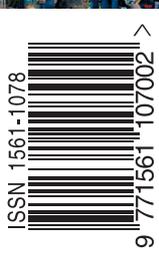


ЖУРНАЛ ДЛ Я ПРОФЕССИОНАЛОВ

НОВОСТИ КОСМОНАВТИКИ

ДЕКАБРЬ 2018

12 (431)



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:

Н. Н. Севастьянов –

и.о. генерального директора ФГУП ЦНИИмаш,

А. В. Головкин –

заместитель главнокомандующего ВКС –
командующий Космическими войсками,

В. А. Джанибеков –

президент АМКос, летчик-космонавт,

Н. С. Кирдода –

вице-президент АМКос,

В. В. Ковалёнок –

президент ФКР, летчик-космонавт,

И. А. Маринин –

главный редактор «Новостей космонавтики»,

Р. Пишель –

глава представительства ЕКА в России,

Б. Б. Ренский –

директор «R&K»,

В. А. Шабалин –

генеральный директор

ООО «СИНТЕЗ»

Редакционная коллегия:

Главный редактор: Игорь Маринин

Обозреватель: Игорь Лисов

Редакторы: Игорь Афанасьев,
Андрей Красильников, Евгений Рыжков

Редактор ленты новостей:

Александр Железняков

Дизайн и верстка:

Олег Шинькович, Татьяна Рыбасова

Литературный редактор:

Алла Сеницына

Администратор:

Юлия Сергеева

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-kosmonavтики.ru

Тираж 1500 экз. Цена свободная

Отпечатано ОАО «ПФОП»

Подписано в печать 18.12.2018

Журнал издается с августа 1991 г.

Зарегистрирован в Роскомнадзоре

ПИ №ФС77-71201

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

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

№ 12 (431) 2018

Информационный период
1–31 октября 2018 г.

ТОМ 28

ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

26	Афанасьев И. Радарный разведчик для Аргентины
28	Лисов И. «Мы с Тамарой ходим парой», или Два новых китайских разведчика
30	Афанасьев И., Лисов И. Достраивая «Бэйдоу-3»
32	Афанасьев И. Военный связной АЕНФ-4
33	Лисов И., Афанасьев И., Рыжков Е. Экспедиция к Меркурию имени Джузеппе Колумбо
41	Лисов И. Ветры, гены и коробка конфет. Когда попутчики интереснее самого спутника
44	Павельцев П. В полете «Космос-2528»
45	Афанасьев И., Лисов И. Неудачный полет «Красной птицы»
48	Лисов И. Китайско-французский океанолог
53	Рыжков Е. У Японии открывается второе дыхание
55	Красильников А. Статистика орбитальных пусков с космодромов мира

ИСКУССТВЕННЫЕ СПУТНИКИ ЗЕМЛИ

56	Афанасьев И. Созвездие «Канопус»
----	-------------------------------------

МЕЖПЛАНЕТНЫЕ СТАНЦИИ

58	Лисов И. Конец «Рассвета»
----	------------------------------

СОВЕЩАНИЯ. КОНФЕРЕНЦИИ. ВЫСТАВКИ

60	Рыжков Е. IV форум «КосмоФест Восточный» на амурской земле
----	--

ПРЕДПРИЯТИЯ. ОРГАНИЗАЦИИ

63	Лисов И. Беляевская премия «Новостям космонавтики»
----	--

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

64	Когут М. «Бураны» второй серии. К 30-летию полета «Бурана»
----	--

СТРАНИЦА ПАМЯТИ

73	Памяти Вахтанга Дмитриевича Вачнадзе
----	---

В номере:

ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

2	Красильников А. «Гавайи» на прощание облетели станцию
5	Красильников А. Итоги полета 56-й основной экспедиции на МКС
6	Красильников А. Аварийный запуск «Союза МС-10», или Автоматика спасла «Бурлаков»
7	Рыжков Е. Биографии членов экипажа ТК «Союз МС-10»
8	Красильников А. «Быстро мы прилетели...»
16	Красильников А., Хохлов А. Полет экипажа МКС-56. Сентябрь 2018 года
22	Лисов И. Пакистанец полетит на китайском корабле?

