства жизнеобеспечения; личные вещи космонавтов; 10 кг свежих овощей и фруктов; новое полотно для российской бегущей дорожки БД-2; укладка от «Почты России», содержащая конверты с логотипом Роскосмоса и штампель спецгашения; шайба с символикой Континентальной хоккейной лиги (в дополнение к копии кубка КХЛ,



Фото О. Урусова, ЦЭНКИ

Владимир Юрченко jurchenkov@rambler.ru



Фото А. Пантюхина, ЦЭНКИ

доставленной на октябрьском «Прогрессе МС-07»); укладка с символикой WorldSkills Russia – союза молодых представителей рабочих профессий; вымпелы Научного центра евразийской интеграции; шесть флажков государств – участников Евразийского Союза.

Первоначально в экипаж «Союза МС-07» входили Сергей Рязанский, Рэндольф Брезник и Норисигэ Канаи. Однако в сентябре 2016 г. в связи с решением Роскосмоса о временном сокращении численности российских космонавтов на МКС с трех до двух человек был сформирован новый экипаж «Союза МС-07»: Александр Скворцов, Скотт Тингл и Норисигэ Канаи. В марте 2017 г. Александр Скворцов был заменен Антоном Шкаплеровым по состоянию здоровья.

Изначально запуск «Союза МС-07» планировался на 26 октября, но в апреле был сдвинут на 27 декабря. В августе старт перенесли на 17 декабря по просьбе партнеров по программе МКС из-за рождественских каникул. Вследствие этого корабль сближался со станцией с использованием двухсуточной схемы, а не шестичасовой.

19 декабря в 11:39:02 «Союз МС-07» состыковался с Малым исследовательским модулем «Рассвет» в автоматическом режиме. В 13:55 были открыты переходные люки между кораблем и станцией.

16 декабря в гостинице «Космонавт» города Байконур состоялось заседание Государственной комиссии по проведению летных испытаний пилотируемых космических комплексов. Госкомиссия утвердила состав основного экипажа транспортного корабля (ТК) «Союз МС-07»: командир корабля, бортинженер МКС-54 и командир МКС-55 Антон Шкаплеров (Роскосмос), бортинженер-1 ТК, бортинженер МКС-54/55 Скотт Тингл (NASA), бортинженер-2 ТК, бортинженер МКС-54/55 Норисигэ Канаи (JAXA).

В состав дублирующего экипажа вошли: командир ТК, бортинженер МКС Сергей Прокопьев (Роскосмос), бортинженер ТК, бортинженер МКС Александр Герст (ЕКА), бортинженер-2 ТК, бортинженер МКС Дженетт Эппс (NASA).

После заседания состоялась пресс-конференция основного и дублирующего экипажей. Журналистов интересовало, как экипаж будет праздновать Новый год и Рождество. Антон Шкаплеров сообщил, что для него это третий полет и он в третий раз встретит Новый год на станции. «На МКС есть елка, а на американском грузовике летит новая, с игрушками, – рассказал командир. – На нашем корабле придут подарки от семей и Роскосмоса для каждого члена экипажа – по одному для нас и ребят на борту. Где-то написано вскрыть 25 декабря – для наших коллег на [западной] Рождество, либо вскрыть 31 декабря – это уже для россиян. Мы сделаем 16 витков в новогоднюю ночь... Обычно начинаем праздновать в 10 утра (по времени МКС), во время пролета восточных островов, где люди первыми встречают Новый год. В нашем экипаже есть Nemo (Норисигэ Канаи), поэтому обязательно встретим по японскому времени, дальше – Россия, потом пролетим над Европой и встретим по гринвичскому времени (по которому живем на станции), ну и утречком рано проснемся и поздравим наших коллег из Америки».

Представитель КЦ «Южный» спросил у Антона Николаевича, какими способами следует мотивировать молодежь стать космонавтом. А.Н. Шкаплеров полагает, что, к сожалению, в России не очень популярна профессия космонавта. Он попросил и сотрудников КЦ «Южный», и журналистов больше рассказывать школьникам на обычном, понятном языке, чем занимаются космонавты на орбите. «Работа очень интересная. Чтобы полететь в космос, надо быть обычным нормальным ребенком, заниматься спортом, слушаться родителей, учиться и поставить перед собой цель, которой надо быть верным до конца. Получив высшее образование и опыт работы в той или иной сфере, подать заявление на прием, приехать к нам в Звездный городок и пройти отбор в отряд», – пояснил космонавт.

Отдельно замечу, что из зала Антону Николаевичу, родившемуся в Севастополе, передали приветствие от главы Республики Крым Сергея Аксенова и губернатора Севастополя Дмитрия Овсянникова, а также вручили небольшой сувенир – изображение республики в виде магнитов с указанием объектов культурного наследия.

Был вопрос об участии в выборах президента страны в марте 2018 г. Антон Нико-



Фото NASA/Joel Kowsky

Пилотируемый полет

## Пресс-конференция экипажей «Союза МС-07»

Е. Рыжков.  
«Новости космонавтики»

лаевич уже голосовал в космосе, когда в предыдущий раз выбирали президента. Он объяснил процедуру: «Обычно глава избиркома приезжает в ЦУП, у него есть маленький чемоданчик (который считает урной, или избирательным ящиком). Списки кандидатов заранее отправляют нам в космос. [В тот раз] мы [с Анатолием Иванишиным] перешли в отдельный модуль, нам выделили закрытую связь, по которой представитель космонавтов из ЦПК зачитал нам списки кандидатов, затем спросил и переспросил, напротив кого поставить галочку. Наш представитель из ЦПК затем положил бюллетени в чемоданчик. В этот раз мы тоже примем участие в выборах, как и все сознательные граждане России».

В ходе пресс-конференции стало известно, что на время экспедиции запланировано более 300 экспериментов (из них 80 – новые). На РС МКС их будет около 100, из которых 62 поручено провести А.Н. Шкаплерову. А 20 февраля – в свой день рождения – Антон Николаевич накроет праздничный стол, заварит «какой-нибудь крепкий чай» и по-земному с экипажем отпразднует свое 46-летие.

Представители японской телекомпании NHK сосредоточили внимание на своем астронавте. На вопрос, касающийся сдвига даты посадки на 3 июня, Норисигэ Канаи ответил, что работа с таким замечательным экипажем позволяет многому учиться, так что продление миссии на несколько дней или недель даст ему шанс научиться еще большему.

«За полгода, которые Вы проведете на орбите, будете ли скучать по чему-либо или кому-либо?» – не переставал атаковать Канаи японский телеканал. Астронавт JAXA пояснил, что на борту у экипажа будет все необходимое для жизни, а возможности общения в последнее время значительно расширились: со специалистами ЦУПов (по рабочим моментам) и с семьей можно разговаривать по телефону, также доступна электронная почта и беседы по видео... Из Хьюстона, где Канаи много работает, он общается с родными теми же способами, какие будут использовать на орбите, поэтому

ощущение у него такое, что жизнь на орбите будет сродни обычной земной жизни.

Скотту Тинглу достался красиво поставленный вопрос: «Пятничный вывоз вашей ракеты проходил под кристально чистым небом – Луна и Марс были рядом друг с другом почти в идеальной симметрии. Насколько символичным Вам это кажется в плане того, что представляет собой МКС для будущих путешествий в дальний космос?» Астронавт пояснил, что исследования космического пространства являются движением человечества вперед, а те маленькие шажки, которые предпринимает каждый день для этой цели, в дальнейшем позволят совершить действительно большие шаги – вернуться на Луну, полететь на Марс и освоить дальний космос. «Фотографии с вывоза вдохновили меня и напомнили, что каждый маленький шаг позволит нам добиться большой цели», – добавил Скотт.

По словам Скотта Тингла, до вступления в «космические ряды» он и понятия не имел, что МКС пролетает 20 лет (20 ноября 1998 г. Россия вывела на орбиту первый модуль станции – ФГБ «Заря»). Но сейчас такое положение вещей не является сюрпризом, и Скотт не удивится, если МКС преодолеет и 25-летний рубеж. «Это истинный пример того, чего мы можем достичь, если будем работать вместе», – умоzakлючил американский астронавт.

Девочка из США обратилась к Дженетт Эппс: «Когда Вы были маленькой девочкой, то мечтали стать астронавтом?» Бортинженер дублирующего экипажа ответила так: «Когда я была ребенком, то задумывалась о том, чтобы стать астронавтом, но никогда не думала, что пройду отбор. Поэтому решила стать инженером – очень много училась, провела около 11 лет в различных университетах, работала на правительственную компанию, 8 лет посвятила работе в NASA... В общем прошла достаточно длинный путь. Если Вы точно знаете, куда хотите прийти, и будете двигаться к намеченной цели, то обязательно ее достигнете. Поэтому, когда дети мечтают, главное для них – это следовать за мечтой». ■

Владимир Юрченко jurchenko-vladimir@rambler.ru

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

# Полет экипажа МКС-53/54

Декабрь 2017 года

## Экипаж МКС-53:

**Командир** – Рэндольф Брезник  
**Бортинженер-1** – Александр Мисуркин  
**Бортинженер-2** – Марк Ван де Хай  
**Бортинженер-3** – Джозеф Акаба  
**Бортинженер-4** – Сергей Рязанский  
**Бортинженер-6** – Паоло Несполи

## Экипаж МКС-54 (с 14 декабря):

**Командир** – Александр Мисуркин  
**Бортинженер-2** – Марк Ван де Хай  
**Бортинженер-3** – Джозеф Акаба  
**Бортинженер-4** – Антон Шкаплеров (с 19 декабря)  
**Бортинженер-5** – Скотт Тингл (с 19 декабря)  
**Бортинженер-6** – Норисигэ Канаи (с 19 декабря)

## В составе станции на 01.12.2017:

<b>ФГБ «Заря»</b>	<b>УМ Tranquility</b>
<b>УМ Unity</b>	<b>ОМ Cupola</b>
<b>СМ «Звезда»</b>	<b>МИМ-1 «Рассвет»</b>
<b>ЛМ Destiny</b>	<b>МЦМ Leonardo</b>
<b>ШО Quest</b>	<b>НМ BEAM</b>
<b>СО «Пирс»</b>	<b>«Союз МС-05»</b>
<b>УМ Harmony</b>	<b>«Союз МС-06»</b>
<b>ЛМ Columbus</b>	<b>«Прогресс МС-06»</b>
<b>ЭМ Kibo</b>	<b>«Прогресс МС-07»</b>
<b>МИМ-2 «Поиск»</b>	<b>Cygnus (OA-8)</b>

## «Лебедь» успел побыть и «тенью», и «мини-космодромом»

В начале декабря астронавты на американском сегменте МКС готовились к уходу грузового корабля Cygnus («Лебедь»), полет ОА-8), который прибыл на станцию в прошлом месяце. Они загрузили корабль удаляемым оборудованием.

4 декабря Марк Ван де Хай и Джозеф Акаба освежили свои навыки в управлении дистанционным манипулятором SSRMS с помощью бортового тренажера ROBOT. Они также включили блок связи УКВ-диапазона CUCU и проверили панель управления ССР, которые обеспечивают передачу команд с МКС на «Лебедь» и телеметрии в обратном направлении при сближении и отдалении грузовика.

5 декабря экипаж закрыл переходные люки между «Лебедем» и Узловым модулем Unity и разгерметизировал вестибюль между ними. В 17:52 UTC по командам с Земли манипулятор SSRMS отсоединил корабль от нижнего порта модуля Unity.

После этого грузовик был перемещен в положение над Узловым модулем Harmony в целях 12-часового технического эксперимента в интересах будущих стыковок американских пилотируемых кораблей к верхнему порту модуля Harmony. В данном опыте «Лебедь» исполнял роль «тени» для анализа работы бортовых приемников сигналов навигационной системы GPS и систем связи.

6 декабря по окончании эксперимента наземные специалисты переместили грузовик под модуль Harmony в положение для отделения. В 13:11 по команде Акабы «Лебедь» отправился в автономный полет. Корабль выполнил маневр увода от станции.

«Я хочу поздравить всех, кто участвовал в этом выдающемся полете «Лебеда», – сказал Джозеф. – Куча людей тратят кучу времени, таланта и усилий для этого. И это было огромной честью для всех нас на космической станции иметь возможность участвовать в этом».

Позже в этот день грузовик поднял свою орбиту на 47 км выше МКС для того, чтобы побыть «мини-космодромом»: запустить 14 малых спутников из пусковых контейнеров NRCSD-E, расположенных на его внешней поверхности. Это был четвертый раз, когда «Лебедь» запускает спутники после ухода со станции, и первый раз, когда контейнеры NRCSD-E, созданные компанией NanoRacks, были полностью заполнены аппаратами.

Выведение спутников состоялось **6–7 декабря**. Таким образом, суммарно с «Лебедей» были запущены 26 аппаратов (еще один не вышел из контейнера в июне 2016 г.).

Спутники Lemur-2 получили собственные имена: YongLin, Kevin, BrianDavie, RomaCoste, RocketJonah, Liu-Poh-Chun, McCullagh и Dunlop.

### Запуски малых спутников с борта «Лебеда»

Дата и время, UTC	Названия спутников
06.12.2017, 19:23:50	Два Lemur-2, CHEFSat, AeroCube 7B, AeroCube 7C
06.12.2017, 22:40:20	Два Lemur-2, PropCube 2, Asgardia 1, ISARA
07.12.2017, 02:00:00	Четыре Lemur-2

Утром 8 декабря после выведения аппаратов «Лебедь» сманеврировал еще раз, оказавшись на 15 км ниже станции, а к 16 декабря снизился еще на 6 км. На корабле проводились испытания модернизированной процедуры снижения давления в герметичном грузовом модуле для обеспечения продолжения экспериментов Saffire по сжиганию образцов материалов (HK № 8, 2017, с.6).

18 декабря с помощью двух тормозных маневров «Лебедь» сошел с орбиты. В 12:54 он вошел в плотные слои земной атмосферы и разрушился над южной частью Тихого океана.

## Смена скафандров

В декабре на грузовом корабле Dragon (полет SpX-13) на МКС привезли восстановленный выходной скафандр EMU № 3004. На этом же корабле в январе 2018 г. планируется вернуть на Землю скафандр EMU № 3010, который был доставлен на станцию в 2009 г. с расчетным сроком службы шесть

лет и использовался в 14 выходах в открытый космос.

После спуска скафандра № 3010 на станции останутся четыре EMU: № 3003, 3004, 3006 и 3008. На 23 и 29 января 2018 г. в них намечаются выходы по американской программе для замены концевых захвата-эффектора LEE на плече В дистанционного манипулятора SSRMS.

4 декабря в Шлюзовом отсеке Quest экипаж снял со скафандра № 3010 рукава и штанины, которые пригодятся на МКС, и установил на него вспомогательное оборудование и мягкие крышки, позволяющие в специальном защитном корпусе SLE вернуть скафандр на Землю. 6 декабря астронавты сменили шлем на одном из скафандров EMU на новый, привезенный «Драконом». У старого шлема истек срок эксплуатации, и его тоже спустят на грузовике.

7 декабря экипаж проверил функционирование и герметичность скафандра № 3003 после смены газоотделителя и входного фильтра насоса, а также дозаварил водой запасной костюм водяного охлаждения, надеваемый астронавтом.

28 декабря экипаж перенес из «Дракона» в модуль Unity корпус SLE и вытащил из него новый скафандр № 3004. На старом скафандре № 3010 были установлены крышки на вентиляционное отверстие и разъемы аккумуляторных батарей. После этого пустой корпус SLE переместили обратно и смонтировали в «Драконе», а затем по этому же адресу отправился скафандр № 3010, который потом установили в корпус SLE.

Можно было бы перенести скафандр на «Дракон» сразу же в корпусе SLE, но NASA хотело провести тест на будущее. Дело в том, что, к примеру, грузовой корабль Dream Chaser, разрабатываемый корпорацией Sierra Nevada в рамках программы коммерческого снабжения станции CRS 2, будет причаливать к переднему порту модуля Harmony. Люк в этом узле имеет меньший размер, чем, в частности, люк на нижнем порте Harmony, и соответственно корпус SLE

не пройдет через него. В связи с этим смена скафандров будет происходить прямо в грузовике, а не на станции.

Корабль «Дракон» также доставил на МКС новую установку аварийного перемещения SAFER № 1018, которая надевается на скафандр EMU во время выходов. 28 декабря астронавты установили в нее батарею и проверили работоспособность. «Драконом» на Землю возвратят SAFER № 1016, которая отказала при выходе 20 октября (НК № 12, 2017, с.14).

### «Кошки» завершили работу

В декабре в Обзорном модуле Cupola астронавты с помощью камеры Red Dragon разрешением 6К орбитальными днями и ночами снимали различные районы Земли (Япония, Гималаи, Сахара, Пиренейский полуостров, дельта реки Нил, Британские острова, Патагония, Италия, побережье Намибии, Новая Гвинея, пустыни Австралии и другие).

В начале месяца экипаж сбрасывал наземным специалистам фотографии лесных пожаров в районе Лос-Анжелеса в Калифорнии.

18 декабря Александр Мисуркин в рамках эксперимента «Ураган» (наблюдение и фотосъемка Земли для выявления развития природных катаклизмов) снимал долины рек Аддысу и Баксан в Кабардино-Балкарии, где в ночь на 1 сентября сошел оползень (НК № 11, 2017, с.17).

7 декабря NASA сообщило об окончании работы лазерной системы CATS (буквально «Кошки»), которая, находясь на внешней платформе JEF японского Экспериментального модуля Kibo, почти три года изучала атмосферу Земли и распространение в ней пыли, дыма и аэрозолей (НК № 3, 2015, с.22). С помощью аппаратуры наблюдались извержения вулканов, промышленные загрязнения в Китае и Индии, дым от лесных пожаров в Северной Америке и песчаные бури на Ближнем Востоке.

«Оборудование CATS испустило более чем 200 миллиардов лазерных импульсов – беспрецедентный успех для космического оптического локатора», – отметил постановщик эксперимента в Центре космических полетов имени Годдарда NASA Мэтт МакГилл (Matt McGill). 30 октября 2017 г. в аппаратуре вышла из строя система питания и данных.

▼ Лесные пожары в Калифорнии с борта Международной космической станции



### Сбор крови для генетического анализа

1 декабря в интересах эксперимента «Матрешка-Р»/Radi-N2 (изучение радиационной обстановки на трассе полета и на борту МКС) Мисуркин собрал пузырьковые детекторы «бабл-дозиметр», которые неделю экспонировались в Служебном модуле «Звезда», а также получил от Паоло Несполи аналогичные дозиметры с американского сегмента. Затем он считал с детекторов показания с помощью специального устройства.

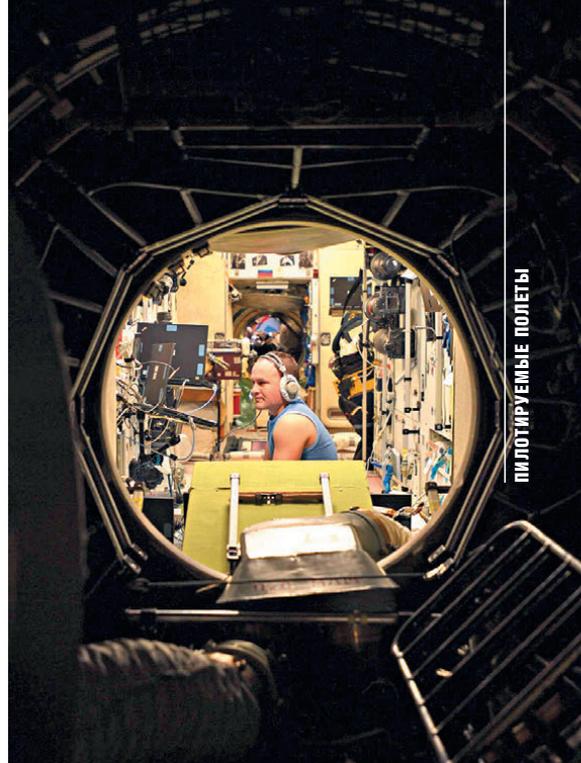
11 декабря Александр извлек пеналы с пассивными детекторами из шарового антропоморфного тканеэквивалентного фантома «Матрешка», живущего в Малом исследовательском модуле «Рассвет», а также собрал сборки пассивных детекторов в модулях «Звезда», «Пирс» и «Поиск» с целью возвращения на пилотируемом корабле «Союз МС-05».

27 декабря Мисуркин инициализировал очередную партию детекторов «бабл-дозиметр»: одну часть он разместил в российских модулях, а другую отдал прилетевшему Норисигэ Канаи для монтажа в американском сегменте.

В рамках эксперимента «Альгометрия» Александр и прибывший Антон Шкаплеров регистрировали порог болевой чувствительности методом механического раздражения в режимах термоальгометрии и тензоальгометрии после приема пищи.

21–23 декабря Мисуркин и Шкаплеров в ходе «Космокарда» (изучение влияния факторов космического полета на электрофизиологические характеристики миокарда и на их связь с процессами вегетативной регуляции кровообращения) измерили артериальное давление комплектом ИАД-2010 и в течение суток регистрировали электрокардиограмму (ЭКГ) холтеровским монитором «Анна-Флэш 3000».

Для исследования «Дан» (изучение взаимосвязи между изменениями давления в сонной артерии и изменением чувствительности центрального дыхательного механизма) космонавты в пневмовакuumном костюме «Чибис-М» снимали ЭКГ и измеряли артериальное давление аппаратурой «Гамма-1М», а также определяли время задержки дыхания на выдохе и вдохе.



ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

Сергей Рязанский вместе с Александром в целях эксперимента МОРЗЭ (мониторинг обмена веществ и его регуляции, динамики защитных систем организма и экологических факторов во время космического полета) выполнил биоимпедансометрию прибором «Спрут-2» и психофизиологические тесты «Сенсор», «Центровка», «Супос», Стреллау и Кеттелла.

В интересах работы «Профилактика-2» (механизмы действия и эффективность различных режимов физической нагрузки в условиях длительных космических полетов на состоянии общей и физической работоспособности космонавтов) россияне устанавливали электроды комплекса «Миограф» на исследуемые мышцы и выполняли тесты по оценке уровня физической тренированности в пассивном режиме и по индивидуальной стратегии на беговой дорожке БД-2 в модуле «Звезда».

В рамках исследования «Пилот-Т» с помощью комплекса «Нейролаб-2010» оценивалась надежность профессиональной деятельности космонавта в длительном космическом полете. По плану эксперимента «Удод» (изучение возможности коррекции гемодинамических изменений в невесомости с помощью отрицательного давления на вдохе) россияне фиксировали скорость воздушного потока и длительность задержки дыхания.

7 декабря, занимаясь «Биокардом» (изучение механизма перестройки в электрофизиологии сердца при воздействии отрицательного давления на нижнюю часть тела в условиях длительной микрогравитации), Мисуркин надел «штаны» «Чибис-М» для регистрации ЭКГ аппаратурой «Гамма-1М» и измерения артериального давления комплектом ИАД-2010.

В ходе экспериментов «Контент» (дистанционный мониторинг психофизиологического состояния космонавтов, а также внутри- и межгруппового взаимодействия на основе количественного анализа деятельности экипажа по связи с подмосковным ЦУПом) и «Взаимодействие-2» (изучение закономерностей поведения экипажа в дли-

Владимир Юрченко jurchenk-vladimir@rambler.ru



тельном космическом полете) заполнялись опросники и протоколы.

12–13 декабря перед отлетом со станции Сергей в рамках эксперимента «Пародонт-2» (оценка эффективности способов и средств контроля микробиоценоза и иммунитета пародонта в условиях космического полета) взял пробы микрофлоры пародонта комплектами «Микробный контроль» и «Десневая жидкость» и уложил их в спускаемый аппарат «Союза МС-05».

28 декабря Шкаплеров по программе «Электронного носа» (исследование развития бактериальной и грибной микрофлоры на поверхностях материалов в условиях космического полета) с использованием портативной газовой сенсорной системы E-Nose сделал измерения воздухозаборником в модуле «Звезда» (зеркало в правой каюте, потолок в туалете, крышки контейнера бытовых отходов и мочеприемника, поверхность обеденного стола, панели интерьера).

Между тем на американском сегменте 1 декабря Паоло снял двойные датчики Thermolab, завершив свою последнюю сессию европейского эксперимента Circadian Rhythms (изучение изменения циркадных ритмов в невесомости).

В этом месяце Ванде Хай брал образцы слюны, твердых отходов и заполнял опросники в целях японского эксперимента Multi-Omics (оценка воздействия условий космического полета и пребиотиков в кишечнике на иммунную функцию человека). Кроме того, астронавты решали интерактивные задачи на планшетном компьютере iPad, выполняя эксперимент Fine Motor Skills (воздействие микрогравитации на мелкую моторику человека), и заполняли анкеты для европейского исследования Space Headaches (изучение причин головных болей в космическом полете).

4 декабря экипаж использовал портативное устройство In Situ для экспресс-анализа слюны на наличие кортизола (гормон стресса). Данный биоанализатор позволяет в режиме реального времени без доставки образцов для анализа на Землю определять уровень стресса и аппетит у астронавтов.

С 6 декабря в рамках эксперимента Lighting Effects (оценка улучшения циркадных ритмов, сна и когнитивных функций

астронавтов при замене на борту МКС люминесцентных ламп на светодиодные с регулируемой интенсивностью и цветом) в течение двух недель Марк проводил измерения режима сна и бодрствования с помощью носимого прибора Actiwatch, а также регулярно заполнял опросники и выполнял тесты оценки зрения.

7–8 декабря экипаж осуществил регулярное обследование глаз с помощью офтальмоскопа.

9–10 декабря астронавты закончили японский эксперимент Probiotic, уложив образцы фекалий и слюны в морозильник MELFI, заполнив вопросник и приняв пробиотические капсулы. Эти действия предпринимаются, чтобы изучить влияние непрерывного потребления пробиотиков на иммунную систему и кишечную микробиоту у астронавтов в условиях микрогравитации.

В этом месяце экипаж традиционно брал образцы крови, мочи и выдыхаемого воздуха для экспериментов Functional Immune, Biochemical Profile, Marrow и Repository с целью создания базы данных биообразцов астронавтов. Канадское исследование Marrow наблюдает за воздействием микрогравитации на костный мозг человека, а Functional Immune – за изменением работы иммунной системы в космическом полете.

12 декабря астронавты демонтировали 11 пассивных дозиметров, которые в рамках эксперимента DOSIS-3D проводили измерения для составления трехмерной карты радиационного излучения внутри европейского Лабораторного модуля Columbus, и передали их Рязанскому для возвращения на Землю «Союзом МС-05». А уже 20 декабря Шкаплеров отдал Ванде Хаю очередную партию дозиметров, привезенных на «Союзе МС-07», для монтажа в модуле Columbus.

13 декабря экипаж установил в модуле Columbus оборудование эксперимента Echo, которое будет использоваться совместно с аппаратурой канадского эксперимента Vascular Echo, фиксирующего изменения сердечно-сосудистой системы в невесомости.

22 декабря Скотт Тингл вместе с Канаи взяли образцы крови для последующего

генетического анализа на Земле в рамках исследования Cell-Free Epigenome и уложил их в морозильник MELFI.

27 и 29 декабря астронавты собрали образцы слюны и пота и поместили их в MELFI, чтобы потом спустить на Землю и в интересах эксперимента Microbial Tracking-2 изучить разнообразие микрофлоры на МКС.

27–28 декабря Скотт и Норисигэ тренировались на велоэргометре CEVIS в Лабораторном модуле Destiny с использованием системы оценки легочной функции PPFs с задачей замера потребляемого кислорода.

### «Союзы» сменили друг друга в течение пяти дней

В декабре космонавты на российском сегменте готовились одновременно к расстыковке «Союза МС-05» и стыковке «Союза МС-07».

Эти события разделяли всего пять дней по причине того, что в августе запуск «Союза МС-07», планировавшийся на 27 декабря, был сдвинут на 17 декабря по просьбе партнеров по программе МКС из-за рождественских каникул. Надо сказать, что такой короткий промежуток не уникален: в декабре 2015 г. между уходом «Союза ТМА-17М» и прибытием «Союза ТМА-19М» прошло еще меньше времени – четверо суток.

1 декабря экипаж занимался подготовкой удаляемых и возвращаемых грузов и взятием образцов с поверхности оборудования и конструкций в Функционально-гравитационной блоке «Заря». Тогда же Сергей приступил к серии тренировок в пневмовакуумном костюме «Чибис-М», который создает отрицательное давление на нижнюю часть тела и таким образом напоминает организму космонавта о предстоящем возвращении в привычные для него земные условия.

4 декабря космонавты взяли образцы конденсата атмосферной влаги из системы регенерации воды СРВ-К2М с целью возвра-

▼ Расстыковка «Союза МС-05»



vladimir@rambler.ru

щения их на Землю для анализа специалистами. Рязанский вместе с Рэндольфом Брезником и Несполи (или «Бореи») проверили герметичность аварийно-спасательных скафандров «Сокол-КВ-2», после чего высушили их и перчатки. Экипаж пометил грузы «Союза МС-05», которые первыми будут вытасканы после приземления.

На следующий день «Бореи» подогнали противоперегрузочные костюмы «Кентавр», надеваемые под скафандры «Сокол-КВ-2», и провели тренировку по спуску на «Союзе МС-05». 6 декабря были взяты пробы жидкости из блока раздачи и подогрева БРП-М и системы запасов воды СВО-ЗВ для их спуска на Землю с целью анализа.

8 декабря подмосковный ЦУП выполнил тестовое включение двигателей причаливания и ориентации, которое проводится за неделю до приземления. 11 декабря космонавты взяли пробы воздуха в модулях «Заря» и «Звезда» с использованием пробозаборника АК-1М и углекислоты – пробозаборника ИПД. Сергей изменил режим нагрузки своего индивидуального кресла-ложемента «Казбек-УМ» в «Союзе» на полужесткий. Кроме того, «Бореи» занимались укладкой возвращаемых и удаляемых грузов в «Союзе».

12 декабря была осуществлена профилактика механизмов герметизации крышек люков между модулем «Рассвет» и кораблем «Союз МС-05». На следующий день состоялась церемония передачи командования МКС от Брезника к Мисуркину. Был проверен канал голосовой связи в диапазоне УКВ-2 с убывающего «Союза», а спускаемый аппарат корабля заходили перед спуском.

14 декабря в 05:14:28 UTC «Союз МС-05» отстыковался от МКС, а спустя 3,5 часа «Бореи» совершили посадку в Казахстане (с.8). А уже 19 декабря в 08:39:02 «Союз МС-07», стартовавший двумя днями ранее с Антоном, Скоттом и Норисигэ (они же «Астреи»; с.12), причалил к станции.

После открытия переходных люков между «Союзом МС-07» и модулем «Рассвет» «Астреи» высушили свои скафандры «Сокол-КВ-2» (два – в своем корабле, третий – в «Союзе МС-06») и приступили к разгрузке доставленного оборудования.

На следующий день была выполнена профилактика механизмов герметизации крышек люков между «Рассветом» и «Союзом» и заменена бумажная бортовая документация на новую, привезенную кораблем. 27 декабря из спускаемого аппарата «Союза МС-07» демонтировали две телекамеры для последующего возвращения на Землю с целью повторного использования и светодиодные светильники ССД-302 – на удаление.

## Изучение атрофии мышц у рыб

13 декабря Рязанский в рамках эксперимента «Структура» (получение высококачественных кристаллов рекомбинантных белков) деактивировал процесс кристаллизации монокристаллов протеинов в кассетах аппаратуры «Луч-2М» и перенес ее в «Союз МС-05» для возвращения на Землю.

11 декабря Мисуркин по программе «Кальций» (изучение влияния микрогравитации на растворимость фосфатов кальция в воде) уложил в «Союзе МС-05» два палла

с образцами. 15 декабря в модуле «Рассвет» он измерил проводимость биоматериалов в двух укладках «Кальций-Э» с помощью автономного цифрового устройства «Кальций-И».

7 декабря в модуле «Звезда» в ходе эксперимента «Фаген» (определение влияния совокупного солнечного и галактического излучения на генетический аппарат бактериофагов в условиях космического полета) Александр деактивировал укладку МСК № 5, содержащую мезенхимальные стволовые клетки. 13 декабря он перенес укладки МСК № 4 и № 5 в «Союз МС-05».

11 и 13 декабря из стационарного биотехнологического термостата ТБУ-В № 5 в «Союз МС-05» были перенесены:

- ◆ укладка «Константа» № 3 (эксперимент «Константа-2» по выявлению наличия и характера влияния факторов космического полета на активность модельного ферментного препарата по отношению к специфическому субстрату);

- ◆ две укладки JAXA-PCG (российско-японский эксперимент «Кристаллизатор»/ JAXA-PCG по кристаллизации биологических макромолекул и получению биокристаллических пленок в условиях микрогравитации);

- ◆ гибрилизатор «Рекомб-К» (эксперимент «Конъюгация» по разработке новых рекомбинантных штаммов-продуцентов, актуальных для медицины белков, с использованием техники бактериальной конъюгации и мобилизации плазмид);

- ◆ пенал «Биопленка» (исследование «Продуцент» по оптимизации свойств бактериальных штаммов-продуцентов путем экспозиции в условиях орбитального космического полета и последующей наземной селекции);

- ◆ укладка «Микровир» № 3 («Микровир» – исследование влияния факторов космического полета на скорость литического действия бактериофагов на бактерии);

- ◆ укладка «Константа» (эксперимент «Биопленка» по изучению закономерностей формирования биопленок в условиях микрогравитации).

1 декабря были завершены образовательные микробиологические эксперименты NanoRacks Dream XM в чашках Петри. Студенты проводили аналогичные контрольные эксперименты на Земле, сравнивая их ход с фотографиями и видео, полученными с бортовой станции.

5 декабря в модуле Destiny экипаж установил в перчаточном боксе MSG дополнительное оборудование (система очистки, задняя прокладка и фильтры) для длительных биологических клеточных экспериментов.

1 декабря завершилась пятидневная проверка работоспособности новой американской автоматической оранжеереи АРН, которая в октябре была смонтирована в стойке Express-5 в модуле Kibo. За это время были успешно проведены акустический тест, проверка циклограммы работы, настройка в обеспечение эксперимента РН-01 по выращиванию арабидопсиса, капуста и горчицы и тестирование системы удаления этилена. 8 декабряastronautы прикрепили четыре поглотителя влаги на дверце камеры роста растений в оранжеерее АРН.

20 декабря было инициировано японское исследование LT PCG по низкотемпера-



турному выращиванию кристаллов белков в холодильнике FROST при температуре 4°C.

18 декабряastronautы достали прибывшие на корабле Dragon (SpX-13) образцы для эксперимента Zebrafish Muscle 2. Два из них они зафиксировали и переместили в морозильник MELFI, два – в центрифугу 1g и два – в центрифугу с микрогравитацией в установке клеточной биологии CBEF, находящейся в экспериментальной стойке Saibo в модуле Kibo. По результатам тестов ученые изучат атрофию мышц у рыбок данио-рерио в невесомости. 20 декабря все образцы были уложены в морозильник MELFI.

18 декабря экипаж установил новые планшеты полезной нагрузки в аппаратуру TangoLab-1 и TangoLab-2. В тот же день в стойке Express-7 в модуле Destiny был смонтирован новый клеточный инкубатор для тестирования. 22 и 26 декабря Акаба заменил кассету для записи и ряд сменных мешков.

19 декабряastronautы перенесли из «Дракона» 20 мышек в домики, установленные в стойках Express-1 и Express-2 в модуле Destiny. Эксперимент Rodent Research 6 изучает влияние условий микрогравитации на мышцы и кости грызунов во время длительного пребывания на борту МКС и использование фармакологических средств для профилактики этого воздействия. 26 декабря экипаж временно вынул мышек для чистки домиков и добавки свежих питательных батончиков.

19 декабряastronautы смонтировали в установке STAARS-1 контейнеры для опытов

серии BioScience-2. Так, в ходе эксперимента Grimm исследуется реакция клеток карциномы щитовидной железы на действие микрогравитации, а эксперимент Ulrich рассматривает воздействие невесомости на клетки иммунной системы человека. 27 декабря образцы были уложены в холодильник Glacier с температурой 4°C.

20 декабря экипаж поместил 20 чашек Петри с семенами резуховидки Таля (Arabidopsis thaliana) в оранжерею Veggie, которая расположена в стойке Express-3 в модуле Columbus. До конца месяца астронавты фотографировали рост растений. Эксперимент АРЕХ-05 исследует воздействие невесомости на системы генетического и молекулярного стресса у растений. 28 декабря Тингл собрал растения и уложил в морозильник для последующего возвращения на Землю.

20 декабря из-за проблем с микроскопом наземные специалисты не смогли увидеть видеокadres роста костных клеток

исследования Synthetic Bone в перчаточном боксе MSG. Для эксперимента по выращиванию костных клеток с синтетическим материалом Тетранит используются три блока BioCell. 29 декабря астронавты взяли часть образцов с костной тканью и поместили в морозильник MELFI.

20 декабря четыре контейнера эксперимента Arthrospira-B были извлечены из морозильника Glacier и перенесены в инкубатор биологической стойки Biolab в модуле Columbus. Цианобактерия Arthrospira spirulina штамма PCC8005 является кандидатом на использование в биологических системах жизнеобеспечения космических станций для удаления углекислого газа и нитратов, а также производства кислорода и биомассы.

26–28 декабря образцы амилоидных фибрилл, полученных в инкубаторе установки CBEF при микрогравитации, были уложены в морозильник MELFI для последующего

спуска на Землю и анализа с помощью ядерного магнитного резонанса и электронной микроскопии.

29 декабря экипаж запустил десятидневное выращивание резуховидки Таля в рамках эксперимента BRIC-LED-001 по испытанию светодиодов в качестве источника освещения в оборудовании BRIC.

## Два космических урока

4 декабря в Университетской гимназии МГУ имени М. В. Ломоносова состоялся открытый урок для десятиклассников, во время которого был организован телесеанс с Мисуркиным и Рязанским.

Космонавты показали школьникам наглядные эксперименты, демонстрирующие особые свойства тел и жидкостей в условиях микрогравитации. В частности, так называемый «эффект Джанибекова» со сложным поведением летящего вращающегося тела в невесомости.

## «Я мечтал об этом почти целый год»

Астронавт Скотт Келли, который вместе с космонавтом Михаилом Корниенко совершил в 2015–2016 гг. 11-месячный полет на МКС, поделился в своей книге «Выносливость: год в космосе и открытия на всю жизнь» (Endurance: A Year in Space, A Lifetime of Discovery) впечатлениями от длительного пребывания на станции и подробно поведал о тех трудностях, с которыми столкнулся его организм после возвращения на Землю.

Читателям НК будут небезынтересны некоторые отрывки из нее.

«Я сижу во главе стола в столовой своего дома в Хьюстоне (штат Техас) и заканчиваю обедать со своей семьей: моей давней подругой Амико, моим братом-близнецом Марком, его женой, бывшим членом Конгресса США Гэбби Гиффордс и дочкой Клавдией, нашим отцом Ричи и моими дочками Самантой и Шарлоттой. Как же это просто сидеть за столом и кушать вместе с теми людьми, которых любишь. Многие делают это каждый день, не придавая этому значения. Но это то, о чем я мечтал почти целый год!

Я многократно представлял себе этот обед. И теперь, когда я наконец-то присутствую на нем, он кажется мне не совсем реальным. Лица любимых людей, которых я давно не видел, родные, разговаривающие друг с другом, звон столовых приборов, игра вина в бокале – все это незнакомо. Даже ощущение гравитации, держащей меня на стуле, кажется странным. И каждый раз, когда я ставлю бокал или кладу вилку, частичка моей памяти ищет кусочек велкро (липучка. – А.К.) или полоску клейкой ленты для их держания.

На дворе март 2016 г. Ровно 48 часов назад я вернулся на Землю после годового пребывания в космосе. Я отодвигаюсь от стола и изо всех сил пытаюсь встать, вставая себя очень пожилым человеком, поднимающимся из кресла. Я объявляю: «Все, я больше не могу». Все смеются и предлагают мне отдохнуть. Я направляюсь в спальню: около 20 шагов от стула до постели. На третьем шаге пол, кажется, уходит из-под меня, и я спотыкаюсь о цветочный горшок. На самом деле, это не пол, а мой вестибулярный аппарат пытается привыкнуть к гравитации. Я снова учусь ходить.

«Впервые вижу, как ты спотыкаешься», – говорит Марк. – Ты неплохо справляешься». Марк, бывший астронавт, на личном опыте знает про возвращение на Землю. В то время как меня сопровождает Саманта, я кладу руку ей на плечо, и она улыбается мне. Я добираюсь до спальни без приключений и закрываю дверь.

Каждая часть моего тела болит. Все мои суставы и мышцы борются с сокрушительным



## ENDURANCE

A YEAR IN SPACE, A LIFETIME OF DISCOVERY

### SCOTT KELLY

давлением гравитации. Еще меня подташнивает, но рвоты нет. Я раздеваюсь и ложусь в постель, наслаждаясь ощущением простыни, легким давлением одеяла и пуховой подушкой под головой. Все это вещи, по которым я очень скучал за прошедший год. Мне слышится веселый разговор моей семьи за дверью – голоса, которые я давно не слышал без искажения в телефоне при передаче сигналов через спутники. Я засыпаю под действующий успокаивающе звук их разговора и смех.

Я просыпаюсь от полоски света. Уже утро? Нет, это просто Амико ложится спать. Я проспал всего несколько часов, но чувствую себя как в бреду. Превозмогая себя, прихожу в сознание – достаточно для того, чтобы задвигаться и сказать ей, как отвратительно я себя чувствую. Меня правду тошнит, лихорадит, и моя боль усилилась. После предыдущего полета я так себя не чувствовал. Это намного-намного хуже.

«Амико», – наконец-то удается мне сказать. Она встревожена звуком моего голоса: «Что такое?» Ее ладонь оказывается на моей руке, затем на лбу. Ее кожа кажется мне ледяной, но это потому, что у меня жар. «Мне нехорошо», – говорю я.

Я изо всех сил пытаюсь встать. Нахожу край кровати. Спускаю ноги. Сажусь. Встаю. На каждом этапе я чувствую себя так, как будто сражаюсь с зыбучими песками. Когда я наконец-то принимаю вертикальное положение, то чувствую жуткую боль в ногах, но на верхушке этой боли – ощущение, которое вызывает еще большую тре-

вогу: чувствую, как вся кровь в моем теле устремляется к ногам. Такое же ощущение, когда стоишь на руках и кровь приливает к голове, только наоборот.

Я чувствую, что ткань на моих ногах набухает. Я нетвердой походкой иду в ванную комнату, перемещая вес с ноги на ногу с явным усилием.левой. Правой.левой. Правой. Добираюсь до ванной, включаю свет и смотрю вниз на свои ноги. Это вовсе не ноги, а раздувшиеся и чужеродные культы. «Вот дерьмо! – говорю я. – Амико, иди взгляни на это». Она встает на колени и сжимает одну лодыжку, и та мнетса как шар с водой. Она смотрит на меня взволнованными глазами. «Я не могу даже наступать кости в твоей лодыжке», – говорит она. «И моя кожа горит», – говорю я ей.

Амико суматошно осматривает меня. У меня странная сыпь по всей спине, сзади на ногах, на затылке и шее – повсюду, где я касался постели. Я могу чувствовать, как ее холодные руки двигаются по моей воспаленной коже. «Похуже на аллергическую сыпь», – говорит она. – Как крапивница». Я делаю свои дела в ванной и нетвердой походкой возвращаюсь обратно к постели, задаваясь вопросом, что я должен сделать. Обычно если бы я проснулся с такими ощущениями, то поехал бы в больницу скорой помощи. Но никто в больнице не видел симптомов годового пребывания в космосе. Я заползаю обратно в постель, пытаюсь найти способ лечь так, чтобы не касаться сыпи.

Я слышу, что Амико роется в аптечке. Она возвращается с двумя таблетками ибупрофена и стаканом воды. Пока она устраивается рядом, я могу сказать по каждому ее движению, каждому вздоху, что она беспокоится обо мне. Мы оба знали о рисках полета, на который я подписался. После шести лет, проведенных вместе, я прекрасно понимаю ее, даже в бессловесной темноте.

Пытаюсь заставить себя заснуть, я думаю: мучается ли мой друг Миша (Корниенко. – А.К.), возвратившийся к этому времени в Москву, от раздутых ног и болезненной сыпи? Подозреваю, что да. Ведь в конце концов именно поэтому мы добровольно вывелись на этот опыт: чтобы узнать больше о том, как на человеческое тело влияет длительный космический полет. Ученые будут изучать данные от Миши и от меня, 53-летнего, всю нашу оставшуюся жизнь и дальше. Наши космические агентства не будут в состоянии отправить нас дальше в космос к цели, такой как Марс, пока мы не сможем узнать больше, как усилить самые слабые звенья цепи, которые делают возможным космический полет: человеческое тело и разум». – А.К.

После урока исполнительный директор по персоналу и социальной политике Роскосмоса Алла Вучкович сообщила, что в 2018 г. Госкорпорация планирует подготовить и записать не менее шести уроков в таком же формате. При этом их содержание будет соответствовать той программе, которую Министерство образования РФ в ближайшее время утвердит для преподавания в школах.

22 декабря в музее РКК «Энергия» прошел еще один космический урок на тему «Электромагнитная среда обитания: космическая связь» со школьниками из Королёва, Томска и Сочи. В нем участвовали космонавт Александр Калери, главный специалист корпорации Виктор Благов и заслуженный конструктор РФ Александр Чернявский. В ходе урока по видеосвязи учащиеся пообщались с Мисуркиным и Шкаплеровым.

Школьники представили свои проекты по созданию планетохода с шагающей системой передвижения для Луны и Марса, исследовательской станции для изучения южного полюса Луны и адаптации скафандра «Орлан-МКС» к планетарной деятельности. В частности, ученик аэрокосмического класса королёвской гимназии № 11 Алексей Соломатин обсудил свои идеи по увеличению угла обзора и улучшению сцепления скафандра с поверхностью непосредственно с космонавтами, которые заинтересовались его предложениями и пообещали обдумать их уже во время выхода в феврале 2018 г.

26 декабря в ЦУП-М прошел сеанс связи лауреатов международного флешмоба «Мы – первые! Спутник60» с Александром и Антоном. Напомним, что Роскосмос в рамках мероприятий по празднованию 60-летия запуска Первого ИСЗ провел флешмоб 4 октя-

### Россия и Германия вырастят уникальный полупроводник

12 декабря ЦЭНКИ объявил о подписании договора с Германским аэрокосмическим центром DLR о проведении совместных материаловедческих экспериментов на российский сегменте МКС в многозонной электровакуумной печи МЭП-01, разработанной НИИ стартовых комплексов имени В.П. Бармина (филиал ЦЭНКИ). Данный проект осуществляется в рамках коммерциализации деятельности Роскосмоса.

Предполагается, что на станцию привезут четыре капсулы с материалом для выращивания в условиях невесомости монокристаллов полупроводникового инновационного материала CdZnTe, обладающего уникальными свойствами. В будущем его планируется использовать для компактных космических бортовых систем, рентгеновской и гамма-астрономии, ядерной физики и медицины.

При выращивании кристаллов в печи МЭП-01 будут использоваться сменные нагревательные блоки.

Технические характеристики печи: температура нагревателя – от 400 до 1000°C с шагом нагрева 1°; постоянная скорость перемещения контейнера с образцом вдоль оси нагревателя – от 0.1 до 0.5 мм/ч с шагом 0.05 мм/ч; перемещение контейнера – от 60 до 140 мм; регулируемая скорость нагрева – 1000 °/ч и 50 °/ч; скорость регулируемого охлаждения – 50 °/ч до температуры 400°C; максимальная мощность потребления – не более 350 Вт; величина магнитной индукции вращающегося магнитного поля – до 4 мТл с частотой от 25 до 200 Гц. – А.К.



▲ Празднование Рождества на станции 25 декабря

бря в 40 регионах России, а также в Чехии, Великобритании, Боливии, Армении, Узбекистане, Марокко и США.

В ходе общения с космонавтами школьники поинтересовались угрозой изменения климата и глобальным потеплением, научными экспериментами на МКС, спрашивали, как проходит адаптация к невесомости, как отмечают Новый год на орбите, как организован космический быт.

12 декабря космонавты с использованием камеры NanoRacks Vuze сделали панорамную съемку длинного «туннеля» сквозь российский и американский сегменты станции для образовательного сериала «Одна странная скала: виртуальная реальность» телеканала National Geographic. В тот же день Марк поговорил со школьниками из города Порт-Орчард (штат Вашингтон).

6–8 декабря Мисуркин в рамках эксперимента «Интер-МАИ-75» (передача видео медленной развертки по радиоловительской связи) включал радиостанцию Kenwood D710 в модуле «Звезда» и лэптоп RSK-2 для трансляции изображений, принимаемых наземными радиоловительскими.

### Подготовка к производству оптоволокна

В декабре в интересах эксперимента «Контроль» (изучение состояния собственной внешней атмосферы и внешних поверхностей станции и проверка работоспособности применяемых материалов и покрытий) ЦУП-М включал аппаратуру «Индикатор-МКС», находящуюся снаружи модуля «Поиск», чтобы выполнить измерения во время продувки и вакуумирования запорочных устройств горючего и окислителя грузового корабля «Прогресс МС-06» (12 декабря) и расстыковки «Союза МС-05» (14 декабря). 15 и 28 декабря Мисуркин переключал режим измерений «Индикатора-МКС» на период солнечной орбиты.

22 декабря в модуле «Рассвет» Александр в рамках исследования «Идентификация» (динамика конструкции МКС при различных внешних силовых воздействиях с учетом изменения ее модульного состава)

перезаписывал данные с цифрового трехкомпонентного измерителя микроускорений ИМУ-Ц на лэптоп RSE-1 для их последующего сброса на Землю.

1 декабря космонавты вынули из перчаточного бокса MSG оборудование эксперимента ZBOT (исследование экспериментальной жидкости для активного теплоотвода в ракетно-космической технике), работа которого была успешно завершена. 4 декабря экипаж установил в MSG оборудование эксперимента Eli Lilly-Lyophilization (сублимационная сушка продуктов в условиях микрогравитации). Затем два образца из морозильника MELFI были помещены в MSG для обработки. Полученные в процессе опыта сублимированные продукты будут отправлены на Землю для сравнения с контрольными образцами.

6 декабря в модуле Destiny был сменен воспламенитель в многопользовательской аппаратуре горения топлива MDCA в стойке изучения горения CIR, который прогорел во время эксперимента ACME (изучение эффективности использования топлива).

7 декабря экипаж почистил картридж в печи ELF и переместил три образца из одного типа держателей в другой. Печь ELF находится в многоцелевой стойке малых полезных нагрузок MSPR-2 в модуле Kibo и применяется для затвердевания материалов с использованием метода электромагнитной левитации. С помощью этой аппаратуры можно измерить теплофизические свойства сплавов с высокой температурой и добиться затвердевания сплавов с глубоким переохлаждением.

7 и 11 декабря маневрирующие микро-спутники SPHERES («Сферы») подготовили к эксперименту SmoothNav по проверке алгоритмов оценки расстояний между космическими аппаратами в режиме реального времени.

«Нас часто спрашивают, какие образовательные эксперименты мы проводим на МКС. Самый яркий пример из моего опыта – эксперимент «Сферы», – рассказал Мисуркин на своей странице в социальной сети «ВКонтакте». – Студенческие команды



▲ А вот и празднование Нового года. В лучших отечественных традициях на столе должно присутствовать шампанское. Правда, на самом деле это безалкогольные напитки с разными вкусами и лимонад, но сюрприз с упаковкой приятно удивил весь экипаж

со всего мира программируют двух роботов на выполнение тех или иных маневров. Побеждает та команда, которая обеспечит точное выполнение задания своей сферой с наиболее оптимальными параметрами. Не так давно мы с Джо Акабой готовили этих «космических колобков» к очередной сессии эксперимента. Было очень приятно делать эту работу, понимая, что мы помогаем осуществлять свой творческий поиск будущим ученым и инженерам со всего мира».

11 декабря астронавты вынули использованный картридж с образцом из европейской материаловедческой лаборатории MSL, расположенной в стойке MSRR, и засунули калибровочный картридж для тестового прогона. 12 декабря они отключили оборудование эксперимента Two Phase Flow (изучение эффективности теплопередачи разных жидкостей в невесомости) в стойке MSPR и отрегулировали настройку клапана перед повторным включением стойки для продолжения исследования.

21 декабря экипаж начал недельную сессию европейского исследования Magvector (взаимодействие между движущимся магнитным полем и электрическим проводником). На следующий день в стойке изучения жидкостей FIR в модуле Destiny был заменен поврежденный кабель электропитания и передачи данных широкоугольной камеры микроскопа LMM на новый, привезенный «Драконом».

26 декабря астронавты сфотографировали из модулей Cupola и Kibo образцы материалов эксперимента ICE, входящего в состав оборудования STP-H5, которое находится на внешней платформе ELC-1 на секции P3 американской поперечной фермы. Эксперимент ICE изучает новые покрытия для использования на космических аппаратах на околоземной орбите.

21 декабря экипаж подготовил к работе миниатюрную установку, созданную компанией Made In Space для производства оптического волокна из ZBLAN (группа стекол состава  $ZrF_4$ - $BaF_2$ - $LaF_3$ - $AlF_3$ - $NaF$ ) и доставленную «Драконом».

### «Дракона» поймали, но с замечанием, а болт опять заменили

В первой половине месяца на американском сегменте готовились к прилету корабля Dragon (SpX-13).

1 и 12 декабря астронавты провели тренировку по сближению и ловле грузовика дистанционным манипулятором SSRMS на бортовом тренажере ROBoT. 7 декабря ЦУП-Х откалибровал телекамеру роботизированного рабочего места RWS в модуле Cupola, с помощью которого экипаж управляет манипулятором.

На следующий день «Земля» проверила работоспособность SSRMS: его систему торможения, концевой захват-эффектор LEE и проволочные ловушки в нем, а также суставы. Не обошлось без проблем: не запустился блок распределения видеосигнала VDU на плече В манипулятора на резервном канале электропитания. Однако основной канал работал исправно, и после перезапуска питания все восстановилось.

17 декабря в 10:57 UTC Марк поймал «Дракона» манипулятором SSRMS. «Это прекрасный космический корабль, и мы надеемся забуриться в него и получить научное оборудование, – оценил корабль Ванде Хай. – Поздравления всей наземной команде за то, что сделали такое беспрепятственное транспортное средство».

После этого по командам наземных специалистов грузовик был перемещен и в 13:26 присоединен к нижнему порту модуля Harmony.

Стоит отметить, что при выполнении захвата корабля манипулятором ЦУП-Х по телеметрии обратил внимание на повышенное натяжение проволочных ловушек захвата LEE на плече А манипулятора (сила величиной 6823 Н вместо плановой 5916 Н) и выдал команды для ослабления натяжения. Оказалось, что такая величина заложена в файлах конфигурации...

В тот же день астронавты после проверки герметичности открыли переходные люки между «Драконом» и МКС. В корабле

были взяты пробы воздуха с использованием пробоотборника АК-1М, и экипаж приступил к разгрузке «Дракона».

20 декабря «Земля» при содействии астронавтов протестировала захват LEE, сфотографировала и осмотрела его с помощью станционных телекамер. В результате анализа было обнаружено пятно на кольце захвата, которое оказалось не чем иным как смазкой Braucote. ЦУП-Х дистанционно захватил этим LEE узел FRGF на Многоцелевом модуле Leonardo и, убедившись в штатном функционировании манипулятора, закрыл замечание.

22 декабря экипаж демонтировал из «Дракона» литевые поглотители, которые удаляли углекислый газ из атмосферы корабля в ходе его автономного полета к станции.

В тот же день астронавты осмотрели болт № 1-3 в механизме пристыковки CBM на нижнем узле модуля Harmony, который в сентябре при отсоединении корабля Dragon (SpX-12) в очередной раз повел себя anomalно (НК № 11, 2017, с.19). В результате 28 декабря болт был опять сменен на новый.

### «Прогресс» ушел под Новый год

В декабре экипаж укладывал удаляемые грузы в корабль «Прогресс МС-06». 4 декабря космонавты перекачали солевой раствор из станционных емкостей в водяной бак БВ-1 на «Прогрессе МС-06».

18 и 22 декабря экипаж подтянул быстросъемные винтовые зажимы между стыковочным отсеком «Пирс» и «Прогрессом МС-07», а также модулем «Звезда» и «Прогрессом МС-06». 18 и 20 декабря атмосфера МКС была пополнена кислородом из первой секции средств подачи кислорода на «Прогрессе МС-06».

22 декабря экипаж наддул атмосферу станции азотом, который накануне был перекачан из системы дозирования во вторую секцию средств подачи кислорода на «Прогрессе МС-06». 25 декабря россияне провели профилактику механизмов герметизации крышек люков между «Звездой» и «Прогрессом МС-06».

Владимир Юрченко jurchenk-vladimir@rambler.ru

26 декабря космонавты расконсервировали «Прогресс МС-06», вытащили из него воздуховод, сняли быстросъемные винтовые зажимы и закрыли переходные люки, проконтролировав их герметичность.

28 декабря в 01:03:34 UTC корабль отстыковался от МКС. Через три минуты он выполнил маневр увода длительностью 8 сек с помощью двигателей причаливания и ориентации.

В 04:10:33 включился сближающе-корректирующий двигатель грузовика, который отработал 212 сек, выдав тормозной импульс, достаточный для схода с орбиты. В 04:43 «Прогресс МС-06» вошел в плотные слои земной атмосферы и разрушился. По расчетам баллистиков ЦУП-М, в 04:52 несгоревшие элементы его конструкции упали в южной части Тихого океана.

### Установка научной аппаратуры снаружи станции

1 декабря астронавты проводили тестирование японской дистанционной камеры-робота Int-Ball (НК №8, 2017, с.8) с помощью губчатого шарика. 22 декабря испытания продолжились: Int-Ball маневрировал внутри модуля Kibo, а экипаж снимал это на видео. 27 декабря было изменено положение мишени для камеры-робота.

1 декабря в рамках проверки нового konceвого захвата-эффектора LEE на плече А манипулятор SSRMS с надетой на него ловкой насадкой Dextre схватил H-образный хомут на платформе EOTP на насадке. Напомним, что в конце ноября у манипулятора не получилось захватить аналогичный хомут на Мобильной базовой системе MBS, так как механизм для смены инструментов OTCM-1 на Dextre дважды уходил в защитный режим. Причина оказалась интересной: хомут на MBS был большего размера, чем хомут на EOTP...

20 декабря экипаж разгерметизировал шлюзовую камеру модуля Kibo. После этого был открыт внешний люк шлюза и выдвинут наружу стол. По командам специалистов ЦУПа в Цукубе японский манипулятор JEM RMS с ловкой насадкой SFA снял платформу NREP с узла EFU №4 на внешней платформе JEF модуля Kibo и положил ее на стол. Затем стол был задвинут внутрь шлюза – и внешний люк закрыли.

26 декабря астронавты наддули шлюз и проверили его герметичность. Планирует-

### Защитное нанопокрытие для иллюминаторов

7 декабря стало известно, что Томский политехнический университет (ТПУ) и Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения РАН разработали уникальные многослойные наноструктурные металлокерамические покрытия на основе системы Si-Al-N для космических иллюминаторов и солнечных батарей (СБ) в рамках научного эксперимента «Пересвет», постановщиком которого является РКК «Энергия».

Данные покрытия оставляют стекла прозрачными и защищают их от ударов высокоскоростных космических микрочастиц. Они обладают свойством гашения энергии удара, то есть ее рассеивания вдоль поверхностного слоя стекла и соответственно предотвращения появления на нем кратера. Это позволяет стеклу сохранять в течение длительного срока эксплуатации свои оптические свойства и прозрачность. Покрытия повышают микротвердость кварцевых стекол в 2,5 раза, трещиностойкость и коэффициент упругого восстановления – в 1,5 раза.

Эксперимент на МКС планируется в 2018–2020 гг. На первом этапе снаружи станции установят блок научной аппаратуры А в виде раскрываемой «книжки» с двумя кассетами. Одна кассета будет содержать эталонные и исследу-

емые (с защитным нанопокрытием) имитаторы стекол иллюминаторов российского сегмента, другая – эталонные и исследуемые фотоэлектрические преобразователи (ФЭП) СБ и имитаторы покровных стекол ФЭП СБ.

«Будут испытываться стекла не только для иллюминаторов, но и для ФЭП СБ. Пластина для ФЭП защищена кварцевым стеклом толщиной примерно 0,1 мм, – пояснил заместитель директора по развитию Инженерной школы новых производственных технологий ТПУ Евгений Колубаев. – Такого тонкого стекла хватает для защиты от микромусора, но со временем на поверхности появляются дефекты, что сказывается на интенсивности излучения, попадающего на ФЭП. Следовательно, уменьшается и мощность СБ. Наблюдение за образцами будет вестись минимум год».

На втором этапе эксперимента космонавты смонтируют снаружи блок научной аппаратуры Б для размещения кассеты с образцами ремонтируемых стекол иллюминаторов с кратерами и образца ремонтного инструмента. «С помощью специального инструмента, также уже разработанного томскими учеными, «заживляющее» покрытие будет наноситься на стекла иллюминаторов. Эта мера позволит предотвратить дальнейшее разрушение поврежденных сегментов», – отметил Е. Колубаев. – А.К.

ся, что в начале января 2018 г. они откроют внутренний люк шлюза, выдвинут стол и демонтируют с платформы NREP оборудование NanoRacks-CID и Honeywell-Morehead-DM, которое вынесли наружу в апреле (НК №6, 2017, с.19). Вместо него на платформе установят и переместят наружу оборудование Cavalier Space Processor для дистанционного зондирования Земли с возможностью обработки данных на борту.

26 декабря по командам «Земли» мобильный транспортер с манипулятором SSRMS переехал по американской поперечной ферме из рабочей точки WS4 в точку WS6 для предстоящей разгрузки негерметичного отсека корабля Dragon. После этого SSRMS экипировался насадкой Dextre.

29 декабря манипулятор с помощью насадки и механизма OTCM-1 развернул платформу EOTP. Затем он вынул из «Дракона» аппаратуру TSIS, предназначенную для мониторинга солнечного излучения, и временно установил ее на EOTP. 30 декабря SSRMS перенес TSIS на внешнюю платформу ELC-3, расположенную на секции P3. TSIS была включена и переведена в рабочее положение.

Предполагается, что в последующие три месяца пройдет калибровка научной аппаратуры, после чего в апреле 2018 г. она будет введена в эксплуатацию.

### Разборка ненужной системы подачи воды

1 декабря экипаж завершил упаковку реактора Сабадь для возвращения на Землю «Драконом» (SpX-13). Напомним, что в конце ноября реактор вынули из стойки системы получения кислорода OGS в Узловом модуле Tranquility.

1 декабря в модуле Harmony была обновлена прошивка кодера видео высокого разрешения. Если последующая проверка работы кодера пройдет успешно, то аналогичной перепрошивке подвергнутся еще пять таких же стационарных кодеров.

4 декабря в модуле Destiny вышла из строя система удаления углекислого газа CDRA из-за сбоя в контроллере мотора вентилятора. Питание контроллера перезапустили – и работа системы возобновилась. А 17 и 21 декабря в аналогичной системе в модуле Tranquility отказывал контроллер





▲ «Домашний кинотеатр» на высоте 400 км от Земли. Космонавты смотрят «Звездные войны»

запасного нагревателя. Ничего страшного – контроллер основного нагревателя работает нормально.

4 и 26 декабря астронавты сменили емкость с консервантом, приемник урины и фильтр-вставку в ассенизационно-санитарном устройстве (туалет) российского производства, расположенном в отсеке WHC в модуле Tranquility.

5 и 15 декабря космонавты занимались тестированием компьютера центрального поста КЦП-2 в модуле «Звезда». 28 декабря на КЦП-2 было установлено новое программное обеспечение (ПО). 5 декабря ЦУП-Х загрузил новое ПО на два роутера и четыре Ethernet-порта объединенной станционной локальной сети JSL.

На следующий день экипаж добавил поручни для перераспределения нагрузки на стойку с кухней в модуле Unity. 7 декабря, занимаясь на велоэргометре CEVIS, астронавты получили сообщение на дисплее о ручном включении кнопки управления, после чего программа прекратила работу. Пришлось обновить ПО.

11 декабря экипаж установил и подключил новый лэптоп ZBook для управления перчаточным боксом MSG и убедился, что на нем корректно загрузилось новое ПО. Астронавты также сменили несколько светильников в модуле Harmony.

12 декабря была разобрана больше не нужная система WDS, которая в прошлом обеспечивала подачу питьевой воды из доставляемых емкостей. Часть ее компонентов оставили на станции, часть подготовили к удалению, а насос возвратят на Землю «Драконом» для ремонта и комплектования запасного блока переработки воды WPA.

13 декабря экипаж сменил трос на силовом нагрузателе aRED в модуле Tranquility.

14 декабря после отстыковки «Союза МС-05» от МКС наземные специалисты за-

фиксировали десяток перезапусков питания блока последовательного шунтирования SSU в канале 1A системы электропитания.

На следующий день были установлены десять новых бактериальных фильтров HEPA в модулях Unity и Destiny. 18 декабря ЦУП-М для проверки включил систему кондиционирования воздуха СКВ-2 в модуле «Звезда» с отстыкованным электроразъемом A14.

17 декабря система получения кислорода OGA выключилась из-за аномальных показаний одного из трех датчиков водорода. Забарахливший датчик замаскировали – и систему запустили под контролем двух остальных датчиков, что в принципе позволяет полетное правило B17-21.

20–21 декабря россияне сменили полотно на бегущей дорожке БД-2 в модуле «Звез-

да» на новое, привезенное «Союзом МС-07». 22 декабря они заменили блок фильтров углекислого газа в газоанализаторе ИК0501 в модуле «Звезда», а 27 декабря – блок передачи низкочастотной информации и корпус лэптопа RSE-1.

28 декабря был проведен анализ атмосферы модуля «Звезда» на содержание фреона с помощью анализатора-течеискателя ФИТ. Кроме того, Александр, Марк и Джозеф примерили размещение в креслах «Казбек-УМ» в спускаемом аппарате корабля «Союз МС-06».

29 декабря астронавты сменили чипы в оборудовании АМК для измерения содержания аммиака в атмосфере станции на новые, доставленные кораблем Cygnus (ОА-8). Тем временем космонавты заменили фильтр в газоанализаторе углекислоты ГЛ2106. ■

### Три российских выхода предстоят в 2018 году

В 2018 г. запланированы три выхода с борта МКС по российской программе.

Первый (ВКД-44) 2 февраля выполнят Александр Мисуркин и Антон Шаплеров в скафандрах «Орлан-МКС» №4 и «Орлан-МК» №6 с целью установки приемного модуля широкополосной системы связи на внешней поверхности Служебного модуля «Звезда» (НК №1, 2018, с.8).

На грузовом корабле «Прогресс МС-09М», запуск которого намечен на 10 июля 2018 г., предполагается привезти на станцию второй скафандр нового поколения – «Орлан-МКС» №5. Таким образом, во втором выходе (ВКД-45), который планировался на май, но перенесен на август, Олег Артемьев и Сергей Прокопьев будут оба использовать скафандры «Орлан-МКС». Задачей выхода является монтаж на модуль «Звезда» блока приемно-передающих антенн для российско-немецкого эксперимента ICARUS по изучению миграции диких животных и птиц (НК №12, 2017, с.17).

В январе 2018 г. Олег и Сергей прошли тренировку по ВКД-45 в плавательном бассейне Центра подготовки космонавтов (ЦПК) имени

Ю.А.Гагарина. Они прокладывали кабели для подключения научной аппаратуры, работали с блоком антенн и решали нестандартные ситуации (к примеру, невозможность блокировки различных шарниров после раскрытия приемных антенн). Как отметил заместитель начальника управления ЦПК Алексей Алтунин, данная тренировка позволяет отработать операции выхода не в полном объеме и без скафандра, поэтому все очень ждут открытия гидролаборатории после реконструкции.

Напомним, что гидролаборатория ЦПК была закрыта на реконструкцию в 2014 г. и по ряду причин до сих пор не введена в эксплуатацию.

Третий выход (ВКД-46) состоится в конце года с целью подготовки российского сегмента станции к приему Многоцелевого лабораторного модуля «Наука», старт которого предполагается 20 декабря 2018 г. Работая за бортом, космонавты, в частности, отсоединят кабели радиотехнической системы «Курс» между модулями «Звезда» и «Пирс» и перенесут выходное устройство с «Пирса» на модуль «Поиск». Это позволит «Прогрессу МС-09М» в декабре отстыковать «Пирс» от нижнего узла «Звезды» и свести его с орбиты, освободив место для причаливания «Науки». – А.К.

# Триумф многоразовости?

И. Афанасьев.

«Новости космонавтики»

15 декабря в 10:36:09 EST (15:36:09 UTC) с площадки SLC-40 станции ВВС США «Мыс Канаверал» специалисты компании SpaceX осуществили пуск 46-й ракеты Falcon 9 FT с коммерческим грузовым кораблем Dragon SpX-13. Впервые использовались повторно как возвращаемый аппарат корабля (серийный номер C108), который уже побывал в космосе в апреле – мае 2015 г. во время миссии SpX-6 (НК № 6, 2015, с.10-16), так и первая ступень B1035.2, вернувшаяся на Землю 3 июня 2017 г. после запуска SpX-11 (НК № 8, 2017, с.13-14).

Выведение прошло успешно. Через 10 мин корабль отделился от последней ступени носителя на околоземной орбите с параметрами:

- наклонение – 51.64°;
- высота в перигее – 198.9 км;
- высота в апогее – 358.8 км;
- период обращения – 90.04 мин.

В каталоге Стратегического командования США Dragon получил номер 43060 и международное обозначение 2017-080A.

## Запуск

В начале 2017 г. расчетной датой старта SpX-13 было 13 сентября. Однако планы транспортного и грузового обслуживания МКС уточнялись, и в апреле старт был отложен до 1 ноября, а в мае даже перенесен на январь 2018 г. В июле вернули дату 1 ноября, однако теперь уже SpaceX не могла справиться с одновременно ведущимися запусками с площадки LC-39A, восстановлением старта на SLC-40, уничтоженного взрывом 1 сентября 2016 г., и подготовкой первого испытательного пуска PH Falcon Heavy. В итоге в середине августа SpX-13 сдвинули на начало декабря, а в середине октября старт назначили на 4 декабря с переносом на комплекс SLC-40.

За этим последовали дополнительные переносы на 8, 9 и 12 декабря из-за неготовности старта. Огневые стендовые испытания (технологический прожиг) двигателей первой ступени состоялись 7 декабря. Ракету вновь вывели на старт 11-го с намерением провести пуск 12 декабря в 11:46:57 EST и стыковку 15 декабря, после «Союза», однако вечером того же дня старт отложили до 13 декабря для дополнительной проверки наземных систем. Наконец, 12 декабря последовал перенос на 15-е из-за посторонних частиц, обнаруженных в топливной системе второй ступени ракеты. «Поздние» грузы были помещены в Dragon 14 декабря.

15 декабря ни состояние систем ракеты и корабля, ни погода не препятствовали пуску – первому с площадки SLC-40 после ее восстановления. Впервые реализованной особенностью циклограммы стал быстрый отвод силовой конструкции StrongBack в момент T=0. Поднявшись со старта, ракета развернулась в расчетную плоскость стрельбы с азимутом 43°. ЖРД первой ступени отключи-

лись в T+142 сек, когда носитель набрал скорость 1658 м/с. Двигатель второй ступени Merlin 1D Vac проработал 387 сек, обеспечив набор заданной скорости к концу 9-й минуты полета. Спустя еще минуту Dragon отделился и начал автономный полет.

Первая ступень отработала тем временем три стандартных импульса – для смены направления движения, при входе в атмосферу и перед посадкой – и через 467 сек после старта успешно приземлилась на площадке LZ-1 примерно в 8 км к югу от комплекса SLC-40.

Миссия SpX-13 стала пятидесятым пуском за всю историю SpaceX и семнадцатым в 2017 г., а также четвертым с повторным использованием матчасти. Ступень B1035 стала первой, которая дважды приземлилась на сушу. В 2017 г. впервые в программе CRS корабль Dragon стартовал четырежды, при этом два раза с использованием уже летавшего возвращаемого аппарата и впервые – на «бэушной» («проверенной в полете», как говорят в SpaceX) ракете. В целом к настоящему времени на счету SpaceX – 20 успешных посадок из 25 попыток, а в части посадок на сушу статистика идеальна – 8 из 8.

Ступень B1035 является подходящим кандидатом и на третий полет, учитывая, что оба раза она обеспечивала выход на низкую орбиту с относительно благоприятными условиями для последующего возвращения бустера в атмосферу. О такой возможности сообщила на брифинге 11 декабря Джессика Дженсен (Jessica Jensen), руководитель миссий Dragon в компании SpaceX. «Корабли Dragon и ракеты Falcon могут подниматься в небо более чем дважды, – сказала она, – и у нас уже есть планы на такие полеты в будущем».

Многоразовыми уже без оговорок будут ступени новой серии Block 5, вводимые в строй с 2018 г. «Мы сертифицируем ракету по меньшей мере на десять пусков и надеемся, что их будет больше», – прокомментировала г-жа Дженсен на брифинге после пуска 15 декабря.

## Орбитальный полет и стыковка

Сближение со станцией проводилось по хорошо отработанной двухсуточной схеме. 17 декабря в 10:48 UTC Dragon прибыл в точку захвата в 10 м ниже МКС. В 10:57 Марк Ванде Хей и Джо Акаба, работая на рабочей станции манипулятора в модуле Cupola, произвели захват прибывшего корабля. После серии проверок и фотосъемки для последующей инженерной оценки наземные специалисты, управляя манипулятором дистанционно, выполнили в 13:26 UTC пристыковку корабля к механизму CBM надирного узла модуля Harmony.

Dragon SpX-13 стал частью МКС примерно на месяц, после чего он вернет на Землю результаты научных экспериментов. По словам представителей SpaceX, следующая миссия SpX-14 планируется на 13 марта 2018 г.

В настоящее время компания работает над вводом в строй грузового варианта корабля Dragon 2 следующего поколения.



Первый такой корабль должен прибыть на МКС еще до летных испытаний пилотируемого варианта. Пока Dragon 2 не будет готов, SpaceX продолжит использовать «проверенные в полете» грузовые корабли для выполнения обязательств по контакту с NASA.

## Грузы корабля Dragon

Миссия SpX-13 начинает дополнительную серию полетов по контракту с NASA на коммерческое снабжение МКС в рамках программы CRS (Commercial Resupply Services).

**i** Запуск 15 декабря ознаменовал возвращение в строй комплекса SLC-40, наземные системы которого сильно пострадали 1 сентября 2016 г. из-за взрыва ракеты Falcon 9 (НК № 11, 2016, с.32-37) и последующего пожара. SpaceX начала ремонт в феврале 2017 г., перенеся пуски с восточного побережья на время ремонтно-восстановительных работ на комплекс LC-39A.

Был изготовлен новый транспортно-установочный агрегат TEL (Transporter, Erector, Launcher), а стартовый стол модифицирован: в частности, он получил новую систему удержания ракеты и элементы повышения жесткости для уменьшения износа и сокращения времени межполетного обслуживания комплекса.

Возврат SLC-40 в эксплуатацию прошел не без проблем, чего можно было ожидать, учитывая, что большинство линий трубопроводов, систем передачи данных, наземных компьютеров и весь TEL были совершенно новыми компонентами. В связи с этим SpaceX пришлось перенести контрольный прожиг со 2 на 7 декабря, чтобы дать специалистам время решить все проблемы на старте.

Пилотируемые полеты  
Владимир Юрченко jurchenko@rambler.ru



▲ Датчик суммарного и спектрального солнечного облучения TSIS-1

Первоначальный контракт со SpaceX был заключен на 1.6 млрд \$ и предусматривал 12 доставок грузов в период до 2018 г. В начале 2015 г. NASA заказало компании Илона Маска три дополнительных полета к МКС, а в декабре 2015 г. выдало заказ еще на пять полетов (от SpX-16 до SpX-20) в 2018–2019 гг. Суммарная стоимость восьми дополнительных миссий была оценена в 1.2 млрд \$. Тем самым была перекрыта «дыра» между окончанием раунда CRS-1 и началом CRS-2, который предусматривает снабжение станции в первой половине 2020-х годов.

Dragon привез на станцию 2205 кг полезных грузов, из которых 645 кг были размещены в негерметичном отсеке, а 1560 кг (с учетом упаковки) – в возвращаемом аппарате. В число герметичных грузов вошли:

- ◆ провизия и вещи для экипажа – 490 кг;
- ◆ аппаратура и материалы для научных исследований – 711 кг;
- ◆ оборудование для выхода в открытый космос – 165 кг;
- ◆ оборудование и детали станции – 189 кг;
- ◆ компьютеры и комплектующие – 5 кг.

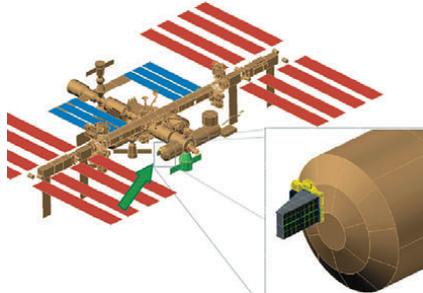
В негерметичном контейнере прибыли два массивных прибора: датчик суммарного и спектрального солнечного облучения TSIS-1 (Total and Spectral Solar Irradiance Sensor) и датчик космического мусора SDS (Space Debris Sensor).

TSIS-1 создан Центром космических полетов имени Годдарда и Лабораторией атмосферной и космической физики Университета Колорадо для получения информации об интенсивности солнечного излучения для оценки общего энергетического баланса Земли и того, как атмосфера нашей планеты реагирует на изменение количества поступающей от Солнца энергии. Прибор должен измерять общий поток излучения от Солнца и его спектральные составляющие, имея вдвое меньшую неопределенность в определении интегрального по спектру облучения, чем текущие измерения, которые ведутся с 1978 г. Основная работа TSIS-1 рассчитана на пять лет с возможностью продления еще на два года.

Первоначально инструмент TSIS делался для размещения на первом КА в объединенной серии полярных метеоспутников NPOESS, но в 2006 г. его убрали из проекта, а в 2010 г. была отменена и вся программа. На новый гражданский метеоспутник

JPSS-1 (HK №1, 2018) прибор не помещался из-за ограничения по массе, и его планировалось поставить на отдельный спутник JPSS Free Flyer 1, он же SIDAR, но и этот проект был закрыт в 2013 г. В результате было решено разместить TSIS в качестве одного из внешних инструментов на борту МКС – на платформе ELC-3, смонтированной на секции P3 основной фермы станции.

Инструмент SDS, созданный Космическим центром имени Джонсона, является одним из самых больших датчиков космического мусора среди выведенных на орбиту. Он должен предоставить беспрецедентные данные о популяции микрообъектов в зоне полета космической станции в интересах оценки ее безопасности, а также верифицировать проекты будущих аналогичных приборов.



▲ Место установки инструмента SDS

SDS, имеющий собирающую площадь около 1 м<sup>2</sup> и установленный на платформе снаружи лаборатории Columbus, в течение двух-трех лет будет регистрировать соударения с мелкими фрагментами. Сначала они проникают сквозь внешнюю резистивную сетку, по состоянию которой определяется размер объекта и масштаб повреждения; одновременно акустические датчики фиксируют момент и место удара. Следующая

преграда из двухслойной тонкой пленки дает возможность оценить скорость движения частицы, а последняя панель со встроенными датчиками позволяет определить энергию удара. Срок службы SDS ограничен возможным ущербом, который он рискует понести от соударений с частицами. Хотя два-три года – это ожидаемый срок эксперимента, прибор сможет работать до пяти лет.

В герметичном отсеке Dragon привез на МКС аппаратуру и материалы для 34 научных исследований. Расскажем о некоторых из них.

Эксперимент «Синтетическая кость» (Synthetic Bone) призван наблюдать реакцию остеобластов на тетранит в условиях микрогравитации для индуцирования остеопороза (Assessing Osteoblast Response to Tetranite™ in Microgravity Conditions to Induce Osteoporosis). Тетранит – это синтетический материал, который может занять место эффективного биосовместимого клея с высокой адгезией как к металлу, так и к кости. Орбитальный эксперимент интересен потому, что при росте и заживлении костной ткани в условиях микрогравитации наблюдаются симптомы, сходные с остеопорозом. Оценка реакции остеобластов (подтипа костной клетки, ответственного за восстановление костей) на тетранит и другие, уже используемые в медицине, клеящие вещества приблизит понимание механизма восстановления кости после разрушения и тем самым поможет разработать более эффективные методы лечения пациентов с остеопорозом. Культура будет расти в течение 20 дней, а затем будет зафиксирована, заморожена и возвращена на Землю для детального анализа в стационарных условиях.

В исследовании «Прорастание семян ячменя в микрогравитации» (Germination of ABI Voyager Barley Seeds in Microgravity) будет проверено влияние невесомости на сухие семена ячменя *Hordeum vulgare* L., а также на их прорастание и начальный этап развития в космосе.

Влияние на сухие семена будет оцениваться при проращивании после полета. Рассада, выращенная в условиях микрогравитации, изучается на предмет генетических изменений и морфологических аномалий. Наблюдение за изменениями экспрессии генов и прорастанием после воздействия микрогравитации будет способствовать пониманию того, как разные растения одного и того же вида, обладающие генетическими различиями, подготовлены к воздействию земных стрессов, например экстремальных температур или нехватки воды.

«Исследование грызунов RR-6» (Rodent Research-6) посвящено тестированию новой системы доставки лекарств для борьбы с мышечным расстройством (атрофией) в космосе или в период бездействия мышц (в условиях покоя). В эксперименте задействовано сорок самок лабораторных мышей линии C57BL/6 в возрасте от 30 до 50 недель, которым под кожу внедрены плацебо или чип для наноканальной подачи лекарственного средства, предназначенного для поддержания мышечной массы.

Препарат формотерол, используемый при лечении астмы и других заболеваний, будет контролируемо вводиться из нанона-

Владимир Юрченко jurchenk-vladimir@rambler.ru

нального имплантата для достижения постоянной и надежной дозировки. В случае успеха эта система станет более надежным и точным способом доставки лекарств в организм, не требующим ежедневных инъекций, и ее можно будет быстро сделать коммерческим продуктом. В частности, ее можно будет применить для лечения саркопении, или мышечного истощения, – возрастного атрофического дегенеративного изменения скелетной мускулатуры, приводящего к постепенной потере мышечной массы и силы.

Грызуны прибывают на МКС в двух клетках Rodent Transporter по 20 особей в каждой, а затем переносятся экипажем в жилище Rodent Habitats. Мыши первой группы после 30 дней жизни на станции будут возвращены на Землю, где в стационарных условиях ученые изучат положительное влияние препарата на повторную адаптацию к гравитации. Животные второй группы будут умерщвлены через 60 суток от начала эксперимента, после чего астронавты соберут и поместят в «холодную укладку» необходимые образцы. Мыши контрольной группы на Земле будут подготовлены таким же образом, как и на орбите, но с 5-дневным смещением процедуры.

В эксперименте «Восстановление истинного вклада диффузии глюкозы в микрогравитации в работу биодатчика» (*Deconvolution of Biosensor Glucose Diffusion Contributions in Microgravity*) оценивается точность работы вживляемого беспроводного медицинского биодатчика глюкозы Glucowizzard™, применяемого для ежедневного мониторинга уровня сахара в крови при диабете. Многие диабетики используют подобные биосенсоры перед самостоятельным введением инсулина. Однако в организме перенос глюкозы в чувствительный участок биосенсора занимает до 20 минут, что затрудняет жесткий контроль гликемии и может привести к серьезным осложнениям. Эксперимент в условиях микрогравитации позволяет выявить и проконтролировать коэффициент диффузии глюкозы, что ведет к улучшению точности показаний датчика.

Эксперимент по восприятию гравитации растениями PGP (*Plant Gravity Perception*) выполняется в Европейской модульной системе культивации EMCS (European Modular Cultivation System), где выращиваются нормальные и мутированные формы резуховидки Таля (*Arabidopsis thaliana*). Исходные данные, полученные в таких исследованиях, послужат для разработки будущих установок по выращиванию съедобных растений для экипажей, отправляющихся в дальние космические путешествия.

Предыдущие опыты показали, что для определения направления силы тяжести растения используют статолиты – сгустки крахмала, оседающие на дне специализированных гравитационно-чувствительных клеток. Однако мутантные растения без функциональных статолитов также показывают согласованные реакции на гравитацию, тем самым указывая, что есть как минимум еще один способ для определения направления силы тяжести. Постановщики PGP намерены определить молекулярные



▲ Кассета с семенами арабидопсиса

компоненты, которые служат для «гравитационной ориентации» клеток растений без осадения статолита.

Аппаратура эксперимента PGP состоит из пяти кассет для выращивания семян в экспериментальных контейнерах. В общей сложности запущено 24 контейнера, содержащих 120 кассет с сухими семенами. Эксперимент проводится в три этапа по пять дней, в каждом этапе задействовано восемь контейнеров. Исследование началось до полета с замачивания и прорастания семян в условиях земной гравитации. Фаза роста длится 84 часа, затем саженцы попадают в условия микрогравитации и односторонней стимуляции, обеспечиваемой синими светодиодами, которые заставят сеянцы переориентировать направление роста. Через 12 час после начала фазы стимуляции саженцы подвергаются воздействию искусственной гравитации величиной от 0.006 до 1 g в темноте со съемкой ИК-камерами. Замороженные образцы возвращаются на Землю для детального лабораторного анализа.

Эксперимент *Made In Space Fiber Optics* по получению оптического волокна в микрогравитации, подготовленный компанией Made In Space, имеет целью оценку достоинств изготовления в космосе оптических волокон нового типа. Для исследования применена группа стекол на основе фторидов тяжелых металлов состава  $ZrF_4-BaF_2-LaF_3-AlF_3-NaF$  (ZBLAN), открытых в 1974 г. Мишелем Пуле из Университета Ренна во Франции. При застывании в условиях гравитации атомная структура ZBLAN имеет тенденцию образовывать кристаллы, что ведет к рассеянию света и потерям. Ожидается, что этот процесс не будет проходить в космосе, и, следовательно, удастся получить оптические волокна, значительно превосходящие по свойствам те, что производят из двуокиси кремния.



Аппаратура будет функционировать около 20 дней, а затем вернется на Землю на борту «Дракона» для тщательной оценки продукции. Если с технической и экономической точки зрения эффективность способа будет доказана, эксперимент заложит основу для крупномасштабного производства высококачественного оптического волокна на орбите.

Исследование *Advanced Colloids Experiment-Temperature-7 (ACE-T7)* продолжает длинную линию экспериментов на коллоидах, проводимых на МКС: рассматривается поведение мелких частиц, взвешенных в жидкостях, при отсутствии эффектов, вызванных гравитацией (например, седиментация), которые обычно маскируют ряд явлений на Земле. ACE-T7 включает сборку сложных трехмерных структур из мелких частиц, взвешенных в жидкой среде.

Создание новых функциональных материалов основано на самоорганизации коллоидов в кристаллические структуры с помощью энтропийных сил. В ACE-T7 используются несферические коллоиды, фазы которых можно контролировать, добавляя к смеси наноразмерные дептанты или изменяя температуру среды в определенном месте для контроля концентрации частиц; трехмерное изображение даст подробное представление о динамике самосборки частиц на основе различных внешних факторов.

Основное внимание уделяется изучению поведения кристаллов коллоидных кубов микронного размера, которые, как ожидается, будут организованы в простой кубической симметрии. Понимание того, как кристаллы желаемой формы и размера могут быть созданы с помощью таких процессов, позволит получать новые типы фотонных кристаллов, передовых оптических компонентов, вычислительных компонентов без ограничения полосы пропускания и находить другие инновационные решения.

*SPHERES Tether Slosh* продолжает оригинальный эксперимент SPHERES Slosh по изучению динамики жидкости с помощью микророботов на борту МКС. Основная цель работы – выявить стратегии автоматического управления пассивным грузом, содержащим жидкости (компоненты топлива или воду). Это необходимо при перемещении «мертвых» спутников с остатками топлива в баках, а также при эксплуатации орбитальных заправочных станций для разгонных блоков и спутников.

В эксперименте SPHERES Tether Slosh, подготовленном компанией Airbus DS Space Systems для проверки стратегий безопасного управления КА в практических условиях, используются два робота-микроспутника SPHERES, разработанные Массачусеттским технологическим институтом и способные перемещаться во внутреннем пространстве МКС, используя двигатели на сжатом углекислом газе. Они будут связаны кевларовым тросиком с контейнером, заполненным тестовой жидкостью. Поведение жидкости внутри резервуара контролируется с помощью датчиков ускорения и другого инструментария, а данные передаются по беспроводной сети, развернутой в модуле Columbus. ■



**И** Кимия Юи родился в 1970 г. в преф. Нагано (регион Тюбу). В феврале 2009 г. он был отобран в отряд астронавтов JAXA вместе с Такуя Ониси и Норисигэ Канаи, а в июле 2011 г. получил квалификацию астронавта для полетов на МКС. В июне 2012 г. участвовал в подводных тренировках в экипаже NEEMO 16. Первый и пока единственный раз стартовал в космос в июле 2015 г. на «Союзе ТМА-17М» вместе с Олегом Кононенко и Челлом Линдгреном. Относительно неплохо говорит на русском языке. Если читать по иероглифам, «Кимия» означает «красивая черепаха», поэтому его личная эмблема для полета в космос была сделана в форме зеленой черепашки.



**Е. Рыжков.**  
«Новости космонавтики»

19 декабря в офисе представительства JAXA в Москве корреспонденту НК удалось пообщаться с командиром отряда астронавтов Японии Кимия Юи. Он буквально только что вернулся из подмосковного ЦУПа, где наблюдал стыковку с МКС корабля «Союз МС-07», в экипаж которого вошел астронавт Японии Норисигэ Канаи.

– Кимия-сан, расскажите о Вашем пути в отряд астронавтов Японии.

– Я родился в очень маленькой деревне в префектуре Нагано. Там много гор, но снега мало, одновременно с этим очень холодно.

\* Mitsubishi F-2 – японский истребитель, созданный на базе американского F-16.

## Интервью с командиром отряда астронавтов Японии

но – минус 20°C, примерно как на Хоккайдо. Холодно, потому что префектура расположена высоко [над уровнем моря]. Прожил я там 15 лет, затем перешел в другую школу, отдаленную от дома на расстояние, преодолеваемое машиной часа за полтора.

Потом я жил в г. Йокосука (преф. Канагава), рядом с Токио. Там я поступил в военную академию, на военного инженера. Первый год у нас не было полетов, а со второго меня выбрали пилотом ВВС Сил самообороны (ССО) Японии. Когда окончил академию, стал летчиком. Полтора года служил в Японии, потом – в США. Общий налет получил около 2000 часов. Летал в основном на F-15 – очень хорошо, но уже устаревшем истребителе. В Японии тоже существуют летные тренировки – как на самолетах, так и на истребителях. Я летал [в Японии] на F-2\*.



Отработав длительное время в ССО, был зачислен в отряд астронавтов Японии. На тот момент мне было 39 лет. В статусе командира отряда я работаю около года. До меня командиром был Акихико Хосидэ (примерно 6 месяцев), а до него – Соити Ногутти (около трех лет).

– Вы говорите и по-русски, и по-английски. Легко ли было общаться на орбите с представителями других стран?

– На самом деле до командировки в Хьюстон я изучал английский язык около 20 лет и говорю на нем свободно, поэтому проблем с языком в Америке не было. А вот в Звездном городке было труднее всего, поскольку спустя всего три года после начала изучения русского языка начались тренировки и экзамены в ЦПК: очень много терминов, сокращений – сначала ничего не понимал.

Что касается общения на станции, с Олегом Кононенко я разговаривал по-русски, а с американцами – по-английски. По-японски не разговаривал, хотя очень хотелось поговорить на родном языке.

Все надписи на МКС – на русском и английском. Даже в японском модуле «Кибо» совсем немного японских надписей. Некоторые инструкции, написанные японцами на английском языке, были иногда настолько непонятны, что проще было порой позвонить японским специалистам и напрямую спросить, что они имели в виду.

– Расскажите о Ваших впечатлениях от полета в космос.

– Это было просто замечательно. Когда меня только отобрали кандидатом в астронавты Японии, я сильно волновался, потому что тогда еще почти ничего не знал. Но у нас,

[космонавтов], очень-очень много тренировок, так что перед самым полетом уже ощущал уверенность, [на душе] было спокойно.

Что касается впечатлений... Я понял, что Земля очень красивая, а атмосфера планеты очень тонкая. Когда мы [находимся] на Земле, кажется, что воздуха много и можно делать все что угодно. Но когда я полетел в космос и оттуда увидел Землю, то понял: воздуха очень мало, а углекислого газа очень много... Надо контролировать соотношение... Я прочувствовал важность атмосферы, воздуха, воды и всего остального...

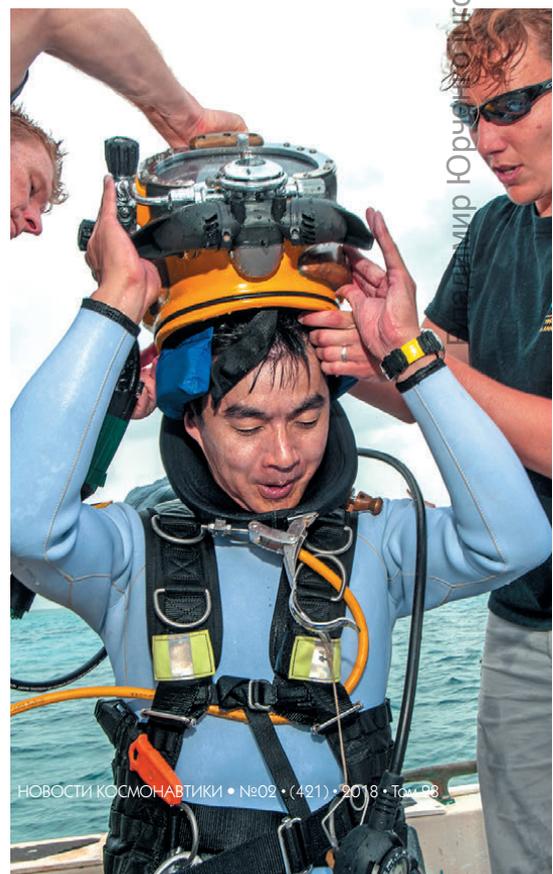
– Хотите полететь еще?