ПИЛОТИРУЕМАЯ ТЕХНИКА

23	Афанасьев И. Авария обостряет проблемы безопасности коммерческих кораблей
24	Лисов И. Новая «девятка» и многоцелевой китайский корабль

На четвертой странице обложки: Многоразовый корабль «Буран»
в орбитальном полете. Графика В. Лукашевича

НОВОСТИ КОСМОНАВТИКИ



Уважаемые читатели!

У вас в руках последний номер (№ 431) «Новостей космонавтики». По решению директора Госкорпорации «Роскосмос» Д. О. Рогозина, в целях популяризации отечественной космонавтики принято решение о кардинальном обновлении журнала.

Используя авторские ресурсы редакций «Новостей космонавтики» и «Российского космоса», с января 2019 г. намечено начать выпуск научно-популярного журнала «Русский космос», рассчитанного на более широкую аудиторию. Журнал будет иметь современный формат, увеличенный на 8 страниц объем и расширенный тематический спектр. В течение 2019 г. журнал будет распространяться бесплатно.

Все сотрудники «Новостей космонавтики» при желании войдут в состав редакции нового журнала, благодаря чему есть надежда, что «Русский космос» сохранит и приумножит традиции качественного, подробного и всестороннего освещения событий не только отечественной, но и мировой космонавтики.

Напомним, что «Новости космонавтики» в виде двухнедельного информационного бюллетеня стали выпускаться с 12 августа 1991 г. информационным отделом малого предприятия «Видеокосмос».

В 1992 г. бюллетень стал печататься в типографии, а в 1993 г. он стал журналом и был зарегистрирован в Министерстве печати России. До конца 1997 г. журнал выходил в черно-белом варианте форматом А5. Его тираж достиг 1000 экземпляров, и он был включен в каталоги агентств по распространению печатной продукции. В том же году руководитель Российского космического агентства (сейчас – Госкорпорация «Роскосмос») Ю. Н. Коптев стал председателем редакционного совета журнала, а командующий Военно-космическими силами РФ (сейчас – Космические войска Воздушно-космических сил) генерал-полковник В. Л. Иванов вошел в редакционный совет. С тех пор редакция работала в тесном сотрудничестве с Роскосмосом и Космическими войсками.

Благодаря финансовой и моральной поддержке директора и владельца МП «Видеокосмос» В. В. Семёнова, журнал регулярно выходил до середины 1997 г. А затем в

результате финансового кризиса стал выходить нерегулярно. В конце 1997 г. владелец компьютерной компании R&K Борис Ренский подключился к финансированию издания. Журнал стал ежемесячным, полноцветным, увеличил формат до А4. В июле 1998 г. на базе информационного отдела МП «Видеокосмос» был образован «Информационно-издательский дом "Новости космонавтики"», который и стал учредителем журнала. Б. Б. Ренский вместе с В. В. Семёновым стал совладельцем, а затем единственным владельцем Издательского дома.

В 2012 г. совладельцем, а затем владельцем Издательского дома стал президент Страхового центра «Спутник» В. А. Шабалин, благодаря поддержке которого редакция преодолела очередной кризис, и выпуск успешно продолжался до 2016 г.

Помимо В. В. Семёнова, Б. Б. Ренского и В. А. Шабалина, журнал всемерно поддерживали руководители отрасли и командующие Космическими войсками Ю. Н. Коптев, В. Л. Иванов, А. Н. Перминов, В. А. Поповкин, О. Н. Остапенко, И. А. Комаров, а также пресс-секретарь РККА С. А. Горбунов, президент Ассоциации музеев космонавтики летчик-космонавт П. Р. Попович и его заместитель Н. С. Кирдода, президент Федерации космонавтики летчик-космонавт В. В. Ковалёнок и директор Федерации В. И. Кузнецов, директор Центра Хруничева А. И. Киселёв, директор ЦЭНКИ А. С. Фадеев, глава представительства ЕКА в России Ален Фурнье-Сикр.

В 2016 г. настал очередной кризис. Благодаря финансовой помощи неравнодушных читателей (Ю. В. Усачёв, А. В. Бакунц и др.) *НК* продолжали выходить до мая 2017 г., когда стали журналом Госкорпорации «Роскосмос».

За 27 лет и 4 месяца своего существования журнал, благодаря коллективу технически грамотных журналистов, завоевал мировую популярность и, по мнению многих, в том числе и зарубежных читателей, стал лучшим в мире космическим журналом. Этому не помешало то, что он издавался только на русском языке.