– Да, конечно. Я уже рассказывал как-то эту историю... Когда я сказал жене, что хочу еще полететь в космос, она предупредила: «Только на «Союзе»...» Потому что это проверенная, надежная техника. Я посчитаю за счастье полететь в космос второй раз. Но пока не готовлюсь к полету, так как руковожу отрядом астронавтов Японии.

– Тоёхиро Акияма – первый японец, полетевший в космос (1990 г.). После полета он продолжил работу в японской телекомпании TBS, а в 1995 г. уволился и занялся организацией и пропагандой частного космического туризма. Что слышно о нем в последнее время?

– Несколько лет назад господин Акияма работал в сфере сельского хозяйства. Но после одного из землетрясений, что частенько случается в Японии, он, по слухам, переехал на остров Кюсю (а может быть, в г. Киото) и сейчас занимается другой работой, тоже не связанной с космонавтикой. Возможно, он иногда пишет статьи на тему космонавтики...

▼ Кимия Юи, участник подводного эксперимента NEEMO 16, после погружения. Июнь 2012 г.





▲ Тоёхиро Акияма ▲ Рёко Кикиути

Что касается Кикиути Рёко, бывшей дублером Тоёхиро, она присутствовала на старте «Союза МС-07» с родственниками астронавта Канаи и первым вице-президентом JAXA Мамору Эндо. Кикиути часто бывает в Москве, а в Японии занимается популяризацией космонавтики.

– Каковы планы Японии после МКС? Слышал, JAXA до 2030 г. планирует высадить человека на Луну. Агентство намерено сделать это собственными силами?

– Россия, США и Япония в данный момент готовятся реализовать проект DSG\*. Сейчас правительство Японии думает об участии в проекте – так сказать, «считает деньги». Президент США Трамп тоже заявлял о международном характере сотрудничества по станции DSG, поскольку одной стране, в одиночку, реализовать такой лунный проект обойдется очень дорого.

А JAXA и вправду выразило желание до 2030 г. высадить своего астронавта на лунную поверхность. Только это будет реализовано скорее не собственными силами, а при международном участии.



▲ Новый японский грузовой корабль HTV-X

– Пока таких планов нет. В ближайшее время японцы будут продолжать летать на российских «Союзах» и разрабатываемых NASA и частными американскими компаниями новых пилотируемых кораблях.

– Каковы приоритеты Японии в космосе?

– JAXA запускает межпланетные аппараты, работает на МКС, думает о Луне... Однако МКС «тянет» на себя много денежных потоков. В то же время идет процесс повышения эффективности работ, поэтому высвобожденные средства можно направлять уже на другие проекты – новые корабли, спутники, DSG и т.д.

– Сейчас Россия взаимодействует с Японией в области космонавтики в основном по программе МКС. Будет ли это сотрудничество расширяться?

– Сейчас на стадии обсуждения новые области сотрудничества. Например, наземные медицинские эксперименты, по которым у России большой опыт. Кстати, в следующих (после первого, SIRIUS-17) изоляционных экспериментах на базе НЭК ИМБП может принять участие и японская сторона.

В Японии проводятся наземные изоляции небольшой продолжительности (около двух недель), и в них участвуют только японцы. Организуются они в г. Цукуба (научград в преф. Ибараки). В SIRIUS-17 японские коллеги не участвовали по той причине, что условия эксперимента не совсем устраивали их – им хотелось на ежедневной основе включить в программу исследований сеансы видеосвязи, чтобы испытуемые могли «скидывать» стресс от нахождения в замкнутом пространстве. Возможно в будущем участие россиян в японских экспериментах по изоляции. ■



– Как построен дальнейший график полетов на МКС японских астронавтов? Будет ли объявлен новый набор в отряд астронавтов Японии?

– В 2019 г. полетит уже бывавший на МКС Соити Ногуту. В 2020 г. должен полететь еще один японец – кандидатура пока не выбрана. Если смотреть дальше, четких планов пока нет, но очень скоро они будут выработаны.

Пока новичков в [нашем] отряде нет – я, Ониси и Канаи полетели последними из летавших, но все же новые люди нужны. Мне уже 47 лет, Канаи – 41 год. Поэтому скоро должен открыться новый набор. В Японии, [как и в США], кандидаты в астронавты не ограничены по возрасту. Но [у нас] много тренировок, поэтому, возможно, человеку, возраст которого перевалил за 45 лет, все-таки было бы тяжело в отряде.

В то же время сейчас больше возможностей полететь в космос – кроме МКС, на горизонте маячит Луна.

– Расскажите о новом японском грузовике «Конотори».

– Во-первых, в модернизированный и более дешевый HTV-X будет вмещаться больше грузов. Во-вторых, на космической станции или просто на орбите он сможет находиться до 6 месяцев. Для него будет возможность корректировки полетного задания: например, подольше задержаться на орбите и провести эксперименты после отстыковки от МКС. HTV-X будет гибким транспортом – сможет летать и к МКС, и к DSG, к примеру. Первый полет стоит на 2021 год, однако фискальный год в Японии начинается с апреля, поэтому, если будет необходимость перераспределения денежных средств, полет может сдвинуться на 2022 год.

– Япония планирует проводить совместные тренировки с китайскими астронавтами, как европейцы делали этим летом?



\* Deep Space Gateway – международный проект по созданию в 2020-х годах обитаемой окололунной станции.

А. Сидоров.  
«Новости космонавтики»  
Фото И. Птушкиной



## «Балтийская жемчужина» засверкала на небосводе

2 декабря в 13:43:26.331 ДМВ (10:43:26 UTC) с 4-й пусковой установки 43-й площадки Государственного испытательного космодрома Плесецк боевой расчет военнослужащих Космических войск Воздушно-космических сил (ВКС) при участии специалистов предприятий ракетно-космической промышленности провел пуск ракеты-носителя «Союз-2.1Б» (14А14-1Б №77069203) с космическим аппаратом в интересах Министерства обороны РФ.

Через три минуты после старта ракету взяли на сопровождение средствами наземного автоматизированного комплекса управления Главного испытательного космического центра (ГИКЦ) имени Г.С.Титова. Выведение спутника на целевую орбиту прошло в штатном режиме.

После отделения от третьей ступени аппарат был принят на управление ГИКЦ имени Г.С.Титова с присвоением официального названия «Космос-2524». С ним поддерживали устойчивую телеметрическую связь, его бортовые системы функционировали нормально.

Специалисты Центра контроля космического пространства провели анализ и обработку координатной и некоординатной информации о спутнике и взяли его на сопровождение наземными средствами Главного центра разведки космической обстановки Космических войск ВКС.

Пуск был осуществлен под общим руководством командующего Космическими войсками – заместителя главнокомандую-

щего ВКС генерал-полковника Александра Головки. «Я искренне благодарен за ту работу, которую вы сегодня провели, – сказал он после запуска, обращаясь к боевому расчету. – Очень важная, нужная работа. Вы провели ее блестяще. Аппарат работает, живет и будет еще очень-очень долго работать в интересах Министерства обороны».

Военнослужащих также поблагодарил начальник космодрома генерал-майор Николай Нестечук: «Я поздравляю весь личный состав боевого расчета за успешно выполненную задачу. Всех благодарю. Начальнику Центра (2-й Центр испытаний и применения космических средств – А.К.) представить соответствующие предложения по награждению личного состава ведомственными и государственными наградами».

Это был 1618-й орбитальный пуск с космодрома Плесецк, 24-й полет «Союза-2.1Б» в модификации 14А14-1Б и 295-й старт с пусковой установки №4.

В каталоге Стратегического командования (СК) США спутнику присвоили номер 43032 и международное обозначение 2017-076А. Американские военные нашли аппарат на орбите с параметрами:

- наклонение – 67.14°;
- минимальная высота – 250.3 км;
- максимальная высота – 924.4 км;
- период обращения – 96.08 мин.

По информации Анатолия Зака (<http://www.russianspaceweb.com/lotos-s1-803.html>),

данный пуск первоначально планировался на 25 октября, но из-за проблем с аппаратом последовательно откладывался – на начало ноября, на 18 ноября, на 1 декабря.

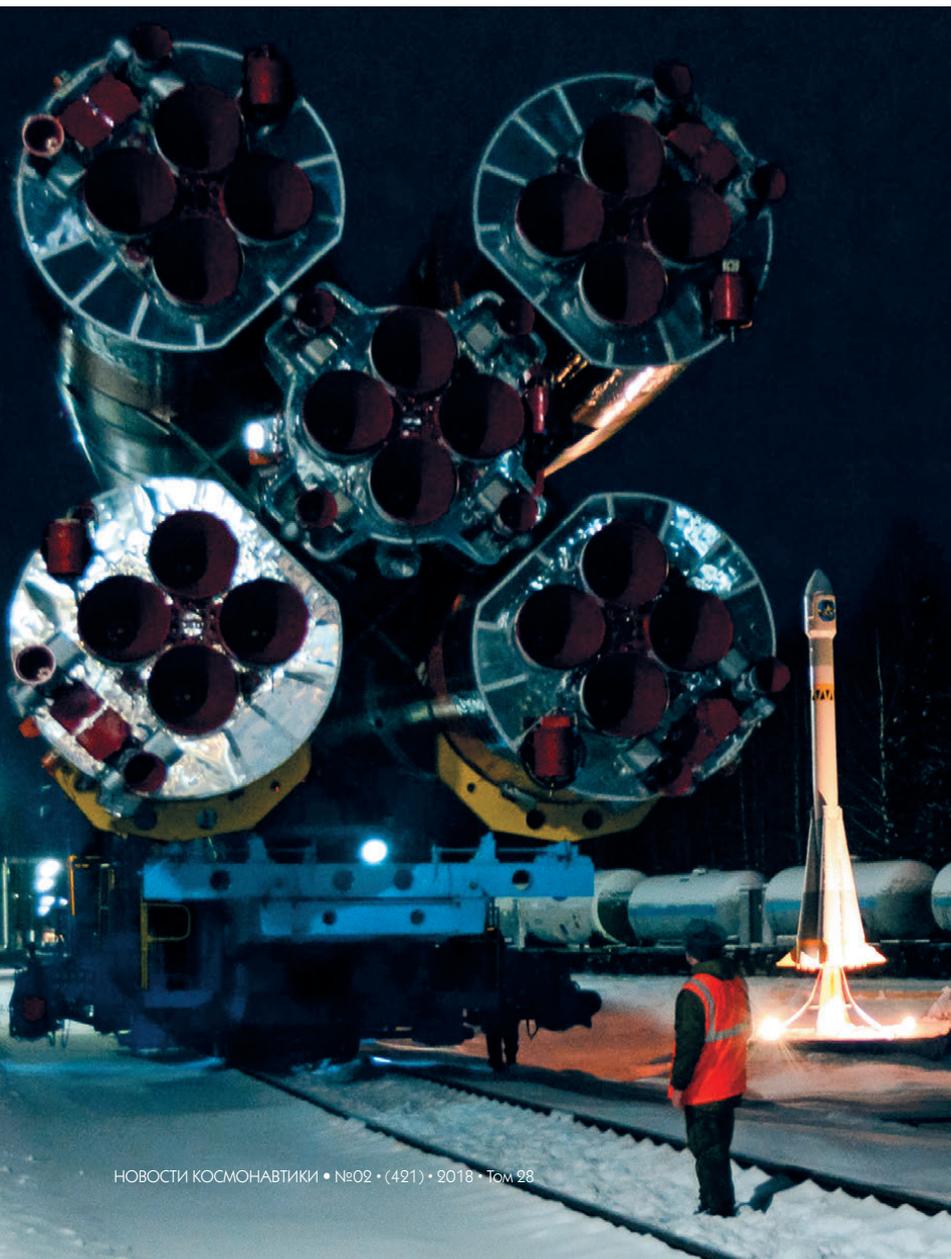
Окончательная дата старта стала известна 21 ноября из сообщения ТАСС, в котором со ссылкой на пресс-службу администрации Ямальского района Ямало-Ненецкого автономного округа утверждалось следующее: «Министерство обороны РФ сообщает, что 2 декабря (резерв – 3 декабря) с 15:30 до 16:30 часов местного времени (13:30–14:30 ДМВ) состоится пуск ракеты-носителя «Союз-2» с космическим аппаратом в интересах обороноспособности страны. Район падения ступени (окрестности факторий Порц-Яха, Хадыта) объявляется временно опасным. Просьба жителей, ведущих кочевой (полукочевой) образ жизни, соблюдать меры предосторожности, воздержавшись от посещения данной территории».

Согласно информации на сайте журналиста А. Зака, 30 ноября «Союз-2.1Б» был вывезен на стартовый комплекс. А 1 декабря комиссия, выясняющая причины аварийного запуска метеорологического спутника «Метеор-М» №2-1 с космодрома Восточный, который случился 28 ноября, пришла к выводу, что носитель «Союз-2.1Б» отработал штатно, и разрешила пуски ракет типа «Союз-2» согласно ранее утвержденному графику. Очевидно, что в первую очередь это касалось предстоящего пуска «Союза-2.1Б» с Плесецка. ■



Фото А. Красильникова

ЗАПУСК КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ



Владимир Юрченко [jurchenk-vladimir@rambler.ru](mailto:jurchenk-vladimir@rambler.ru)

# Китайские разведчики суши «Двое из ларца, одинаковых с лица»



И. Лисов.  
«Новости космонавтики»

3 декабря в 12:11:14.524 по пекинскому времени (04:11:15 UTC) со стартового комплекса №94 Центра космических запусков Цзюцюань произведен успешный пуск РН «Чанжэн-2Д» (CZ-2D №Y47) со спутником разведки суши №1.

23 декабря в 12:14:26.237 по пекинскому времени (04:14:26 UTC) со стартового комплекса №94 Центра космических запусков Цзюцюань произведен успешный пуск РН «Чанжэн-2Д» (CZ-2D №Y48) со спутником разведки суши №2.

Оба КА были выведены на солнечно-синхронные орбиты высотой 496 км с прохождением нисходящего узла около 10:30 по местному времени. Номера и международные обозначения двух спутников, присвоенные им в каталоге Стратегического командования США, а также начальные параметры их орбит приведены в таблице. Вторые ступени РН CZ-2D не были обнаружены на орбите, но найдены малоразмерные фрагменты, связанные с моментами отделения от них спутников: четыре в первом случае и три во втором.

Расчетная продолжительность выведения в обоих случаях составила 638 сек. Внутренние обозначения пусков были «операция 01-84» и «операция 01-85» соответственно.

Общие данные на два первых КА серии LKW

КА	Номер	Межд. обозн	Параметры начальной орбиты			
			i	Нр, мин	На, мин	Р, мин
LKW №1	43034	2017-077A	97.462°	496.9	518.0	94.595
LKW №2	43080	2017-084A	97.460°	497.6	518.5	94.599

Процесс выведения КА контролировался наземными станциями Дунфэн (измерительный пункт полигона Цзюцюань), Вэйнань, Сичан (полигонный измерительный пункт), Санья и новой станцией Мэнхай (勐海) в юго-западной части провинции Юньнань.

Название «спутник разведки суши» является дословным переводом китайского описательного наименования 陆地勘查卫星, что читается как *луди каньча вэйсин*, записывается латиницей как *ludi kancha weixing* и сокращается до LKW. Первые два иероглифа обозначают сушу как противоположность морю, два следующих имеют смысл «изыскания, разведка недр», а последняя пара уже хорошо знакома читателям НК и означает «спутник».

В сообщениях о запусках агентства Синьхуа и корпоративной газеты «Чжунго хантянь бао» утверждается, что спутники предназначены «главным образом для дистанционного зондирования земельных ресурсов». Их разработчиком названа Космическая спутниковая компания «Дунфанхун». Оптико-электронная полезная нагрузка КА, очевидно, разработана в Пекинском исследовательском институте космического машиностроения и электроники (BISME, «508-й институт»). Отсутствие какого-либо внятного описания или характеристик спутников говорит об их разведывательном назначении.

Первое неофициальное сообщение о предстоящем старте CZ-2D с Цзюцюаня появилось 18 ноября. Отталкиваясь от типа ракеты и ее «послужного списка», эксперты выдвинули два предположения о характере полезного груза: либо спутник обзорной оптико-электронной разведки типа «Цзяньбин-6» (четыре таких КА было запущено в 2007–2010 гг.), либо аппарат детальной разведки типа «Яогань-24» (три старта в 2014–2016 гг., обозначение у военного заказчика неизвестно)\*.

Однако 30 ноября на китайском сайте spaceflightfans.cn неожиданно появилась информация, что запускаемое изделие называется «спутник разведки земельных ресурсов» и что он будет частью одноименной группировки, включающей в общей сложности четыре КА на орбитах высотой около 500 км.

1 декабря были заявлены районы падения первой ступени и головного обтекателя, причем сразу под два пуска – 3 и 23 декабря, чего ранее никогда не делалось. Наблюдателям даже показалось, что это может быть ошибка – дублирование одной и той же пары заявок с разными датами. Тем не менее оба пуска состоялись в строгом соответствии с заявленными таким способом датами и с «утекшими» названиями и орбитами. Единственное, что не было подтверждено, – это альтернативные названия «Яогань-31» и «Яогань-32» для двух первых спутников новой группировки.

Первоначальный прогноз оказался верным в части состава кооперации, которая спроектировала, изготовила и запустила спутники LKW: как и в случае «Цзяньбин-6»

и «Яогань-24», за аппарат отвечала компания «Дунфанхун», за полезную нагрузку – 508-й институт, а за носитель – Шанхайская исследовательская академия космической техники. Однако два новых КА были выведены на орбиту условной средней высотой 496 км, а не 645 км, как у упомянутых выше спутников. LKW-1 и LKW-2 были запущены по отдельности, но практически в одну и ту же плоскость, и уже к 31 декабря были разведены вдоль орбиты на 180°. Витки наземной трассы второго КА в группе ложатся теперь посередине между витками первого, увеличивая вдвое частоту просмотра земной поверхности.

29 декабря на сайте spaceflightfans.cn появилась информация об испытаниях полезной нагрузки LKW-2. Ее источником назван 508-й институт, однако найти соответствующий текст на каком-либо официальном сайте не удалось. В сообщении сказано, что спутник оснащен камерой высокого разрешения, созданной в Пекинском исследовательском институте космического машиностроения и электроники. Поздно вечером 26 декабря эта камера начала съемку, и 27 декабря в 02:28:33 пекинского времени были приняты первые изображения\*\*. Сообщается, что несколько десятков полученных снимков в панхроматическом и мультиспектральном диапазоне суммарным объемом около 100 Гбайт имели высокое качество и что они позволили проверить работу сборки фокальной плоскости, провести в течение 30 минут грубую подстройку фокуса с использованием специально разработанного алгоритма и разработать программу точной фокусировки камеры. Персонал 508-го института совместно с заказчиком продолжает участвовать в орбитальных испытаниях и приемке двух первых КА и с нетерпением ждет запуска двух следующих\*\*\*.

В телерепортажах о двух проведенных запусках было представлено компьютерное изображение КА, выполненного в виде шестиугольной призмы с тремя откидными панелями солнечных батарей у зенитного основания и камерой с апертурой большого диаметра вдоль продольной оси. Ранее такие формы не ассоциировались ни с одним запуском КА китайского производства, за исключением аппарата оптической съемки из группировки «Цзилинь-1» другого разработчика. Понятно, что модель не может замаскировать фотоаппарат, но нам придется строить версии на той основе, которая имеется.

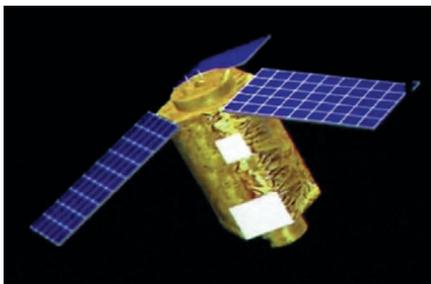
Итак, внешне новые китайские аппараты весьма похожи на французские Pleiades (платформа Astrosat-1000) или южнокорейский Kompsat-3 – спутники, также весьма сходные и между собой. При практически равных массах (970–980 кг) и близких значениях высоты солнечно-синхронной орбиты (698 и 688 км соответственно), имея различ-

\* Некоторые эксперты почему-то до сих пор считают, что названные спутники с заявленным разрешением 2 м и 0.5 м – это одно и то же.

\*\* Моделирование показало, что в этот момент КА входил в зону радиовидимости китайской наземной станции Карачи в Пакистане.

\*\*\* LKW-3 был успешно запущен 13 января 2018 г.

Владимир Юрченко jurchenk-vladimir@rambler.ru



ные оптические системы и приемники изображения, француз и кореец, тем не менее, ведут съемку с одинаковым пространственным разрешением – 0.70 м в панхроматическом диапазоне и 2.80 м в четырех мульти-спектральных каналах. Для французского КА заявлена возможность передискретизации данных при наземной обработке с доведением пространственного разрешения до 0.50 м.

Оба КА характеризуются как «гибкие» (agile), что точнее было бы перевести как «поворотливые», то есть они могут быстро перенацеливаться с одного объекта съемки на другой. На французском аппарате развороты со скоростью до 60° за 25 секунд обеспечиваются гироскопами в качестве исполнительных органов. Для южнокорейского такой вариант при проектировании также рассматривался, но для реализации выбрали маховики с высоким угловым моментом.

Отметим, что два КА Pleiades работают на орбите с местным временем нисходящего узла 10:30 и разведены вдоль нее на 180°, то есть группировка из двух LKW воспроизводит именно эту структуру.

Теперь попытаемся наложить на эти факты историю китайских разработок в области КА наблюдения. Известно, что китайская «гибкая» платформа CAST-3000, анонсированная в июле 2011 г., была разработана компанией «Дунфанхун» и характеризуется следующими основными данными: собственная масса – 300–400 кг, масса полезной нагрузки – 380 кг и выше, мощность системы электропитания – от 945 до 1148 Вт, углы отклонения от надир по тангажу и крену  $\pm 45^\circ$ , длительность разворота на угол 60° – 30 секунд, расчетный срок службы – 5 лет.

Первым экспериментальным КА на базе CAST-3000 стал «Шиянь-5», выведенный 25 ноября 2013 г. носителем CZ-2D на орбиту высотой 747 км (НК №1, 2014). Вероятно, именно на нем была опробована новая реализация системы управления с гироскопами в качестве исполнительных органов.

Положительные результаты летных испытаний позволили завершить разработку спутников высокодетального наблюдения типа «Яогань-24», запущенных 20 ноября 2014 г., 14 сентября 2015 г. и 15 мая 2016 г.



Боковой ветвью основного проекта является спутниковая платформа CAST-3000B, созданная как облегченный вариант базовой CAST-3000 с высокой степенью интеграции, что позволило снизить ее массу почти на 50%. На ее базе изготовлены и запущены 28 декабря 2016 г. и 9 января 2018 г. две пары коммерческих спутников высокодетального наблюдения «Гаоцин-1» с разрешением 0.50 м при съемке с высоты 529 км. Меньшая масса КА и более стандартная форма («кубик» с трубой оптико-электронной системы) позволила запустить по два спутника одним носителем.

ракетами CZ-2D на орбиты высотой 642 км. О втором из них, получившем в порядке латинизации гражданское наименование «Гаофэнь-9», было заявлено, что это первый в Китае быстро перенацеливаемый спутник дистанционного зондирования Земли, обеспечивающий съемку с разрешением до 0.5 м в панхроматическом и 2.0 м в мульти-спектральном диапазоне.

Сообщалось также, что административным руководителем и главным конструктором КА этой серии является Чжао Цзянь (赵健), а главным конструктором бортового оптико-электронного комплекса и заместителем главного конструктора спутника – Цао Дунцин (曹东晶). Последний, выступая 16 июня 2016 г. на Всемирной конференции геокосмических разработчиков WGDC, специально сравнил оптические системы GF-9 и французского КА Pleiades и отметил, что первая более компактна и имеет массу 170 кг против 210 кг у конкурента при, заметим, более высоком угловом разрешении.

Цао Дунцину в 2017 г. исполнилось 44 года. Он выпускник Тяньцзиньского университета и уже 23 года занимается созданием космических систем оптико-электронной съемки в 508-м институте, являясь в настоящее время его главным конструктором. В рамках государственного специального проекта «Система наблюдения Земли с высоким разрешением» («Гаофэнь») он был заместителем главного конструктора двух спутников и за время своей карьеры руководил разработкой шести типов космических камер, из которых пять к августу 2017 г. нашли свое применение на КА.

Цао Дунцин участвовал в создании китайско-бразильского спутника «Цзыюань-1», спутников мониторинга стихийных бедствий «Хуанцин-1A/1B» и океанографического аппарата «Хайян-1», а также новой панорамной камеры для КА «Цзыюань-1» №03.

Для спутника «Гаофэнь-2» под его руководством был создан съемочный комплекс с разрешением 0.8 м в панхроматическом и 3.2 м в мультиспектральном диапазоне, впервые использующий две оптические системы с большим относительным отверстием и ведущий съемку в полосе шириной 45 км.

В проекте «Яогань-24» («Гаофэнь-9») была впервые создана камера высокого разрешения для «гибкого» КА, что увеличило эффективность съемки в 3–5 раз при высоком качестве получаемых изображений. Она же, как мы полагаем, установлена и на спутниках LKW.

Цао Дунцин также руководил созданием камеры разрешением 0.5 м для коммерческой системы «Гаоцин-1», которую разработали за полтора года. Два спутника, выведенные на орбиту в декабре 2016 г., были сданы в эксплуатацию уже 17 апреля 2017 г.

Еще одной и очень важной разработкой стала камера для экспериментального КА «Шицзянь-17», который выведен на геостационарную орбиту и используется для наблюдения за другими спутниками.

В публикации о третьем в серии спутнике «Яогань-30» (НК №7, 2016) упоминалась реконструкция пекинского центра мониторинга и управления «для стабильной эксплуатации существующей системы и будущей – на основе серийных спутников».



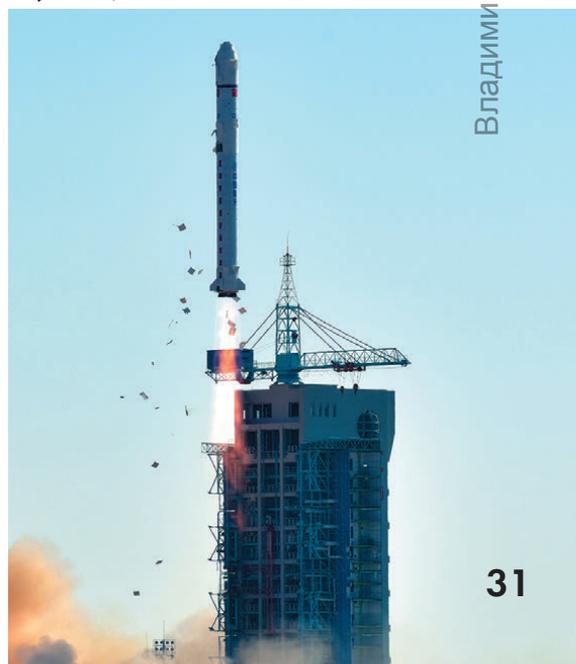
Пекинский исследовательский институт космического машиностроения и электроники (北京空间机电研究所, BISME, «508-й институт») приступил к созданию первой китайской космической фотосъемочной системы в ноябре 1967 г., и в ноябре 1976 г. она успешно отработала на китайском спутнике-фоторазведчике «Цзяньбин-1». Следующей важной разработкой стала космическая картографическая камера для КА «Цзяньбин-1А», а с начала 1990-х годов институт создал целую серию камер для оптико-электронного наблюдения, первую в Китае инфракрасную камеру, первую камеру высокого разрешения для работы на геостационарном КА и т.п. К июню 2016 г. 508-й институт создал 23 типа космических камер и поставил для 51 спутника дистанционного зондирования 127 комплектов аппаратуры.

Представляется, что LKW-1 и LKW-2 как раз и являются развитием линии «Яогань-24» и построены на платформе CAST-3000, адаптированной для работы на более низкой орбите. Такой «фокус» проделала недавно Южная Корея, которая отправила КА Kompsat-3A без замены оптико-электронной системы на орбиту высотой 528 км, при том что исходный Kompsat-3 работает на 688 км. Как следствие, пространственное разрешение было улучшено с 0.70 м до 0.55 м, а с применением передискретизации доводится до 0.40 м.

Мысленно переносим этот опыт на китайскую почву, получаем, что понижение орбиты КА типа «Яогань-24» с 642 км до 496 км при сохранении созданной для него оптико-электронной системы улучшает разрешение с 0.50 м до 0.39 м, а передискретизация позволяет достичь уровня 0.28 м.

В мае 2016 г. сообщалось, что Лэй Бинь (雷斌), директор 8-й лаборатории Института электроники Китайской АН, является заместителем главного конструктора системы данных проекта «Гаофэнь» и одновременно заместителем главного конструктора наземной системы или прикладной системы в пяти спутниковых проектах – «Яогань-24», «Малый гибкий спутник оптической съемки», «Спутник оптической съемки с разрешением 0.3 м», «Радиолокационный спутник с SAR с разрешением 0.3 м» и неназванный спутника, поставляемого на экспорт.

Реконструированный нами облик КА типа LKW неплохо накладывается на третий из перечисленных проектов. Верна ли эта интерпретация – покажут будущие события и публикации. ■



# Первый связной спутник Алжира

И. Лисов.  
«Новости космонавтики»



11 декабря в 00:40:04.230 по пекинскому времени (10 декабря в 16:40:04 UTC) со стартового комплекса №2 Центра космических запусков Сичан произведен успешный пуск РН «Чанчжэн-3В» (CZ-3В №Y40) с первым алжирским телекоммуникационным спутником Alcomsat-1.

Внутреннее обозначение пуска было «операция 867-32». Старт обеспечивали Сианьский центр мониторинга и управления спутниками и Китайская морская служба мониторинга и управления. Выдачу третьей ступени носителя второго импульса контролировали корабли «Юаньван-6» и «Юаньван-7», расположенные в Тихом океане по трассе полета.

Через 26 минут после пуска аппарат был выведен на близкую к расчетной геопереходную орбиту, параметры которой, по данным Промышленной компании «Великая стена» CGWIC, генерального подрядчика с китайской стороны, составили:

- наклонение – 26,4°;
- минимальная высота – 200 км;
- максимальная высота – 41991 км.

Американские средства обнаружили спутник на орбите наклонением 26,36° и высотой 215x41761 км с периодом обращения 748,3 мин. В каталог Стратегического командования США он был внесен под номером 43039 с международным обозначением 2017-078A.

Выполнив в течение шести суток пять больших орбитальных маневров и затем три малые коррекции, 18 декабря в 20:45 пекинского времени аппарат завершил доведение на геостационарную орбиту и был стабилизирован в точке 24,8° з.д., выделенной Алжиру Международным союзом электросвязи ИТУ. После этого были полностью развернуты рефлекторы антенн и прочие внешние элементы конструкции. На испытания, ввод КА в строй и передачу заказчику отведено от трех до шести месяцев.

Alcomsat-1 создан Китаем в рамках проекта сотрудничества двух стран в космосе и

является первым телекоммуникационным спутником Алжира. Он предназначен для телевизионного и радиовещания, связи в экстренных ситуациях, организации «электронного правительства», коммерческой связи, дистанционного обучения, широкополосного доступа, а также для передачи сигналов системы широкозонной коррекции в интересах спутниковой навигации.

Контракт на создание КА между Алжирским космическим агентством ASAL и компанией CGWIC как внешнеторговым агентом Китайской корпорации космической науки и техники CASC был подписан в декабре 2013 г. В соответствии с договором Китай отвечал за проектирование, изготовление, сборку, испытания, запуск и поставку спутника на орбите, строительство и оснащение в Алжире наземных станций для управления и применения КА. В сфере ответственности Алжира оставалось управление спутником на орбите и его использование.

Как объявил 18 декабря генеральный директор ASAL Аззедин Усседик (Azzedine Oussedik), проект Alcomsat-1 обошелся Алжиру более чем в 250 млн \$. В Китае прошли обучение 323 алжирских специалиста, из которых 156 получили профессиональное образование на уровне магистра или доктора философии, а 167 изучали технологию разработки космических средств.

Компания «Чжунго вэйтун цзитуань юсянь гунсы», она же China Satcom, в соответствии с заключенным еще в августе 2012 г. контрактом оказывала алжирской стороне консультационные услуги, включая оценку потребностей пользователей и координацию частотной заявки, которую подали в ИТУ 29 ноября 2012 г.

В июне 2014 г. Алжирское агентство по радиочастотам уведомило ИТУ о подписа-

▼ Нет более деликатного инструмента для сборки носителя, чем человеческие руки



нии контракта между ASAL и CGWIC с датой начала работ 17 сентября 2013 г., предварительной защитой проекта до конца декабря 2013 г., критической защитой проекта в апреле 2014 г., сборкой КА в феврале 2015 г. и запуском с Сичана в январе 2016 г. Этот сжатый сверх всякой меры график оказался нереальным. Правда, в апреле 2016 г. по китайскому телевидению показали собранный Alcomsat-1, который на тот момент планировалось запустить до конца года. В сентябре, однако, алжирская сторона сообщила, что старт состоится до конца июня 2017 г., а в апреле заявили еще об одной отсрочке – до конца 2017 г. В итоге спутник был доставлен на полигон 7 ноября, а пуск состоялся в ночь на 11 декабря 2017 г.

11 декабря по случаю запуска КА Alcomsat-1 председатель КНР Си Цзиньпин и президент Алжира Абдельазиз Бутефлика обменялись поздравительными телеграммами. В послании китайского лидера отмечалось, что проект Alcomsat-1 является важным проявлением полноценного стратегического партнерства с Алжиром в преддверии 60-летия установления дипломатических отношений между КНР и Временным правительством Алжирской Республики 20 декабря 1958 г.

Аппарат разработан и изготовлен Китайской исследовательской академией космической техники CAST (в составе CASC) на базе спутниковой платформы DFH-4. Стартовая масса КА – 5225 кг. Электропитание мощностью до 10,5 кВт обеспечивается двумя панелями солнечных батарей размахом 26 м. Расчетный срок службы КА – 15 лет. Главным конструктором спутника является Ван Шибо (王世波), административным руководителем – Сяо Интин (肖应廷).

По официальным данным китайской стороны, полезная нагрузка КА включает 33 транспондера: 19 – на диапазон Ku (14/11 ГГц), 12 – на диапазон Ka (30/20 ГГц) и два комбинированных – на диапазон S/L, а также семь антенн, включая три приемные и четыре передающие.

Ретрансляторы диапазона Ka обеспечивают широкополосный интернет-доступ в пределах территории Алжира со скоростями до 20 Мбит/с. Суммарная пропускная способность спутника составляет 3,2 Гбит/с. На картах покрытия, опубликованных алжирской стороной, территория республики покрыта в Ka-диапазоне 10 зонами, образуемыми бортовой многолучевой антенной. В частотной заявке фигурируют 10 каналов «Земля–КА» и девять каналов «КА–Земля» шириной по 250 МГц. В описании спутника, однако, говорится, что полезная нагрузка Ka-диапазона включает 12 транспондеров и две антенны, которые формируют восемь пользовательских лучей и один луч, направленный на шлюзовую станцию, с целью обеспечения высокоскоростными широкополосными услугами.

Девять транспондеров диапазона Ku предназначены для цифрового телевизионного и радиовещания, что позволит

Владимир Юрченко jurchenko@rambler.ru



перевести алжирские программы с ныне используемых спутников Astra и Nilesat на отечественный борт. Ко 2 января радионаблюдениями были установлены девять пар каналов Ku-диапазона стандартной ширины 36 МГц (частоты от 12 160 до 12 480 МГц) с горизонтальной и вертикальной поляризацией и две пары каналов шириной 54 МГц (от 12 530 до 12 710 МГц).

Остальные транспондеры этого диапазона обеспечивают фиксированную связь и среднескоростное обслуживание абонентов (2 Мбит/с) на территории Алжира, Марокко, Мавритании, Западной Сахары, Мали, Нигера, Буркина-Фасо, северной части Чада, Туниса, Ливии и Египта. Суммарно 19 транспондеров Ku-диапазона с учетом двух направлений поляризации образуют 38 каналов.

Два транспондера C/L предназначены для передачи на территорию Алжира и прилегающих стран Северо-Западной Африки

и Западной Европы широкозонных навигационных поправок к сигналам спутниковых навигационных систем GPS и Galileo. Судя по частотной заявке, сигнал передается на КА на частотах 6690.42, 6694.42 и 6698.42 МГц; 6639.45, 6659.45 и 6679.45 МГц C-диапазона и ретранслируется пользователям на стандартных частотах 1575.42 и 1176.45 МГц (частоты B1 и B2a, соответствующие американским L1 и L5 соответственно).

По данным сайта menadefense.net, КА также должен обслуживать Вооруженные силы и государственные структуры Алжира связью в диапазонах X, UHF (УКВ) и EHF. Официальными источниками эта информация не подтверждена.

Компания зарубежного строительства 12-го управления Китайской корпорации железнодорожного строительства построила две наземные станции – основную в Бушауи (Bouchaoui) в окрестностях столицы Алжира и запасную Бугезуль (Boughezoul) в провинции Медеа. Каждая станция имеет в своем составе центр управления и центр эксплуатации КА Alcomsat.

Поскольку рабочая позиция КА не

видна с территории КНР, для управления спутником на последнем этапе дрейфа в точку стояния использовались алжирские станции и, возможно, китайские станции в Карачи (Пакистан) и Свакопмунде (Намибия).

Сообщается, что Alcomsat-1 стал 20-м запущенным спутником на платформе DFH-4 и девятым изготовленным на экспорт. Как заявил административный руководитель проекта и глава подразделения телекоммуникационных спутников CAST Сяо Интин, при его создании были предприняты серьезные усилия по импортозамещению, в результате которых более 95% компонентов КА – китайского производства. Китайскими, например, являются все блоки в приемной части полезной нагрузки, в том числе приемники и маломощные усилители диапазонов Ku, Ka и C/L. ■



## Вторая четверка «Галилео» на «Ариане»

А. Красильников.  
«Новости космонавтики»

12 декабря в 15:36:14 по местному времени (18:36:14 UTC) со стартового комплекса ELA3 Гвианского космического центра (ГКЦ) специалисты компании Arianespace выполнили пуск ракеты-носителя Ariane 5 ES (заводской номер L595, полет VA240) с четырьмя европейскими эксплуатационными навигационными спутниками Galileo FOC FM15, 16, 17, 18 (блок аппаратов Galileo FOC M7).

Выведение аппаратов на целевую круговую орбиту высотой 23 000 км прошло штатно. В 19:12 от второй ступени носителя отделились спутники FM15 и 17, в 19:32 – FM16 и 18. Они были переданы на управление Европейскому агентству глобальных навигационных спутниковых систем GSA.

В таблице приведены номера и международные обозначения аппаратов, а также параметры их начальных орбит по данным Стратегического командования США.

Наименование	Номер	Межд. обозн.	Параметры орбиты			
			i	Нр, км	На, км	P, мин
Galileo FOC FM15	43055	2017-079A	57.02°	22907	22946	832.1
Galileo FOC FM16	43056	2017-079B	57.02°	22911	22921	831.6
Galileo FOC FM17	43057	2017-079C	57.02°	22889	22910	830.9
Galileo FOC FM18	43058	2017-079D	57.02°	22897	22915	831.2

Для большей путаницы спутники Galileo FOC FM15, 16, 17, 18 имеют системные названия (GSAT0215, 0216, 0217, 0218), номера (21, 25, 27, 31) и коды (2C5, 2C6, 2C7, 2C8), а также порядковые (GalileoSat-19, -20, -21, -22) и собственные имена (Nicole, Zofia, Alexandre, Irina – в честь детей – победителей соответ-

ствующего конкурса из Австрии, Польши, Португалии и Румынии).

Это был 240-й пуск носителя семейства Ariane, 96-й – ракеты типа Ariane 5 (в том числе 82-й успешный подряд) и седьмой – в варианте Ariane 5 ES. Кроме того, это был второй старт «Ариана» с четырьмя аппаратами Galileo FOC. Первый такой пуск состоялся в ноябре 2016 г. (НК № 1, 2017, с.44-45). А до этого 14 спутников Galileo (четыре тестовых Galileo IOV и десять штатных Galileo FOC) были выведены семью российскими ракетами «Союз-СТ-Б» из ГКЦ. К сожалению, первые два аппарата Galileo FOC в августе 2014 г. из-за аварии разгонного блока «Фрегат-МТ» оказались на нерасчетных эллиптических орбитах (НК № 10, 2014, с.31-36).

Контракт между Arianespace и ЕКА на запуск 12 спутников Galileo FOC тремя носителями Ariane 5 ES был подписан в августе 2014 г. Тогда предполагалось, что первый пуск состоится в 2015 г.

Запущенные аппараты произведены немецкой компанией OHB System по договору с ЕКА, который был заключен в феврале 2012 г. и предусматривал изготовление второй партии, состоящей из восьми спутников Galileo FOC. Первая партия из 14 аппаратов Galileo FOC была произведена OHB System по контракту с ЕКА, подписанному в январе 2010 г., и запущена в 2011–2016 гг. Полезную нагрузку для всех спутников сделала британская фирма SSTL.

Стартовая масса каждого аппарата Galileo FOC составляла 715 кг, гарантийный срок активного существования – более 12 лет.



### Проблемы со стандартами частоты

Первоначально запуск намечался на 9 августа 2017 г., однако его пришлось отложить на три месяца из-за отказов бортовых стандартов частоты на пяти из 18 работающих на орбите спутников Galileo. Благодаря резервированию отказы не отразились на функционировании аппаратов, которые продолжают предоставлять навигационные услуги.

Напомним, что полезная нагрузка каждого Galileo включает два стандарта частоты (атомные часы) на пассивном водородном мазере PHM и два рубидиевых стандарта частоты RAFS. Несложно подсчитать, что в сумме на 18 спутниках находятся 72 стандарта частоты.

Орбитальная группировка системы Galileo						
Дата запуска	Наименование	Обозначение	SVN	PRN	Позиция	Дата ввода в систему
12.12.2017	Galileo FOC FM18	GSAT0218	31	E31	A01	На этапе ввода
24.05.2016	Galileo FOC FM10	GSAT0210	01	E01	A02	01.12.2016
12.12.2017	Galileo FOC FM15	GSAT0215	21	E21	A03	На этапе ввода
12.12.2017	Galileo FOC FM17	GSAT0217	27	E27	A04	На этапе ввода
11.09.2015	Galileo FOC FM06	GSAT0206	30	E30	A05	28.01.2016
24.05.2016	Galileo FOC FM11	GSAT0211	02	E02	A06	01.12.2016
12.12.2017	Galileo FOC FM16	GSAT0216	25	E25	A07	На этапе ввода
11.09.2015	Galileo FOC FM05	GSAT0205	24	E24	A08	28.01.2016
27.03.2015	Galileo FOC FM04	GSAT0204	22	E22	B03	04.12.2015 [1]
21.10.2011	Galileo IOV PFM	GSAT0101	11	E11	B05	10.12.2011
21.10.2011	Galileo IOV FM2	GSAT0102	12	E12	B06	16.01.2012
27.03.2015	Galileo FOC FM03	GSAT0203	26	E26	B08	03.12.2015
17.11.2016	Galileo FOC FM14	GSAT0214	05	E05	C01	29.05.2017
17.12.2015	Galileo FOC FM09	GSAT0209	09	E09	C02	22.04.2016
17.11.2016	Galileo FOC FM13	GSAT0213	04	E04	C03	09.08.2017
12.10.2012	Galileo IOV FM3	GSAT0103	19	E19	C04	01.12.2012
12.10.2012	Galileo IOV FM4	GSAT0104	20	E20	C05	12.12.2012 [2]
17.11.2016	Galileo FOC FM07	GSAT0207	07	E07	C06	29.05.2017
17.12.2015	Galileo FOC FM08	GSAT0208	08	E08	C07	22.04.2016
17.11.2016	Galileo FOC FM12	GSAT0212	03	E03	C08	01.08.2017
22.08.2014	Galileo FOC FM01	GSAT0201	18	E18	Ext01	На испытаниях [3]
22.08.2014	Galileo FOC FM02	GSAT0202	14	E14	Ext02	На испытаниях [3]

SVN – системный номер, PRN – код навигационного сигнала.

[1] – временно выведен из эксплуатации с 08.12.2017.

[2] – временно выведен из эксплуатации с 27.05.2014.

[3] – находится на нерасчетной орбите.



Водородный и рубидиевый стандарты производятся одной и той же компанией – швейцарской SpectraTime.

Так вот в январе 2017 г. ЕКА объявило, что в девяти летающих часах (12,5% от общего количества) возникли неисправности, которые привели к их полному отказу. А именно: за последние несколько месяцев перестали работать три стандарта RAFS на двух спутниках Galileo FOC, а за последние два года отказали шесть часов PHM: пять – на трех тестовых аппаратах Galileo IOV и один – на Galileo FOC. При этом ни на одном спутнике не вышло из строя более двух стандартов. Вот такая математика!

Дабы читателю не потеряться – поясним. На одном Galileo FOC не работают оба стандарта RAFS, на другом – один RAFS и один PHM. На двух Galileo IOV не функционируют оба PHM, а на третьем – один PHM. Анализ таблицы текущего состояния орбитальной группировки системы Galileo, опубликованной на сайте агентства GSA, позволяет сделать вывод, что оба PHM не работают на аппаратах Galileo IOV PFM и Galileo IOV FM4, запущенных в 2011–2012 гг.

Расследование, проведенное ЕКА, показало, что в стандартах RAFS использовался недорогой электронный компонент, который стал восприимчив к коротким замыканиям из-за особенностей процедуры его наземных испытаний.

В итоге данный компонент был заменен другим во всем наземном заделе рубидие-

вых стандартов, в том числе на готовящихся к декабрьскому запуску спутниках. Оставшиеся здоровыми летающие часы RAFS, судя по сообщению ЕКА, тестируются на Земле по другому принципу, но во избежание отказов на них изменили режим работы.

Примечательно, что аналогичные рубидиевые стандарты применяются на всех аппаратах IRNSS индийской региональной навигационной спутниковой системы NavIC и части спутников китайской глобальной навигационной спутниковой системы «Бэйдоу». В июле 2016 г. стало известно о выходе из строя всех трех часов RAFS на аппарате IRNSS-1A, в результате чего тот более не мог использоваться для определения местоположения и был способен только передавать навигационные сообщения (НК № 10, 2017, с.51).

Как считают специалисты, к отказам двух водородных стандартов PHM привело низкое значение одного из эксплуатационных параметров при их включениях и выключениях. ЕКА не раскрыло, какого именно параметра, но речь может идти о температуре, напряжении или токе.

Выходу из строя остальных четырех часов могло помешать их долгое нахождение в выключенном режиме в качестве холодного резерва, ведущее к отказу при запуске вследствие изменения характеристик. Стоит отметить, что еще один водородный стандарт (седьмой по счету) на Galileo FOC специалистам все-таки удалось привести в чувство.

Все вышеуказанные «болезни» были вылечены путем модернизации задела стандартов PHM на Земле и сменой процедуры включения/выключения питания на летающих часах.

«Мы уверены, что [принятые] меры очень хороши, для нас проблема часов решена», – подвел итог огромной работе перед пуском 12 декабря руководитель программы Galileo Пауль Верхуф (Paul Verhoef).

Как бы там ни было, спутники Galileo FOC FM15 и 16 были доставлены во Французскую Гвиану 18 сентября, а FM17 и 18 – 17 октября. Сборка ракеты космического назначения Ariane 5 ES была завершена 1 декабря в корпусе BAF, и спуща десять дней ее вывезли на стартовый комплекс ELA3.

### Первый год эксплуатации системы Galileo

За время, прошедшее с запуска первой четверки спутников Galileo на «Ариане» в ноябре 2016 г., в жизни европейской навигационной системы произошли важные события.

Во-первых, в декабре 2016 г. система стала предоставлять первоначальные услуги своим потребителям. Во-вторых, тогда же агентство GSA заключило соглашение на сумму 1,5 млрд евро со Spacelord – совместным предприятием итальянской фирмы Telespazio и Германского центра авиации и космонавтики DLR, которое будет исполнять функции оператора системы Galileo. В-третьих, в июле 2017 г. контроль над системой перешел от ЕКА к GSA.

1 декабря 2016 г. были введены в эксплуатацию спутники Galileo FOC FM10 и 11, запущенные в мае 2016 г. (НК № 7, 2016, с.15-16). Аппараты из первой четверки, выведенные на орбиту «Арианом», начали работать по целевому назначению по очереди: 29 мая 2017 г. – Galileo FOC FM07 и FM14; 1 августа – FM12; 9 августа – FM13. 8 декабря спутник Galileo FOC FM04 по непонятным управленческим причинам был отправлен в резерв.

Аппараты, запущенные 12 декабря, выведены в орбитальную плоскость А системы. Их ввод в эксплуатацию планируется примерно через полгода. Таким образом, плоскость А, как и ранее плоскость С, теперь полностью заполнена аппаратами.

По состоянию на 31 декабря 2017 г., в состав орбитальной группировки системы Galileo входят 22 спутника, из которых 14 работают по целевому назначению, четыре находятся на этапе ввода в эксплуатацию, два временно не функционируют и два проходят испытания на нерасчетных орбитах.

Экспериментальные спутники GIOVE-A и GIOVE-B, запущенные соответственно в 2005 г. и 2008 г. ракетами «Союз-ФГ» с разгонными блоками «Фрегат» с космодрома Байконур, прекратили передавать навигационные сигналы в 2012 г. Тем не менее они продолжают функционировать. В частности, в ходе поиска причин проблем со стандартами частоты рубидиевые часы RAFS были успешно включены на GIOVE-A после длительного перерыва.

Аппарат Galileo IOV FM4, временно выведенный из эксплуатации еще в 2014 г., имеет проблему с антенной и может работать только на одной частоте. Спутники Galileo FOC FM01 и 02, находящиеся на испытаниях на нерасчетных орбитах, в дальнейшем планируется включить в работу и использовать по целевому назначению.

Следующая четверка спутников, запуск которой «Арианом» намечается в июле 2018 г., завершит заполнение плоскости В системы.

В июне 2017 г. между ЕКА и компанией OHB System был заключен договор на сумму 324 млн евро на изготовление третьей партии из восьми спутников Galileo FOC. В октябре в дополнение к ним было заказано еще четыре аппарата на сумму 157,75 млн евро. Все 12 спутников планируется сделать к 2020 г. Таким образом, общее количество аппаратов Galileo FOC, которое предстоит произвести OHB System, достигло 34 штук.

В период с декабря 2020 г. по июнь 2021 г. предполагается запуск первых четырех аппаратов из третьей партии с помощью двух новых ракет Ariane 62. Данное соглашение между ЕКА и компанией Arianespace было достигнуто в сентябре 2017 г. Если носители не будут готовы, то ЕКА задействует резерв – российскую ракету «Союз-СТБ». Окончательный выбор планируется сделать к концу 2018 г.

Штатный состав космического сегмента системы будет состоять из 30 спутников – 24-х работающих (по восемь в каждой из трех плоскостей) и шести резервных (по два в каждой плоскости). Планируется, что система Galileo начнет предоставлять полный перечень услуг своим потребителям в 2020 г. ■



# «Окраска» для прогнозирования климата Земли и технологический демонстратор «Ласточка»

**Е. Рыжков.**  
«Новости космонавтики»

23 декабря в 10:26:22 по токийскому времени (01:26:22 UTC) с первой пусковой установки комплекса Йосинобу Космического центра Танэгасима стартовые расчеты фирмы MHI (Mitsubishi Heavy Industries Ltd.) при участии Японского агентства аэрокосмических исследований JAXA осуществили пуск ракеты-носителя H-IIA (тип 202, №F37) со спутниками GCOM-C1 для мониторинга изменений климата Земли и SLATS для экспериментальной работы на сверхнизких орбитах.

По традиции обоим КА были присвоены личные имена – «Сикисай» (しきさい, Shikisai, по-японски «цвет», «расцветка», «окраска») и «Цубамэ» (つばめ, Tsubame, «ласточка») соответственно. Интересно, что под именем Tsubame с тем же значением уже был запущен один японский аппарат – микроспутник Токийского технологического института на РН «Днепр» 6 ноября 2014 г.

**Табл. 1. Фактическая циклограмма запуска GCOM-C1 и SLATS**

Время* (мин:сек)	Событие
00:00	Старт
01:32	Завершение работы двух твердотопливных ускорителей
01:46	Отделение твердотопливных ускорителей
03:59	Сброс головного обтекателя
06:31	Выключение двигателя первой ступени MECO
06:39	Разделение ступеней
06:48	Первое включение двигателя второй ступени SEL11
14:58	Выключение двигателя второй ступени SECO1
16:13	Отделение GCOM-C1
57:39	Второе включение двигателя второй ступени SEL12
57:46	Выключение двигателя второй ступени SECO2
59:47	Сброс стыковочного адаптера для SLATS
1:45:39	Третье включение двигателя второй ступени SEIG3i в режиме малой тяги
1:46:50	Выключение двигателя второй ступени SECO3
1:47:59	Отделение SLATS

\* По результатам быстрого послеполетного анализа.

Полет носителя прошел в штатном режиме в соответствии с циклограммой, приведенной в таблице 1. За 14 мин 58 сек вторая ступень РН достигла околокруговой орбиты высотой 792 км, на которой через 16 мин 13 сек после старта был отделен основной аппарат GCOM-C. Примерно через полвитка ступень выполнила второе включение на торможение продолжительностью 7 сек, в результате которого перигей орбиты был понижен до 455 км. На этой промежуточной орбите был сброшен адаптер DPAF, на котором при запуске был установлен основной КА. Наконец, на 106-й минуте полета вблизи перигея двигатель был включен в третий раз в режиме малой тяги на 71 сек и понизил апогей до 629 км. Через 1 час 47 мин 59 сек от момента старта от ступени был отделен КА SLATS.

Номера и международные обозначения аппаратов и других объектов пуска 23 декабря, присвоенные им в каталоге Стратегического командования США, а также параметры начальных орбит приведены в таблице 2.

Сигналы о штатном раскрытии панели солнечных батарей (СБ) основного спутника были приняты станцией слежения Мингенев (Mingenew), базирующейся в штате Западная Австралия и принадлежащей Шведской космической корпорации. В 12:54 токийского времени станция слежения в г. Сантьяго (Чили) подтвердила раскрытие солнечных

**Табл. 2. Баллистические результаты пуска**

Наименование	Номер	Межд. обозн.	Параметры орбиты			
			i	Нр, км	На, км	P, мин
GCOM-C1	43065	2017-082A	98.70°	784.0	799.7	100.76
Фрагмент	43069	2017-082E	98.52°	736.9	796.4	100.22
Адаптер	43067	2017-082C	98.06°	455.8	802.0	97.33
SLATS	43066	2017-082B	98.32°	450.6	636.1	95.57
2-я ступень	43068	2017-082D	98.33°	454.1	643.8	98.68

батарей и построение штатной ориентации на Землю спутником SLATS.

27 октября JAXA объявило, что пуск H-IIA со спутниками GCOM-C1 и SLATS будет выполнен в период с 23 декабря по 31 января с ежесуточным стартовым окном с 10:26:22 до 10:48:22 токийского времени. Старт был произведен по расписанию – никаких «сдвигов вправо» не случилось.

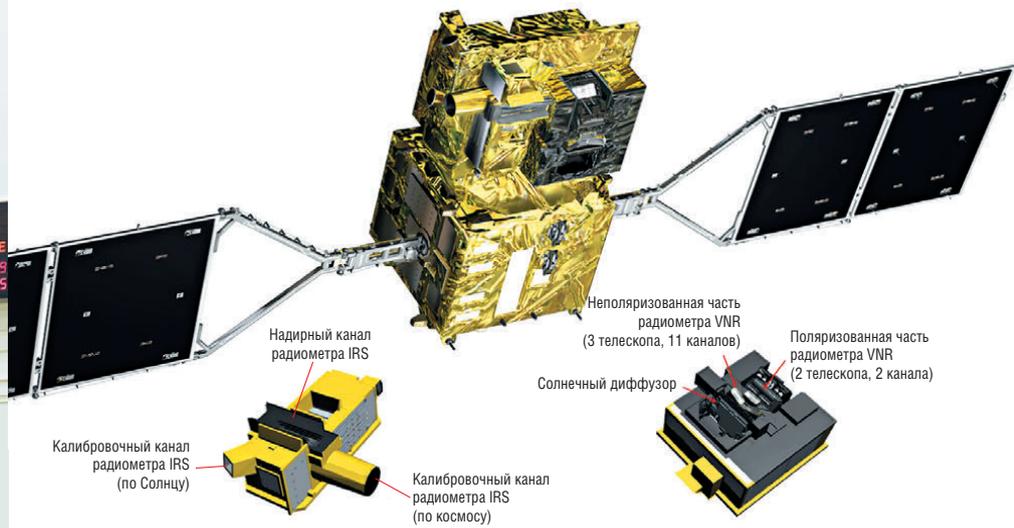
Отметим, что 2017 год выдался самым «результативными» для носителя H-IIA – шесть пусков за год. Ранее особо «продуктивными» годами были 2006 и 2014 гг., когда носитель летал по четыре раза.

### «Сикисай»

GCOM-C1 создан в рамках программы мониторинга глобальных изменений GCOM (Global Change Observation Mission), которую реализует Японское аэрокосмическое агентство JAXA. Она имеет целью долгосрочные (на протяжении 10–15 лет) глобальные измерения геофизических параметров океанов и атмосферы, раскрывающих механизмы климатических изменений.

Первый аппарат в рамках этой программы был запущен 18 мая 2012 г. под обозначением GCOM-W1 и с личным именем «Сидзуку» (Shizuku, «капля»; HK №7, 2012, с.34-38). Он был ориентирован на изучение круговорота воды в природе и поэтому имел в своем названии букву W (water).

Второй спутник создан с целью изучения климатических тенденций и поэтому называется GCOM-C1 (от climate). Проект был утвержден Комиссией по космической деятельности в декабре 2009 г. Первоначально запуск GCOM-C1 стоял в плане на 2013 год; на 2016 и 2017 гг. планировались запуски второй пары, а на 2020 и 2021 гг. – третьей. Однако критическая защита проекта состоя-



ществлять наблюдения в 19 каналах от ближнего ультрафиолета до теплового инфракрасного диапазона (0.38–12 мкм) и обладающая специфическим функционалом: поляризация волн, разнонаправленность и т.д.

Аппаратура SGLI является развитием устройства формирования глобальных изображений GLI (Global Imager), работавшего на японском спутнике мониторинга Земли «Мидори-2» (ADEOS II – Advanced Earth Observing Satellite 2; Midori 2, «зеленый цвет»; НК №2, 2003, с.28-31). SGLI состоит из двух инструментов – радиометра видимого и ближнего ИК-диапазона VNR и сканирующего радиометра ИК-диапазона IRS.

VNR (Visible and Near Infrared Radiometer) работает в 13 каналах в диапазоне от видимого света до ближнего ИК (380–865 нм) и имеет в своем составе пять телескопов. Три широкоугольных телескопа позволяют вести наблюдения в 11 неполяризованных каналах. Остальные два обеспечивают поляриметрические наблюдения в двух каналах (670 и 865 нм) при трех направлениях поляризации (0°, 60° и 120°) для картографирования аэрозолей с целью увеличения точности расчетов «эффекта солнечного зонтика», когда облака, появившиеся из-за аэрозольных масс, начинают отражать солнечные лучи, вследствие чего средняя температура Земли падает. В поляриметрическом режиме требуется отклонение КА по оси крена на 45°.

Радиометр IRS (Infrared Scanner) имеет четыре канала в коротковолновом ИК-диапазоне и два канала в тепловом ИК и позволяет наблюдать и днем, и ночью – 24 часа в сутки.

Научная информация с КА передается в X-диапазоне на частоте 8105 МГц со скоростью 138.76 Мбит/с на наземную станцию Кацуура или непосредственно в Центр наблюдения Земли в Хатояма.

лась лишь в феврале 2013 г., после чего началось изготовление компонентов летного изделия, сборка и испытания спутника. Реальные даты запусков следующих аппаратов серии GCOM пока не называются.

По данным ученых, за последние 100 лет средняя температура воздуха на планете поднялась на 0.85°. Наблюдения, проводившиеся с 1950-х годов, показали наличие климатических изменений, не имевших прецедента в предшествующие несколько тысяч лет. Атмосфера и океаны нагреваются, а площадь снежных и ледниковых покровов уменьшается, следовательно, идет медленный подъем уровня Мирового океана.

Тенденция повышения температуры сохранится в XXI веке, и наихудшие сценарии предсказывают ее рост еще на 2.6–4.8°. Если это произойдет, влияние таких явлений на существование человечества трудно с чем-либо соизмерить.

Чтобы дать прогноз, насколько температура будет повышаться в будущем, на «Сикисай» возложили научные задачи изучения следующих явлений:

- ◆ влияние аэрозолей на объем солнечных лучей, достигающих поверхности Земли;
- ◆ способность абсорбировать углекислоту от живых организмов.

Сосредоточившись на изучении этих вопросов в течение продолжительного времени, можно будет повысить точность прогнозирования изменений климата нашей планеты.

КА состоит из модуля служебных систем и модуля полезной нагрузки, установленного впереди по ходу полета. Электропитание поступает от двух разворачиваемых панелей двухсекционных солнечных батарей. Штатная ориентация – трехосная, приборами в надир, обеспечивается маховиками, которые разгружаются магнитными катушками и при необходимости – ЖРД. Основные характеристики спутника приведены в таблице 3.

На GCOM-C1 установлен единственный прибор – оптическая многоканальная радиометрическая аппаратура SGLI (Second Generation Global Imager), способная осу-

Табл. 3. Характеристики спутника «Сикисай»

Габариты	4,7×16,5×2,6 м
Масса	~ 2100 кг, в т.ч. 176 кг топлива и примерно 400 кг научной аппаратуры
Генерируемая мощность	4250 Вт
Ориентация	Трехосная
Проектный срок службы	5 лет
Рабочая орбита	Солнечно-синхронная высотой 798 км с временем узла 10:15, с повторением наземной трассы через 34 сут и 485 витков
Научная аппаратура	VNR (радиометр видимого и ближнего ИК-диапазона) Неполяризованный свет (11 каналов: 380, 412, 443, 490, 530, 565, 673.5, 673.5, 763, 868.5, 868.5 нм), разрешение – 250 м (1000 м в канале 763 нм), полоса захвата – 1150 км; Поляризованный свет и разнонаправленные наблюдения (два канала 673.5 и 868.5 нм), разрешение – 1 км, полоса захвата – 1150 км IRS (сканирующий радиометр ИК-диапазона) Коротковолновой ИК (4 канала: 1.05, 1.38, 1.63, 2.21 мкм), разрешение – 250/1000 м, полоса захвата – 1400 км; Тепловой ИК (2 канала: 10.8 и 12.0 мкм), разрешение – 500 м, полоса захвата – 1400 км

▼ Снимок окрестностей о. Сахалин с аппарата GCOM-C1 (синтезированное цветное изображение). 6 января 2018 г.



«Сикисай», имеющий ширину обзора более 1000 км и высокое разрешение (до 250 м), способен за двое суток провести наблюдения всей Земли. Аппарат предназначен для сбора информации, касающейся среды нашего обитания: это необходимые для повышения точности климатических моделей данные по облачности, аэрозолям, растительному покрову. Он также поможет в выборе рыбопромысловых районов, в слежении за перемещениями азиатских пыльных бурь и понимании ситуации с возникновением красных приливов. Благодаря использованию SGLI, можно будет узнать нынешнее состояние климата Земли и выявить механизмы, ведущие к его изменениям.

24 декабря завершился период критического управления КА: время после отделения спутников от носителя, раскрытия панелей СБ и запуска бортовой аппаратуры для работы на постоянной основе – до перехода к режиму управления, в котором системы ориентации КА будут работать неизменно.

В период с 25 декабря по 14 января GCOM-C1 произвел подъем на рабочую орбиту условной средней высотой 801 км. В течение примерно трех месяцев будет действовать период первичных функциональных проверок бортовой аппаратуры.

Первые изображения, сделанные SGLI в период 1–6 января, были опубликованы уже 12 января. Снимки обработаны так, чтобы можно было различить оттенки морского льда вблизи Японии, цвета прибрежного моря, растительный покров и состояние аэрозолей в бассейне реки Ганг.

## SLATS

JAXA ведет исследования в разных направлениях и, в частности, планирует в недалеком будущем наблюдать Землю с орбитальных высот ниже 300 км. Такие орбиты японцы называют «сверхнизкими», поскольку для их КА это до сих пор «невспаханная территория». Впрочем, спутники наблюдения Земли для продолжительной работы на таких высотах действительно немногочисленны.

Первым японским аппаратом дистанционного зондирования, который проложит путь на данные высоты, и является SLATS (Super Low Altitude Test Satellite), он же «Цубамэ». Спутник должен выполнить длительный орбитальный полет на малых высотах в качестве своего рода технологического

демонстратора. Результаты миссии лягут в основу разработок и использования аппаратов будущего для функционирования на таких орбитах.

Преимущества сверхнизких орбит:

- ◆ повышение разрешения снимков ДЗЗ благодаря близости к поверхности;
- ◆ возможность уменьшения габаритов размещаемой аппаратуры ДЗЗ;
- ◆ уменьшение стоимости спутника.

Большинство спутников ДЗЗ обращаются на орбиты высотой 600–800 км, и даже там атмосфера проявляет себя, имея плотность в  $10^{12}$  раз ниже, чем вблизи земной поверхности. Рано или поздно топливо в баках заканчивается, и поддерживать заданную орбиту и плодотворную работу спутника становится невозможно.

Рабочие высоты «Цубамэ» лежат в зоне от 180 до 300 км. Здесь сопротивление атмосферы примерно в 1000 раз сильнее, чем на высоте 600–800 км, однако малые размеры демонстратора при значительной массе и наличие корректирующей двигательной установки позволяют снизить это воздействие.

Ионные двигатели используются на японских межпланетных аппаратах серии «Хаябуса» и хорошо зарекомендовали себя как работающие долго и надежно. Двигатели с более высокой тягой были опробованы в рамках проекта ETS-8 («Кику-8»). С целью решить задачу повышения срока эксплуатации КА на «Цубамэ» установлена разработанная JAXA электрореактивная ДУ IES с высокоэффективным ионным двигателем, системой подачи рабочего тела и системой управления электропитанием. Удельный импульс двигателя близок к 2000 сек – он в 10 раз более эффективен, чем ЖРД. Развиваемая тяга – от 10 до 28 мкН – не превышает веса двух небольших монеток, но позволяет поддерживать требуемую орбиту долгое время. Двигатель использует в качестве топлива ксенон (10 кг в трех баках под давлением 70 атм) и потребляет до 370 Вт мощности.

Спутник выполнен в виде вытянутого прямоугольного параллелепипеда длиной 2.52 м, шириной 1.20 м и высотой 0.89 м с двумя четырехсекционными «крыльями» солнечных батарей. На хвостовой торцевой панели установлена электрореактивная ДУ, которая будет компенсировать атмосферное торможение. Спутник также оснащен

четырьмя микро-ЖРД тягой 1 Н для орбитальных маневров и перехода с орбиты введения на рабочую, для которых имеется 34 кг гидразина.

На КА установлена система мониторинга атомарного кислорода AOFIS (Atomic Oxygen Fluence Sensor), которая измеряет концентрацию этого компонента верхней атмосферы. Атомарный кислород, результат диссоциации молекул  $O_2$ , оказывает неблагоприятное воздействие на многие материалы, и полученные данные будут использоваться для разработки будущих спутников для сверхнизких орбит. AOFIS имеет в своем составе восемь микровесов на кварцевом кристалле, которые отслеживают динамику массы образцов полиимидной пленки, размещенных в различных точках поверхности спутника.

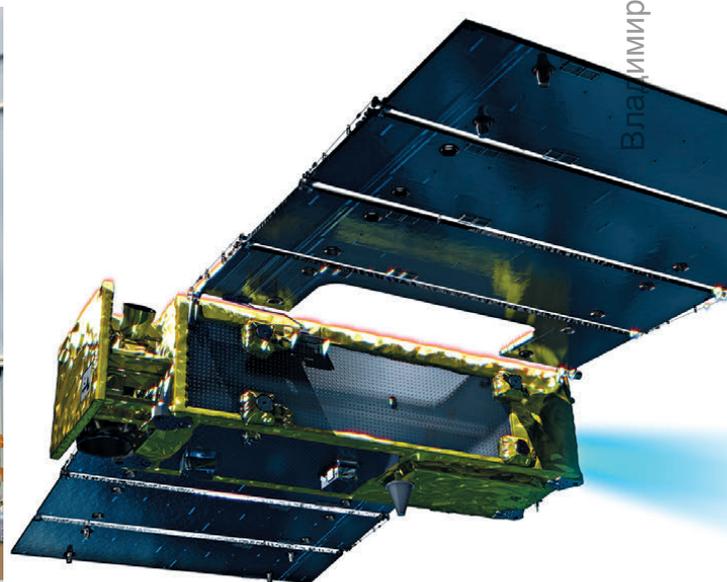
Сам же SLATS защищен от воздействия атомарного кислорода устойчивым к нему покрытием, которое нанесено на золотистую многослойную экранно-вакуумную термоизоляция. Специальный монитор деградации MDM (Material Degradation Monitor) – специализированная камера – ведет съемку образцов разных материалов на нижней грани КА и отслеживает их реакцию на космические условия и регистрирует степень износа.

SLATS также несет небольшую камеру OPS (Optical Sensor) для съемки земной поверхности, с помощью которой разработчики намерены оценить преимущества работы на малой высоте с учетом всех осложняющих обстоятельств.

7 января SLATS начал снижение орбиты с использованием электрореактивного двигателя и к 18 января спустился с 457×629 км до 458×595 км. Снижение будет продолжаться вплоть до выхода на рабочую орбиту высотой 180×268 км. ■

Табл. 4. Характеристики спутника «Цубамэ»

Габариты	2,52×1,24×0,89 м (с развернутыми СБ)
Масса	Менее 400 кг
Генерируемая мощность	Более 1140 Вт
Проектный срок службы	2 года и более
Рабочая орбита	180×268 км
Головной подрядчик (проектирование и изготовление)	Mitsubishi Electric Corporation
Целевая аппаратура	Система мониторинга воздействия атомарного кислорода: <ul style="list-style-type: none"> <li>– измерительный датчик AOFIS;</li> <li>– устройство слежения за ухудшением свойств материалов MDM</li> </ul> Оптическая камера высокого разрешения OPS



# Четвертая десятка Iridium NEXT на орбите

Старт и выведение прошли штатно. Спустя примерно 72 мин от начала полета все спутники были доставлены на орбиты, параметры которых приведены в таблице вместе с номерами и международными обозначениями, присвоенными им в каталоге Стратегического командования США.

Запуск был произведен во 2-ю плоскость системы Iridium. По состоянию на 15 января 2018 г., четыре из десяти КА поднялись до высоты рабочей орбиты 778 км, пять находились в процессе довыведения, ожидая оптимального времени подъема в рабочую точку, а один (Iridium 153) в период с 5 по 10 января уменьшил наклонение орбиты до 85.60° и стал смещаться в направлении плоскости № 1.

## Загадка неспасенной ступени

Спасение первой ступени в данном полете не предусматривалось.

В четвертый раз в 2017 г. SpaceX запускала очередную партию «Иридиумов»: первая десятка отправилась на орбиту 14 января (НК № 3, 2017, с.28-34), вторая – 25 июня (НК № 8, 2017, с.57-59), третья – 9 октября (НК № 12, 2017, с.26-27).

17 декабря первая ступень B1036.2 успешно прошла трехсекундный прожиг на стартовом комплексе – дорога к предпраздничной миссии была открыта. 19 декабря представители SpaceX заявили, что спасения первой ступени в этом полете не будет\*, не уточняя причину.

«Такие решения принимаются от миссии к миссии и основаны на требованиях к программе конкретного полета и текущем состоянии пускового манифеста», – отметила в ответ на запрос SpaceNews президент и главный исполнительный директор SpaceX Гвинн Шотвелл (Gwynne Shotwell).

Еще до выхода официального заявления некоторые пользователи в Сети отметили, что первая ступень, предназначенная для предстоящего пуска, не имеет посадочных опор и решетчатых стабилизаторов, необхо-

димых для посадки. Мэтт Деш (Matt Desch), исполнительный директор компании Iridium, на запрос одного из пользователей в твиттере подтвердил это: «Нет, насколько я понимаю, не будут [спасать]». В то же время он сообщил, что предстоящий пуск не требовал от ракеты каких-либо особых маневров для изменения наклонения орбиты или для разведения спутников по разным орбитальным плоскостям.

В связи с принятым решением по Сети поползли слухи: SpaceX больше не заинтересована в спасении ступеней старых версий ракеты Falcon 9. Изделие, намеченное для полета 23 декабря и использованное до того 25 июня при запуске второй десятки «Иридиумов» (НК № 8, 2017), относилось к серии Block 3, которую с тех пор сменил улучшенный вариант Block 4. В начале 2018 г. компания планировала представить новую «окончательную» версию – Block 5, в которой должны быть учтены недостатки всех предыдущих конфигураций ради повышения возможностей повторного использования матчасти.

По мнению ряда экспертов, первые ступени серии Block 3 изначально не обладали возможностями повторного использования, поэтому их ремонт и восстановление были весьма трудоемкими, и в итоге конструкция сертифицировалась только для пары повторных полетов. Именно в этом виделась причина отказа от спасения первой ступени в данном пуске и выполнения миссии «в стиле старого космоса» (Old Space). Как утверждает, первая ступень версии Block 5 может использоваться в десяти и более пусках.

Подготовка и пуск прошли рутинно. Как и предполагалось, единственным интересным моментом миссии стал именно отказ от спасения первой ступени B1036.2. Интересно, что, хотя ступень и не оснащалась посадочными опорами, она сохранила решетчатые рули и сопла системы управления на холодном газе. Наблюдатели отметили повышенную скорость при разделении ступеней по сравнению с третьим пуском (7416 против 6961 км/ч). В остальном ступень вела себя так же, как и в пусках со спасением: после разделения она отработала в космосе и атмосфере все маневры, необходимые для возвращения, и «мягко приводинилась», найдя покой в заданном районе Тихого океана. Работы проводились в целях получения данных, требующихся для разработки вариантов Block 5 и Falcon Heavy.

Отказ от спасения ступени B1036.2 – всего лишь частность на долгом пути SpaceX к многократному использованию матчасти. Компания упорно продолжает попытки спасения и повторного использования головного обтекателя (ГО) ракеты Falcon 9. В нынешней миссии наблюдатели отметили дебют нового судна по подъему ГО, называемого Mr Steven: оно находилось на побережье Мексики около о-ва Гваделупа, где ожида-

**И** По состоянию на конец декабря 2017 г., SpaceX провела 25 попыток спасения и успешно возвратила 20 ступеней FH Falcon 9. Первый успех был достигнут после запуска 11 спутников Orbcomm на низкую околоземную орбиту в декабре 2015 г. (НК № 2, 2016, с.58-66). В последнее время компания не предпринимала попыток посадить первые ступени только в тех случаях, когда от ракеты требовалось отработать в миссии, что называется, «на пределе возможностей». Так поступали в 2017 г. в ходе трех запусков геостационарных телекоммуникационных спутников EchoStar 23, Inmarsat 5 F4 и Intelsat 35e. Остальные 14 миссий 2017 г. закончились успешной посадкой первой ступени либо на океанские плавучие платформы, либо на посадочную площадку LZ-1 космодрома на мысе Канаверал.

\* Три предыдущих запуска спутников Iridium NEXT включали посадку многоразовой первой ступени ракеты Falcon 9 на плавучую платформу – самоходное телеуправляемое судно JRI (Just Read the Instructions, «Просто прочти инструкцию»).

И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»

22 декабря в 17:27:34 по местному времени (23 декабря в 01:27:34 UTC) со стартового комплекса SLC-4E базы ВВС США Ванденберг специалисты компании SpaceX при поддержке 4-й эскадрильи космических запусков 30-го космического крыла ВВС США осуществили пуск 47-й FH Falcon 9 с десятью спутниками связи Iridium NEXT (НК № 3, 2017, с.30-32). Общая масса полезной нагрузки составила 9300 кг.

Аппарат	Номер	Межд. обознач.	Параметры орбиты			
			i	Ир, км	На, км	P, мин
Iridium 135	43070	2017-083A	86.693	618.6	623.6	97.149
Iridium 138	43071	2017-083B	86.693	618.5	623.5	97.147
Iridium 116	43072	2017-083C	86.694	618.5	623.7	97.144
Iridium 130	43073	2017-083D	86.695	618.3	623.8	97.140
Iridium 151	43074	2017-083E	86.692	617.9	623.8	97.135
Iridium 134	43075	2017-083F	86.688	617.3	623.5	97.129
Iridium 137	43076	2017-083G	86.689	617.0	623.8	97.125
Iridium 141	43077	2017-083H	86.690	617.0	623.5	97.121
Iridium 153	43078	2017-083J	86.692	616.4	624.0	97.118
Iridium 131	43079	2017-083K	86.694	616.3	623.9	97.116



**И** Любопытно, что Falcon 9 взлетел с базы Ванденберг всего через 72 сек после того, как японская ракета H-IIA стартовала с другого берега Тихого океана, выводя на орбиту обсерваторию для исследования климата GCOM-C и экспериментальный спутник SLATS. Предыдущий случай, когда две орбитальные миссии начинались с разницей порядка минуты, имел место на заре космической эры: 18 августа 1960 г. Thor-Agena и Thor-AbleStar стартовали с противоположных берегов США, правда, только одной ракете удалось достичь орбиты.

лось падение створок. Над палубой возвышались конструкции, напоминающие рога лося: пользователи разглядели в них рычаги для натягивания сетки, в которую должна была приземлиться створка ГО.

В ходе полета 13-метровый обтекатель отделился от второй ступени в T+191 сек на высоте 115 км. Представители SpaceX не комментировали дальнейшее, хотя и отметили, что «был достигнут прогресс в отношении задачи спасения ГО в последних миссиях, а судно Mr Steven может стать решением для захвата створок в неповрежденном состоянии, без их касания соленой воды». Ранее рассматривался вариант вертолетного подхвата створок, но, по всей видимости, был отвергнут.

По словам Илона Маска (Elon Musk), каждая створка имеет свою систему управления, стабилизирующую полет до входа в атмосферу, который происходит на скорости около 2,5 км/с. После аэродинамического торможения в атмосфере половинки обтекателя разворачивают управляемые парашюты, с помощью которых и выполняют мягкую посадку в расчетную точку.

Запуском десятка «Иридиумов» SpaceX завершила свой самый успешный год, установив рекорд – 18 стартов. Falcon 9 стала самой часто летающей ракетой 2017 г., опередив даже российский «Союз». Кроме того, Falcon 9 стал основным инструментом возвращения США статуса пускующей державы № 1.

В марте 2017 г., после первого использования «бэушной» ступени, Шотвелл заявила, что SpaceX надеется запустить в этом году еще как минимум шесть восстановленных первых ступеней и будет их использовать для снижения давления на производство новых ракет, чтобы ликвидировать отставание от пускового графика. Последнее ощущалось все больше – и из-за того, что бизнес пошел в гору, и из-за сохранившихся значительных задержек после двух аварийных лет. Несмотря на рекордный темп пусков SpaceX

в 2017 г., более полудюжины миссий, запланированных на этот год, включая дебютный старт Falcon Heavy, сдвинулись на 2018 г., а стартов с повторным использованием ступени было только пять.

В ноябре Шотвелл рассказала SpaceNews, что в 2018 г. компания намерена осуществить 30–40 пусков (и это не считая миссий для развертывания собственной низкоорбитальной спутниковой группировки) и ожидает, что в последующие годы такой темп сохранится.

**И** Среди всех коммерческих операторов связи Iridium Communications Inc. имеет самый крупный пусковой контракт со SpaceX, включающий запуск 75 спутников на низкую орбиту для замены устаревающей 20-летней группировки компании. Девять из 75 аппаратов будут запасными, а 66 – активными, обеспечивая более высокую пропускную способность для клиентов. Спутники несут и служебную полезную нагрузку для системы услуг по отслеживанию рейсов Aireon и Harris Corp, а также для трекинга судов.

Изначально компания Iridium планировала вывести с помощью SpaceX 70 КА, однако после того, как «Космотрас» – оператор ракеты «Днепр» – не смог получить одобрение пусков с российской стороны, увеличила число стартов «Фалкона» с семи до восьми. В дополнительном пуске будут выведены пять спутников Iridium Next и два научных КА, построенных NASA и Германией, которые также переведены с «Днепра». Совместная миссия станет шестой в пусковом графике Iridium.

### Тяжелый «Сокол»

20 декабря Маск опубликовал в твиттере первые снимки новой сверхтяжелой ракеты Falcon Heavy: на них видны три массивные маршевые ступени, созданные на базе первой ступени обычной Falcon 9, и все 27 двигателей Merlin 1D, которые установлены на трех блоках. Двигатели, работающие на керосине и кислороде, во время пуска будут развивать тягу до 2300 тс. Со времен шаттлов ни одна ракетная система не обладала подобной мощностью.

Falcon Heavy, включающий три ускорителя первой ступени, вторую ступень и головной обтекатель, был собран в ангаре SpaceX во Флориде в преддверии вывоза на площадку 39A для огневых испытаний всех 27 маршевых двигателей.

\* B1023 использовалась в миссии *Thaicom-8* 27 мая 2016 г. (НК № 7, 2016, с. 17–19), а B1025 – в миссии *CRS-9* 18 июля 2016 г. (НК № 9, 2016, с. 19–24). После успешной доставки полезных грузов на орбиту обе ступени совершили посадку на плавучую платформу и были перевезены на берег.

\*\* Буквально «Странный случай в космосе» – песня известного британского певца и композитора Дэвида Боуи (David Bowie), кавер-версию которой исполнил на борту МКС астронавт Крис Хэдфилд (Christopher Austin Hadfield).

В первом пуске новой ракеты будут использованы два боковых ускорителя, «проверенные в полете»\*, и новая центральная ступень, разработанная специально с учетом более интенсивных аэродинамических и конструкционных нагрузок, с которыми столкнется столь массивная ракета во время полета.

После того, как в ходе полета боковые ускорители отработают в штатном режиме и будут сброшены, им предстоит самостоятельное возвращение на территорию базы ВВС США на мысе Канаверал: они совершат практически одновременную посадку на бетонные площадки, расположенные всего в нескольких десятках метров от атлантического побережья. Двигатели центральной ступени проработают немного дольше, после чего она завершит свой полет, произведя посадку на плавучую посадочную платформу в Атлантическом океане. Тем временем верхняя ступень ракеты возьмет курс на целевую орбиту.



Пуск новой ракеты намечен на вторую половину января 2018 г. с выведением на гелиоцентрическую орбиту, на траекторию полета в сторону Марса. В начале декабря Маск объявил, что под обтекателем Falcon Heavy будет его электромобиль Tesla Roadster темно-вишневого цвета, в салоне которого на траектории покидания Земли будет звучать Space Oddity\*\*. Судя по опубликованным снимкам, машину разместили под ГО на специальном наклонном адаптере, как на подиуме.

«Меня приводит в восторг мысль, что мой автомобиль, возможно, до конца времени будет дрейфовать по космическому пространству, пока через миллионы лет его не обнаружит какая-нибудь внеземная цивилизация!» – написал Маск на своей страничке в твиттере.

В июле Маск попытался снизить накал страстей, преуменьшив ожидания, возлагаемые на первый старт новой ракеты. «Объем нагрузки, который придется на центральную ступень, колоссален, потому что по бокам будут расположены два сверхмощных ускорителя, толкающие ступень вверх. В итоге нам пришлось переделать конструкцию всей центральной ступени, – разъяснил он. – Она не похожа на Falcon 9, потому что новой ракете придется поднимать огромную полезную нагрузку. К тому же она имеет систему отделения боковых блоков». ■

И. Лисов.  
«Новости космонавтики»

# Еще три спутника радиоэлектронной разведки КНР

26 декабря 2017 г. в 03:44:05.269 по пекинскому времени (25 декабря в 19:44:05 UTC) со стартового комплекса №3 Центра космических запусков Сичан был произведен пуск РН «Чанчжэн-2С» (CZ-2С № Y34), в результате которого через 729 секунд на заданную орбиту были выведены три спутника радиоэлектронной разведки с официальным наименованием «Яогань-30, группа 03».

Завершающий космический старт года стал также 260-м для носителей семейства «Чанчжэн» («Великий поход»). Внутреннее обозначение пуска было «операция 07-83». Номера и международные обозначения, присвоенные КА в каталоге Стратегического командования США, а также начальные параметры их орбит приведены в таблице 1.

Табл.1. Орбитальные объекты от пуска 26 декабря 2017 года

Аппарат	Номер	Межд. обозн.	Параметры начальной орбиты			
			i	Нр, мин	На, мин	P, мин
КА №1	43081	2017-085A	35.00°	592.7	602.8	96.463
КА №2	43082	2017-085B	35.00°	592.9	602.9	96.465
КА №3	43083	2017-085C	35.00°	593.1	602.9	96.469
Ступень	43084	2017-085D	34.67°	483.5	623.8	95.592

Пуск был первоначально намечен на утро 27 декабря, о чем свидетельствовали опубликованные 24-го предупреждения о закрытии для полетов района падения первой ступени, но затем перенесен на сутки раньше. Причины объявлены не были, но известно, что перед этим стартом впервые в практике CZ-2С осуществлялась параллельная заправка топливом первой и второй ступени. Старт был осуществлен через 15 сут 03 час 04 мин после предыдущего запуска с Сичана, что стало новым рекордом «скорострельности» для этого космодрома.

В контроле процесса выведения участвовали полигонные измерительные пункты, станции командно-измерительного комплекса Сямэнь и Санья и корабль «Юаньван-3», который вышел в море из Шанхая 8 декабря и находился в момент старта на дежурстве в Тихом океане южнее острова Тонга. Расчетная циклограмма пуска приведена в таблице 2.

Табл. 2. Расчетная циклограмма пуска 26 декабря 2017 года

Время, сек	Событие
0.0	Старт
140.8	Выключение ДУ 1-й ступени
145.8	Отделение 1-й ступени
213.9	Сброс обтекателя
316.3	Выключение маршевого ЖРД 2-й ступени
726.4	Выключение рулевого ЖРД 2-й ступени
729.4	Отделение группы КА

Три аппарата разработаны и изготовлены силами Инновационного исследовательского института микроспутников SECM Китайской АН в Шанхае. В официальном сообщении агентства Синьхуа на китайском языке говорилось, что целью запуска является «регистрация электромагнитных излучений и связанные с этим технические испытания». В русскоязычном варианте было сказано, что спутники «проведут электромагнитные исследования окружающей среды и другие эксперименты».

Состоявшийся старт стал третьим в серии, начатой пусками 29 сентября (НК № 11, 2017) и 25 ноября (НК № 1, 2018). Их объединяют космодром, носитель, официальное наименование запущенных объектов и заявленное для них назначение, а также параме-

▼ Операторы Центра управления запуском в Сичане следят за полетом носителя



Всего за 2017 год корабли «Юаньван» Китайской морской службы мониторинга и управления выполнили 11 выходов для сопровождения запусков китайских КА. Они провели в море в общей сложности 519 суток и прошли 135 000 морских миль. В июне после выведения телекоммуникационного спутника «Чжунсин-9А» на нерасчетную орбиту именно три корабля «Юаньван», одновременно уточнив задание, контролировали доведение спутника на расчетную орбиту на протяжении 13 витков с выполнением шести маневров и внесли весомый вклад в спасение КА.

В течение 2017 г. старейшее судно космического флота «Юаньван-3» прошло вторую модернизацию, совмещенную со средним ремонтом, в ходе которой было оснащено унифицированным комплексом мониторинга и управления аппаратами. В 2018 г. планируется провести средний ремонт с модернизацией кораблей «Юаньван-5» и «Юаньван-6».

В декабре выходящий на дежурство «Юаньван-3» встретился в океане с возвращающимся «Юаньваном-6». После недолгого отдыха и восполнения запасов он вновь выйдет в плавание, чтобы до Весеннего праздника – китайского нового года – обеспечить вместе с напарником еще два космических старта.

Владимир Юрченко jurchenk-vladimir@rambler.ru

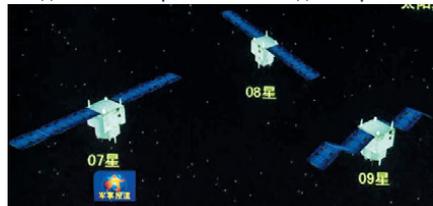
Падение отделяющихся частей ракеты-носителя было зафиксировано в отведенной для этого зоне на территории городского округа Фуцзянь, в поселке Сяньцзяо и городе Лунчан. Командование гражданской обороны провинции Гуйчжоу совместно с войсковой частью 63816 осуществило эвакуацию и защиту населения, инспекцию мест падения и утилизацию фрагментов. Жертв и существенных повреждений собственности не зафиксировано.



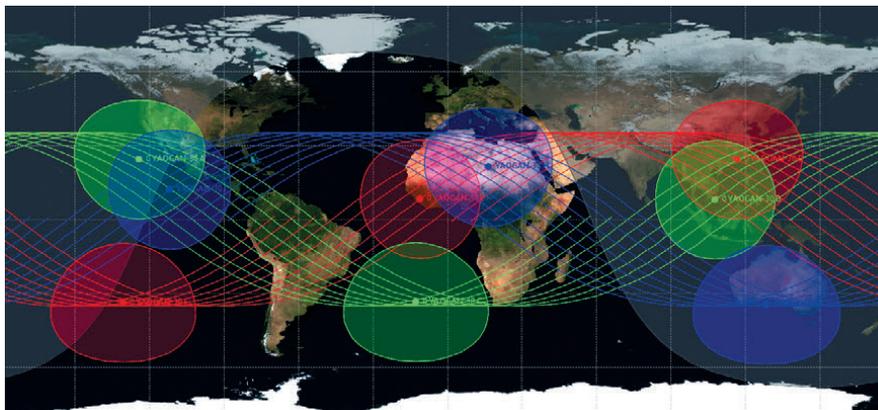
тры начальной орбиты, порядок разведения спутников по позициям и параметры рабочей орбиты.

Орбитальные элементы, доступные через специализированный сайт Стратегического командования США, демонстрируют великолепную точность выведения носителем CZ-2C: средняя начальная высота орбиты в трех пусках составила 596.75, 596.66 и 596.74 км, а апогеи и перигеи хотя и немного различались, но лежали в пределах 3 км от средних значений.

Как и ожидалось, аппараты третьей тройки были выведены в третью плоскость системы, смещенную на 120° к западу относительно второй и на 120° к востоку относительно первой. Маневрирование КА проходило в строгом соответствии со схемой, продемонстрированной после двух первых запусков. Оно началось с пробных коррекций спустя трое суток после старта. После этого к 31 декабря один из трех КА поднялся примерно на 2 км относительно исходного уровня, второй к 1 января сманеврировал еще на 9 км выше, а третий ушел вниз на 8 км относительно первого. К 15 января все три спутника вернулись на общую для всей группировки рабочую высоту 599.8 км, разойдясь за это время на 120° вдоль орбиты.



Таким образом, создана стройная и структурно завершенная группировка из девяти спутников в трех орбитальных плоскостях, разнесенных на 120° по положению восходящего узла, с разведением трех спутников в каждой плоскости на три позиции в 120° друг от друга. Более того, времена прохождения спутниками восходящих узлов согласованы так, что происходят с равными, примерно 11-минутными, интервалами: первый спутник первой плоскости, затем первый спутник второй плоскости, первый спутник третьей плоскости, второй спутник первой плоскости и так далее. В результате девять КА образуют три меридионально расположенные тройки, которые, меняя



▲ Карта покрытия земной поверхности группировкой из девяти спутников «Чуансинь-5»

порядок спутников внутри себя, движутся в восточном направлении и «прочесывают» зону наблюдения приблизительно между 40° северной и южной широты с интервалом в 32 минуты.

В конце декабря на китайских космических форумах появилась информация, что четвертый пуск для описываемой системы запланирован на 29 января 2018 г. Однако в сформированной группировке нет места для четвертой тройки, так что это сообщение представляется ошибочным.

Три запущенных 26 декабря КА стали 26-м, 27-м и 28-м спутниками, созданными и запущенными Инновационным исследовательским институтом микроспутников SECM за период с 2003 г. Судя по фотографии, сделанной в октябре при отправке группы сотрудников предприятия в командировку на полигон Сичан, «фирменное» наименование этих КА – «Чуансинь-5» (创新五号卫星), а внутренняя нумерация, представленная в одном телерепортаже, идет от 01 до 09. Официальное название искусственно привязывает три запущенные тройки к спутнику оптико-электронного наблюдения «Яогань-30», который в действительности никакого отношения к ним не имеет. Предполагаемое наименование системы у военного заказчика – «Цяньшао-4» (前哨四号, QS-4).