*Главный редактор журнала
«Новости космонавтики»*

И. А. Маринин

В последнем номере *НК* хочу от всего сердца поблагодарить тех, кто начинал работу над бюллетенем «Новости космонавтики»: Ольгу Жданович, Марину Богданову, Сергея и Елену Шамсутдиновых.

Тех, кто прошел с журналом «огонь и воду» до конца: Игоря Лисова, Олега Шиньковича, Игоря Афанасьева, Аллу Синицыну, Татьяну Рыбасову, Андрея Красильникова и Евгения Рыжкова.

Тех, кто самоотверженно работал в редакции *НК*, но был вынужден уйти по тем или иным причинам: Дмитрия Вострикова, Сергея Голотюка, Валерию Давыдову, Евгения Девятьярова, Екатерину Землякову, Александра Ильина, Анатолия Копика, Константина Лантратова, Марию Побединскую, Павла Шарова.

Мы благодарны авторам статей, фотографий и рисунков, которые не стали штатными сотрудниками редакции, но многие годы сотрудничали с журналом: Владимиру Агапову, Вадиму Аносову, Александру Бабенко, Евгению Бабичеву, Олегу Волкову, Дмитрию Воронцову, Дмитрию Гулютину, Александру Глушко, Александру Железнякову, Сергею Казаку, Станиславу Карпенко, Юрию Квасникову, Алексею Кучейко, Вадиму Лукашевичу, Андрею Маликову, Александру Маркову, Владимиру Молодцову, Андрею Моргунову, Дмитрию Пайсону, Александру Пантюхину, Александру Песляку, Анне Потехиной, Тимофею Прыгичеву, Ирине Птушкиной, Артему Ренину, Александру Родину, Леону Розенблюму, Николаю Семёнову, Сергею Сергееву, Ивану Соболеву, Олегу Урусову, Александру Хохлову, Александру Шлядинскому, Владимиру Штанину и многим другим.

Добрым словом мы вспоминаем наших коллег, ушедших в мир иной: Валерия Лындина, Юрия Маркова, Андрея Никулина, Юрия Першина и Максима Тарасенко.

Отдавая дань благодарности всем, кто в течение многих лет был верным читателем «Новостей космонавтики», надеемся, что со временем нам удастся и «Русский космос» сделать популярным космическим журналом.

А. Красильников.
«Новости космонавтики»

Фото Э. Фэйстела и О. Артемьева



«Гавайи» на прощание облетели станцию

4 октября в 61-ю годовщину начала космической эры в центральной части Казахстана приземлился спускаемый аппарат пилотируемого корабля «Союз МС-08» с экипажем: россиянин Олег Артемьев и американцы Эндрю Фэйстел и Ричард Арнольд. «Гавайи» провели на МКС полгода.

В 08:06 ДМВ были закрыты переходные люки между Малым исследовательским модулем «Поиск» и кораблем «Союз МС-08». На станции втроем остались «Алтай»: россиянин Сергей Прокопьев, немец Александер Герст и американка Серена Ауньон-Чэнселлор.

«Пройдет несколько часов – и я снова буду стоять на Земле, вдыхать вкусный воздух казахстанской степи, смогу обнять свою семью спустя 197 дней разлуки! – написал Олег в «ВКонтакте» за сутки до посадки. – Пройдет несколько недель, и я снова буду скучать по космосу, по полету в невесомости и своей международной космической семье, с которой провел последние полгода!»

Обычно после расстыковки корабли «Союз» сразу же уходят от станции. Однако для «Гавайев» Роскосмос придумал интересную

задачу: облет МКС для ее фотографирования в преддверии 20-летия со дня запуска первого модуля станции – Функционально-грузового блока «Заря». Эта дата будет отмечаться 20 ноября странами – партнерами по проекту.

Напомним, что в мае 2011 г. по просьбе NASA с корабля «Союз ТМА-20» была проведена съемка МКС с пристыкованным шаттлом «Индевор» (полет STS-134). Тогда «Союз» не облетал станцию, а отошел от нее на 180 м и завис, а МКС сама «позировала», разворачиваясь перед ним (НК № 7, 2011, с.18-19).