Как сообщил 4 декабря директор SECM Юй Цзинцзе (于英杰), к этому дню было запущено 25 аппаратов фирмы и более 30 находилось в разработке. «Мы можем теперь запускать от 15 до 20 спутников в год», – уверенно заявил 3 ноября заместитель директора SECM, главный конструктор навигационного спутника системы «Бэйдоу» Линь Баоцзюнь (林家军). Между прочим, на предприятии работает лишь немногим более 600 человек научно-исследовательского и управленческого персонала, средний возраст работников – 31 год, 63% из них являются членами КПК, а ежедневная сверхурочная работа – общепринятая норма.

2 декабря директор SECM Юй Цзинцзе и командир Центра космических запусков Сичан открыли на полигоне совместную лабораторию перспективной микро- и наноспутниковой техники в соответствии с подписанным 12 декабря 2016 г. соглашением о стратегическом сотрудничестве и в интересах военной гражданской интеграции. В лаборатории предусматривается совместная разработка и испытания микро- и наноспутников в интересах быстрого развертывания военных космических средств.

3 января Синьхуа объявило, что Китайская корпорация космической науки и техники CASC планирует провести в 2018 г. 35 космических пусков, включая третий старт PH CZ-5, пуск по программе «Чаньэ-4» с целью доставки посадочного аппарата и лунохода на невидимую с Земли сторону Луны и серию запусков навигационных спутников «Бэйдоу-3». С учетом планируемых пусков твердотопливных носителей Китайской корпорации космической науки и промышленности, принадлежащих к семействам «Куайчжоу» и «Кайто», общее количество стартов с четырех китайских космодромов может достигнуть 42.

Китай завершил космический 2017 год скромно, выполнив лишь 18 космических пусков из примерно 30 запланированных. Помимо возможных причин производственного характера, сказались две аварии: 19 июня КА «Чжунсин-9А» был выведен носителем CZ-3В на нерасчетную орбиту, а 2 июля во втором пуске потерпела аварию новая тяжелая ракета CZ-5.

На этом фоне ярко выделяются пуски с целью развертывания двух низкоорбитальных систем военного назначения. Три тройки спутников типа «Чуансинь-5» были развернуты на протяжении всего трех месяцев – такого не было никогда, за исключением попытки последовательно вывести на орбиту три КА радиоэлектронной разведки «Шицзянь-11» в июле и августе 2011 г. Два аппарата оптико-электронного наблюдения нового типа LKW были запущены в декабре с интервалом в 20 суток (см. с.32-33), третий стартовал 13 января, а в скором будущем ожидается четвертый. Создается впечатление, что китайские военные и работающие на них предприятия ракетно-космической промышленности очень торопятся... ■



# Запуск «Ангосата»

А. Петров специально для «Новости космонавтики»

26 декабря в 22:00:03.435 ДМВ (19:00:03 UTC) с 1-й пусковой установки 45-й площадки космодрома Байконур стартовые расчеты специалистов российских и украинских ракетно-космических предприятий осуществили пуск ракеты космического назначения (РКН) «Зенит-3SLБФ» с ангольским телекоммуникационным спутником Angosat.

РКН «Зенит-3SLБФ» (на борту ракеты была нанесена надпись «Зенит-3Ф») состояла из двухступенчатой ракеты-носителя (РН)

«Зенит-2SБ80» № 70103403 (SLБ80.5) производства ПО «Южмаш» имени А.М.Макарова (г. Днепр, Украина) и разгонного блока (РБ) «Фрегат-СБ» (РБФСБ № 2006) изготовления НПО имени С.А.Лавочкина (г. Химки, Московская область). Первый в истории Анголы космический аппарат (КА) был сделан в РКК «Энергия» имени С.П.Королева (г. Королёв, Московская область).

В 22:09 «Фрегат-СБ» с аппаратом отделился от второй ступени «Зенита». Выведение на целевую орбиту было обеспечено за счет трех включений двигательной установки РБ. 27 декабря в 06:55 спутник Angosat отделился от «Фрегата».

29 декабря аппарат был обнаружен Стратегическим командованием США на орбите с параметрами:

- наклонение – 0.06°;
- минимальная высота – 35963 км;
- максимальная высота – 36116 км;
- период обращения – 1449 мин.

В американском каталоге спутник получил номер **43087** и международное обозначение **2017-086A**.

Это был 1478-й орбитальный пуск РН с космодрома Байконур, 84-й старт носителя типа «Зенит», 65-й полет РБ семейства «Фрегат» (в том числе четвертый «Фрегат-СБ») и 46-й старт с пусковой установки № 1.

В настоящее время Angosat проходит летные испытания.

Расчетная циклограмма запуска 26–27 декабря 2017 года	
Время, ДМВ	Событие
22:00:04	Старт РКН
22:02:29	Отделение первой ступени РН
22:05:22	Сброс головного обтекателя
22:08:37	Отделение второй ступени РН (выведение на опорную орбиту наклонением 51.35° и высотой 167×566 км)
23:14:52	Первое включение маршевого двигателя РБ (длительность – 475 сек; выведение на переходную орбиту наклонением 50.45° и высотой 282×4087 км)
23:23:24	Отделение сбрасываемого блока баков РБ
01:23:53	Второе включение маршевого двигателя РБ (длительность – 668 сек; выведение на геопереходную орбиту наклонением 48.62° и высотой 341×36061 км)
06:44:01	Третье включение маршевого двигателя РБ (длительность – 521 сек; выведение на геостационарную орбиту наклонением 0.0° и высотой 35936×36026 км)
06:54:43	Отделение КА



Фото С. Сергеева, ЦЭНКИ



Фото А. Пантлехина, ЦЭНКИ

rambler.ru

# К аварийному пуску «Союза-2.1Б» с космодрома Восточный

И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»

12 декабря завершила работу аварийная комиссия Госкорпорации «Роскосмос», которая изучала причины нештатной ситуации, возникшей 28 ноября 2017 г. во время пуска с космодрома Восточный ракеты-носителя «Союз-2.1Б» с разгонным блоком «Фрегат», космическим аппаратом «Метеор-М» и попутной полезной нагрузкой (НК № 1, 2018, с.43-47).

В составе государственной комиссии под руководством заместителя генерального директора (по качеству ракетной и ракетно-космической техники и летным испытаниям пилотируемых комплексов) ФГУП ЦНИИмаш О.П. Скоробогатова (руководитель аварийной комиссии) и заместителя генерального директора ФГУП ЦНИИмаш, генерального конструктора по средствам выведения и наземной космической инфраструктуре А.А. Медведева (заместитель руководителя аварийной комиссии) работали специалисты Роскосмоса, головных научно-исследовательских институтов ракетно-космической промышленности и предприятий отрасли, а также представители Министерства обороны РФ. Комиссия приступила к выяснению причин аварии 1 декабря; завершить работу планировалось до 15 декабря.

Вскоре после аварии Правительство РФ создало вторую комиссию, которую возглавил руководитель Научно-технического совета (НТС) Роскосмоса Ю.Н. Коптев. В период с 1 по 21 декабря эта комиссия также работала по анализу сложившейся ситуации.

1 декабря состоялось заседание аварийной комиссии Роскосмоса. В результате всестороннего изучения материалов и полученной телеметрии члены комиссии определили, что наземные средства Восточного и совместный расчет подготовки пуска отработали штатно и без замечаний – вопросов к

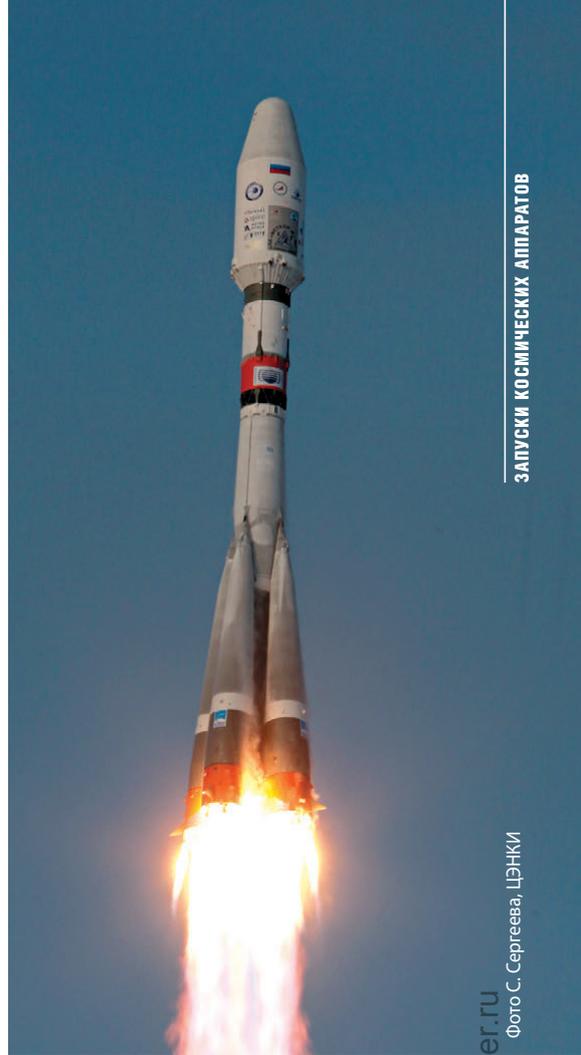
наземной инфраструктуре космодрома нет. У комиссии не было замечаний и к работе систем и агрегатов «Союза-2.1Б»: после отделения от РН космическая головная часть (КГЧ)\* была выведена на расчетную траекторию.

Анализ ситуации выявил, что азимут стартового сооружения космодрома Восточный ориентирован в юго-западном направлении, тогда как азимут стрельбы носителя был северо-западным. После отрыва от стартового стола ракета должна была развернуться вокруг продольной оси примерно на  $170^\circ$ . Не встречавшееся ранее сочетание азимута стартового стола с азимутами стрельбы ракеты-носителя ( $A_{РН}$ ) и разгонного блока ( $A_{РБ}$ ) в узком угловом диапазоне проявило не оттестированную на таком наборе данных некорректность алгоритма управления пространственной ориентацией РБ.

Проще говоря, перед стартом каждая из двух систем управления – РН и РБ – приняла решение разворачиваться по наикратчайшему пути. Но при этом «Союз-2.1Б» начал поворот против часовой стрелки, а для «Фрегата» наикратчайшим был разворот по часовой стрелке. В итоге система управления РБ восприняла угол разворота РН как дополнительное возмущение, и при сохранении направления разворота (по часовой стрелке) «Фрегату» пришлось развернуться почти на  $360^\circ$ .

Система управления начала выдавать управляющее воздействие на разворот «Фрегата» на указанный угол для перехода в требуемую ориентацию. Регламентированное максимальное время, отведенное на разворот (то есть время от момента отделения РБ до первого включения его маршевых двигателей), по условиям баллистики ограничено 55 сек. Поскольку скорость разворота составляет  $1^\circ/\text{сек}$ , РБ успел повернуться не более чем на  $55^\circ$ , после чего включились его маршевые двигатели. Поскольку это произошло в неориентированном положении (в период продолжающейся отработки рассогласования по каналу вращения), пространственный полет РБ достаточно быстро перешел в неуправляемое состояние.

\* В данном случае РБ и полезная нагрузка.



ЗАПУСК КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Фото С. Сергеева, ЦЭНКИ

Сложившееся сочетание параметров стартового стола космодрома и азимутов полета РН и РБ не встречалось ранее и не было выявлено при проведенной наземной отработке баллистической траектории согласно действующим методикам.

Члены комиссии отмечали, что проявление этой некорректности алгоритма могло и не произойти при запуске с Восточного этой же полезной нагрузки с этим же РБ, на этой же РН. Пуск прошел бы штатно, например, в случае если бы районы падения отделяемых частей ракеты лежали в стороне от выбранных.

По итогам запуска 28 ноября 2017 г. комиссия Роскосмоса признала причиной аварийной ситуации несовершенство алго-



Фото С. Сергеева, ЦЭНКИ



ЗАПУСК КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Фото С. Сергеева, ЦЭНКИ

ритмов программного обеспечения системы управления РБ «Фрегат», отметив, что расчеты баллистических траекторий были проведены без отступления от порядка, регламентируемого действующими нормативными документами. Поскольку порядок баллистических расчетов и порядок их проверки не предусматривали использование отдельных параметров углового движения, некорректность алгоритма системы управления «Фрегата» не была обнаружена.

С целью немедленного исправления ситуации была проведена корректировка алгоритма системы управления пространственной ориентацией «Фрегата» и существующих регламентов, даны поручения по разработке новых современных комплексных методик имитации и контроля полетных характеристик средств выведения. Отдельная комиссия детально разобрала организационные вопросы и подготовила предложения по оценке ответственности должностных лиц за принятие или непринятие решений, повлиявших на полноту предстартовой отработки миссии.

12 декабря глава Роскосмоса И.А. Комаров в интервью «Интерфаксу» сказал, что «мы столкнулись с проблемой, которая была связана не с качеством, не с дисциплиной на производстве, а с особенностью составления программного обеспечения, которое впервые тестировалось около 20 лет назад. Это был первый пуск с данного космодрома в этом сочетании «Союз-Фрегат»».



«Фрегат» – надежный универсальный РБ, который 61 раз успешно выводил полезную нагрузку с трех космодромов (Байконур, Плесецк, Гвианский космический центр) и доставил на целевые орбиты более 200 КА. Баллистическая траектория выведения с космодрома Восточный прошла необходимую экспертизу и была рассчитана в строгом соответствии с регламентами, существующими в отечественной ракетно-космической отрасли.

«Последовательный анализ произошедшего привел нас к вскрытию новых вопросов, которые ранее не исследовались, и они связаны фактически с историей разработки РБ. Опытно-конструкторские работы были начаты в 1998 г. для подготовки к первому пуску «Фрегата» в 2000 г. Тогда отработывался алгоритм работы РБ... После этого были проведены 62 пуска «Фрегата», в которых особенность этого алгоритма не нашла отражение, и никаких замечаний по работе его не было», – отметил глава Госкорпорации.

В свою очередь, первый заместитель генерального директора Роскосмоса А.Н. Иванов сообщил, что проблема характерна лишь для запуска РН «Союз» с РБ «Фрегат» с космодрома Восточный и устраняется программными методами.

Риски при запуске спутника «Метеор-М» №2–1 (крупнейший из 19 запущенных аппаратов) были застрахованы по договору страхования с АО СОГАЗ и еще тремя российскими компаниями на сумму 2.6 млрд руб, как сообщили РБК в компании СОГАЗ. В то же время глава Правительства РФ Д.А. Медведев заявил, что понесенные в результате гибели спутников потери не покроют «никакие страховые выплаты», поскольку ЧП с «Союзом» стало «репутационной проблемой для космической отрасли».

«Работа аварийной комиссии завершена. Только сейчас приступают к определению виновности должностных лиц», – сообщил 11 декабря вице-премьер Д.О. Рогозин. Он пояснил тогда, что с учетом требований Правительства РФ Роскосмос должен определить степень виновности должностных лиц, «которые допустили эту аварию». При этом, по словам вице-преьера, «это никак не снимает вопросов работы другой – специальной – комиссии под руководством Ю.Н. Коптева, которая должна проанализировать всю степень контроля самого Роскосмоса за обеспечением необходимого качества». Позднее правительственная Комиссия также подтвердила выводы аварийной комиссии Роскосмоса.

27 декабря были опубликованы и результаты работы Комиссии по оценке деятельности должностных лиц, отвечавших за подготовку и запуск КА «Метеор-М» №2–1. Основываясь на выводах комиссии Роскосмоса о причинах нештатной ситуации и собственном анализе хода подготовки к запуску, Комиссия по оценке деятельности должностных лиц, отвечающих за подготовку и запуск 28 ноября 2017 г., отметила, что организационно-разработчики не уделили должного внимания анализу возможных причин и последствий потенциальных несоответствий, которые связаны с особенностями запуска РБ «Фрегат» в составе РН «Союз» с космодрома Восточный, и разработке возможных мероприятий по недопущению их проявления. Таким образом, не в должной степени были выполнены требования нормативных документов в части

проведения анализа возможных отказов и критичности их последствий.

Кроме того, должностные лица Госкорпорации «Роскосмос» и головные предприятия-разработчики, отвечающие за создание космического комплекса и его составных частей, не приняли исчерпывающих мер к обеспечению должного контроля и координации работ.

Все это в совокупности способствовало тому, что факторы, сочетание которых привело к нештатному завершению миссии, остались невыявленными при подготовке к запуску.

За ненадлежащее исполнение руководителями возложенных на них обязанностей Комиссия рекомендовала применить к ним дисциплинарные взыскания в виде выговоров.

В результате выговоры были вынесены: исполнителю директору Роскосмоса по средствам выведения и эксплуатации наземной космической инфраструктуры А.В. Мазурину, директору департамента обеспечения качества и надежности Роскосмоса В.С. Чапорину, генеральному директору ФГУП ЦНИИмаш О.А. Горшкову, генеральному директору АО РКЦ «Прогресс» А.Н. Кирилину, генеральному директору ФГУП «НПО имени С.А. Лавочкина» С.А. Лемешевскому, генеральному директору ФГУП «НПЦ АП имени академика Н.А. Пиллюгина» Е.Л. Межирицкому и генеральному директору АО «Корпорация ВНИИЭМ» Л.А. Макриденко.

Комиссия также определила системные меры и организационные мероприятия, реализация которых направлена на предотвращение в будущем аварийных ситуаций по выявленным причинам. ■



@rambler.ru

Фото С. Сергеева, ЦЭНКИ

11 декабря 2017 г. фирма Sierra Nevada Corproation (SNC) сообщила, что привлекла европейскую компанию Azur Space Solar Power GmbH для производства солнечных батарей (СБ) своего многоразового автоматического транспортного корабля Dream Chaser (НК №3, 2013, с.39; №11, 2014, с.31-33; №3, 2016, с.14-16; №10, 2017, с.26-27). СБ типа 3G30C-Advanced, произведенные на фабрике Azur Space в Оттобрунне, Германия, будут установлены на грузовом отсеке американского аппарата, выполненного по комбинированной схеме «несущий корпус с короткими консолями крыла». В период с 2019 г. по 2024 г. аппарат должен осуществить по крайней мере шесть миссий снабжения МКС по второму этапу контракта, полученного от NASA в рамках программы «Коммерческие услуги снабжения» CRS2 (Commercial Resupply Services Contract).

За месяц до этого известия, 11 ноября, в Летно-исследовательском центре имени Армстронга NASA на базе ВВС США Эдвардс в Калифорнии корпорация SNC провела испытание захода на посадку и приземления ALT-2 инженерного прототипа корабля Dream Chaser.

Тест должен был ознаменовать исполнение финансового соглашения в формате Space Act Agreement, которое SNC заключила с NASA в рамках программы Commercial Crew Integrated Capability.

Первое испытание ALT-1 (расшифровывается как Approach and Landing Test) состоялось 26 октября 2013 г. и было признано успешным и исполнителем, и заказчиком, несмотря на поломку шасси, из-за которой аппарат выкатился со взлетно-посадочной полосы после приземления и перевернулся (НК №12, 2013, с.19-21). По мнению экспертов, авария неожиданно продемонстрировала способность Dream Chaser защитить пилотов в случае подобного отказа, поскольку после переворачивания аппарата модуль экипажа оказался неповрежденным, а все системы корабля функционировали. После инцидента изделие отремонтировали и применили для отработки различных систем, с тем чтобы полученные в ходе испытаний данные использовать для создания летного экземпляра Dream Chaser.

Подготовка ALT-2 с инженерным прототипом ETA (Engineering Test Article) продолжалась очень долго. В качестве генеральной репетиции 30 августа и 27 сентября 2017 г. состоялись «привязные тесты», когда аппарат на несколько часов вывозили на тросе в воздухе под вертолетом-носителем. Если первый полет без отделения широко освещался в прессе (НК №10, 2017, с.26-27), во второй по непонятным причинам прошел в обстановке секретности.

Компания не анонсировала сброс ALT-2 заранее, хотя изначально он намечался на первую неделю ноября. «SNC завершила обзор готовности к летным испытаниям FTRR (Flight Test Readiness Review) изделия ETA аппарата Dream Chaser, – сообщила страница информации коммерческой пилотируемой

И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»

## Успехи «Охотника за мечтой»

программы CCP (Commercial Crew Progtam), проводимой NASA. – ALT-2 запланирован на 5 ноября в Летно-исследовательском центре имени Армстронга.

9 ноября Билл Герстенмайер (Bill Gerstenmaier), заместитель администратора NASA по пилотируемым программам, сказал на заседании Комитета по науке Палаты представителей, что событие приближается, правда, обозначил другую дату – 14 ноября. В любом случае окно для теста открывалось 5-го и закрывалось 14 ноября.

Очевидной причиной неопределенности стали природные катаклизмы. В начале октября в Калифорнии бушевали лесные пожары, и случилась самая смертоносная неделя в истории штата. Вертолет, помощью которого предполагалось провести ALT-2, привлекался к работе пожарной службой в Санта-Розе, расположенной к северу от Сан-Франциско примерно в 580 км от авиабазы Эдвардс. Как стало известно, эта задержка позволила SNC завершить проверку изделия ETA и устранить некую неназванную проблему.

Ограничение на уведомление о воздушном движении NOTAM появилось накануне дня испытаний. 11 ноября вертолет Boeing 234-UT\* поднял инженерный прототип Dream Chaser и сбросил его на высоте более 3000 м. Аппарат, отправившийся в самостоятельный планирующий полет, совершил успешную посадку на полосу 22L/04R базы ВВС Эдвардс. Спустя несколько часов компания SNC сообщила, что полет прошел успешно, а более подробную информацию она предоставит позже. В свою очередь, представители Центра Армстронга заявили, что в ходе планирующего полета «была проверена и подтверждена эффективность Dream Chaser на критически важных этапах захода на посадку и приземления».

«Успех в летных испытаниях приближает нас к космосу еще на один шаг, – поделился Стивен Линдси (Steven Lindsey), экс-астронавт и вице-президент компании SNC по космическим системам. – Мы благодарны нашей команде и NASA».

«SNC успешно завершила важный тест во время свободного полета, – дал оценку Стивен Стич (Steven Stich), другой бывший астронавт и заместитель менеджера коммерческой пилотируемой программы NASA. – Команда Dream Chaser его хорошо подготовила и выполнила. Бортовые компьютеры и радиоэлектронное обо-

рудование [на прототипе ETA] такие же, как у орбитального аппарата, так что этот тест проложит путь для будущих посадок, завершающих миссии к МКС».

SNC планирует работать не только с NASA. В 2016 г. Управление Организации Объединенных Наций по вопросам космоса UNOOSA\*\* (United Nations Office for Outer Space Affairs) сообщило, что будет использовать Dream Chaser в обеспечении недорогого доступа в космос для научных миссий по микрогравитации стран – членов ООН, не имеющих доступа к космосу и не обладающих собственными космическими программами.

Помимо ООН и NASA, свою заинтересованность в использовании Dream Chaser высказало и Канадское космическое агентство CSA. В начале ноября SNC и CSA подписали Меморандум о взаимопонимании «по вопросам использования корабля Dream Chaser для будущих миссий CSA и облегчения обмена информацией между SNC и Канадой», что является значительным шагом на пути к более тесному сотрудничеству при разработке технологий и приложений, взаимовыгодных для SNC и для канадских промышленных и научных кругов.

«Репутация Канады как лидера мирового класса в области таких технологий, как космическая робототехника, привела к сотрудничеству с корпорацией Sierra Nevada, – полагает министр инноваций, науки и экономического развития Канады Навдип Сингх Бейнс (Navdeep Singh Bains). – Мы надеемся, что опыт канадских фирм и ученых поможет в разработке технологий следующего поколения для Dream Chaser и будет способствовать его успеху».

С этой целью с 6 по 7 декабря в штаб-квартире CSA в Сент-Юбере (Квебек) проходило мероприятие «Dream Chaser for Canada», во время которого канадские компании промышленного сектора могли обсудить различные аспекты сотрудничества с SNC. ■

\* Гражданский вариант военно-транспортного CH-47 Chinook, способный поднимать почти 12 т грузов и достигать крейсерской скорости 222 км/ч.

\*\* Организация Генеральной Ассамблеи, которой поручено осуществление политики ООН в области космоса.





Фото С. Сергеева, ЦЭНКИ

# Перспективы ракеты «Зенит»

И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»

В связи с подготовкой и осуществлением пуска «Зенита» со спутником Angosat (см. с. 42-47) вновь вспыхнул интерес к дальнейшей судьбе этой ракеты.

27 декабря днепропетровский завод «Южмаш» сообщил о текущих темпах работ. «Производство РН семейства «Зенит» продолжается. Прямо сейчас два изделия находятся в активном производстве. Еще одно, под национальным телекоммуникационный спутник «Либидь»\*, ждет дофинансирования», – отмечается в сообщении.

Два носителя, о которых идет речь, изготавливаются в рамках контракта, заключенного в апреле 2017 г. между «Южмашем» и российской компанией S7 Sea Launch Limited\*\*, который предусматривает производство и поставку до 2023 г. 12 ракет для программ «Морской старт» и «Наземный старт»\*\*\* с целью «исследований и использования космоса в мирных целях в рамках международных космических проектов». Инвестиции в запуск проекта составят 220 млн \$.

Напомним, что 24 ноября глава Роскосмоса И.А. Комаров и гендиректор ООО «С7 Космические транспортные системы» С.А. Сопов подписали соглашение о намерениях, которое касается сотрудничества

в проектах «Морской старт» и «Наземный старт», а также в иных проектах. Условия выполнения договора между Роскосмосом и S7 будут детально рассмотрены в отдельном двухстороннем соглашении о государственно-частном партнерстве в области космической деятельности, которое планируется подписать после завершения сделки по покупке группой S7 проекта «Морской старт».

Соглашение о сотрудничестве между S7 Group и Роскосмосом позволит реанимировать программу производства «Зенитов», а также загрузить российские мощности по производству комплектующих для этих ракет (в целом доля российских составляющих в носителе оценивается в 85%). Ключевым элементом остается сверхмощный двигатель РД-171М первой ступени «Зенита». «На сегодняшний день мы ведем переговоры с компанией S7 по объемам и срокам поставки двигателей и готовы к возобновлению производства и поставкам необходимого количества двигателей новому владельцу», – сообщил гендиректор «Энергомаша» И.А. Арбузов.

В связи с невозможностью напрямую поставлять на Украину двигатели и другие комплектующие для «Зенитов», планируется, что российская продукция будет доставляться в США американской «внучке» S7 – фирме S7 Sea Launch Limited в Лонг-Биче. Ранее там из ракетных блоков, поставляемых с «Южмаша» и из РКК «Энергия», собирался носитель в целом, теперь же будет развернута и сборка первой ступени из российских и украинских комплектующих. По мнению ряда экспертов, крупных инвестиций организация такой сборки для «Росского старта» не требует. Аналогичную схему предлагается использовать и на космодроме Байконур для комплекса «Наземный старт»: украинские и российские комплектующие будут поставлять в Казахстан, где на площадках космодрома организуется окончательная сборка ракет.



В начале октября в интервью РИА «Новости» генеральный директор Ракетно-космической корпорации «Энергия» имени С.П. Королёва В.Л. Солнцев сообщил о статусе контракта, заключенного в 2016 г. S7 Group с группой компаний Sea Launch и предусматривающего покупку имущественного комплекса «Морской старт». Владимир Львович, в частности, отметил: «Окончательный расчет предполагаем завершить до конца года. В соответствии с условиями сделки, S7 совершил частичную оплату весной».

Предметом сделки (НК №11, 2016, с.62-63) являются корабль Sea Launch Commander, платформа Odyssey с установленным на них оборудованием ракетного сегмента, наземное оборудование в базовом порту Лонг-Бич (США) и интеллектуальные права, принадлежащие компании Sea Launch, включая товарный знак. Для управления космическими активами в составе S7 Group были созданы ООО «С7 Космические транспортные системы» и S7 Sea Launch Limited, в задачу которых входит эксплуатация плавучего космодрома, а также возобновление коммерческого использования «Наземного старта» на космодроме Байконур. В планах – выполнение до 70 коммерческих пусков в течение 15 лет.



\* В настоящее время КА находится на ответственном хранении у российского головного разработчика – компании «Информационные спутниковые системы» имени М.Ф. Решетнёва, в Железногорске (Красноярский край).

\*\* «Внучка» ЗАО «Группа компаний С7» (S7 Group), 100% акций которого принадлежит В.Ф. Филёву и его супруге Н.В. Филёвой. S7 Group владеет также 99,95% акций авиакомпании S7 Airlines.

\*\*\* Развитием этих проектов занимается ООО «С7 Космические транспортные системы» (бренд S7 Space, генеральный директор С.А. Сопов) – дочернее предприятие S7 Group.

Подобная схема уже реализована в проекте американской РН Antares, которая считается своеобразным «ракетным Франкенштейном», «слепленным» из компонентов, производимых в разных странах разными компаниями. Основную конструкцию первой ступени выпускает «Южмаш», двигатели – НПО Энергомаш, а вся ракета вместе с остальными компонентами интегрируется на заводе компании Orbital ATK в технической зоне Среднеатлантического регионального космодрома MARS (Mid-Atlantic Regional Spaceport) на о-ве Уоллопс в штате Вирджиния.

Первое время эксплуатация проекта «Морской старт» и «Наземный старт» будет продолжаться при помощи РН «Зенит», которую после 2023 г. планируется заменить на соответствующие модификации «Союза-5» (НК №7, 2017, с.4-7, также см. материал «Защита эскизного проекта “Союз-5”» на с.52). S7 готова заказать около 50 таких ракет и заключить опцион еще на 35 штук.

12 декабря на форуме «Космос как бизнес», организованном ГК «Роскосмос» и ТАСС, владелец S7 Group В.Ф.Филёв рассказал о стратегии своей компании, деятельность которой в перспективе позволит увеличить долю России на глобальном рынке пусковых услуг. «Мы хотели бы возобновить деятельность программы «Морской старт» и придумали новую бизнес-модель, – пояснил Владислав Феликсович. – Спасибо Роскосмосу и РКК «Энергия», которые поддержали нас

в этом стремлении, а также спасибо руководству государства, которое дало нам такую возможность».

Бизнес-модель предусматривает опережающее изготовление ракет-носителей: от подписания контракта до запуска должно проходить 6–12 месяцев. Совладелица S7 Group Н.В.Филёва говорит, что у компании уже есть заказы на запуски, причем, по ее словам, «люди выстраиваются в очередь».

По мнению владельца S7 Group, индикативная себестоимость производства новой коммерческой РН должна составлять не более 600 \$ за 1 кг сухой массы. «Это та цена, которая сделает ракету коммерчески успешной», – сказал он.

Владислав Феликсович отдельно подчеркнул, что S7 Space – коммерческая компания, и «Морской старт» – коммерческий космический проект. Он привел в пример допуск частного сектора к космическим услугам в США, который повлиял на активное развитие отрасли. По его оценкам, коммерческий космический рынок в России по итогам 2017 г. составит около 770 млн \$ (из них 320 млн \$ – услуги по выведению спутников, 150 млн \$ – изготовление коммерческих спутников, а 330 млн \$ – доход от продажи услуг двух российских операторов – ФГУП «Космическая связь» и АО «Газпром космические системы»). Задача, которую декларирует S7 Space, – занять на рынке услуг долю, соответствующую как минимум доле ВВП России в мировом ВВП (около 3.4%).

В.Ф.Филёв рассматривает свой новый актив как «входной билет» в космический бизнес. «Вход в тему за такую небольшую сумму – это удача», – сказал он в интервью изданию «Популярная механика». По его мнению, «Морской старт» – гениальная идея для России, не имеющей возможности построить космодром близ экватора.

Владислав Феликсович не разделяет оптимизма ряда наблюдателей в отношении многоразовых носителей, считая, что ремонтно-восстановительные работы и межполетное обслуживание [а также снижение массы полезной нагрузки из-за необходимости расхода топлива для вертикальной посадки или из-за утяжеления конструкции ступени на массу крыльев, необходимых для горизонтальной посадки, либо на массу парашютов. – Ред.] сводят на нет экономи-

ческий эффект повторного использования ракетных блоков. По мнению В.Ф.Филёва, одноразовую ракету можно заметно удешевить. Так, по его словам, удельная стоимость современного авиадвигателя типа CFM56 составляет примерно 4000 \$ за 1 кг, тогда как у ракетного двигателя этот показатель вчетверо ниже. И если последний делать не единично, а на потоке, то удельную стоимость можно снизить до 500 \$/кг и даже меньше. «Для этого надо делать стандартный продукт – производить ракеты, как пирожки. Нам нужен ракетный Т-34», – подчеркнул владелец S7. ■



Стратегия S7 Group предусматривает впоследствии создание орбитального космодрома на базе МКС. О сотрудничестве в данном направлении также говорится в соглашении о намерениях между S7 Group и ГК «Роскосмос». Планируется создание околоземного многофункционального комплекса для сборки,правки и запуска КА на другие орбиты, а также на траектории полета к Луне и Марсу. Подобный космодром может пригодиться и для обслуживания ядерного буксира мегаваттного класса.



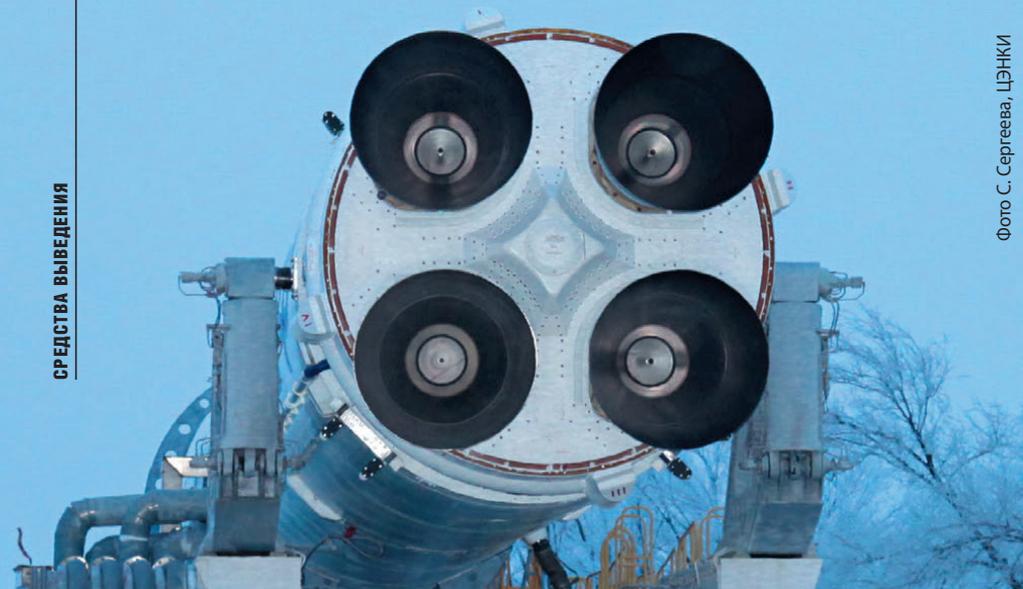
СРЕДСТВА ВЫВЕДЕНИЯ

Фото С. Сергеева, ЦЭНКИ

Владимир Юрченко jurchenko.vladimir@rambler.ru

Фото С. Сергеева, ЦЭНКИ





## Защита эскизного проекта «Союз-5»

И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»

12 декабря в ПАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С. П. Королёва» состоялась заседание президиума Научно-технического совета (НТС) на тему «Рассмотрение эскизного проекта комплекса ракеты-носителя среднего класса для летно-конструкторской отработки ключевых элементов космического ракетного комплекса сверхтяжелого класса».

Во вступительном слове генеральный конструктор РКК «Энергия» Е. А. Микрин отметил исключительную значимость проекта для развития отечественной космонавтики: «Создание комплекса РН среднего класса «Союз-5» (НК №7, 2017, с.4-7) – это важнейший этап создания космического ракетного комплекса сверхтяжелого класса. Он должен обеспечить реализацию перспективных космических проектов в соответствии с основными положениями Основ государственной политики в области космической деятельности на период до 2030 г., и в первую очередь – Лунной программы».

Напомним: в ходе эскизного проектирования определялся технический облик, основные характеристики, технические и технологические решения по новой ракете среднего класса для обеспечения запусков автоматических КА и транспортных пилотируемых кораблей.

«Союз-5» создается с использованием технологий, реализованных в проекте РН «Зенит», и отличается увеличенным до 4.1 м (у «Зенита» – 3.9 м) диаметром, большей высотой, более высокой стартовой массой и увеличенной энергетикой. Новая ракета сможет выводить на низкую околоземную орбиту высотой 200 км полезный груз массой 17 т (у «Зенита» – 14 т).

Первая ступень носителя будет иметь сужающуюся хвостовую часть: с 4.1 м (цилиндрическая обечайка баков) диаметр постепенно уменьшится до 3.9 м (нижняя часть бака горючего) и 3.68 м (хвостовой отсек), чтобы обеспечить сопряжение ракеты с име-

ющейся инфраструктурой как на Байконуре, так и на пусковой платформе «Морского старта». Разъемы «Союза-5» можно будет подключить к оставшимся от «Зенита» механическим узлам, системам электропитания, заправки и телеметрии. Минимальных изменений потребует и транспортно-установочный агрегат, применяющийся для сборки, доставки и установки ракеты на стартовую площадку и обеспечивающий предстартовые операции.

Как полагает ряд экспертов, большая совместимость проектов носителей «Союз-5» и «Зенит» по интерфейсам позволит значительно сэкономить на модернизации инфраструктуры. По мнению научного руководителя Института космической политики (ИКП) И. М. Моисеева, «смысл в такой схеме есть». Он пояснил: «Стартовые сооружения очень дороги. Все размеры, подводы, системы заправки привязаны к определенному размеру ракет-носителей... Если говорить об экономии на модернизации наземной инфраструктуры – речь идет о многих десятках миллионов долларов. Точную цифру назвать невозможно. Стоимость стартовых сооружений очень сложно высчитать. Это огромный объем земляных работ, и бетонные работы, и изготовление стартового оборудования».

Согласно эскизному проекту, нижние ступени всех модификаций «Союза-5», работающие на топливе «жидкий кислород – керосин», будут унифицированы: на первой ступени будет стоять самый мощный в мире двигатель РД-171МВ, на второй – два РД-124М. Отличаться варианты будут комплектацией космической головной части (КГЧ). В пилотируемой версии поверх носителя установят космический корабль «Федерация» с ракетным блоком аварийного спасения (РБАС). В вариантах для запуска с Байконура и «Морского старта» это будут разгонные блоки серии ДМ-SL и -SLB и соответствующие головные обтекатели. Первый пуск «Союза-5» запланирован на 2022 г. с космодрома Байконур, после чего ракета

будет эксплуатироваться и в проекте «Морской старт».

Сверхтяжелый носитель (НК №7, 2017, с.4-6) будет компоноваться из модулей «Союза-5». Пока рассматриваются три варианта ракеты, отличающиеся числом модульных блоков первой (от трех до шести) и второй ступени, а также типом и компонентами топлива верхних ступеней. Они смогут вывести на низкую околоземную орбиту груз массой от 50 т до 108 т.

В ходе заседания НТС рассматривались результаты разработки эскизного проекта комплекса РН среднего класса, в том числе цели, задачи, состав комплекса, а также эскизные проекты входящих в него составных частей.

Первый заместитель генерального конструктора – главный конструктор средств выведения И. С. Радугин выступил с докладом «Основные результаты разработки эскизного проекта комплекса ракеты-носителя среднего класса для летно-конструкторской отработки ключевых элементов космического ракетного комплекса сверхтяжелого класса».

О результатах разработки эскизных проектов носителя среднего класса и средств его транспортирования рассказал главный конструктор РН «Союз-5» представитель АО РКЦ «Прогресс» А. А. Черевань.

Были представлены также доклады «Результаты разработки эскизного проекта комплекса автоматизированных систем управления подготовкой и пуском ракеты космического назначения», «Результаты разработки материалов эскизного проекта комплекса средств измерения, сбора и обработки информации», «Технико-экономические показатели создания комплекса ракеты-носителя среднего класса» и другие.

Эскизному проекту дана оценка соответствия нормативным документам и требованиям технического задания. Президиум НТС принял решение одобрить рассмотренные материалы эскизного проекта комплекса РН среднего класса для летно-конструкторской отработки ключевых элементов космического ракетного комплекса сверхтяжелого класса.

Первому заместителю генерального конструктора – главному конструктору средств выведения РКК «Энергия» И. С. Радугину поручено направить материалы эскизного проекта на отзывы в ФГУП ЦНИИмаш, ФГУП «Организация «Агат», ФГУП НПО «Техномаш», АО РКС, ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша», ФКП НИЦ РКП, АО «Композит». ■



В инициативном порядке РКК «Энергия» планирует рассмотреть вопрос о много-разовом применении первой ступени «Союза-5» и принять решение, стоит вести такие работы или нет. Будут рассмотрены два варианта спасения ступени: вертикальная реактивная посадка и использование парашютов. В рамках предварительных изысканий планируется рассчитать снижение грузоподъемности ракеты в случае многократного использования первой ступени, а также определить стоимость подготовки носителя после полета к следующему запуску.

Генеральный директор «Энергии» В. Л. Солнцев называет инициативу своей организации «боковой» опытно-конструкторской работой, выполняемой «чтобы не отстать от мирового тренда».

30 ноября 2017 г. ЕКА выдало компаниям Thales Alenia Space и European Launch Vehicle (ELV)<sup>1)</sup> контракт стоимостью 36,7 млн евро на предэскизную разработку автоматической многоразовой транспортной системы Space Rider («Космический наездник»), предназначенной для запуска на низкую околоземную орбиту с помощью новой легкой PH Vega C (НК № 1, 2018, с.30)<sup>2)</sup>. Контракт подписали руководитель директората ЕКА по космическим транспортным средствам Даниэль Нойеншвандер (Daniel Neuenschwander), вице-президент Thales Alenia Space по космическим исследованиям и науке Вальтер Куньо (Walter Cugno) и управляющий директор ELV Андреа Преве (Andrea Preve).

Цель проекта Space Rider – создание доступной, независимой, многоразовой комплексной интегрированной европейской системы запуска полезных нагрузок массой до 800 кг на низкую околоземную орбиту и возвращения в автоматическом режиме во время «рутинных» миссий. Система будет включать свободно летающую орбитальную платформу, способную два месяца работать в космосе, безопасно возвращаться в атмосферу и совершать мягкую посадку с помощью управляемого парашюта-крыла на сушу. Входящий в систему многоразовый спускаемый аппарат с несущим корпусом (АНК) сможет до шести раз<sup>3)</sup> выходить на орбиту, а потом возвращаться на Землю для межполетного обслуживания, включающего ремонтно-восстановительные работы.

Партнеры новой программы предполагают опираться на опыт, полученный в ходе тестов «Промежуточного экспериментального аппарата IXV» (Intermediate eXperimental Vehicle), который 11 февраля 2015 г. совершил суборбитальный полет (НК № 4, 2015, с.26-32). По заявлению разработчиков, до этого события Европа не имела достаточных ноу-хау по возвращению аппаратов из космоса, хотя давно и успешно занимается запусками и работой в космосе. Задачей IXV было заполнение этого пробела в знаниях путем демонстрации критических технологий в условиях гиперзвукового полета при спуске в атмосфере. С тех пор европейцы спроектировали несколько летных демонстраторов, способных предоставить еще более ценную информацию.

Предполагается, что Space Rider будет многоразовой космической системой, предназначенной для научных экспериментов на околоземной орбите, отработки технологий повторного использования, алгоритмов спуска в атмосфере и автоматической посадки, а также возвращения полезной нагрузки на Землю для проверки и повторного тестирования. Кроме того, система сможет выполнять орбитальную проверку технологий, необходимых для ряда перспективных приложений<sup>4)</sup>, образовательные миссии, а также

И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»

## «Космический наездник» для Европы

повышать конкурентоспособность европейской промышленности, прокладывая пути к коммерческим космическим сервисам.

Система, запускаемая с европейского космодрома во Французской Гвиане, сможет выводиться на широкий спектр низких околоземных орбит<sup>5)</sup> разных высот и наклонов; она будет оставаться в космосе так долго, как того потребует полезная нагрузка, а затем совершит посадку на сушу.

Первым элементом системы будет многоразовый АНК, в отличие от IXV, имеющий многоцелевой грузовой отсек. В конструкции и системах аппарата планируется по максимуму использовать готовые компоненты.

Второй элемент – легкая PH Vega-C.

Третий элемент – одноразовый приборно-агрегатный отсек на базе блока AVUM (четвертой ступени PH Vega) для маневрирования в космосе и схода с орбиты. На нем также будут размещены разворачиваемые солнечные батареи для электроснабжения системы.

Четвертый элемент – наземный сегмент, обеспечивающий поддержку операций на орбите, повторный запуск и посадку, а также первичную обработку полезных нагрузок после посадки.

Анализ системных требований (System Requirements Review) к Space Rider уже выполнен. Предварительное рассмотрение проекта (Preliminary Design Review) завершится в 2018 г., а защита технического проекта (Detailed Design Review) – в 2019 г. В настоящее время с конечными пользователями обсуждаются и отбираются полезные нагрузки.

Space Rider совершит первый испытательный полет в 2020 г. и приземлится на

взлетно-посадочной полосе о-ва Санта-Мария (один из Азорских о-вов в Атлантическом океане). Затем ему предстоит еще пять миссий с интервалом 6–12 месяцев между двумя последовательными полетами. В первые годы работы системы компания Arianespace примет решение о необходимом числе экземпляров этой модели, соответствующем конъюнктуре рынка.

По мнению чиновников ЕКА, к 2025 г. система сможет совершать коммерческие рейсы, доставляя полезную нагрузку в космос и обратно на Землю по цене примерно 9200 \$/кг. Вероятно, эксплуатацию системы будет осуществлять Arianespace, предоставляя правительственным и промышленным заказчикам возможность использовать грузовой отсек для размещения научных и технологических экспериментов.

Европейцы считают, что программа совместной разработки Vega – Space Rider заложит основу для удовлетворения самых широких потребностей рынка с помощью носителя Vega C и таких продуктов, как диспенсер малых спутников SSMS (Small Satellites Mission Service), система Space Rider и электроракетная верхняя ступень VEnUS (Vega electric upper stage) для перевода спутников на более высокие орбиты.

Европейцы рассматривают систему как важный элемент в развитии технологий повторного использования и отработки техники управляемого спуска в атмосфере.

«Для Европы Space Rider представляет собой шаг вперед в нашей дорожной карте аппаратов [для исследования технологий] входа в атмосферу, – полагает Донато Аморозо (Donato Amoroso), генеральный директор Thales Alenia Space Italy. – Это будет многоразовый аппарат, прокладывающий путь к более крупным и более сложным приложениям, включая многоразовые ступени, баллистические полеты из точки в точку, космопланы и даже космический туризм. Подписанный контракт подтверждает ведущую роль Thales Alenia Space в технологиях входа в атмосферу, поскольку сочетает в себе возможности орбитальных свободно летающих спутниковых платформ с возможностью повторного использования». ■

<sup>1)</sup> Учреждена фирмой Avio SpA (70% акций) и Итальянским космическим агентством ASI (30%).

<sup>2)</sup> Всего на разработку ракеты Vega E и космоплана ЕКА выделило 107 млн \$.

<sup>3)</sup> При однократном выполнении задачи удельная стоимость доставки полезной нагрузки в космос и возвращения ее на Землю превышает 40 тыс \$/кг.

<sup>4)</sup> Длительные исследования в условиях микрогравитации, демонстрация технологий в орбитальном полете и подтверждение работоспособности систем для наблюдения Земли, проведения научных экспериментов, а также телекоммуникации и робототехника.

<sup>5)</sup> За базовую принимается орбита наклоном 51,6° и высотой 400×400 км.

И.Афанасьев.  
«Новости космонавтики»

# SPACEX

## на пути к «ИЗНАЧАЛЬНОЙ ЦЕЛИ»



Успешный старт 15 декабря (см. с. 38-39) стал юбилейным, пятидесятым в истории SpaceX. Эта веха была достигнута менее чем через 12 лет, прошедших после первой, неудачной, попытки пуска ракеты Falcon 1 в марте 2006 г. (НК № 5, 2006, с.32-34). За это время компания Маска прошла путь от «еще одной попытки орбитального пуска» до «одного из крупнейших игроков в мировой пусковой индустрии».

Корпорация Space Exploration Technologies (SpaceX) основана Илоном Маском (Elon Musk) в мае 2002 г. с целью сокращения затрат на доступ в космос, повышения надежности ракетной техники и в конечном итоге для отправки людей на Марс. До этого Маск работал в IT-сфере, успев создать софт Zip2 и основать онлайн-сервис PayPal. Он пытался осуществить проект доставки растений на Марс, но был вынужден отказаться от затеи, не сумев найти доступное решение для запуска.

К 2005 г. SpaceX анонсировал разработку семейства трех носителей разной размерности: легкого Falcon 1, промежуточного Falcon 5 и среднего Falcon 9\*. Все ракеты были жидкостными, двухступенчатыми, с тандемным расположением и отличались размерами, числом и типом используемых двигателей. Чтобы снизить затраты, компания решила изготавливать большинство основных компонентов матчасти самостоятельно.

Falcon 1 мог вывести полезную нагрузку 670 кг на низкую околоземную орбиту. На первой ступени стоял один двигатель Merlin с турбонасосной подачей компонентов топлива, на второй – Kestrel с вытеснительной системой. Оба работали на жидком кислороде (окислитель) и керосине RP-1 (горючее). Будучи меньшим по размерам и менее сложным, чем другие предлагаемые SpaceX ракеты, Falcon 1 должен был свести к минимуму финансовый риск в случае, если проект не увенчается успехом.

Для ракеты были созданы две пусковые площадки. Первую, с обозначением SLC-3W, оборудовали на базе ВВС Ванденберг в Калифорнии на месте бывшего старта носителей типа Atlas Agena, Thor Agena и Atlas-E/F, который в последний раз использовался в 1995 г. Вторую построили на острове Омелек

в атолле Кваджалейн на Маршалловых островах. Находясь в центре Тихого океана, недалеко от экватора, она позволяла пускать Falcon 1 почти на любое орбитальное наклонение.

Первой с базы Ванденберг должна была стартовать ракета с экспериментальной полезной нагрузкой TacSat-1 Военно-морской исследовательской лаборатории NRL (Naval Research Laboratory). Однако траектория полета проходила над действующей стартовой площадкой SLC-4E, и ВВС запретили проведение экспериментального пуска до тех пор, пока не будет выполнена последняя миссия PH Titan IV (что произошло в октябре 2005 г.). Вместо этого ВВС одобрили запуск спутника FalconSat-2 с острова Омелек.

В итоге TacSat-1 так и не был запущен, а SLC-3W никогда не увидел полета ракеты Falcon 1. По иронии судьбы, когда SpaceX все-таки начал пуски с авиабазы Ванденберг, ракеты Falcon 9 взлетали как раз с бывшего «титановского» стартового комплекса.

Первую попытку пуска ракеты Falcon 1 со спутником FalconSat-2 на борту отменили 27 ноября 2005 г. (по местному времени) из-за неисправности наземного оборудования. В ходе следующей попытки в декабре бак первой ступени ракеты деформировался, когда сливали топливо во время продолжительной задержки из-за погоды: один из клапанов не открылся, из-за чего в резервуаре создалось разрежение.

Falcon 1 наконец-то поднялся над стартом только в ходе третьей попытки, принятой 24 марта 2006 г., но вскоре упал в Тихий океан: двигатель первой ступени потерял тягу через 34 сек после взлета. Причиной аварии признали течь керосина через изъеденную коррозией гайку на линии подачи горючего; в хвостовом отсеке возник пожар, который и привел к отключению двигателя.

После изучения причин аварии, доработки проекта и процесса подготовки ракеты во избежание повторения аномалии, Falcon 1 снова полетел – 21 марта 2007 г. Неся демонстрационную полезную нагрузку DARPA и два эксперимента NASA, ракета поднялась выше, чем в первом полете, и даже впервые достигла космоса, но на орбиту снова не вышла: после разделения вторая ступень вошла в режим автоколебаний, и ее двигатель выключился (НК № 5, 2007, с.27-28).

Третий пуск легкого носителя состоялся 3 августа 2008 г. В конструкцию PH внесли

существенные изменения, включая установку регенеративно охлаждаемого двигателя Merlin-1C вместо аблятивно охлаждаемого Merlin-1A на первой ступени и улучшенную вторую ступень. Под обтекателем ракеты стояли спутник Trailblazer Управления оперативного реагирования в космосе (Rapid Capabilities Office) ВВС США, два кубсата NASA и капсула космической похоронной фирмы Celestis.

Авария произошла на этапе разделения: разработчики не учли остаточную тягу двигателя с регенеративным охлаждением, которая вызвала соударение блоков и повреждение второй ступени (НК № 10, 2008, с.24-25). Причину аномалии определили сразу. Профиль полета изменили, введя короткую паузу между отсечкой двигателя первой ступени и разделением.

Менее чем через два месяца после этой неудачи Falcon 1 стал первой частной ракетой на жидком топливе, достигшей орбиты: 28 сентября в космос была доставлена демонстрационная полезная нагрузка RatSat (НК № 11, 2008, с.36-37).

13 июля 2009 г. состоялся пятый и последний пуск: на орбиту вышел спутник для съемки Земли RazakSat, принадлежащий Малайзии (НК № 9, 2009, с.34-35).

Falcon 1 предполагалось заменить удлиненным и гораздо более мощным вариантом Falcon 1e, однако он так и не полетел: SpaceX решила сосредоточиться на более крупных ракетах, которые могли бы нести небольшие спутники в качестве попутных полезных грузов, вместо того чтобы эксплуатировать легкий носитель для целевых запусков.

Другой ракетой, которая так и не попала на стартовую площадку, был Falcon 5 – промежуточный вариант между Falcon 1 и Falcon 9 с пятью двигателями Merlin на первой и двумя Kestrel на второй. По общей компоновке и пропорциям он напоминал Falcon 9.

В августе 2006 г., между первой и второй авариями «единички», NASA выдало компании SpaceX контракт в рамках программы «Коммерческие орбитальные транспортные системы» COTS (Commercial Orbital Transportation Systems) по созданию беспилотных КА, способных доставлять грузы на МКС, призванной сохранить США возможность снабжать станцию после выхода на «пенсию» системы Space Shuttle.

Фирма Илона Маска предложила разработанный в частном порядке возвращае-

\* Название дано в честь корабля «Тысячелетний сокол» (Millennium Falcon) из фильма «Звездные войны», а номера 1, 5 и 9 обозначали число двигателей первой ступени на каждом варианте ракеты.

мый корабль Dragon, который в итоге и был выбран вместе с носителем K-1 компании RocketPlane Kistler для реализации программы COTS. Вскоре второй контракт был передан Orbital Sciences Corporation (теперь Orbital ATK) – после того, как Kistler не справился с этапом проекта.

В конце 2008 г. NASA выдало 12 заказов по коммерческим услугам снабжения CRS компании SpaceX и восемь – фирме Orbital, что вплоть до 2017 г. обеспечивало выполнение задач по снабжению Американского сегмента МКС.

Для доставки Dragon'a компания SpaceX предложила вариант носителя Falcon 9 с девятью двигателями Merlin на первой ступени и одним оптимизированным на работу в вакууме Merlin Vacuum (Mvac) на второй. В первоначальной конфигурации, которая «задним числом» была названа Falcon 9 v1.0, девять двигателей были расположены в хвостовом отсеке первой ступени в виде квадратной решетки 3x3.

Планы пусков данной ракеты с острова Омелек не сбылись – но вместо этого SpaceX взяла в аренду комплекс SLC-40 на станции ВВС «Мыс Канаверал», демонтировала пусковую инфраструктуру, которая раньше обслуживала тяжелый Titan IV и бездействовала с 2005 г., и перестроила всё под Falcon 9. С Канаверала можно было не только стартовать к МКС, но и выводить коммерческие аппараты на геопереходную орбиту.

С тех пор компания Илона Маска построила дополнительные стартовые комплексы для ракеты Falcon 9 на месте SLC-4E на авиабазе Ванденберг (для миссий на полярную орбиту) и на месте LC-39A в Космическом центре Кеннеди, к северу от SLC-40, а также начала строительство собственного объекта в Бока-Чика в Техасе для чисто коммерческих миссий.

Falcon 9 совершил свой первый полет 4 июня 2010 г. с комплекса SLC-40 и, неся сертификационный макет DSQU (Dragon Spacecraft Qualification Unit), призванный имитировать аэродинамические и инерционные свойства корабля Dragon, успешно достиг орбиты (НК № 8, 2010, с.24-27).

Шесть месяцев спустя, 8 декабря 2010 г., второй Falcon 9 отправил первый Dragon в демонстрационную миссию по программе COTS (НК № 01, 2011, с.22-26). Корабль выполнил два витка вокруг Земли, затем вошел в атмосферу и штатно приводнился у берегов Калифорнии, а на орбите осталось несколько кубсатов, выведенных вместе с ним для американского правительства.

Dragon хорошо показал себя на орбите, и SpaceX и NASA согласились объединить цели двух оставшихся демонстрационных миссий, которые должны были включать более длительный свободный орбитальный полет со встречей, но без стыковки на МКС, и первую миссию по доставке груза на станцию. Совместная миссия Dragon C2+ стартовала 22 мая 2012 г. (НК № 7, 2012, с.14-23): корабль прибыл на МКС 25 мая и почти шесть дней был пришвартован к надирному порту

модуля Harmony. Миссия завершилась успешным возвращением 31 мая.

Успех Dragon C2+ открыл SpaceX дорогу к выполнению миссий по коммерческому обслуживанию МКС в соответствии с контрактом 2006 г. 7 октября 2012 г. в начале полета CRS SpX-1 один из двигателей первой ступени ракеты отказал, однако восемь оставшихся продолжили работать – и Falcon 9 смог достичь орбиты\*. Dragon нормально завершил миссию, а вот спутник связи Orbcomm, запускаемый в качестве попутной полезной нагрузки, не мог быть доведен на расчетную орбиту и сгорел в атмосфере через несколько дней (НК № 12, 2012, с.14-17).

Пятый и последний полет варианта Falcon 9 v1.0 (миссия SpX-2) состоялся 1 марта 2013 г. (НК № 5, 2013, с.13-15).

29 сентября того же года с авиабазы Ванденберг стартовал первый модернизированный Falcon 9 v1.1 (НК № 11, 2013, с.55-61). Обе ступени ракеты удлинены и оснащены модифицированными двигателями Merlin-1D; компоновку хвостового отсека первой ступени изменили, расположив двигатели не в виде квадратной сетки, а стандартно – восемь по окружности и один в центре. Носитель вывел на орбиту канадский спутник Cassiope и пять малых КА, которые впервые закрывались большим головным обтекателем диаметром 5.4 м.

Реализуя свои улучшенные возможности, 3 декабря 2013 г. Falcon 9 v1.1 впервые успешно вывел на геопереходную орбиту спутник связи SES-8 (НК № 2, 2014, с.34-38).

Первый пуск Falcon 9 с крупной государственной (помимо «Дракона») нагрузкой состоялся 11 февраля 2015 г.: спутник DSCOVR (Deep Space Climate Observatory) для длительного исследования космической погоды, разработанный в партнерстве между Национальным управлением океанических и атмосферных исследований NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), NASA и ВВС США, был выведен на очень вытянутую эллиптическую орбиту и начал движение к точке Лагранжа L1 между Землей и Солнцем (НК № 4, 2015, с.33-37).

Через месяц Falcon 9 впервые доставил на геостационарную орбиту сразу два коммерческих спутника связи – ABS-3A и Eutelsat 115 West B, построенные на базе «электрической» платформы BSS-702SP от Boeing, рассчитанной на парный запуск (НК № 5, 2015, с.32-35).

Обновления, внесенные в конструкцию Falcon 9 v1.1, позволили SpaceX реализовать замыслы, декларированные с момента начала разработки, – повторное использование частей ракеты. Для снижения затрат на запуск компания предлагала спасать первые ступени (а в дальнейшем и другие компоненты) своих ракет, чтобы запускать их снова.

Falcon 1 и ранние варианты Falcon 9 оснащались парашютами, предназначенными для управляемого приводнения первых ступеней в океан. Однако ни одну ракету таким способом спасти не удалось, и в конечном итоге SpaceX отказался от парашютов в пользу реактивной вертикальной посадки.

Новые методы, комбинирующие несколько включений маршевых двигателей ракеты по траектории после разделения



СРЕДСТВА ВЫВЕДЕНИЯ

ступеней с тщательным расчетом аэродинамических характеристик бустера для управляемого спуска и реактивной посадки, позволили успешно решить техническую задачу спасения и повторного использования первой ступени за счет снижения механических и тепловых нагрузок путем заметного уменьшения скорости при входе в атмосферу и применения амортизационных посадочных опор.

22 декабря 2015 г. первая ступень с заводским номером B1019 впервые успешно приземлилась на забетонированную площадку на мысе Канаверал (НК № 2, 2016), и вскоре посадки Маска стали не исключением, а правилом. Высокая, ранее считавшаяся недостижимой точность управляемой посадки с промахом в единицы метров помогла резко снизить затраты на поисково-спасательные работы, практически сведя их к нулю.

Маску, однако, осталась «самая малость» – доказать экономическую эффективность многократного использования материальной части своих ракет. ■



Владимир Юрченко jurchenko@rambler.ru

\* Так SpaceX непреднамеренно продемонстрировала возможность продолжения полета Falcon 9 при выходе из строя одного из двигателей первой ступени.

# Самолет-носитель «Птица Рух» пробежался по полосе

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

18 декабря, согласно пресс-релизу Stratolaunch Systems\* (Сиэтл, шт. Вашингтон), гигантский двухфюзеляжный самолет-носитель Model 351, более известный как Roc («Птица Рух»), обладатель самого большого в истории размаха крыла – 117 м, совершил первую пробежку по взлетно-посадочной полосе (ВПП) аэродрома Мохаве под действием тяги шести собственных турбовентиляторных двигателей (ТВРД) PW4056 компании Pratt & Whitney.

Основной целью теста была проверка способности самолета рулить и останавливаться. Специалисты Stratolaunch проводили мониторинг таких устройств, как рулевое управление, тормоза, системы противоскольжения и телеметрии. В пресс-релизе сообщается, что все цели испытания достигнуты, и публикуется видеозапись: самолет пробежал по ВПП со скоростью 46,3 км/ч (25 узлов).

Stratolaunch – одна из фирм, которые пытаются работать в коммерческом сегменте пускового рынка, предлагая при этом инновационные (с точки зрения ее основателей) решения по воздушному пуску ракет-носителей. При этом она является одной из немногих, кто добрался до стадии выпуска летного «железа». Проект находится в разработке уже семь лет, и последние испытания стали важной вехой на пути к его реализации.

31 мая 2017 г. самолет-носитель Roc впервые покинул ангар и предстал перед публикой (НК №7, 2017, с.62). В сентябре Stratolaunch впервые проверил все шесть его ТВРД, которые, по словам представителей компании, работали как ожидалось. Двигатели, снятые с двух авиалайнеров Boeing 747-400 и восстановленные «до первоначального вида», подвешены на пилонках по три под каждой консолью крыла.

И вот через два с лишним месяца «Птица Рух» выполнила первую самостоятельную рулежку. После того, как Model 351 впервые покинула ангар, отношение многих скептиков к проекту изменилось: если все пойдет по плану, то летные испытания системы начнутся в 2018 г., первый показательный пуск ракеты намечен на 2019 г., а начало коммерческой эксплуатации возможно с 2020 г.

\* Американская венчурная компания, сформированная в 2011 г. сооснователем Microsoft Полом Алленом (Paul Allen) и учредителем Scaled Composites Бертом Рутаном (Burt Rutan) с целью разработки авиационно-космической системы для доставки грузов в космос.

Вместе с тем если прогресс с гигантским самолетом налицо, то вопрос с ракетой воздушного старта находится в подвешенном состоянии. Напомним: Model 351 максимальной взлетной массой 590 т и массой груза 230 т, разработанная компанией Scaled Composites для Stratolaunch Systems, предназначена для пуска космических носителей, которые крепятся между двух фюзеляжей. Схема воздушного запуска позволяет преодолеть земную гравитацию меньшими усилиями и вывести на околоземную орбиту большую полезную нагрузку.

Изначально Stratolaunch сотрудничала с фирмой SpaceX, которая проектировала вариант ракеты воздушного старта на основе Falcon 9. Однако уже спустя год компания Илона Маска (Elon Musk), загруженная другими работами, отказалась от этой затеи. В августе 2013 г. эстафетная палочка перешла к Orbital ATK, но и ее проект ALV, по неизвестным причинам, тоже закончился ничем. По мнению наблюдателей, Stratolaunch решила переориентироваться на более перспективный, по мнению компании, рынок запусков малых спутников.



Осенью 2016 г. Stratolaunch и Orbital ATK объявили о стратегическом партнерстве, в рамках которого родилось последнее на данный момент предложение по воздушным пускам с самолета-носителя трех легких ракет Pegasus XL за раз. Первая миссия планировалась в 2019 г. Руководство Stratolaunch утверждало, что может снизить затраты за счет «оптовой» покупки нескольких «Пегасов».

Считается, что пуск трех ракет в одном полете обладает рядом преимуществ, особенно в области национальной безопасности. «За один вылет можно запустить всю группировку спутников, располагающуюся в разных орбитальных плоскостях, если, конечно, каждая ракета выводит по несколько спутников», – говорит Стивен Никсон (Steven Nixon), вице-президент Stratolaunch по стратегическому развитию, в прошлом – директор по науке и технике в Управлении директором национальной разведки США.

В то же время 17 ноября 2017 г. компания Пола Аллена сообщила, что с 2018 г. будет испытывать собственные ракетные двигатели в Космическом центре имени Стенниса, зафиксировав договоренность с NASA двумя документами: соглашением в формате Space Act Agreement между фирмой и Центром Стенниса, которое охватывает «оплачиваемые тесты и связанное с ними обслуживание Stratolaunch в поддержку разработки и проверки двигательных систем, ракеты и наземной инфраструктуры», и приложением, по которому компания заплатит агентству 5,1 млн \$ (включая аванс в размере 1 млн \$) за эксплуатацию стенда E1 в Центре Стенниса.

Эксперты видят в соглашении признак того, что Stratolaunch ведет самостоятельную разработку РН для воздушного запуска, по-видимому, из-за проблем с проектом, за который отвечает Orbital ATK. Будет ли новая ракета заменой или дополнением ранее озвученных планов – пока не известно. Никаких технических данных об этом в соглашениях с NASA не приводится.

«Я могу подтвердить, что мы работаем в Центре Стенниса над проектом, который все еще находится на ранней стадии, – пояснил представитель Stratolaunch Стив Ломбарди (Steve Lombardi) в ответ на запрос издания SpaceNews о соглашениях с NASA. – Мы уже говорили, что изучаем ряд возможностей системы запуска для обеспечения надежного доступа в космос».

Stratolaunch должен доставить свое оборудование на стенд к 31 мая 2018 г., а NASA обязуется завершить разработку, изготовление и установку вспомогательных систем к концу июня. Серия тестов будет выполнена в период до 31 декабря 2018 г.

Другой любопытный факт состоит в том, что в мае 2017 г. новым вице-президентом отделения двигательных установок Stratolaunch назначен бывший представитель SpaceX и ветеран NASA Джефф Торнберг (Jeff Thornburg). В космическом агентстве он работал в качестве ведущего инженера и технического менеджера проекта двигателя J-2X для верхней ступени носителя Ares V, а на фирме Маска был исполнительным директором по разработкам двигателей и ведущим инженером по проекту кислородно-метанового двигателя Raptor.

«Я с нетерпением жду возможности работать с Джеффом, чтобы изучить новые подходы к обеспечению доступа в космос – более удобного, надежного и рутинного», – признался генеральный директор Stratolaunch Джин Флойд (W. Jean Floyd). ■

И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»

# Прыжок «Скайуокера»

СУБОРБИТАЛЬНЫЙ ТУРИЗМ



12 декабря на полигоне Ван-Хорн (шт. Техас) специалисты компании Blue Origin осуществили беспилотный пуск суборбитальной туристической системы New Shepard, состоящей из ракетного ускорителя\* (Propulsion Module) и обновленной капсулы CC-2 (Crew Capsule 2.0). Это была шестая подряд полностью успешная миссия из семи выполненных.

## Одиннадцать минут недешевого удовольствия

В отличие от предыдущих двух полетов, транслируемых в реальном времени через Интернет, в этот раз компания миллиардера Джеффа Безоса (Jeff Bezos) не сочла необходимым заранее предупредить СМИ о своих планах. О подготовке к пуску мало кто знал (это в духе Blue Origin). Известно лишь, что ускоритель прибыл на старт для окончательных приемочных испытаний к началу сентября. За несколько дней до пуска было опубликовано предупреждение о закрытии воздушного пространства над Западным Техасом с 11 по 14 декабря. После полета Федеральная авиационная администрация FAA подтвердила факт проведения испытаний. Сам же Blue Origin молчал еще 11 часов – до тех пор, пока в твиттере Безоса не появилось видео полета.

«NewShepard с самыми большими окнами и коммерческой полезной нагрузкой на борту сегодня совершил первый полет в космос, – отмечалось в твиттере Blue Origin. – Полностью успешная миссия». От себя лично Безос добавил: «NewShepard сегодня успешно выполнил первый полет Crew Capsule 2.0. В комплекте с окнами и инструментальным манекеном. Он отлично прокатился».

В этот раз, помимо исключительно завораживающих съемок с нескольких камер сопровождения, в том числе установленных на коптере, в сети появилось видео, сделанное изнутри капсулы. Оно показывает не только

довольно статичную картинку интерьера (меняется лишь освещение), но и постоянно преобразующийся вид из огромных панорамных окон.

В 11:59 CDT (16:59 UTC) система NS-3 – CC-2 оторвалась от стартовой площадки. Blue Origin не привела циклограмму полета, но ее можно составить, опираясь на хронометраж событий ролика, выложенного в сеть (см. таблицу).

Активный участок вертикального полета завершился при скорости, соответствующей числу  $M=2.94$ . Наступила невесомость: индикатором послужил летающий по кабине мелкий мусор. Затем капсула отделилась от ракетного ускорителя и примерно через 30 сек после выключения двигателя достигла апогея 99.4 км. По официальным данным, высота подъема ускорителя составила 99.3 км.

Пройдя верхнюю точку траектории, оба элемента системы совершили раздельный вертикальный спуск. Его события также

Циклограмма полета системы NS-3 – CC-2

Время, мин:сек	Событие
00:00	Команда «зажигание»
00:07	Отрыв от стартового стола
01:35	Изменение звука (видимо, из-за истончения атмосферы)
02:25	Выключение двигателя, наступление невесомости
02:42	Отделение капсулы от ускорителя
04:50	Возвращение в атмосферу, начало торможения
05:29	Вход в плотные слои атмосферы (слышны звуки аэродинамического торможения)
05:55	Заметна работа двигателей системы управления спуском
08:06	Отстрел крышек парашютных контейнеров, выпуск тормозных парашютов
08:20	Выпуск и раскрытие основных парашютов
10:04	Включение тормозных двигателей мягкой посадки

**i** Комментируя полет в твиттере, Безос просил игнорировать почти непрерывный пищавший звук в ходе видеозаписи, доносящийся внутри кабины, – он сопутствовал одному из экспериментов. Сложно сказать, будет ли комфортным акустический фон внутри капсулы – его исходный уровень неизвестен (на видео его могли как уменьшить, так и увеличить), капсула летела без финальной отделки, в которую может быть включена звукопоглощающая обшивка, а жестко закрепленная камера получала искаженную картину, поскольку звук шел через металл.

Безос продолжает настаивать, что пассажиры получат возможность отстегнуться и плавать по капсуле. Очевидно, иллюминаторы весьма прочны, чтобы выдержать случайный удар (двойной слой крупных заклепок на их силовой раме производит впечатление), а благодаря постепенно нарастающей перегрузке туристы успеют занять свои кресла.

хорошо отслеживались камерой внутри капсулы. При спуске максимальная скорость соответствовала числу  $M=3.74$ . Капсула стабилизировалась реактивными двигателями управления, ускоритель – аэродинамическими рулями. Незадолго до посадки раскрылись восемь аэродинамических тормозов, которые замедлили скорость ракетного блока. Двигатель ускорителя включился вновь – аппарат затормозился до постоянной скорости спуска 3 м/с и приземлился внутри круга посадочной площадки на четыре выпущенные опоры.

В это время капсула снижалась неподалеку, слегка раскачиваясь на трех сине-красных куполах парашютов. Перед самым касанием



\* Носил обозначение NS-3 (New Shepard 3), поскольку был третьим по счету двигательным модулем данной серии, изготовленным и испытанным в полете фирмой Blue Origin.

включились твердотопливные двигатели, благодаря которым посадка выглядела достаточно мягкой: по измерениям Blue Origin, касание земли произошло со скоростью всего 0.45 м/с. Общая продолжительность полета капсулы (с момента отрыва от старта и до приземления) составила 9 мин 59 сек.

Таким образом, после 14-месячного перерыва\* компания Blue Origin возобновила летные испытания. В данной миссии дебютировали новый ракетный модуль-ускоритель и второй вариант пилотируемой капсулы. До сих пор в центре внимания программы была демонстрация и совершенствование базовой архитектуры миссии и возможностей по выходу из нештатных ситуаций, таких как отказ парашюта. В этих полетах использовался прототип капсулы с фальшивыми окнами. Что находилось внутри капсулы – неизвестно.

Разработчики подчеркивают, что обновленная капсула SS-2, предназначенная для полета шести человек и оснащенная систе-

ции) достигает 3 мин, а пиковые перегрузки в пять единиц наблюдаются во время входа в атмосферу. На подготовку будущих туристов планируется потратить не более одного дня, включая статическую имитацию миссии и подготовку к действиям в чрезвычайных ситуациях. Во всяком случае, тренировки на центрифуге перед полетом не потребуются.

Полеты будут проводиться рано утром из-за более спокойных ветров в это время. Система предназначена для быстрого повторного использования. В частности, межполетное обслуживание New Shepard занимает около двух недель, но разработчики планируют сократить это время до недели, используя операционный персонал численностью 20 человек.

К полетам на системе New Shepard проявили интерес астронавты программы Apollo Базз Олдрин, Джеймс Ловелл, Фред Хейз и Альфред Уорден.

полненных студентами, до больших шкафов профессионального класса, обеспечивая ход экспериментов в течение краткой фазы микрогравитации.

Две научные нагрузки предоставил Университет аэронавтики Эмбри-Риддл (Embry Riddle Aeronautical University).

Первая – междисциплинарный эксперимент, направленный на поиск новых методов лечения рака CRExIM (Cell Research Experiment In Microgravity), подготовленный в партнерстве с Центром исследования здоровья Университета Техаса и Медицинским университетом Южной Каролины, – включала суборбитальную нанолaborаторию с Т-клетками (Т-лимфоцитами)\*\*.

Доктор Педро Льянос (Pedro Llanos), ассистент профессора кафедры «Космические полеты» Университета Эмбри-Риддл и главный научный специалист по исследованиям Т-клеток, рассказал, что совместная команда за два года подготовила суборбитальный



▲ Манекен Скайуокер в капсуле SS-2 после приземления и во время полета по суборбитальной траектории

мой аварийного спасения и парашютами, полностью готова к пилотируемым миссиям. Она имеет кресла и иллюминаторы размером 73x110 см для всех пассажиров, то есть это космический корабль с самыми большими окнами из когда-либо поднимавшихся в космос. Через эти окна богатые клиенты смогут любоваться космосом, закругленным горизонтом и видами Земли с высоты в 100 км.

Капсула имеет полный климат-контроль, систему обеспечения жизнедеятельности экипажа и «тройную избыточность» (троирование основных узлов и агрегатов), а также САС с двигательной установкой толкающего типа. Отдельно стоит отметить, что большие окна дают возможность пощекотать нервы от самого начала и до конца полета: капсула весьма заметно раскачивается, а перед самой посадкой земля приближается пугающе быстро. В то же время реальная опасность минимальна: в отличие от конкурентов, специалисты Blue Origin успешно проверили в реальных полетах срабатывание САС и сценарий с отказом одного из парашютов. Собственная система приземления капсулы обеспечивает мягкую посадку для пассажиров и экспериментов.

Некоторые изменения внесены в NS-3: усилена тепловая защита для снижения износа, возникающего при выполнении регулярных миссий и уменьшения объема ремонтно-восстановительных работ, необходимых в рамках программы эксплуатации.

В полетах New Shepard продолжительность невесомости (точнее, микрогравита-

### Сын Дарта Вейдера и другие пассажиры

Во время полета, получившего обозначение Mission-7 (M-7), в капсуле находилась имитирующая пассажира кукла – «манекен Скайуокер»\*\* (Mannequin Skywalker), облаченный в синий спортивный костюм и серую маску и снабженный датчиками, а также 12 различных полезных нагрузок, запущенных на коммерческой основе. Миссия впервые выполнялась в рамках лицензии на коммерческий запуск, выданной Федеральной авиационной администрацией FAA в августе: в соответствии с ней компания может продавать места для беспилотных полезных нагрузок на этапе летных испытаний и получать прибыль еще до начала эксплуатационных полетов.

Манекен был оснащен инструментарием для оценки каabinной среды с точки зрения человека – с упором на нагрузки, которым подвергается тело пилота во время подъема, углы и скорости поворота при раскрытии парашютов, а также перегрузки, действующие при приземлении.

Дополнительные полезные нагрузки коммерческого, исследовательского и образовательного назначения поступили через фирму-посредника NanoRacks. Их размеры варьировались от габаритов кубсатов, вы-

эксперимент. Полезная нагрузка, которая содержит 12 пробирок Т-клеток, выделенных из тканей мышей, выращенных в лаборатории, в течение примерно 3.5 минут подвергалась микрогравитации с добавлением различных маркеров или цитокинов – небольших белков, важных в передаче клеточных сигналов.

«Эти цитокины не только способны влиять на поведение Т-клеток, но и используются в онкологической терапии, – поясняет Льянос. – Мы уже знаем, что микрогравитация приводит к разрегулированию работы иммунной системы, но точные механизмы, опосредующие этот эффект, не совсем понятны».

«Научная цель исследования – получить представление о том, как кратковременное воздействие микрогравитации изменяет ландшафт различных типов иммунных клеток, – добавляет Кристина Андрияускайте (Kristina Andrijauskaite), ведущий научный сотрудник группы студентов, проводящих эксперимент в Центре исследования здоровья Техасского университета в Сан-Антонио. – У нас появилась возможность использовать микрогравитацию и точнее имитировать условия для сравнения, что происходит в организме человека в космосе по отношению к наземной лаборатории».

\* Предыдущий полет 5 октября 2016 г. (НК № 12, 2016, с. 48) продемонстрировал возможности системы аварийного спасения (САС).

\*\* Буквально – «Ходящий по небу», «Небесный бродяга». Отсылка к одному из главных героев киносаги «Звездные войны» Люку Скайуокеру.

\*\*\* Развиваются из стволовых клеток в костном мозге и являются ключевыми для иммунной системы.



ВВС «Мыс Канаверал» к первому пуску ракеты New Glenn в 2020 г.

13 декабря Blue Origin начала процесс переезда на мыс Канаверал. «Вы должны побывать на шоссе Космической коммерции (Space Commerce Way), чтобы увидеть их прекрасные сооружения, – восхищается Нэнси Брей (Nancy P. Bray), директор по интеграции и услугам в Космическом центре имени Кеннеди. – Это единственный способ описать объект, где они собираются изготовить ракету... невероятное предприятие! И они переезжают в него сегодня».

Завод площадью 70 000 м<sup>2</sup>, находящийся к югу от Гостевого центра Космического центра имени Кеннеди, будет предоставлен в полное распоряжение Blue Origin организацией Space Florida, которая управляет Исследовательским парком. Этот сине-белый объект будет отвечать за производство всех вариантов ракет New Glenn, запланированных компанией. Двигатели BE-4 будут строиться на заводе площадью 18 600 м<sup>2</sup> в Хантсвилле, штат Алабама. На первой ступени New Glenn будет стоять семь BE-4, работающих на жидком кислороде и сжиженном природном газе и развивающих тягу около 250 тс каждый.

Как уже говорилось, Blue Origin планирует выполнять пуски со стартового комплекса SLC-36 на мысе Канаверал – площадки с двумя пусковыми установками, построенной в 1960-х годах и находящейся в стадии перестройки под ракету New Glenn. Для обеспечения безопасности пусков предполагается привлечь ВВС. При этом близость завода к старту и успехи автоматизации означают, что компании необязательно задействовать штатный центр управления, находящийся в собственности военных, – для выдачи команд послужит один из залов верхнего яруса завода, который может выполнять функции Центра управления запуском.

Капитальные вложения Blue Origin в инфраструктуру округа Бревард в размере от 205 до 220 млн \$ позволят создать 330 рабочих мест со средней заработной платой в 89 000 \$ в год. ■

**i** В рейтинге владельцев самых быстрорастущих состояний, составленном журналом Forbes, Джефф Безос занимает первое место: его активы за 2017 г. подорожали на 33,8 млрд \$ и к середине декабря оценивались в 98,6 млрд \$.

Полезная нагрузка, спроектированная и изготовленная в Лаборатории двигателей факультета технической физики Университета аэронавтики в Дейтона-Бич, Флорида, была размещена в трехмерной печатной структуре размером 10х10х20 см. Она подвергалась испытаниям на вибрацию и прочность для оценки живучести.

Доктор Сатья Гангадхаран (Sathya Gangadharan), профессор машиностроения Университета Эмбри-Риддл и соисследователь проекта, который консультировал студентов при разработке и испытаниях конструкции, оценил эксперимент: «Я очень рад, что Университет Эмбри-Риддл является пионером в этой новой эре исследований раковых клеток с точки зрения биомедицинской инженерии и использует свой прошлый опыт в области микрогравитации для решения проблем, имеющих решающее значение для медицинской сферы».

Виджай Вишал Дурайсамай (Vijay Vishal Duraisamy), докторант Университета Эмбри-Риддл, заведующий технической стороной эксперимента от кафедры машиностроения, вместе с другими членами команды разработал конструкцию, одновременно выполняя тесты и интеграцию полезной нагрузки. «Этот запуск дает нам важные данные и понимание аспектов того, как работает наша полезная нагрузка, – утверждает он. – Кроме того, студента очень мотивирует быть частью сложного проекта, который включает в себя космические приложения».

«В этом суборбитальном исследовательском проекте мы с энтузиазмом воспитываем будущих ученых, технологов, инженеров и математиков, на более глубоком уровне помогая им в карьере», – добавляет доктор Льянос.

Второй эксперимент SOGE (Suborbital Oncologic Gene Expression) Университета Эмбри-Риддла изучает влияние кратковременного периода микрогравитации на экспрессию генов\*, играющих роль в росте опухоли. Главным инженером проекта выступил выпускник Университета Эмбри-Риддл Уильям Джегер (William Jaeger). Д-р Дженнифер Тропп (Jennifer Thropp), ассистент в аспирантуре кампуса Дейтона-Бич, сообщила, что эксперимент – плод сотрудничества с Университетом Гранд-Каньона и компанией Thermo Fisher Scientific – включает две модифицированные колбы, засеянные клетками остеосаркомы.

К каждой колбе прикреплены шприцы, содержащие RNAlater – раствор, позволяющий быстро стабилизировать РНК для «замораживания» процесса изменения тканей при эксперименте. Содержимое вводится в экспериментальную контрольную колбу непосредственно перед началом микрогравитации, а в экспериментальную испытательную колбу – сразу после ее прекращения. По завершении миссии образцы анализируются с помощью метода полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией RT-PCR (reverse transcription-polymerase chain reaction), чтобы определить, как изменилась экспрессия генов.

\* Процесс, посредством которого информация в гене (последовательности нуклеотидов ДНК) используется для синтеза функционального продукта – РНК или белка.

\*\* Gradatim Ferociter (лат.) – девиз на эмблеме компании Blue Origin.

\*\*\* Следует помнить, что период полной невесомости при полете на высоту 100 км в миссии М-7 длился чуть более одной минуты.

«Предыдущие исследования показали, что микрогравитация потенциально может иметь противораковый эффект; однако эксперименты проводились в орбитальных миссиях и при полете самолетов по параболе невесомости, а не как сейчас – на суборбитальной траектории», – говорит д-р Тропп.

### Шаг за шагом, дерзновенно! \*\*

«Сегодняшняя миссия New Shepard – достижение, знаменующее первый полет нашей капсулы экипажа следующего поколения. Мы продолжаем шаг за шагом двигаться по программе летных испытаний, – объявил Боб Смит (Bob Smith), генеральный директор Blue Origin. – Поздравляем команду Blue Origin с хорошей работой, а также наших заказчиков, собравших важные данные о суборбитальной среде».

Разработчики считают, что успешный тестовый полет приближает эпоху космического туризма. Blue Origin надеется приступить к летным испытаниям New Shepard с экипажем в 2018 г. и вскоре начать предоставлять коммерческие услуги, поднимая туристов на границу космоса. Директор по безопасности полетов Blue Origin, экс-астронавт Джеффри Эшби (Jeffrey S. Ashby) рассказал, что первый пилотируемый суборбитальный полет состоится приблизительно через год. Точная дата будет зависеть от хода испытаний, график которых расписан на весь 2018 год. Коммерческие миссии с людьми (космическими туристами и оплаченными специалистами) на борту начнутся не ранее, чем через 1,5–2 года.

Миссия М-7 показала, что суборбитальная система Безоса способна стать не только средством для туристических «круизов», но и платформой для научных миссий. «Услуга предлагает три минуты очень качественной микрогравитации\*\*\* по доступной цене для экспериментов, которые не могут быть реализованы в орбитальных миссиях из-за бюджетных ограничений», – утверждает в проспекте. Одним из преимуществ New Shepard может быть высокий темп запусков, позволяющий повторять эксперименты в разных условиях или с измененным оборудованием, что невозможно быстро сделать в орбитальном полете.

Возобновление тестирования New Shepard приходит в напряженное время: Blue Origin тратит заметные ресурсы не только на подготовку к эксплуатации туристической системы, но и на перенос тяжелого носителя New Glenn (НК №11, 2016, с.64–66) «с чертежной доски на стартовую площадку». Полигон компании в Западном Техасе используется также для тестирования мощного двигателя BE-4 (НК №5, 2017, с.46–47), который Blue Origin планирует поставить на New Glenn.

Во Флориде компания заканчивает строительство огромного ракетного завода в Исследовательском парке (Exploration Park) Космического центра имени Кеннеди, а также готовит находящийся примерно в 10 милях стартовый комплекс SLC-36 на Станции

А. Воронин, О. Дмитриев,  
А. Савеленок, И. Ситникова  
специально для «Новостей космонавтики»

# Проблемы функционирования районов падения космодрома Восточный и пути их решения

Проблематика создания и функционирования районов падения (РП) отработавших частей (ОЧ) ракет-носителей (РН) в последнее время приобретает все более острый характер. В первую очередь, это связано с интенсификацией развития ранее мало используемых территорий, а также с возрастающим вниманием к реализации экологических программ, в том числе созданием новых особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

В процессе отечественной ракетно-космической деятельности для приема отработавших ступеней РН эпизодически заимствуются территории около двадцати субъектов Российской Федерации. При этом в каждом регионе применяется свой уникальный подход как к самой проблематике, так и к методам решения задач, возникающих при функционировании РП.

Начиная с 2011 г. параллельно со строительством космодрома Восточный создавались и районы падения ОЧ РН на территории пяти субъектов России: Республика Саха (Якутия), Хабаровский край, Амурская, Магаданская и Сахалинская области. И здесь специалисты столкнулись с новыми вопросами и соответственно с новыми трудностями.

Особо следует отметить работы в Республике Саха (Якутия) (РС (Я)). И дело не только

в самобытном менталитете местного населения. Значимую роль во взаимодействии с ним и, как следствие, с органами исполнительной власти региона играют некоторые некоммерческие и общественные экологические организации, не редко финансируемые из-за рубежа в виде тематических грантов, а иногда (как в случае с газетой «Якутск вечерний») и напрямую из-за рубежа. Эти организации, почти постоянно работающие «на местах», безусловно оказывают большее влияние на формирование общественного мнения, нежели специалисты Управления районов падения ФГУП ЦЭНКИ, которым поручены работы в регионе.

За шесть лет специалисты Управления районов падения провели беспрецедентно большую работу с местным населением и средствами массовой информации Республики Саха (Якутия). Тем не менее население чаще доверяет, как оно считает, «местным» организациям, вещающим об угрозе безопасности и о серьезных экологических последствиях от пусков РН с космодрома Восточный.

Другой уникальный опыт специалисты Роскосмоса получили в Якутии, работая с коренными малочисленными народами Севера (КМНС). Пожалуй, ни один регион, где расположены районы падения, так пристально не относится к этносу КМНС и традиционной хозяйственной деятельности (в основном выпас оленей, охота, рыбалка), под которую представителям КМНС выделяется до четырехсот тысяч гектар земли.

В совместной работе по экологии и обеспечению безопасности в целом участвует много авторитетных организаций как со стороны Роскосмоса, так и со стороны Республики Саха (Якутия). Значимую координирующую роль играет Министерство охраны природы РС (Я) (С.М.Афанасьев, С.И.Яковлев, Я.И.Заровняев, В.Е.Ушницкий и др.). Непосредственно работы по экологии выполняют Республиканский информационно-аналитический центр экологического мониторинга (РИАЦЭМ, директор Л.С.Волкова),

а также Алданский Комитет охраны природы Минприроды РС (Я) (П.Е.Колчанов, П.Е.Иванов и др.). Роль независимого эксперта в работах по экологии играет Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук (ИВЭП СО РАН; А.В.Пузанов, И.В.Горбачев, С.Н.Балыкин, Д.Н.Балыкин и др.).

Детальная проработка вопросов экологии потребовала от специалистов Роскосмоса принятия дополнительных решений. В частности, пришлось согласиться с расширенным перечнем показателей, контролируемых в природных средах, что потребовало увеличения объема отбираемых в РП проб объектов окружающей среды, количества применяемых методик и программно-аппаратного обеспечения проводимых работ.

Решение экологических вопросов в совокупности с общими проблемами обеспечения безопасности при проведении пусков РН «Союз-2» с космодрома Восточный потребовало от специалистов Управления районов падения нестандартных решений, разработки новых технологий и технических средств для работы в РП.

## Опытный образец комплекса технических средств эксплуатации районов падения на первом и втором пусках с Восточного

В рамках Федеральной космической программы России на 2006–2015 годы (ФКП–2015) по заказу Федерального космического агентства ФГУП ЦЭНКИ выполнило опытно-конструкторскую работу (ОКР) «Создание комплекса технических средств и баз эксплуатации районов падения отдельных частей ракет-носителей, пускаемых с космодрома Восточный» (шифр «РПОЧ-Восток»). В результате был создан уникальный опытный образец комплекса технических средств эксплуатации районов падения (КТС ЭРП), предназначенный для обеспечения безопасности в РП ОЧ РН при осуществлении пусков с космодрома Восточный, который

▼ Рис. 1. 14 июля 2011 г. Первое заседание Правительства Республики Саха (Якутия) по вопросам создания РП ОЧ РН, пускаемых с космодрома Восточный



успешно прошел автономные, комплексные, государственные испытания и был принят заказчиком.

При защите эскизного проекта данного комплекса Научно-технический совет (НТС) принял решение о нецелесообразности создания региональных баз эксплуатации, мобильном исполнении всех частей комплекса и вахтовом методе работы. С учетом этого были созданы автономные мобильные лагеря на базе быстровозводимых пневмокаркасных модулей для обеспечения жизнедеятельности специалистов и размещения рабочих мест управления техническими средствами (рис. 2, 3). В ходе выполнения ОКР «РПОЧ-Восток» при создании технических средств были внедрены передовые технологии и технические решения, повышающие эффективность мероприятий по обеспечению безопасности в РП.

При обеспечении безопасности в РП проводится комплекс мероприятий, включающий в себя предпусковые и послепусковые работы.

При предпусковом обследовании территории РП производится аэровизуальный поиск людей (охотников, рыболовов, туристов) для их оповещения о предстоящем пуске и эвакуации (при необходимости) на время пуска (с последующем возвращением), поиск и фиксация природных и антропогенных очагов возгорания. Особое внимание уделяется экологическому контролю состояния компонентов окружающей среды, пробы которых отбираются на мониторинговых площадках до и после пуска, а также в местах обнаружения фрагментов ОЧ РН.

Наиболее сложной задачей послепускового обследования является поиск и эвакуация фрагментов ОЧ РН из РП на утилизацию.

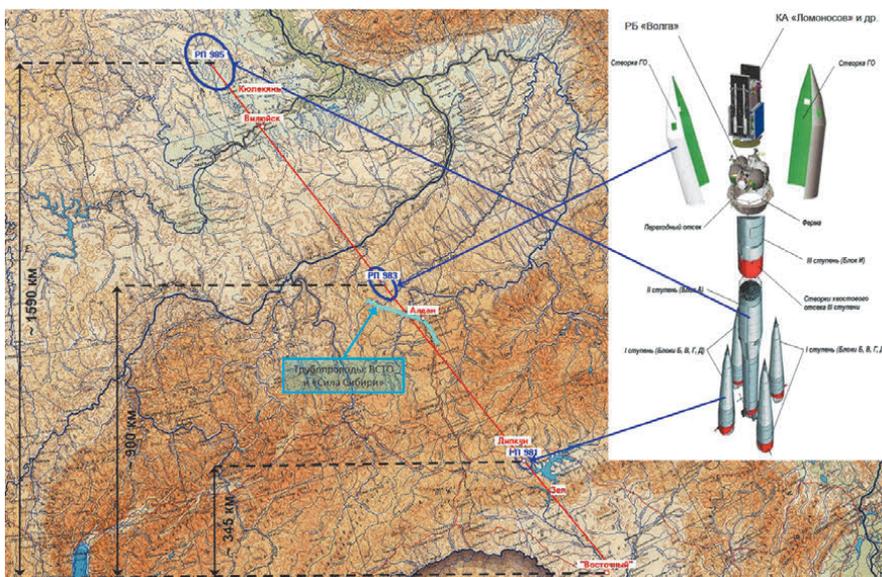
Первый и второй пуски с космодрома Восточный проходили по наклонению 98° с использованием районов падения РП 981, РП 983, РП 985 (рис. 4), расположенных на территории Амурской области и Республики Саха (Якутия).