Итак, надев аварийно-спасательные скафандры «Сокол-КВ-2» и разместившись в индивидуальных креслах-ложементах «Казбек-УМ», «Гавайи» проверили герметичность люка-лаза между спускаемым аппаратом (СА) и бытовым отсеком (БО) «Союза МС-08». Последние замеры показали, что в СА держалось давление воздуха 790 мм рт. ст., в БО – 733 мм рт. ст.

Поскольку Эндрю должен был снимать станцию из БО фотокамерами через блистер с иллюминатором, то Олег с целью выравнивания давления между СА и БО открыл клапан КВД. «Шипение [воздуха] прекратилось,

закрываю КВД СА-БО», – доложил он по завершении процедуры.

В 10:57:32 «Союз МС-08» отчалил от модуля «Поиск».

– Есть расхождение объектов, – сказал Артемьев.

– Контролируйте отсутствие посторонних предметов на поверхности стыка, – рекомендовал подмосковный ЦУП.

– Отходим. Посторонних предметов на стыковочном узле [модуля «Поиск»] не наблюдаем. Стыковочный узел чист.

– «Гавайи», можете снять перчатки [скафандров]. Сразу после разворота [«Союза» по крену] Дрю переходит в БО.

«Союз» отходил вверх относительно станции. В 11:00:34 корабль с помощью двигателей причаливания и ориентации (ДПО) выдал импульс длительностью 8 сек, увеличив скорость расхождения с МКС, после чего развернулся по крену на 90°.

«Дрю отстегивается [от кресла], – комментировал происходящее Олег. – Дрю открывает люк [между СА и БО]. Я втискиваюсь в кресло. Дрю готовится к работе. Подстыковываю [гарнитуру] Дрю к связи».



Фото NASA

Фото А. Пантохина, ЦЭНКИ



К этому моменту «Союз» удалился от станции вверх на 120 м. МКС, находясь на более низкой орбите, чем корабль, из-за разницы скоростей стала уходить вправо с экрана визира в «Союзе».

В 11:04 с орбиты послышались щелчки затворов фотокамер – Фейстел приступил к съемке МКС.

– Дрю, станцию видишь? – поинтересовался Артемьев.

– Да, нашел.

– Дрю, если готов, то можешь фотографировать, – дала указание «Земля».

– Он уже фотографирует. Дрю, не жалей «пленку».

– Через минуту маневр. Пусть Дрю там в БО зафиксируется. По возможности, конечно.

В 11:06 двигатели ДПО «среднего пояса» выдали второй импульс продолжительностью 15 сек, благодаря которому «Союз» начал облет МКС. Кораблю предстояло совершить четверть оборота вокруг станции. А завершить облет «Союз» должен был сзади МКС, зависнув напротив стыковочного узла на агрегатном отсеке Служебного модуля «Звезда».

Задача Олега во время облета состояла в том, чтобы с использованием ручки управления движением держать направление «носа» корабля на станцию. Если точнее – удерживать торец агрегатного отсека модуля «Звезда» в центре перекрестия визира.

– Выдаю [команду] РОДК (режим ручного управления в дискретном контуре. – А.К.). Есть РОДК. Выдаю [команду] РУД (ручка управления движением. – А.К.), – докладывал о своих действиях Артемьев. – [Отключаю ручку] влево на 8 сек. Нашел станцию. Ставлю в центр ВСК (визир. – А.К.). Станция немного по крену – не так, как на тренажере.

– Да, есть небольшой разворот по крену, – согласился ЦУП-М.

– Есть расхождение между торцом [агрегатного отсека модуля «Звезда» и центром перекрестия визира] три клетки. Возвращаю [центр визира] на агрегатный отсек. Чуть-чуть снимаю [ручку] с фиксатора и опять ставлю на фиксатор. Агрегатный отсек у нас опять в центре ВСК. Расстояние [от станции] примерно 260–270 м.

– Продолжайте контролировать автоматический облет.

Тем временем Эндрю фотографировал МКС: сначала на фоне Земли, затем на границе Земли и космоса и, наконец, на фоне космоса.

– Наблюдаю стыковочный узел агрегатного отсека [модуля «Звезда»], – слышался репортаж Олега. – Подходит к концу облет. Практически уже нахожусь на оси стыковочного узла. Еще чуть-чуть – и будем заканчивать облет.