▲ Рис. 2. Автономный полевой лагерь на комплексных испытаниях



▲ Рис. 3. Автономный полевой лагерь вблизи с. Кюбянде РС(Я) на втором пуске с космодрома Восточный



▲ Рис. 4. Карта-схема траектории пуска и РП ОЧ РН типа «Союз-2» с космодрома Восточный на наклонение 98°

Наиболее сложным с точки зрения обеспечения безопасности является район падения второй ступени (центрального блока и хвостового отсека третьей ступени). Это связано с размерами РП ОЧ РН (для космодрома Восточный – 100х150 км), характером разрушения ОЧ РН на большое количество фрагментов и, как следствие, большими зонами их поиска.

Для уменьшения зон поиска фрагментов ОЧ РН предварительно проводятся баллистические расчеты с учетом модели локальной атмосферы, разработанной 4-м ЦНИИ Минобороны России совместно с ФГУП ЦЭНКИ, утвержденной Роскосмосом и Минобороны (РВСН) и одобренной НТС Военно-промышленной комиссии (ВПК) РФ 24 января 2017 г. По результатам расчетов для используемых РП выдаются прогнозные зоны падения фрагментов ОЧ РН, которые затем уточняются по фактическим значениям метеопараметров атмосферы.

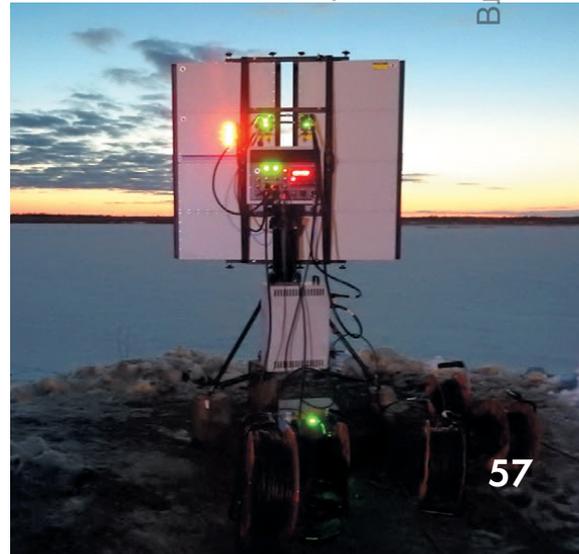
Основное техническое решение, позволяющее отследить попадание фрагментов ОЧ РН в заданный РП и определить координаты мест падения, – применение радарных средств в мобильном исполнении. В составе КТС ЭРП имеются два радиолокационных средства (РЛС): малогабаритная радиолокационная станция контроля за падением ОЧ РН (РЛСК производства АО «ФНПЦ ННИИРТ») и радарная следящая система (PSS) Weibel (Дания). Оба средства поочередно использовались в районе падения второй ступени (РП 985) при осуществлении первого и второго пусков с космодрома Восточный.

Применение РЛС существенно уменьшает зоны поиска фрагментов ОЧ РН, но в то же время не решает всех задач. В связи с тем, что эти средства могут сопровождать ОЧ РН только в пределах угла видимости, который зачастую ограничен элементами рельефа (лес, холмы), применяется математический расчет точек падения фрагментов по полученным результатам измерений. После получения координат мест предполагаемого падения проводится поиск с уточнением координат обнаруженных фрагментов, с последующим планированием мероприятий по разделке и эвакуации ОЧ РН.

Ландшафтные особенности территории РП 985 (густая тайга и заболоченность) делают этот район весьма сложным для поиска фрагментов ОЧ РН. Поисковые работы наземными группами малоэффективны и возможны только вдоль рек и геофизических профилей (в зимний период). Применение тяжелой вседозволенной техники наносит вред плодородному почвенному слою в РП и оставляет колеи в тайге, которые потом довольно долго зарастают. Поэтому наиболее



▼ Рис. 5. Применение технических средств поиска мест падения ОЧ РН, установленных в вертолете Ми-8 (вверху), и контроля за падением ОЧ РН (PSS Weibel, внизу)



Владимир ЦЕНКИН, cenkivladimir@rambler.ru



▲ Рис. 6. Обнаруженный фрагмент камеры сгорания РН «Союз-2.1А»

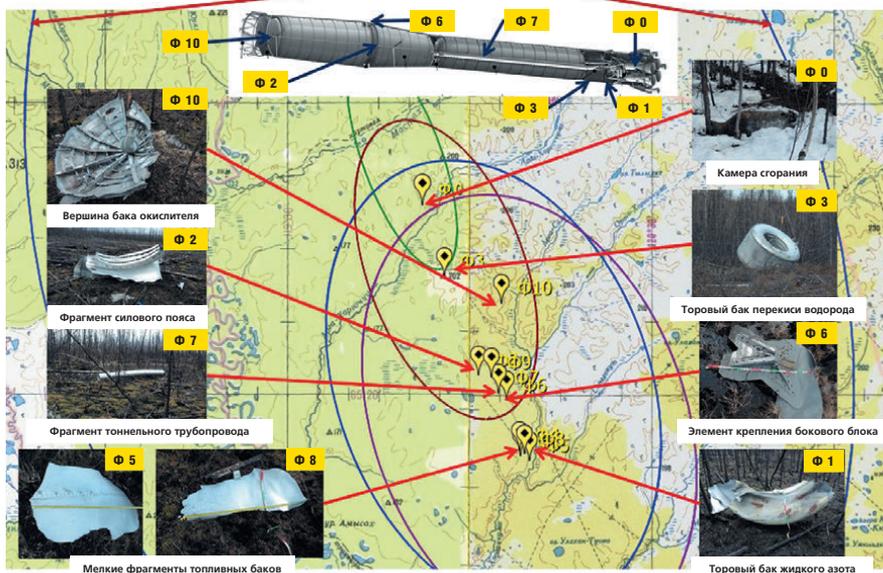
рациональным решением для поисков фрагментов ОЧ РН является обследование РП с применением авиации (вертолетов Ми-8) и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

При первом пуске с космодрома Восточный для обеспечения безопасности в РП 985 применялась радарная следящая система Weibel вместе с техническими средствами поиска мест падения ОЧ РН, представляющими собой комплекс аэрофотосъемочного оборудования в видимом и инфракрасном спектре (рис. 5), устанавливающийся на борту вертолета Ми-8.

Радарная следящая система Weibel отработала в штатном режиме, после экспресс-обработки результатов измерений были выданы 17 целеуказаний. Координаты прогнозируемых точек падения, полученные от РСС, в оперативном режиме были переданы воздушной поисковой группе, которая приступила к аэрофотосъемке местности в местах предполагаемого падения фрагментов ОЧ РН «Союз-2.1А».

Результаты оперативной обработки полученных аэрофотоснимков специалистами рабочей группы подтвердили наличие фрагмента в одной из спрогнозированных точек. Именно в ней 30 апреля 2016 г. поисковая группа, состоящая из представителей Управления районов падения ФГУП ЦЭНКИ, Правительства и Министерства охраны природы Республики Саха (Якутия), обнаружила фрагмент камеры сгорания двигательной установки второй ступени РН «Союз-2.1А» (рис. 6).

▼ Рис. 7. Фрагменты РН «Союз-2.1А», обнаруженные в РП 985 после первого пуска с Восточного

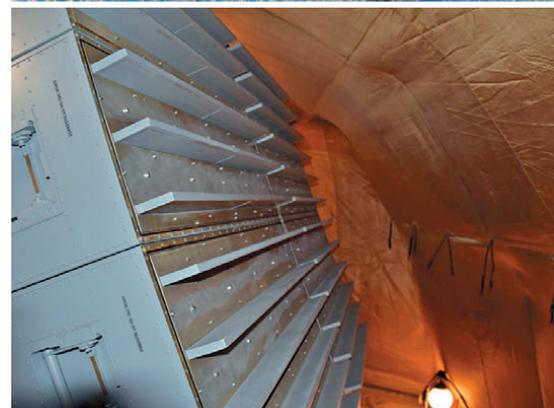


Выпавший снег и образование большого количества наледи, создающей при освещении солнцем отблеск, характерный для гладких металлических поверхностей, затруднили дальнейший поиск фрагментов ОЧ РН.

Поисковые работы были приостановлены и продолжены весной – после схода снежного покрова и до начала вегетационного периода у растений. Аэровизуальный поиск с применением вертолета Ми-8 дал очень хороший результат: по всем целеуказаниям, полученным от РСС, были обнаружены 19 фрагментов (включая фрагмент камеры сгорания) общей массой более 800 кг. Все они находились внутри прогнозных зон падения фрагментов ОЧ РН (рис. 7), и этот факт служит неоспоримым подтверждением правильности выполненных расчетов с использованием локальной модели атмосферы.

Следует отметить, что это самое большое количество обнаруженных фрагментов центрального блока РН от одного пуска, что свидетельствует об эффективности применяемых конструктивных решений.

При втором пуске с космодрома Восточный (28.11.2017) для обеспечения безопасности в РП 985 применялась малогабаритная РЛС контроля за падением ОЧ РН вместе с БПЛА. Малогабаритная радиолокационная станция размещалась в отдельном отапливаемом пневмокаркасном модуле, выполненном из радиопрозрачного материала (рис. 8). Данное техническое решение не только облегчило монтаж и настройку, но и



▲ Рис. 8. Применение технических средств контроля за падением ОЧ РН (РЛСК, вверху) и поиска мест падения фрагментов ОЧ РН (БПЛА, внизу) в РП 985



уберегло обслуживающий персонал от переохлаждения и обморожения.

Работы в РП 985 на втором пуске стали настоящим испытанием для применяемых технических средств и для сотрудников Управления падения ФГУП ЦЭНКИ, в них участвовавших. Условия были по-настоящему суровыми: ночью температура опускалась до  $-47^{\circ}\text{C}$ , днем немного поднималась – до  $-43^{\circ}\text{C}$ ; к этому стоит добавить короткий световой день и ветер, скорость которого достигала 15 м/с.

По результатам обработки измерительной информации, полученной от РЛСК, были определены кинематические параметры фрагментов ЦБ РН на пассивном участке их полета, на основании которых осуществлен прогноз координат точек падения фрагментов.

Визуальное наблюдение падения второй ступени РН «Союз-2» (рис. 9) показало нехарактерную картину: отчетливо наблюдалось падение всего трех фрагментов, в то время как обычно это большое количество светящихся фрагментов.





# Байконур свежим взглядом

## Путевые заметки

**Е. Рыжков.**  
«Новости космонавтики»  
Фото автора

17 декабря с космодрома Байконур к МКС стартовал очередной пилотируемый космический корабль «Союз МС-07» с российско-американо-японским экипажем: Антон Шкаплеров (Россия), Скотт Тингл (США) и Норисигэ Канаи (Япония). Мне посчастливилось впервые побывать на знаменитом космодроме и быть свидетелем этого действия.

Доставку на Байконур группы представителей центральных СМИ, в которую вошли корреспонденты ведущих новостных агентств, российских телекомпаний, газеты «Комсомольская правда» и, конечно, отраслевого журнала «Новости космонавтики», организовали руководители пресс-служб Госкорпорации «Роскосмос» и ФГУП ЦЭНКИ.

Сама «дорога» до пункта назначения была слегка забавна. Вылетели мы 12 декабря из московского аэропорта Шереметьево и только 13 декабря долетели до казахстанского международного аэропорта Алматы. Там пересели на другой самолет и на нем перелетели в аэропорт города Кызыл-Орда, носящий название Коркыт Ата. Ну и оттуда в тот же день, уже на автобусе, добрались до Байконура. После всех дорожных мучений номер в гостинице «Центральная» оказался пятизвездочным.

Кстати, часть «Нового шелкового пути» из Китая в Европу построена Китаем очень хорошо. А дорога между Кызыл-Ордой и Байконуром как раз является частью этого пути, поэтому поездка по ней запомнилась как приятная – никаких тебе кочек да ухабов.

Город Байконур (по-казахски Байқоңыр – «богатая долина»), куда я попал впервые, до декабря 1995 г. назывался Ле-

нинск. Чтобы примерно понять его территориальное расположение, нужно взять карту Евразии, затем на Урале найти г. Екатеринбург и чуть-чуть правее по карте сибирскую Тюмень. Вот примерно на долготе этих городов, правда, существенно южнее, находится Байконур. Разница во времени с Москвой – 3 часа. Кстати, название страны по-казахски пишется Казакстан.

На площади перед нашей гостиницей сверкала наряженная елка (и где только ее взяли в казахской полупустыне?), уже готовая к празднованию Нового года. Забегая вперед, отметим, что перед нашим отъездом в начале байконурского «Арбата» на растяжках появился плакат с надписью «С Новым годом!» на русском с одной стороны и на казахском «Жана жылдарыңызбен!» с другой.

Оправившись от поездки, отужинали в ближайшем кафе под названием «Звездное небо». Рядом с кафе висел плакат «100 лет органам ЗАГС России». Было довольно странно видеть такой плакат в другом государстве, пусть даже в бывшей республике СССР. В России я не только не встречал такого плаката, но даже и не знал, что такой праздник существует.

Вернувшись в гостиничный номер, включил телевизор: работали с десятков российских и казахстанских каналов. По казахскому телевидению транслировались фильмы и передачи на местном языке, а внизу экрана шли русские субтитры. Футбольные матчи смотреть было интересно: примерно 3 минуты комментатор говорил по-русски, затем столько же по-казахски. И так оба тайма.

### Знакомство с городом

Следующий день (14 декабря) для нас оказался свободным. В этот день в казахстанской степи в 147 км юго-восточнее г. Дзержкаган

приземлился спускаемый аппарат «Союза МС-05» с Сергеем Рязанским, Рэндольфом Брезником и Паоло Несполи. От Байконура до Дзержкагана, где жили специалисты поисково-спасательных сил, около 660 км, а от Байконура до самого места посадки выходит около 400 км.

В этот день у нас не было запланировано никаких обязательных мероприятий, и я решил посвятить его знакомству с городом. После завтрака в кафе «Русь» (обстановка вполне соответствует названию) нашел салон связи «Beeline», но на счет своего «Мегафона» смог положить деньги только с платежного терминала, находившегося в продуктовом магазине неподалеку. Наткнулся на грандиозный памятник Абаю – казахскому поэту, общественному деятелю и основоположнику казахской классической литературы.

Надо сказать, что Россия арендует и город, и космодром. Раньше Байконур был военным испытательным полигоном с жилым городком. Сейчас это ЗАТО, в котором действует строгий пропускной режим. Инфраструктура осталась с советских времен: есть ощущение, что вернулся в прошлое. Не рискну сказать – насколько именно: лет на 10–20, а может и больше...

На улицах города можно видеть пустующие дома с заколоченными досками и заложеными кирпичами окнами и балконами (и не только на первом этаже). Сделано это для того, чтобы покинутые жильцами в 1990-е годы здания не превратились в мусорные свалки и сохранили строительную прочность. Как минимум пару таких домов я видел.

На улице, в магазинах, в гостинице, да и везде люди говорят на обоих языках – казахском и русском. Все надписи на русском, иногда дублированы на казахском. По ат-

Владимир Юрченко jurchenk-vladimir@rambler.ru





мосфере и культурным особенностям город чем-то напомнил автору столицу Республики Татарстан – Казань.

Такси в черте города стоит недорого – 60 рублей (а раньше, говорят, было 40). На автомобильных номерах бросаются в глаза коды 11 (Кзыл-Ординская область Казахстана) и 63 (Самарская область России), конечно же, московские и областные, а также 94 – «территории, находящиеся за пределами РФ и обслуживаемые Управлением режимных объектов МВД России». Это код Байконура и он же код Антарктики.

В городе есть кинотеатры. Во время прогулок по городу на глаза попались «Сатурн» на соседней от «Арбата» улице и еще один на подступах к рынку. Есть колесо обозрения, но, увы, нерабочее.

Побывал я на Центральном универсальном рынке, где местные жители продают продукты, одежду и разные безделушки. Здесь я купил носки из верблюжьей шерсти. Теплые, толстые и довольно плотные носки темно-желтого цвета спасали мои ноги от лютых морозов (я был в легкой обуви) в последующие дни. Дело в том, что всю командировку дневная температура в городе держалась в районе минус 11–15° – не то что бы сибирские морозы, но и не московская «сырость». Снега больше, чем в Москве, но вообще-то не очень много. По словам старожилов, прежде рынок был открытым и только недавно построили павильоны. Друзья с Урала попросили меня найти кумыс, но я нашел только «Тан» – кисломолочный напиток, по рецептуре схожий с «Айраном».

От рынка до гостиницы я пошел «околольными путями». Позади остался филиал МАИ.

Затем взору открылись братские могилы на проспекте Гагарина – памятник, возведенный в память о «Неделинской катастрофе» 24 октября 1960 г., когда при подготовке к первому испытательному пуску МБР Р-16 в результате нештатной ситуации произошло мгновенное возгорание большой массы соединившихся компонентов самовозгорающегося топлива. В катастрофе погибло 74 человека, из них 57 военнослужащих и 17 представителей промышленности. Раненых и получивших ожоги было 49 человек: 42 военнослужащих и семь представителей промышленности; четверо умерли затем в госпиталях. В братских могилах похоронены не все погибшие. Многие тела были отправлены родственникам.

Перед зданием городского Дома культуры установлен камень с выгравированной надписью «Здесь 5 мая 1955 года военными строителями в/части 12253 было заложено первое здание гор. Ленинска». Там же стоит памятник генерал-майору Г.М. Шубникову (начальник строительства космодрома). На третьем этаже ДК находится Музей истории космодрома Байконур – самое интересное место в городе, на мой взгляд.

Поднявшись по лестнице на третий этаж, наткнулся справа на золотистую скульптуру Ю.А. Гагарина, словно встречающего тебя с распростертыми объятиями (в левой руке букет цветов), и стэнд, символизирующий дружбу России и Казахстана с гербами обеих стран и города Байконур. Здесь же совместная фотография Владимира Владимировича Путина и Нурсултана Назарбаева и надпись сверху стэнда «Брат братом силён!»

Структурно музей включает четыре зала – Этнографический, Выставочный и два зала, связанные собственно с космонавтикой: Зал боевой и трудовой славы Байконура и Зал истории развития ракетно-космической техники и освоения космического пространства.

В музее представлены разные информационные стенды, экспонаты и много «железа». Так, в Этнографическом зале, посвященном истории Казахстана, находится стэнд «Памятники истории культуры Кзыл-Ординской области», другие экспонаты рассказывают о становлении независимого Казахстана с незапамятных времен. Здесь же присутствует этнографическая композиция,



где собраны традиционные одежды и предметы быта жителей Казахстана, а также примеры письменности.

В Выставочном была временно (до вечера 16 декабря) представлена фотокопия масштабной копия хоккейного Кубка имени Ю.А. Гагарина, которую экипаж А.Н. Шапелерова должен доставить на орбиту.

Следующий зал был основан 7 ноября 1967 г. как комната боевой и трудовой славы военных строителей. Он начинается с узкого коридора, по обеим сторонам которого на белом фоне висят портреты заслуженных строителей. Пройдя коридор, между входами в зал видишь герб Советского Союза на красном фоне.

Третий зал очень информативен. Представлена экспозиция оружия, стоявшего на вооружении Красной Армии. Из информации на стенде можно узнать, что «12 января 1955 года первый взвод военных строителей высадился на станции Тюра-Там для подготовки к строительству полигона ракетной техники стратегического назначения». Есть диорама, где показано начало строительства космодрома в пустынной местности, а на столе представлен макет г. Ленинска. На стене вывешена «Схема выведения КК «Союз» на активном участке траектории полета».

Из экспонатов обращают на себя внимание «войсковой прибор химической разведки» и телеметрические датчики (около





16 штук). Таких устройств я раньше нигде не видел. Кроме них, представлены высокочастотные акселерометры, датчики теплового потока, датчики температуры, преобразователь быстропеременных давлений, датчик деформации и др.

Последний зал вполне оправдывает свое название: он посвящен истории развития ракетно-космической техники и освоения космического пространства. На входе размещена актуальная информация – экспресс-выставка «Подготовка к полету экипажей ТПК «Союз МС-07»», на запуск которого я и приехал. Немного дальше, на стене справа, расположен белый гипсовый барельеф, символизирующий зарю космической эры. На нем легко можно узнать Главного конструктора С.П. Королёва, первого космонавта планеты Ю.А. Гагарина, основоположника теоретической космонавтики К.Э. Циолковского, изображены также космические аппараты, ракеты, математические формулы.

На картах можно рассмотреть расположение основных космодромов, испытательных полигонов и исследовательских центров России, США и других стран.

Исторических, уже заржавевших, но весьма интересных экспонатов немало: «опорный конус» – верхняя часть бокового блока «Б» РН типа «Союз», предназначенный для передачи усилия от боковых блоков на центральный во время полета; «рулевой ракетный двигатель РН «Союз»», служащий для управления полетом ракеты по углам тангажа, рысканья и вращения; «бугель первой ступени МБР РС-18», предназначенный для фиксации ракеты во время транспортировки и проведения пуска для предотвращения касания стенок транспортно-пускового контейнера; «пирогайка системы фиксации на стартовой площадке КК «Шаттл» STS-115»; «люк

для монтажа и обслуживания оборудования систем управления и телеметрии» и др.

Завершающая часть зала посвящена МКС: сверху подвешен макет станции, а по периметру расставлены экспонаты: летный костюм синего цвета летчика-космонавта С.К. Крикалёва, использовавшийся на МКС, гидрокombineзон «Форель», костюм для занятий спортом на станции, ложемент, эмблемы некоторых экспедиций, а также реклама российского фильма «Салют-7».

В этом музее чувствуется атмосфера советского времени, сохранен дух людей, проложивших нелегкую дорогу в космос.



▲ Разрывная гайка системы фиксации на стартовом столе «Спейс шаттла» миссии STS-115

Возвращаясь в гостиницу по проспекту Гагарина, я миновал производящую впечатление высоченную стелу «Наука» и, пожалуй, самое красивое городское здание – бывший штаб космодрома, ныне филиал ФГУП ЦЭНКИ, выкрашенное в светло-зеленый и желтый цвета. Слева от него находится бывший Гарнизонный дом офицеров, к несчастью, сгоревший в середине 1990-х годов, однако на первом этаже работает магазин.

Гостиниц в городе немало. Самые известные – «Центральная», «Алькор», «Спутник», «Космонавт», «Байконур». Кроме того, имеет-

ся парочка перестроенных под гостиничный стиль общежитий. В самом крутом отеле – в «Спутнике» – есть даже бассейн. В нем проживали сотрудники NASA и японцы.

На выезде из города заметен дорожный знак с указанием направления на Самару. Как пояснили местные жители, из Москвы до Самары на машине около 1000 км. И оттуда столько же до Байконура. Дорога, по слухам, хорошая, и добраться из столицы до космодрома не так уж и трудно.

## Предстартовые мероприятия

На старт «Союза МС-07» приехали многочисленные туристы из России, США и Страны восходящего солнца. А как же иначе? Ведь японские астронавты летают не так уж часто. Предыдущим представителем этой страны, стартовавшим на МКС, был Такуя Ониси (7 июля 2016 г.), а следующим за Норисигэ Канаи (бортинженер «Союза МС-07») должен в конце 2019 г. стать Соити Ногутти, который в третий раз отправится в космос, на этот раз в составе экипажа МКС-62/63.

Рёко Кикиути, не полетевшая в космос из-за срочной операции аппендицита и поэтому ставшая дублером первого японского космонавта Тоёхиро Акиямы, тоже прилетела на космодром проводить в долгий полет своего земляка. Среди многих специалистов встречались знакомые лица летчиков-космонавтов Олега Котова, Павла Виноградова, Александра Калери, а также Олега Артемьева в составе группы поддержки родственников основного экипажа.

Рано утром 15 декабря дружная команда журналистов центральных СМИ, к которым присоединились представители казахстанской и местной прессы, поехала на комфортабельном автобусе «на вывоз ракеты» – этот день для стартовой команды считается первым стартовым. В автобусе, кроме русской язычной прессы, ехали итальянцы, готовившие сюжет о Байконуре. Представители же японских и американских СМИ перемещались по космодрому по своей программе и на своем транспорте.

Итак, по дороге на космодром мы пересекли еще парочку КПП. На одном из них для очередной проверки в автобус зашла колоритная женщина, которую итальянцы охарактеризовали как человека «из эпохи СССР». И точно – не хватало только шапки-ушанки для полного соответствия образу милиционера из зарубежных фильмов 1980–1990-х годов про Советский Союз...

Добравшись до 112-го монтажно-испытательного корпуса, вышли из автобуса. Ровно в семь утра, то есть в четыре по московскому времени, из открытых ворот МИКА показался тепловоз, тянущий за собой РН «Союз-ФГ» со скрытым под обтекателем пилотируемым кораблем «Союз МС-07». Непосредственно к платформе с лежащей на ней ракетой был прицеплен вагон термостатирования, соединенный с ней воздуховодами. Теплый воздух подавался под обтекатель к кораблю для исключения его охлаждения, в результате которого может случиться короткое замыкание и другие проблемы. Службы обеспечения безопасности, вооруженные автоматами и с собаками на привязи, не подпускали никого близко и сопровождали ракету по пути ее следования по железнодоро-





ной экипаж, в другом – дублирующий). А мы подъехали на наблюдательный пункт, где стали ждать старта в кафе.

Время запуска близилось, и наконец комментатор по радиотрансляции стал отсчитывать последние секунды, а потом вел репортаж о выполнении циклограммы выведения. Услышав об отделении корабля от третьей ступени РН, все захопало в ладоши, а родственники членов экипажа обнялись.

Сам старт проходил так: примерно в километре ракета медленно поднимается ввысь, пролетает еще секунд 25, когда ее можно еще лицезреть, и превращается в размытую точку. Только по голосовым сообщениям понимаешь, что происходит, так как днем даже отделение и падение «боковушек» происходит вне зоны нашей видимости.

После пуска представители Роскосмоса, NASA и JAXA сообщили об успешном выводе корабля на расчетную траекторию.

Пождав немного, мы поехали в «Центральную», по пути заприметив нехилые строения. Был виден и КК «Буран», стоявший под открытым небом. Дальше заметили огромное здание с надписью КАЗ (кислородно-азотный завод). Впервые за 6 дней командировки на Байконуре мы увидели несколько лошадей и верблюдов по одну сторону дороги (на территории космодрома). А так кругом степь – больше ничего нет.

На следующий день мы возвращались домой. Сначала привычным путем на автобусе до аэропорта г. Кзыл-Орды, затем на самолете до Астаны, а не до Алма-Аты, как по дороге сюда. В аэропорту Астаны, как и в Алма-Ате, принимают рубли, но цена указана в валюте Казахстана – тенге. В целом недорого. А если сравнивать с московскими аэропортами, то перекусить можно вообще «задаром». Из столицы Казахстана самолет доставил группу в столицу нашей страны. Вот такое получилось путешествие. ■



Фото С. Сергеева, ЦЭНКИ

рожным путем. Вокруг стартового комплекса барражировал небольшой вертолет.

Дело было ранним утром, и все замерзли напрочь. Термометр в автобусе показывал «всего» -12°C, а на улице из-за сильного ветра чувствовались все -20°C.

Нас привезли «на переезд» (место, где примерно в 600 метрах от стартового стола железнодорожный путь, по которому везут ракету, пересекается с автодорогой) – следующее место, где можно было оказаться вблизи ракеты. «Союз-ФГ» появился вдаль и вскоре проехал от нас в нескольких метрах. Начало светать.

Конечная точка следования ракеты – стартовый стол площадки №1 («Гагаринский старт»), где мы сначала наблюдали установку ракеты на позицию, а потом снятие крепежа от транспортной тележки. Ярко-красное солнце на рассвете пришло как раз на момент приведения носителя в вертикальное положение. После подъема и установки в подвесную систему началось подключение различных разъемов, работа с поворотным кольцом и другие операции. На этом для прессы наблюдения закончилось, и, погрузившись в автобус, мы вернулись в город.

На следующий день, в субботу (16 декабря), в гостинице «Алькор», находящейся на территории филиала ФГУП ЦЭНКИ Космический центр «Южный», прошло официальное посвящение С.К. Крикалёва в послы чемпионата мира по профессиональному мастерству World Skills Kazan 2019\*. На церемонии он заметил, что раньше профессия космонавта считалась рабочей. Сергею Константиновичу передали флаг чемпиона.

После посвящения, пока было свободное время, я прошелся метров 700 до огромного монумента «Ракета-носитель “Союз”», установленного в честь 20-летия космической эры, пообедал в гостинице «Байконур». Пройдя охраняемые ворота, дошел до здания гостиницы «Космонавт», в входных дверях которой красовалась надпись: «Вход только по предварительному согласию... опергруппа ЦПК... обсервационный режим».

\* С 29 августа по 3 сентября 2019 г. в Казани (впервые в России) пройдет 45-й мировой чемпионат по профессиональному мастерству по стандартам World Skills. Площадка проведения – МВЦ «Казань Экспо». Компетенции разбиты на шесть блоков: промышленное производство, информационные и коммуникационные технологии, строительная сфера, обслуживание гражданского транспорта, творчество и дизайн, сфера услуг.

В актовом зале гостиницы «Космонавт» под председательством А.Н. Иванова состоялось заседание Государственной комиссии по проведению летных испытаний пилотируемых космических комплексов, где был утвержден состав основного и дублирующего экипажей и точное время запуска в соответствии с планом. Затем по традиции состоялась пресс-конференция экипажей «Союз-МС-07» (с. 13).

Далее представители прессы и некоторые специалисты вновь поехали на космодром, где прошла церемония освящения ракеты с пилотируемым кораблем на стартовом столе. Батюшка из местной церкви совершил обряд и благословил предстоящий запуск.

В этот день в Казахстане праздновали День независимости. На следующий день, 17 декабря, Байконур посетил президент Республики Татарстан Рустам Нургалиевич Минниханов. Он побывал в Музее космодрома Байконур и пообщался с экипажем «Союза-МС-07».

### 17 декабря, воскресенье. День старта

В 6 утра мы выехали в направлении гостиницы «Космонавт». Примерно в это время члены основного экипажа оставили автографы на дверях своих гостиничных номеров. Мы прошли через ворота и увидели, как экипажи под традиционную песню «Земля в иллюминаторе» выходят из гостиницы, садятся в автобусы и едут на космодром. Мы поехали следом за ними.

В монтажно-испытательном корпусе на 254-й площадке космодрома нам удалось наблюдать примерку ложементов, проверку скафандров на герметичность и общение экипажей с членами Госкомиссии и родственниками через стекло.

Вышли на улицу. Спустя несколько минут появились генеральный директор ГК «Роскосмос» И.А. Комаров, исполнительный директор по пилотируемым космическим программам Роскосмоса, летчик-космонавт С.К. Крикалёв, глава ЦПК П.Н. Власов, генеральный директор РКК «Энергия» В.Л. Солнцев, космонавт Олег Артемьев с родственниками космонавтов и другие специалисты.

Экипаж вышел в белых теплозащитных костюмах «Белый медведь», доложил председателю Госкомиссии А.Н. Иванову о готовности к полету и отправился на стартовую позицию на двух автобусах (в одном основ-

# «Гранит» в космосе и в жизни, или Судьба космонавта № 13 К 90-летию Владимира Шаталова

А. Глушко.  
«Новости космонавтики»

8 декабря исполнилось 90 лет бывшему заместителю Главкома ВВС по космосу, дважды Герою Советского Союза, летчику-космонавту СССР, генерал-лейтенанту авиации Владимиру Александровичу Шаталову.

Интереснейшая судьба будущего космонавта была заложена уже в момент его рождения в семье очень честного, смелого, мужественного и достойного глубочайшего уважения человека – инженера-железнодорожника Александра Борисовича Шаталова. Родившись в 1927 г. в Петропавловске, что в северном Казахстане, Володя в середине 1930-х вместе с родителями переехал в Ленинград.

Детское увлечение авиацией и желание летать было связано с тем, что во время гражданской войны и сразу после нее его отец служил в одном из авиаотрядов красвоенлетов. Понятно, что судьба летчика более романтична, чем железнодорожника, да еще и повсеместная агитация за планизм, парашютизм и авиацию. Любкой мальчишка, если позволит здоровье, скорее выберет небо, чем останется на земле.

Сам В. А. Шаталов в своей книге «Трудные дороги космоса» писал: «Мечта об авиации возникла у меня не случайно. Ее рождению помог мой отец Александр Борисович Шаталов, по профессии железнодорожник, паровозный машинист». И авиационный пропеллер, который он повесил в комнате сына, сыграл в этом не последнюю роль...

Находясь в Ленинграде, 13-летний Владимир встретил Великую Отечественную войну. Будучи участником советско-финской войны, Александр Борисович вновь ушел защищать Ленинград в качестве командира ремонт-

но-восстановительного поезда на Волховском фронте и в 1943 г. был удостоен звания Героя Социалистического Труда за особые заслуги в обеспечении перевозок для фронта и народного хозяйства и выдающиеся достижения в восстановлении железнодорожного хозяйства. Владимир около двух месяцев был «сыном полка», но начался учебный год, и он вернулся в город, а вскоре был эвакуирован в Петропавловск и там в 1943 г. окончил восьмилетку. Затем последовала учеба в спецшколе ВВС, «первоначалке» и Качинском военно-авиационном училище летчиков. В 1949 г. он окончил училище по первому разряду и, получив диплом, стал летчиком.

Далее началась долгая служба в различных авиачастях, учеба в Военно-воздушной академии, служба старшим инспектором-летчиком отдела боевой подготовки 48-й воздушной армии Одесского военного округа. В этой должности ему приходилось заниматься очень многим, в том числе расследованием летных происшествий и различных конфликтов. Именно здесь он проявил себя как умный и грамотный офицер, прошедший прекрасную школу жизни.

Мало кто знает, что служба в Одессе стала для Владимира Шаталова основополагающим фактором при его знакомстве с одесситом академиком В. П. Глушко. Валентин Петрович стал к нему присматриваться – ведь он «тоже прошел Одессу...» Это значит, что человек свой и на него можно полностью положиться. И именно на его поддержку ученый делал ставку, когда из-за «войны министерств» не мог достичь общего решения по ряду серьезных вопросов.

В 1962 г. Владимиру Шаталову предложили стать космонавтом. Он согласился, понимая, что будет еще сложнее и интереснее. В одной из его характеристик написано: «Обладает повышенным чувством ответствен-



ности. Никогда не спешит. Всегда ставит себя на место того человека, судьба которого зависит от его решения. Полностью соответствует занимаемой должности и может быть рекомендован на должность заместителя командира дивизии».

Командующий армией генерал-лейтенант авиации П. С. Кутахов считал, что место летчика В. А. Шаталова в строевых частях ВВС и что с его уходом авиация потеряет одного из лучших своих командиров. И все же отпустил, и с 1963 г. В. А. Шаталов – в отряде космонавтов. Более того, по воспоминаниям генерала Н. П. Каманина, именно П. С. Кутахов просил его, чтобы Шаталов слетал в космос одним из первых. И Владимир был включен в экипаж «Восхода-3» – первым из второго набора космонавтов. Он готовился в экипаже сначала с Юрием Артюхиным, потом с Георгием Береговым, но полет был отменен.

Затем была подготовка по программе стыковки двух «Союзов» вместе с Владиславом Волковым и Петром Колодиным, а потом по программе «Союз-3». Стыковку и переход удалось реализовать только в январе 1969 г., когда Владимир Шаталов вручную состыковал свой корабль «Союз-4» с «Союзом-5».

Еще во время подготовки к полету, во время споров о ручной стыковке – стоит ли на нее полагаться – он в очередной раз проявил себя как честный и порядочный человек. Вот что пишет об этом генерал Н. П. Каманин: «Долго молчал Шаталов, казалось, он совсем не собирается говорить. На мой вопрос: «А ваше мнение, товарищ Шаталов?» – он ответил: «Я по этим вопросам высказывался десятки раз, просто не хочется повторяться. Вам и всем товарищам известно мое мнение – надо больше доверять космонавтам, нельзя доводить автоматизацию кораблей до абсурда...»

Шаталов продолжал говорить, в его голосе звучали гневные нотки. Он говорил о том, что сотни раз передумано мною, за что я настойчиво борюсь уже девять лет... Я увидел в Шаталове себя, но только молодого, полного сил, энергии и неукротимого желания бороться за свои взгляды и идеи.

▼ Дублирующий экипаж корабля «Восход-3»: В. А. Шаталов и Г. Т. Береговой во время теоретических занятий. 1966 г.



Фото из архива В. П. Тарана

Владимир Юрченко jurchenko-vladimir@rambler.ru

Я понял, что такие, как Шаталов, Волинов, Хрунов и десятки других молодых и энергичных советских завоевателей космоса, еще не сказали своего веского слова, что впереди нас ждут не только поражения и горькие неудачи, но и большие победы...»

Как известно, командиры экипажей выбирают себе позывной. В.П. Глушко рассказывал такую историю. Первоначально В.А. Шаталов хотел взять себе позывной «Гранит», который он считал наиболее подходящим. Однако руководство сказал, что поскольку в полете будет два корабля, то позывные должны начинаться на буквы «А» и «Б». Подбирая слова, остановились на «Амуре» и «Байкале». И если командир «Союза-5» Борис Волинов выбрал позывной сам, то В.А. Шаталову, надо признать, его навязали. А дальше был блестящий полет и полное выполнение программы.

Он стал космонавтом №13. И именно 13 января должен был стартовать «Союз-4» с Шаталовым на борту, однако за 9 минут до команды «Пуск» из-за отказа гироскопов на ракете старт был перенесен на сутки. Это был первый полет после гибели Владимира Комарова на «Союзе-1» и неудачи Георгия Берегового на «Союзе-3». Нервы у всех были на пределе, а тут такой срыв. Полетит – не полетит... Точно этого не знал никто. И в этой ситуации своим поведением и отношением к происходящему Владимир Шаталов смог поддержать уверенность товарищей в успехе всего предприятия. Спустившись с ракеты, он пошутил, что установил сразу два рекорда: по осуществлению самого короткого «полета» и самой точной «посадки».

И вот на следующий день в летней обуви, на сильнейшем морозе, он спокойно дошел до лифта, поднялся к ракете, занял свое место и приступил к выполнению задачи (тогда космонавты летали без скафандров).

Когда стыковка состоялась и его товарищи стали переходить из «Союза-5» в корабль В.А. Шаталова, то командир «Союза-4», ожидавший гостей и почту с Земли, как и в день старта, сохранял полное спокойствие, пре-



▲ Заседание Государственной комиссии по запуску корабля «Союз-3». Стоят: Н.П. Каманин, Г.Т. Береговой (основной пилот), В.А. Шаталов (дублирующий) и Б.В. Волинов (резервный). Октябрь 1968 г.

красно понимая, что только так, уверенным тоном, он может поддержать своих товарищей и помочь им побороть неизбежный стресс. У Е.В. Хрунова при выходе из бытового отсека запутался фал и случайно отключилась вентиляция скафандра, а А.С. Елисеев не закрыл на замки крышку дивана – и оттуда выплыла кинокамера и исчезла в открытом космосе. Уверенные слова Шаталова помогли друзьям сохранить самообладание в нештатных ситуациях. И это помогло. Встреча была очень теплой и радушной. Ведь сделано самое главное: доказано, что огромные конструкции можно собирать в космосе, а это был шаг вперед невероятных размеров.

Вернувшись на Землю, Шаталов практически сразу приступил ко второй подготовке, но на этот раз уже со своим, выбранным им самим, позывным. Его считали самым надежным командиром экипажа из всех, кто был годен к подготовке. Он был одним из самых старших и самым опытным. Именно поэтому, когда сложилась тяжелая ситуация с экипажами для группового полета трех кораблей, Шаталову и Елисееву предложили

лететь снова, на «Союзе-8», но перед этим еще и отдублировать экипаж «Союза-7». В результате Владимир Александрович полетел в космос осенью 1969 г. – второй раз за год, причем командиром не только «Союза-8», но и группы из трех кораблей.

И опять ему выпало лететь в понедельник и 13-го числа, только уже октября. И опять не все в порядке. Перед стартом В.А. Шаталов обнаружил трещину в одной из трех спиц штурвала люка-лаза. Попытались заменить штурвал, но не получилось. Возникла реальная угроза срыва пуска. Однако главный конструктор В.П. Мишин принял решение пускать, так как переход космонавтов из корабля в корабль после стыковки не предусматривался. Через сутки после старта выяснилось, что автоматическая система стыковки «Игла» на корабле Шаталова отказала, и «Союз-8» пролетел в нескольких километрах от «Союза-7». Свести корабли по командам с Земли на расстояние нескольких сот метров, с которого возможна ручная стыковка, не удалось. И эксперимент по стыковке двух кораблей и съемке этого процесса с треть-

▼ Владимир Александрович Шаталов перед посадкой в космический корабль «Союз-4», Байконур, 14 января 1969 г.

▼ Журналист М.Ф. Ребров читает газету с сообщением о старте корабля «Союз-4», 1969 г.



Фото из архива В.А. Шаталова

Фото из архива М.Ф. Реброва  
Владимир Юрченко jurchenko-vladimir@rambler.ru



▲ Борис Вольнов, Валентина Терешкова и Владимир Шаталов, 1969 г.

го корабля был отменен. Мир так и остался без уникальных кадров стыковки на орбите. И опять хладнокровие В. А. Шаталова, его личный пример и распространившееся на всех спокойствие помогли космонавтам не упасть духом и выполнить остальные эксперименты.

Слетав второй раз и второй раз столкнувшись с поломками и проблемами, он не отчаялся, понимая, что техника новая и требует многих доработок.

21 марта 1970 г. Н. П. Каманин записывает в дневнике: «Особые надежды я связываю с Шаталовым, у которого есть все данные, необходимые для хорошего руководителя: он вдумчив, дисциплинирован, требователен к себе и умеет организовать работу подчиненных. Немаловажно и то, что Шаталов достаточно самокритичен и устойчив против вредного влияния славы и широкой известности. Шаталова уже сейчас можно было бы смело назначить начальником управления или даже Центра, но для пользы дела ему все же надо получить практику работы на различных ступенях служебной лестницы».

С мая 1970 г. космонавт начинает готовиться в составе третьего экипажа (Шаталов – Волков – Пацаев) к полету на первую отечественную станцию «Салют».

▼ Экипаж «Союза-8» перед стартом – В. А. Шаталов и А. С. Елисеев. 13 октября 1969 г.



Фото из архива В. А. Шаталова

3 февраля 1971 г. Н. П. Каманин сделал в своем дневнике следующую запись: «Говорил с Шаталовым о возможном назначении его на должность генерал-инспектора по космосу с перспективой выдвижения через год-другой на мою должность. Шаталов, будучи скромным и разумным человеком, ответил примерно следующее: «Николай Петрович, вы меня хорошо знаете. Я никогда не рвался и не рвусь к власти – меня вполне устраивает должность начальника отдела, работа очень интересная, здесь я в самом центре подготовки космонавтов к полетам, да и самому хотелось бы еще слетать в космос. Но мне уже 43 года – в этом возрасте многие носят звания генералов и академиков, работают министрами. Думаю, что и я мог бы справиться с более широким кругом обязанностей».

В начале февраля 1971 г. Георгия Шонина за нарушение режима сняли с подготовки в первом экипаже, и, по предложению Н. П. Каманина, Владимира Шаталова перевели на его место из третьего экипажа. И снова старт, который был назначен на 22 апреля, был перенесен – по причине дождя и «блуждания» переменного тока перед стартом не отошла кабель-мачта. Из-за этой нервозности Шаталов потерял несколько килограммов

веса. Но, уже «по традиции», на следующий день старт все же состоялся – и «Союз-10» отправился на станцию «Салют».

На четвертом витке при попытке коррекции орбиты корабля обнаружилось сбой в работе интегратора и гироскопов. В. А. Шаталов выполнил ручную коррекцию орбиты. В результате маневров орбиты корабля и станции были сведены до 16 километров, и после включения системы «Игла» были осуществлены автоматический «захват» и дальнейшее сближение обоих объектов. На расстоянии 200 метров В. А. Шаталов перешел на ручное управление. «Союз-10» соприкоснулся с «Салютом», но через 15 минут командир доложил, что транспарант «Есть стыковка» не горит и нет сигнала, подтверждающего электрический контакт. Выяснилось, что корабль и станция не «дотянулись» на 90 мм. Понятно, что на станцию перейти невозможно. Через виток попытались двигателями «дожать» корабль, но без результата.

На четвертом витке дали команду на расстыковку, но расстыковка не произошла. В запасе имелись другие варианты отделения корабля от станции: отстрел стыковочного узла или отстрел бытового отсека. Но в этом случае СУ станции оказался бы непригодным и на станцию не смог бы полететь следующий экипаж. А запас кислорода в корабле был рассчитан всего на 40 часов. Любая задержка с расстыковкой могла грозить гибелью экипажу. Паники на корабле не было во многом благодаря командиру. По рекомендациям с Земли экипаж поставил перемычки в нужный электроразъем, и расстыковка прошла удачно – корабль отошел от станции.

Разобравшись с одной проблемой, экипаж оказался перед следующей: в результате досрочного возвращения их ожидала первая ночная посадка, при которой невозможна ручная ориентация корабля при спуске. Это означало, что в случае отказа системы посадка на территории СССР станет невозможной. На Земле стали готовить возможность посадки в Южной Америке, Африке и Австралии, а В. А. Шаталову дали команду на ручную ориентацию с последующим переходом на автоматический режим. Все было выполнено. Гироскопы отработали без





▲ «Великолепная семерка» и генерал Н.П. Каманин: А.В. Филипченко, В.Н. Кубасов, Г.С. Шонин, В.Н. Волков, В.В. Горбатко, А.С. Елисеев, Н.П. Каманин и В.А. Шаталов

замечаний. После этого появилась надежда приземлиться на своей территории.

Было решено приземление «Союза-10» осуществить 25 апреля за несколько минут до восхода солнца. Посадка прошла нормально, и экипаж сам выбрался из корабля. Конечно, осталось огорчение от невыполненной программы... Первый полет на станцию – и первый провал по вине автоматики.

Через два месяца после возвращения на Землю Шаталов был назначен помощником Главкома ВВС по подготовке и обеспечению космических полетов. И первое, чем ему пришлось заниматься в новой должности, – это расследование причин гибели экипажа «Союза-11» (Добровольский – Волков – Пацаев)...

И здесь снова В.А. Шаталов руководствовался тем, еще авиационным, принципом: обвинять человека, тем более погибшего, который ничего не сможет сказать в свою защиту, только в самую последнюю очередь. А после того, как он сам оказался свидетелем многих отказов техники в пилотируемой космонавтике, это правило приобрело еще более сильную основу.

Он всегда ставил себя на место человека, с которым приходилось искать те или иные совместные решения. Будь то программы ЭПАС и «Интеркосмос», полеты австрий-

▼ Генерал-лейтенант артиллерии К.А. Керимов, генерал-майор авиации В.М. Румянцев и генерал-лейтенант авиации В.А. Шаталов



ского и французского космонавтов, будь то отстаивание интересов Центра подготовки космонавтов в различных инстанциях. Ситуации были разные, но он всегда старался сохранить честь офицера. Как-то он мне сказал: «Я сейчас подумал, и действительно – нет ни одной ситуации, за которую мне пришлось бы краснеть...» Эти слова объективного по отношению к самому себе человека говорят о многом.

А позывной... Выходя на связь с летящими в тот момент экипажами В.А. Шаталов вместо «Я – Заря» всегда говорил: «Я – Гранит». В 1987 г. Владимир Александрович стал совмещать должности помощника главкома и начальника Центра подготовки космонавтов, приняв последнюю у Г.Т. Берегового, и продолжал руководить подготовкой до 1991 г., когда ушел в отставку.

Я навсегда запомнил нашу первую встречу. Мне открыла дверь его супруга Муза Андреевна – женщина с невероятно красивыми и умными глазами. Мягким голосом она пригласила меня пройти. Сам космонавт вышел из комнаты, и я представился. Он протянул руку. Это было рукопожатие интеллигента, уважающего себя и окружающих. Мы прошли в комнату. Я стал задавать вопросы, касавшиеся подготовки космонавтов, а он

тем временем незаметно перевел разговор на моего отца и рассказал мне о том, что их связывало и разъединяло. Отец был прав, когда говорил, что мне просто необходимо с ним познакомиться. Мне повезло общаться с честным и смелым человеком. С той встречи и на всю свою жизнь я проникся огромным уважением к Владимиру Александровичу и Музе Андреевне.

В 2016 г., когда мы с женой узнали, что у нас будет сын, то решили назвать его Владимиром. Я сообщил об этом Владимиру Александровичу и сказал: «Я желал бы своему сыну Вашей сложной, трудной, но безусловно интересной и честной судьбы».

Весной 2017 г. я смог познакомить своего сына с Шаталовыми, но, к сожалению, на очень грустном событии: прощании с его прекрасной супругой, женщиной с большой буквы Музой Андреевной... Тогда мы стали свидетелями того, что выбранный космонавтом позывной полностью соответствует его человеческим качествам. Только гранит уме-



ет держать удары такой силы. Вместе с Музой Андреевной они прожили 66 лет и стали живым примером настоящей любви, которая описана в классических романах и стихах великих поэтов. Примером не только для своих детей, но и для всех нас.

За свою работу Владимир Александрович награжден двумя медалями «Золотая Звезда» Героя Советского Союза, тремя орденами Ленина, орденами Октябрьской революции, «За службу Родине в Вооруженных силах СССР» III степени, «За заслуги перед Отечеством» IV степени, Дружбы; медалями «За боевые заслуги», «За оборону Ленинграда», «За освоение целинных земель» и другими, а также иностранными наградами. Он лауреат Государственной премии СССР.

Владимир Александрович (и еще несколько выдающихся космонавтов) при жизни удостоился особой чести: его имя присвоено кратеру на обратной стороне Луны.

Низкий поклон «Граниту» за прекрасный пример достойной жизни, которым он остается несмотря на все сложности и невзгоды. ■

И. Лисов.  
«Новости космонавтики»



# В погоню за межзвездным пришельцем

13 декабря 2017 г. в течение десяти часов американский 100-метровый радиотелескоп в Грин-Бэнк прослушивал на разных частотах радиодиапазона объект Оумуамуа – уникальный межзвездный астероид сильно вытянутой формы, прошедший через внутреннюю часть Солнечной системы и теперь уходящий из нее. Сигналов искусственного происхождения обнаружено не было, но и без этого интерес к таинственному гостю столь велик, что уже предлагаются проекты межпланетных аппаратов, которые должны догнать его и исследовать.

Этот объект был обнаружен 19 октября группой астрономов во главе с Робертом Уэриком (Robert Weryk) на оптическом телескопе Pan-STARRS обсерватории Haleakala на Гавайских островах. Вычисленная орбита оказалась гиперболической, так что тело первоначально классифицировали как комету C/2017 U1. Оно прошло перигелий 9 сентября и все еще находилось близко от Солнца, но никаких признаков кометной активности не проявляло; как следствие, через неделю объект был переклассифицирован в астероид A/2017 U1.

Дальнейшие наблюдения и уточнение орбиты заставили Международный астрономический союз ввести для найденного тела

отдельный класс межзвездных объектов, в котором он получил 6 ноября законный номер 1I/2017 U1 и имя Оумуамуа ('Oumuamua), что на языке аборигенов Гавайских островов означает «первый разведчик издадала».

Оумуамуа движется по орбите с гелиоцентрическими параметрами:

- наклонение – 122.69°;
- расстояние в перигелии – 0.255 а.е. (38.2 млн км);
- эксцентриситет – 1.199.

Очень большой эксцентриситет\*, соответствующий скорости прилета и отлета «на бесконечности» в 26.33 км/с, позволил исключить гипотезу о местном происхождении Оумуамуа. Никакое сближение с планетой Солнечной системы, включая и неоткрытые, не могло бы придать объекту такую энергию. С известными планетами объект не сближался точно: рассчитанная траектория проходила почти в 1.5 а.е. от Юпитера и в 0.096 а.е. от Земли. Иначе говоря, Оумуамуа прошел на расстоянии 14.3 млн км от нас, а на момент открытия находился уже в 33 млн км от Земли.

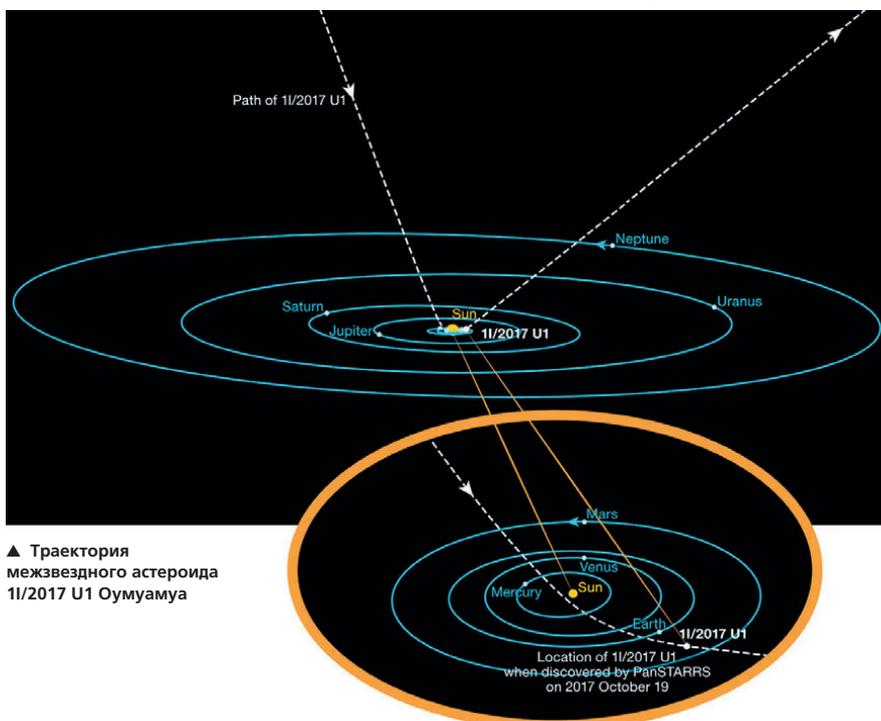
Точка на небесной сфере, откуда исходит подлетная ветвь гиперболической траектории, лежала в 6° от солнечного апекса, так что это вполне разумное направление для

межзвездного гостя. Объект пришел примерно с того направления, где сейчас видна Лира (α Веги), однако он движется настолько неспешно по звездным масштабам, что в момент «отправления» 0.3 млн лет назад Лира находилась в совершенно другом месте.

Анализ движения Оумуамуа в сочетании с собственными движениями звезд позволяет связать его с так называемой местной ассоциацией, или группой Плеяд, – группой молодых звезд с близкими собственными скоростями. Астроном Фэн Фабо привел результаты «прогноза назад» движения объекта, который выявил пять сближений со звездами этой ассоциации с малыми относительными скоростями. Имеются также публикации, связывающие его с кинематическими группами Киля и Голубя. Однако близость вектора скорости Оумуамуа к так называемому «местному стандарту покоя» – средней скорости близких к Солнцу звезд – говорит о том, что объект мог совершить вместе с ними уже несколько оборотов вокруг центра Галактики, так что реальное место его рождения установить невозможно.

В перигелии Оумуамуа находился внутри орбиты Меркурия и двигался со скоростью 87.7 км/с. Тесное сближение с Солнцем развернуло траекторию объекта на 114°, так что ее отлетная ветвь направлена в сторону созвездия Пегаса. В мае 2018 г. Оумуамуа уйдет за орбиту Юпитера, а в 2022 г. – Нептуна. К 2034 г. он удалится от Солнца на 100 а.е. и вскоре обгонит два «Вояджера», а к 2196 г. достигнет отметки 1000 а.е.

Удивительной оказалась форма кривой блеска объекта – он менялся с периодом 7.3 часа с огромной амплитудой от 22.5 до 25 звездной величины, то есть в 10 раз, причем с существенными отклонениями от гладкой кривой. Из этого следовало, что Оумуамуа имеет не слишком правильную и сильно вытянутую форму, почти сигарообразную, с



▲ Траектория межзвездного астероида 1I/2017 U1 Оумуамуа

\* Напомним, что нулевое значение соответствует круговой орбите, значения между 0 и 1 – все более вытянутым эллипсам, граничное значение 1 соответствует параболической орбите с нулевой скоростью «на бесконечности», а более высокие – гиперболическим со все более высокими величинами полной энергии тела. До сих пор не было известно ни одного естественного небесного тела с эксцентриситетом более 1.057.

Владимир Юрченко jurchenk-vladimir@rambler.ru

отношением диаметра к длине порядка 1:6. К сожалению, из-за большого расстояния увидеть на снимках форму объекта было невозможно, так что широко известно изображение – это не более чем «Оумуамау в представлении художника».

Сильно вытянутая форма в сочетании с быстрым вращением подсказывала, что объект должен быть достаточно плотным – возможно, с металлическим ядром, покрытым тонким слоем грязного льда. Спектроскопические наблюдения показали, что поверхность Оумуамау имеет существенный красный оттенок, характерный для покрытых слоем толинов занепутанных астероидов, но не такой интенсивный. По спектру он больше похож на астероиды типа D. Можно сделать осторожное предположение, что объект путешествует в межзвездном пространстве и подвергается бомбардировке космическими лучами не миллиарды лет, как койпероиды, а лишь сотни миллионов.

Исходя из звездной величины и амплитуды ее изменения и разумной оценки альbedo (коэффициента отражения) в 10%, группа Дэвида Джуитта оценила размеры Оумуамау в 35×230 м. В пресс-релизе JPL от 20 ноября утверждалось, что длина тела может достигать 400 м при соотношении 1:10.

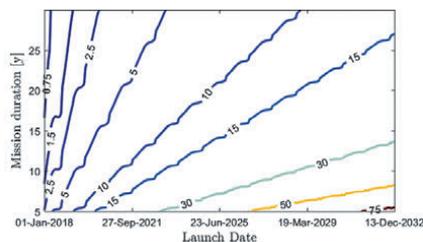


Межзвездное происхождение, необычная орбита и странная форма Оумуамау напомнили всем любителям фантастики историю открытия и исследования чужого звездолета из романа Артура Кларка «Свидание с Рамой».

Первые радионаблюдения Оумуамау были проведены на комплексе Allen Telescope Array, принадлежащем Институту SETI, еще в ноябре, но никакого необычного радиоизлучения не выявили.

Радиотелескоп Грин-Бэнк привлекли к наблюдениям по заданию Breakthrough Listen – научной программы из группы Breakthrough Initiatives, учрежденной американским миллиардером российского происхождения Юрием Мильнером для поиска жизни во Вселенной. Целью Breakthrough Listen является обзор 1 млн ближайших звезд, а также всей галактической плоскости и 100 близких галактик в оптическом и радиодиапазоне в поисках признаков внеземной технологической цивилизации.

Первая шестичасовая серия наблюдений из четырех запланированных проходила 13–14 декабря с 20:45 до 02:45 UTC. После калибровки радиотелескоп с приемным комплексом Breakthrough Listen просканировал частоты в пределах от 1 до 12 ГГц, охватывающих диапазоны L, S, X и C. Чувствительность приемника позволяла обнаружить передатчик мощностью от 0.08 Вт и выше. За два часа радионаблюдений Оумуамау было записано 90 Тбайт данных, обработка которых заняла значительное время. На специально разработанном для этой цели программном комплексе turboSETI исследователи искали узкополосные сигналы, для которых доплеровский сдвиг частоты соответствовал бы скорости движения астероида относительно радиотелескопа на Зем-



▲ Необходимый гелиоцентрический избыток скорости в зависимости от даты старта и желаемой продолжительности перелета

ле. По результатам первого сеанса не было выявлено радиосигналов, которые бы исходили с Оумуамау.

Разумеется, никто из серьезных исследователей их и не ждал – просто это был шанс, которым нельзя не воспользоваться. Практически невероятно, чтобы объект, движущийся со столь малой по галактическим масштабам скоростью, был реальным межзвездным зондом. Но и само по себе изучение крупного тела из другой звездной системы является научной задачей несомненной и огромной важности.

К сожалению, времени для дистанционных исследований оказалось слишком мало – уже к концу декабря Оумуамау стал слишком тусклым даже для самых крупных земных телескопов. Но, быть может, вдогонку уходящему гостю можно направить соответствующим образом оснащенный КА?

Такую возможность рассмотрела в ноябре 2017 г. в инициативном порядке, на уровне постановки задачи, группа Initiative for Interstellar Studies (i4is, «Инициатива по межзвездным исследованиям»), назвав свое исследование Project Lyra. Граничные условия задавались отлетной траекторией Оумуамау и скоростью движения по ней. Постулировав запуск через 5–10 лет от сего дня и продолжительность погони от 5 до 30 лет, исследователи получили значения избыточной гиперболической скорости зонда между 33 и 76 км/с. К примеру, при прямом запуске в 2027 г. и продолжительности перелета 15 лет эта величина составляет 27.4 км/с. Это слишком много для любой существующей системы запуска (Voyager 1, скажем, имеет скорость «на бесконечности» 16.6 км/с), хотя с вводом в строй носителя SLS или в случае реализации И. Маском проекта системы BFR (HK № 11, 2017) задача существенно упрощается.

Авторы упоминают также более сложные баллистические варианты. Так, уже привычная в наше время траектория с разгоном у ближних планет, с последующим полетом к Юпитеру и близким облетом Солнца на расстоянии около трех его радиусов и с про-

ведением в перигелии гравитационно-реактивного маневра на обычном ЖРД позволяет достичь избыточной гиперболической скорости порядка 30 км/с. Этот сценарий был ранее рассмотрен Институтом космических исследований имени Кека и Лабораторией реактивного движения JPL в рамках проекта прототипа межзвездного зонда.

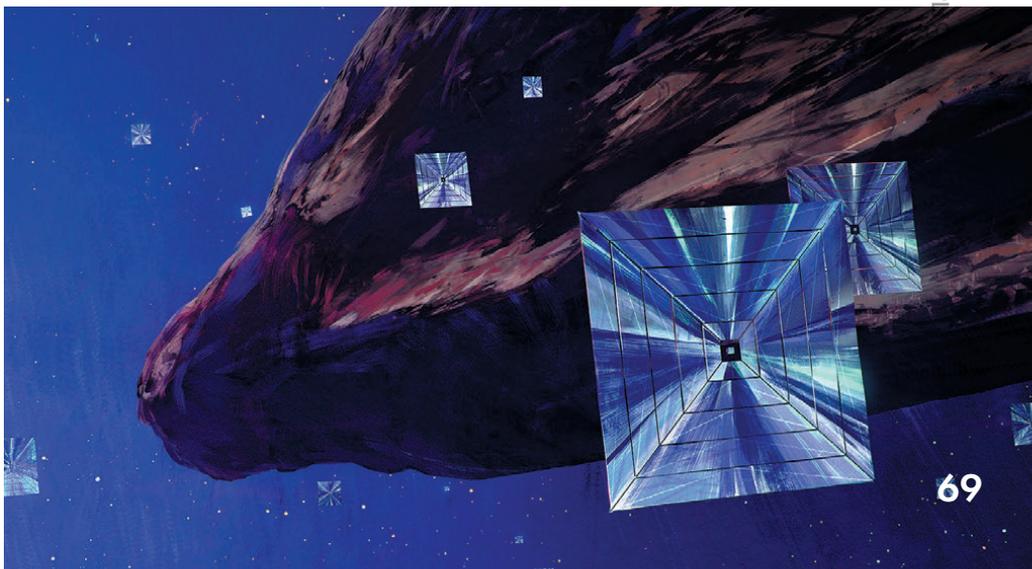
Если использовать для прямого старта к Юпитеру систему BFR, то при запуске в 2025 г. можно получить гиперболическую скорость вплоть до 70 км/с, что позволит догнать Оумуамау уже в 2039 г.\* на расстоянии 85 а.е. от Солнца. Если будет доступна скорость 40 км/с, «беглец» может быть достигнут в 2051 г. на расстоянии 155 а.е.

Создание КА с ресурсом в 15 лет не вызывает сомнений, но нужно будет изыскать плутоний-238 для радиоизотопного генератора, потому что других разумных источников для системы электропитания, например космического ядерного реактора с длительным сроком службы, пока нет. Связь на расстоянии вплоть до 200 а.е. остается возможной, хотя скорость передачи данных будет очень мала. С точки зрения качества исследования очень желательно затормозить КА у цели, но это обойдется весьма дорого с точки зрения массы расходуемого топлива. Альтернативой может быть выстрел по объекту импактором с последующей спектроскопией выброшенного материала.

Рассматриваются также варианты использования других двигателей – солнечного паруса, электрореактивного с подачей энергии по лазерному лучу, а также лазерного паруса, предложенного в апреле 2016 г. под именем Breakthrough Starshot (HK № 7, 2016), но степень их технологической готовности значительно ниже, чем у «классики», а риск неудачи выше. Сам Юрий Мильнер говорит, что если бы технология лазерного разгона уже существовала, он взялся бы за отправку целого роя микрозондов к межзвездному гостю.

Следует заметить, что тел, подобных Оумуамау, должно быть довольно много: по существующим оценкам, ежегодно несколько объектов такого класса проходят от Солнца на расстоянии не более 1 а.е. Мы не видим их лишь потому, что земные средства поиска «не заточены» под обнаружение таких тел. Вполне может быть, что в скором времени будут найдены другие объекты подобного рода, в том числе и более удобные для исследования. А пока имеет смысл создавать необходимые средства выведения, сам зонд и его приборы – и ждать, когда будет найдена достойная цель. ■

\* При этом расчете использовались предварительные данные об орбите Оумуамау.



# Освоение космического пространства как всемирный проект формирования единой цивилизации землян

## Основные проблемы землян

История развития человечества (человеческих цивилизаций) до сих пор является глубокой тайной. Кто мы? Откуда? К чему стремимся? Эти вопросы все больше волнуют людей. Несколько сотен лет и более тому назад актуальными были проблемы выживаемости племен, стран, регионов, которые разрешались в конечном итоге путем драк и войн. На протяжении всей истории своего существования человечество занималось самоуничтожением. Проблемы выживаемости совокупности всех людей планеты не возникли.

В настоящее время в связи с развитием технологий оружия массового уничтожения (ОМУ) и средств его автоматической доставки в любую точку планеты задача уничтожения всего человечества стала реально осуществимой. Более того, имеются средства поражения всего живого и без решения проблемы их доставки. Достаточно их использовать в необходимом количестве в любой точке планеты (даже в собственной стране) – и смерть всего живого будет достигнута естественным способом, без использования специальных средств доставки.

Можно ли выжить в таком мире? Кто мы такие? Почему мы не можем договориться? Что нам нужно? Смешно наблюдать, как одна и та же проблема мирного сосуществования регулярно обсуждается главами правительств, в ООН, на специальных форумах специалистов различных сфер деятельности, но с каждым годом она становится все более сложной и неразрешимой. В чем дело? Ведь человек – разумный! А может быть, нет? Или, может быть, он решает не те проблемы, которые ведут к выживанию человечества?

Безусловно, надо считать, что человек – разумный, так как мы существуем в пространстве возможностей его разума. Поэтому остается рассмотреть предположение, что он решает не те проблемы, которые могут привести к выживанию. Так в чем же его заблуждения? Откуда они возникают? Что является их источником? Каковы основные заблуждения текущего момента существования человечества?

Основные заблуждения планетарного масштаба можно разбить на два типа. Первый тип – это естественные заблуждения, основанные на современном уровне развития науки, последние достижения которой

естественным образом влияют на выработку новых идей разумного сосуществования человечества. Но нужно знать и помнить, что любое научно обоснованное, даже математически доказанное, утверждение (теорема) – лишь условная истина, справедливая при некоторой фиксированной системе постулатов (аксиом). Достаточно изменить систему аксиом – и истина окажется иной. Сравните результаты геометрии Евклида и геометрии Лобачевского – это пример из математики. Или философское положение, что «коммунизм – есть высшая стадия развития общества» (стадии: рабовладельческое, феодальное, капиталистическое, коммунистическое). Такие примеры можно найти в любой отрасли научных знаний.

Мне удалось математически обосновать утверждение, что «единица (квант) знаний» порождает двойную экспоненту незнаний. Из этого, в частности, следует, что только научными методами мир не может быть полностью познан. И далее следует, что в конечном итоге полное познание истины может прийти через некоторую «веру» в наличие истины. То есть мы приходим к выводу, что с развитием науки эта «вера» (не буду говорить, в кого или во что) будет возрастать. «Веру» я здесь рассматриваю в самом общем виде, не только как веру в Бога, – это встречается во всех видах культуры (живопись, скульптура, музыка, литература и т.п.), во всех областях деятельности, где нет формального определения, что «хорошо» и что «плохо», что «лучше», а что «хуже».

Таким образом, находясь под влиянием одного естественного «научно обоснованного» заблуждения, человечество развивается до его упразднения и переходит к другому естественному «научно обоснованному» заблуждению и т.д. Человечество бредет в потемках, переходя от одного заблуждения к другому. Плохо это или хорошо? Ничего плохого в этом нет. Это и есть естественно-научный путь развития, это и есть, собственно, наша жизнь. В конечном итоге человек разумный заявляет: «Я знаю, что я ничего не знаю!» И, как говорит история, впервые это воскликнул Сократ. Не все до конца осознают великий смысл этих слов. Это высказывание является великим знанием, которое осенило Сократа: он понял, что он ничего не знает об устройстве мира, так как знания, которые завоевывает человек у природы, не

дают абсолютно полного познания мира. Ничего в этом удивительного нет и не может быть, так как выше упоминалось, что единица знания порождает двойную экспоненту незнания. Однако Сократ не обосновывал это знание математически: своим гениальным умом он это знание почувствовал, и оно ему «раскрылось». Он кратко сформулировал его в виде прекрасной фразы. По моему мнению, эту фразу можно принять в качестве основного закона человеческого разума. И каждый раз при прогнозировании сложных процессов на большом интервале времени не следует забывать об этом законе.

Всякие прогнозы мудрецов, особенно в области социальных процессов, нужно оценивать критически и с большой долей скепсиса. В противном случае мы можем оказаться в плену всевозможных некачественных, неверных и часто преднамеренно ложных прогнозов, которые нелегко опровергнуть, так как они опираются на последние достижения науки, а они, в свою очередь, как уже говорилось, могут оказаться неверными.

Среди этих неверных прогнозов в качестве второго типа заблуждений необходимо выделить преднамеренно ложные прогнозы, которые создаются и распространяются группой лиц, специальными организациями или странами в целях достижения каких-либо корыстных целей. В качестве примеров особо крупных ложных прогнозов мирового масштаба, приведших к крупным заблуждениям странового и планетарного масштаба, можно привести следующие: победа коммунизма во всех странах, возможность построения коммунизма в одной отдельно взятой стране, СССР – империя зла, звездные войны, правомерность агрессии в Югославии, наличие ядерного оружия в Ираке, пропаганда многополюсного мира, тенденции современного глобализма, современный экономический кризис.

Прессирование этих заблуждений привело к ухудшению экономического положения и развалу многих развивающихся стран и, как итог, к улучшению экономического положения в некоторых развитых странах. Все отрицательные последствия таких заблуждений скрыть невозможно, и потому возникают новые идеи-заблуждения. В настоящее время муслируется идея глобали-

зации основных экономических и социальных процессов на планете: глобализация преподносится как планетарный процесс, приводящий к улучшению жизни на Земле. Эта идея является притягательной для всех жителей планеты, особенно развивающихся стран, которые, как правило, сохранили в своей стране достаточные объемы природных ресурсов и рассчитывают за счет глобальных процессов, способствующих распространению новых технологий, и инноваций от развитых стран повысить жизненный уровень населения в своих странах. Время же показало, что основную выгоду опять же получили развитые страны – за счет более интенсивного использования в своих экономиках природных ресурсов менее развитых стран. Как это происходит, какой механизм применяют развитые страны, чтобы зачастую даже мирным путем использовать различные ресурсы слаборазвитых стран для систематического повышения жизненного уровня людей в собственной стране?

### Геополитический анализ современного мира

Неожиданно быстрый распад могучей страны – СССР – многих заставил глубоко задуматься о причинах этой катастрофы, даже тех, кто ранее профессионально не занимался проблемами, традиционно относящимися к политологии, истории, философии и другим гуманитарным наукам.

Решил подумать над этим и я, профессиональный математик. В область моих профессиональных интересов входили: методы оптимизации и имитации, задачи регуляризации, принятие решений при многих критериях в псевдометрических пространствах, компьютерные человеко-машинные системы для различных региональных технико-экономических систем. Эти вопросы разрабатывались с достаточно серьезными математическими обоснованиями. Объектами исследования были нефтяные и газовые месторождения и районы, а также другие отраслевые и многоотраслевые территориальные системы. Результаты региональных разработок были обобщены в монографии «Математические методы регионального программирования»\* и в брошюре «Развитие энергетики и пути устойчивого развития мира»\*\*.

С 1991 г. я стал изучать глобальные проблемы: особенности развития человеческих цивилизаций, вопросы межгосударственных взаимодействий, геополитические и геоэкономические аспекты взаимодействия стран и народов и их влияние на судьбы стран и цивилизаций. При этом естественным профессиональным желанием было обнаружить некоторые фундаментальные закономерности, которые, с одной стороны, позволили бы объяснять предысторию развития стран и цивилизаций, а с другой – позволяли бы делать достаточно обоснованные прогнозы их дальнейшего развития.

Полученные результаты были опубликованы 20 лет назад в «Независимой газете» в большой статье «Россия и геополитическая

стабильность мира», где делается вывод: «У нас есть все возможности, чтобы достойно выйти из кризиса и создать условия для устойчивого развития человечества» (приложение к «Независимой газете» – НГ-сценарии, 11 сентября 1997 г.), а также в брошюре «Геополитический и геоэкономический анализ мира на основе энергетических факторов»\*\*\*.

Приведу кратко полученные результаты. Я построил геополитическую модель, общую для всех стран мира. Модель представляет собой карту расположения стран, в которой две страны соединены ребром, если между ними есть хотя бы одна связь, означающая коммуникацию, которой они связаны. Таким образом, мир представлен в виде связанного графа. Типы связи заданы для каждой точки (страны), имеется информация обо всех видах ресурсов, которыми страна обладает. На этом графе определены потенциалы всех возможных групп стран.

Мы установили возможность существования в нашем мире двух геополитических полюсов (стабильный и нестабильный, по потенциалам соизмеримые друг с другом) и геополитической оси мира. Географическое пространство, занимаемое Китаем и Индией, называется геополитическим центром мира. Геополитической осью называется страна (или группа стран), входящая одновременно в стабильный и в нестабильный полюс.

Дореволюционная Россия, затем СССР, современная Россия, страны СНГ, сохраняя дружественные отношения с другими цивилизациями стран Запада и Востока, играли и играют роль геополитической оси мира.

До недавнего времени основу стабильного полюса составляли Китай, Индия, СССР, а основные страны нестабильного полюса – Европа, США, СССР. Геополитической осью является геополитическое пространство, занимаемое странами бывшего СССР. Страны с европейским типом культуры тяготеют к нестабильному полюсу. Не все страны с восточным типом культуры тяготеют к стабильному полюсу, так как испытывают на себе большое влияние европейской цивилизации (например, некоторые страны, относящиеся к исламской цивилизации).

Вокруг нестабильного полюса должна сформироваться новая цивилизация (назовем ее западной) путем взаимообогащения европейской, православной и исламской цивилизаций. Вокруг стабильного полюса должна сформироваться новая цивилизация (назовем ее восточной) путем симбиоза китайской, индийской и православной цивилизаций (возможно, и исламской). Реализация этого варианта дает устойчивую красивую картину мира. Приведем слова Николая Рериха: «И теперь перед нашими глазами стоят так называемый Запад и так называемый Восток. Они смотрят пронизательно друг на друга. Они проверяют каждое движение друг друга. Они могут быть ближайшими друзьями и сотрудниками. Запад может легко понять основные принципиальные идеи Востока и хранить вечную мудрость, которая исходит из той части мира, откуда фактически произошли все религии и все верования. А Великий Восток следует открытиям Запада и ценит достижения этих творческих умов».

Такое взаимопонимание западной и восточной цивилизаций не только дает гармоничную картину мира с более богатой духовной жизнью людей, но и будет способствовать развитию прагматических устремлений человечества.

В случае образования двух цивилизаций (западной и восточной) восточная цивилизация не только обогатит европейскую глубоким внутренним духовным содержанием, но и даст навыки бережного и экономного расходования природных ресурсов и сохранения тысячелетних культурных традиций. Так, Китай, имея на одного человека в три раза меньше территории, чем в среднем по планете, обеспечивает жизнь более чем миллиардному населению своей страны. Индия с миллиардным населением в этом смысле еще более показательна. На одного человека в этой стране приходится территории меньше средней величины в шесть раз. Из этого следует, что если бы весь мир исходил из жизненных принципов, принятых в Китае или в Индии, то это было бы равносильно увеличению природных ресурсов нашей планеты в два или в четыре раза соответственно.

Вот где находятся резервы природных ресурсов планеты! Они скрыты в менталитете людей, в их духовном и культурном мире! Формирование таким способом двухполюсного мира можно считать основным законом геополитики.

После распада СССР двухполюсный мир, который был в период так называемой «холодной войны» и обеспечивал достаточно высокую стабильность в отношениях между государствами, был разрушен. Наступил период геополитической нестабильности. Мир стал развиваться в сторону однополюсности. Инициатором этой идеи выступали США, считая, что этот полюс образуют государства НАТО во главе с ними. Это было очередное заблуждение, которое по внешним признакам напоминало правду. В этот период люди ощутили опасность однополюсного мира: проявились его агрессивность и вседозволенность. Появилось уникальное историческое образование – государство-террорист. Стала происходить цепочка событий, приведших к разрушению суверенных государств (Югославия, Ирак, Египет, Ливия). Чувствуя безнаказанность, этот процесс стал расширяться. Сейчас он остановился на попытке разрушить Сирию, Иран и даже Испанию.

В настоящее время этот процесс стал затихать, поскольку мы сейчас являемся свидетелями усиления содружества государств ШОС (Китай, Россия, Казахстан, Киргизия, Узбекистан, Таджикистан). Недавно в состав ШОС вошли Индия и Пакистан. Ряд других крупных государств изъявили свою готовность также войти в ШОС (в их числе Афганистан, Иран, Монголия, Туркменистан и др.). В ближайшее время мир выйдет из периода геополитической нестабильности и войдет в двухполюсное состояние своего развития. Можно считать, что ШОС практически сформировался в качестве стабильного полюса в июне 2011 г., так как 14–15 июня 2011 г. в Астане страны ШОС приняли Меморандум об обязательствах государств, заявивших о получении статуса государства – члена ШОС.

\* М.: Наука, 1989. 300 стр.

\*\* М.: Нефть и газ, 1997. 58 стр. Серия «Академические чтения», вып. 11.

\*\*\* М.: ВЦ РАН, 2001. 98 стр.

## Освоение космического пространства – всемирный проект землян

Основная задача землян: найти и четко сформулировать проблемы, которые должен решать человек, чтобы избежать гибели своей цивилизации, и сделать их решение общей целью жизнедеятельности землян.

Приведенные исследования показывают, что глобальная стратегия всех ведущих стран мира должна заключаться в стремлении сохранить блоки стран, образующих геополитические полюса. Особенно опасна всякая политическая, экономическая и пропагандистская деятельность, направленная на изменение геополитической оси. Теперь нетрудно, пользуясь основным законом геополитики, предсказать глобальные катастрофы, которые могут за этим последовать.

В настоящее время на высоком профессиональном уровне на различных форумах и в средствах массовой информации обосновывается тезис, что широкое освоение космического пространства не под силу одной стране и необходима кооперация стран. Этот тезис подтверждается опытом ведущих космических держав при организации работ по подготовке полетов на Марс. Полет на Марс является крупной задачей в общей проблеме освоения космического пространства. В связи с этим возникает вопрос: какие страны могут объединяться в блоки для совместного решения таких задач? От этого зависит геополитическая стабильность мира, безопасность жителей планеты, так как блоки стран, способные решать проблемы освоения космического пространства, могут также обладать огромным военным потенциалом и представлять угрозу для человечества.

При решении вопроса о создании блоков стран, способных практически реализовывать процесс освоения космического пространства, естественно считать целесообразным создание двух блоков, один из которых должен находиться на стабильном, а другой на нестабильном полюсе, что сохранит баланс между двумя геополитическими полюсами. В противном случае количество блоков стран, имеющих оружие массового уничтожения, будет больше двух, и соответствующие им политические блоки будут находиться на высоком техническом уровне и иметь оружие массового уничтожения в космосе. Это приведет мир в состояние геополитической нестабильности, грозящее крупными войнами с использованием оружия массового уничтожения не только на планете, но и в космосе, что в конечном итоге может привести к гибели человеческой цивилизации.

Предложенная модель двухполюсного мира является наилучшей формой ближайшего этапа устойчивого развития человеческой цивилизации. После него может наступить следующий этап – переход к миру с единой цивилизацией землян. Однако это может произойти безболезненно лишь в том случае, если уровень развития цивилизации в двухполюсном мире будет настолько высок, что основными задачами землян станут задачи планетарного и внепланетарного значения. Например: космическая энергетика, охрана окружающей среды, освоение Луны и ближайших планет, защита от внезем-

ных объектов (метеориты, астероиды, кометы и др.) или существ (внеземные цивилизации и сосуществование с ними), расселение и сохранение цивилизации землян при невозможности сохранения жизни на Земле. В этом случае рассматриваемое геополитическое пространство будет включать Землю и околоземное пространство. Поэтому, следуя основному закону геополитики, мы опять будем иметь возможность жить в двухполюсном мире в этом расширенном геополитическом пространстве: один полюс – это цивилизация землян, другой полюс – обобщенная внеземная цивилизация (космос).

Таким образом, путь устойчивого развития человечества проходит через двухполюсный мир (с западной и восточной цивилизациями) к двухполюсному миру в расширенном геополитическом пространстве с единой цивилизацией землян, объединенных общей целью решения вопросов освоения космического пространства и защиты цивилизации от возможной гибели.

Освоение космического пространства должно стать основной идеей развития человеческой цивилизации, позволяющей людям объединить все свои интеллектуальные усилия и ресурсы и создать единую цивилизацию землян. Вера в существование совершенства во всех сферах деятельности человека может привести к объединению всех религий. Страны мира должны объединить свои усилия для разработки и реализации комплексного проекта освоения космического пространства. Участие всех стран мира в реализации такого проекта снимет многие проблемы, кажущиеся непреодолимыми при попытке реализовать его какой-либо одной страной или небольшой группой стран. Эти проблемы связаны с обеспеченностью природными и трудовыми ресурсами, энергией, современными технологиями, инвестициями.

Создание двух блоков стран для решения проблем освоения космического пространства – один на стабильном, а другой на нестабильном геополитическом полюсе в двухполюсном мире – будет способствовать геополитической и экономической стабильности мира. После возникновения единственной цивилизации землян эти два блока естественным образом преобразуются в единственный блок, представляющий единую цивилизацию землян, основной целью которой будет двуединая задача:

- 1 совершенствование жизни на Земле и улучшение жизни землян;
- 2 совершенствование лика Земли и освоение космического пространства.

Зачастую возникает вопрос: «Для чего нужно тратить огромные силы, средства, ресурсы на различные космические программы и проекты, когда у нас и на Земле так много нерешенных проблем?» На него существует достаточно обоснованный ответ: для того, чтобы исключить возможность гибели человеческой цивилизации. Этому посвятили свои жизни К.Э. Циолковский, В.И. Вернадский, С.П. Королёв, Ю.А. Гагарин и многие другие, пока еще менее известные, гении.

Решение задач, связанных с освоением космоса, сделает жизнь людей осмысленной и благородной, достойной *homo sapiens*. Всякий, кто знаком с историей возникнове-

ния и развития сохранившихся цивилизаций, может самостоятельно прийти к выводу: совместное освоение космического пространства всем человечеством есть единственная надежда на построение мирной жизни на Земле, где господствует справедливость и торжествует человеческий разум.

### Общий вывод

Вся история развития человечества показывает, что человек создан для освоения территорий – земных, водных, воздушных и безвоздушных. Мозг человека способен понимать и ощущать самые разнообразные пространства: чувственные, многомерные – теоретические, эмоциональные – образовывать новые. Человек должен научиться жить вне Земли, что позволит ему создавать новые, ныне непредставимые и кажущиеся фантастическими, технологии выживания.

### Об устойчивости двухполюсного мира

Возникает вопрос о долговечности двухполюсного мира. Во время «холодной войны» такой мир позволил народам жить без крупных войн почти 50 лет. Однако это объясняется взаимным страхом из-за опасности использования сторонами оружия массового уничтожения, который возникал из-за абсолютного несоответствия целей существования. Если бы цели сторон совпадали, то, возможно, сложившийся в то время двухполюсный мир не был бы разрушен.

Общая цель у двух полюсов должна быть найдена. Имеющиеся ресурсы ограничены, и, как показывают научные исследования, Земля прошла пик своего развития: жизнь на Земле приближается к гибели человеческой цивилизации, например, путем использования оружия массового уничтожения, или в ситуации критической дефицитности ресурсов. Единственный выход, сохраняющий земную цивилизацию, это объединение усилий всех землян в целях освоения космического пространства. Это и должно быть общей задачей для двух полюсов.

Совместное освоение космического пространства есть единственная надежда на построение мирной жизни на Земле, где господствует справедливость и торжествует человеческий разум.

Странам ШОС следует провозгласить своей целью двуединую задачу: улучшить жизнь землян и усовершенствовать лик Земли, осваивая космическое пространство. Страны ШОС могут предложить странам БРИКС объединить усилия входящих в их союзы стран для решения указанных задач. Далее страны ШОС и БРИКС могут предложить странам НАТО присоединиться к решению проблем совершенствования жизни на Земле и освоения космического пространства как единственной непротиворечивой цели существования и развития земной цивилизации. Примеру ШОС должны последовать и страны НАТО. В этом случае, при наличии общей непротиворечивой цели, на Земле воцарится мир и порядок.

Первейшей задачей в настоящее время является создание всемирного комитета для разработки совместного проекта по научному поиску и обоснованию путей реализации вышеперечисленных задач. ■

21 декабря 2017 г. у себя дома в штате Калифорния в возрасте 80 лет скончался бывший астронавт NASA, первый землянин, совершивший выход в открытый космос без механической связи с кораблем, Брюс МакКэндлесс II (Bruce McCandless II).

Брюс МакКэндлесс родился 8 июня 1937 г. в Бостоне (штат Массачусеттс). После школы он поступил в Военно-морскую академию в Аннаполисе, где в 1958 г. получил степень бакалавра (будучи вторым по успеваемости в выпуске). Позднее он рассказывал, что был не прочь стать адвокатом, но, имея таких отца и деда (оба – герои-адмиралы), поддался на уговоры родителей стать военным. В 1965 г. он защитил степень магистра по электротехнике в Стэнфордском университете, а в 1987 г. еще одну магистерскую степень – в Хьюстонском университете.

В марте 1960 г. МакКэндлесс получил квалификацию пилота морской авиации и в последующие четыре года летал на палубных истребителях F-6 и F-4 с авианосцев Forrestal и Enterprise, участвовал в блокаде Кубы во время Карибского кризиса.

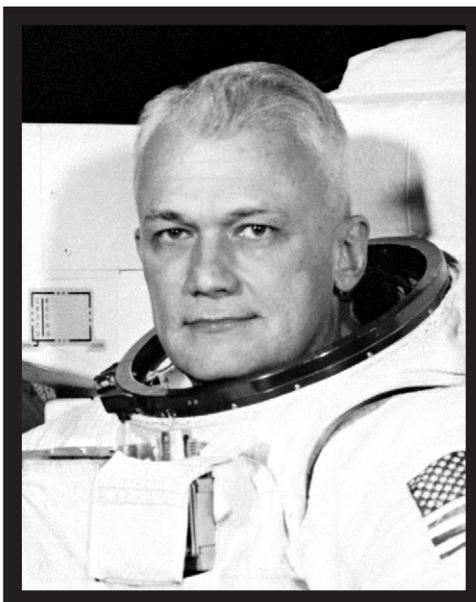
В апреле 1966 г. в числе 19 кандидатов пятого набора в астронавты Брюс поступил в NASA. Вскоре он подключился к лунной программе: когда Нейл Армстронг делал первые шаги по Луне, именно МакКэндлесс поддерживал с ним связь из ЦУПа. В августе 1969 г. он был назначен в экипаж поддержки Apollo 14, а в январе 1972 г. – дублером пилота первой экспедиции на Skylab.

Его главной темой в NASA всегда было устройство для маневрирования астронавта в открытом космосе. «Вместе с инженерами Дэвидом Шульцем и Чарлзом Уайтсеттом мы решили доказать, что надежное и практичное устройство может быть создано, – рассказывал позднее Брюс. – Мы организовали эксперимент [с установкой маневрирования ASMU] внутри станции Skylab. Я надеялся первым полететь с ней, но меня назначили лишь дублером, и я распрощался с шансом попасть в основной экипаж».

С началом создания космической системы Space Shuttle необходимо ремонтировать на орбите теплозащитное покрытие орбитальной ступени стала одним из главных резонансов для создания средства маневрирования астронавта. Но его разработка, начавшаяся в 1975 г., тормозилась несколько лет: руководство не проявляло к этой теме интереса и отказывало в финансировании. И лишь в феврале 1980 г. NASA выделило 26,7 млн \$ на контракт по производству устройства автономного перемещения астронавта (MMU) фирме Martin-Marietta.

3 февраля 1984 г. Брюс МакКэндлесс стартовал на орбиту в составе экипажа «Челленджера» (миссия 41-B) с заданием испытать MMU. 136-килограммовое устройство маневрирования, размещенное на борту шаттла, отдаленно напоминало заплечный ранец. Исполнилась мечта астронавта: самому разрабатывать технику и самому на ней летать...

На пятый день полета, 7 февраля, МакКэндлесс и его напарник Боб Стюарт вышли в открытый космос. Брюс первым закрепился в MMU и для начала полетел с ней внутри



## Брюс МакКэндлесс

08.06.1937 – 21.12.2017

отсека полезного груза шаттла, а затем начал удаляться от корабля. С расстояния 45 м он вернулся к «Челленджеру» и вновь отошел от него, на этот раз на 97,5 м. Брюс стал первым человеком, работавшим в открытом космическом пространстве без какой-либо страховки – в свободном полете. «Может быть, у него и был небольшой шаг, но для меня это чертовски большой скачок», – прокомментировал он, перефразируя знаменитую фразу Армстронга.

Нельзя забывать, что такой свободный полет в открытом космосе был далеко не безопасен. Конечно, в случае чего командир Вэнс Бранд подвел бы шаттл к «потерявшемуся» астронавту и огромным грузовым отсеком, как ковшом, поймал бы его и спас, но космос есть космос, и риск всегда остается... «Нам бы не хотелось вернуться и предстать перед вашими женами, если мы потеряем кого-либо из вас», – стоически шутил Бранд.

По мере удаления от шаттла Брюс ощутил, что довольно сильно замерз. «Был момент, когда я на самом деле дрожал от холода, и мои зубы стучали...» – рассказывал он потом. Правилами ВКД запрещается отключать систему охлаждения из опасения, что она не включится снова. Но холод оказался сильнее этого страха, и Хьюстон дал разрешение отключить систему. «Итак, как и предполагалось, примерно через 10 минут стало приятнее и теплее и вскоре даже жарко, так что ЦУП разрешил мне включить охлаждение снова, и – чудо из чудес – оно опять заработало... На протяжении выхода я три-четыре раза выключал его и включал снова, и оно запускалось без проблем».

Легендарное фото летящего в глубине космоса астронавта, знакомое сегодня каждому цивилизованному человеку, сделал пилот «Челленджера» Роберт Гибсон. Он отснял серию фотографий с Брюсом, расположенным вертикально – так, что на фото он получился под углом к горизонту.

Гибсону пришла идея расположить горизонт горизонтально – чтобы Брюс при этом оказался под углом. Простой поворот дал ощущение, что объект съемки независим от гравитации и летит, пересекая небеса. «Это замечательное чувство: смесь личного восторга и профессиональной гордости. Мне потребовалось много лет, чтобы достичь этой точки», – так оценивал астронавт свой исторический выход.

Во второй раз Брюс вышел в открытый космос 9 февраля. Он и Стюарт занимались отработкой стыковки к мишени, имитирующей вращающийся и неподвижный спутник.

24–29 апреля 1990 г. МакКэндлесс совершил второй полет – в качестве специалиста миссии корабля Discovery по программе STS-31. Это был также исторический рейс – астронавты вывели на орбиту уникальный космический телескоп имени Хаббла. В ходе выведения телескопа одна из солнечных батарей застряла в полуразвернутом положении, и Брюс вместе с Кэтрин Салливан готовились выйти в открытый космос и даже надели скафандры, но в конечном итоге выход не понадобился.

После своего второго полета Брюс уже на Земле занимался разработкой и совершенствованием инструментов и технических приемов для дальнейшего обслуживания «Хаббла» на орбите. В 1990 г. МакКэндлесс ушел из отряда астронавтов, уволился из NASA и вышел в отставку из ВМС в звании эптенна (капитана 1-го ранга). После этого он работал в компании Martin Marietta в Денвере (Колорадо).

Брюс МакКэндлесс награжден медалями NASA «За исключительные заслуги», «За исключительные технические достижения», «За космический полет», военными медалями «Легион почета», «За выдающуюся службу в вооруженных силах», «За службу национальной обороне», «Медаль экспедиционных войск» и другими наградами и призами.

Он был женат второй раз (первая жена умерла в 2014 г.), у него остались взрослые сын и дочь и две внучки. – Л.Р. ■