– Когда нужно закончить [снимать], Олег? Скажи мне, когда вернуться [в СА], – интересовался Фейстел, как будто опасаясь, что его забудут в БО.

Завершив облет, Артемьев с помощью ручки управления ориентацией развернул «Союз» по крену на 90° «Дрю, фото-фото-фото! Может, видео сделаешь? – спросил Олег напарника. – Там один фотоаппарат может видео делать».

В 11:19 Артемьев двигателями ДПО выдал третий импульс длительностью 15 сек для окончательного увода корабля от станции. Эндрю вытащил карты памяти из фотокамер и вернулся в СА. После закрытия люка в БО снова была проверена его герметичность.

Фото ЦПК



Фото ЦПК





Фото А. Паптюкина, ЦЭНКИ

▲ Подарок Олегу Артемьеву от жены – молочный шоколад с гавайскими орехами макадамия, намек на позывной экипажа

Поисково-спасательное обеспечение посадки «Союза МС-08» было организовано Росавиацией с Министерством обороны РФ, Федеральным медико-биологическим агентством и Роскосмосом. В операции задействовались более 200 специалистов, три самолета (два Ан-12 и один Ан-26), 12 вертолетов Ми-8, шесть поисково-эвакуационных машин и 15 единиц вспомогательной техники.

28 сентября специалисты на двух вертолетах Ми-8 разведали основной и резервный районы приземления «Союза». На момент посадки космонавтов в основном районе №6, расположенном в 145 км юго-восточнее казахстанского города Джезказган, военные прогнозировали простые метеоусловия: температура +17°C, облачность ниже 500 м, ветер до 7 м/с, видимость 10 км, без осадков.

В 13:38, за 13 мин до включения сближающе-корректирующего двигателя (СКД), когда «Союз МС-08» уже построил ориентацию с целью выполнения тормозного маневра для сведения с орбиты, как гром среди ясного неба прозвучал доклад Артемьева о проблемах с креслом сидящего справа от него Арнольда.

– У Рикки кресло сдвинулось. У Рикки кресло отстегнулось. Я отстегиваюсь [от кресла для решения проблемы].

– Ложемент отстегнулся? – спокойно переспросил сразу же вышедший на связь руководитель полета российского сегмента МКС Владимир Соловьёв.

– Рикки почувствовал... Да-да, ложемент.

– А, ложемент. Ты так и называй. Отстегивайся. Только ты смотри, у тебя [осталось] 10 мин до [включения] двигателя.

– Да-да, я понял.

– Давай, аккуратно там. Но особо не прыгай, потому что динамика сейчас, стабилизация.

К сожалению, на данную нештатную ситуацию наложилась проблема со связью. Помехи в ней были из-за того, что корабль уже достаточно далеко удалился от станции, через которую шла ретрансляция.

– Уф-ф! Быстрей-быстрей-быстрей. Аккуратненько, – доносился с орбиты голос Артемьева.

– Олег, что ты сейчас делаешь? – поинтересовался Владимир Алексеевич.

– Все, застегнулся [в своем кресле].

– Больше ничего не делайте. Крышка двигателя скоро открывается. Мы с тобой вчера говорили, что у тебя после [отключения] двигателя и до разделения [корабля на отсеки] будет немерено времени.

– Ориентация построена идеально. Крышка СКД открыта.

В 13:51:42 был выдан тормозной импульс длительностью 277 сек и величиной 128 м/с. После этого «Земля» снова вернулась к обсуждению уже разрешенной проблемы.

– Рикки почувствовал, что он как бы в какой-то момент заколебался. Кресло заколебалось. И я видел, что он приподнимается. Отщелкнулось что ли... – доложил Артемьев.

– Просто надо было затянуться ремнями и все, – сказал Соловьёв.

– Это не ложемент, а кресло. Кресло сверху, где амортизатор.

– Из замка заголовник вышел что ли там?

– Да.

– А ты что сделал? Просто защелкнул и все?

– Ну залез туда и защелкнул.

– Ну понятно. Ладно. Только, Олег, сейчас больше ничего не предпринимай, ладно?

– Насчет чего?

– Вообще ничего. Сидишь на месте и все. И готовишься.

Дальнейшие операции – разделение «Союза» на отсеки, вход СА в земную атмосферу, автоматический управляемый спуск (АУС) и ввод парашютной системы – прошли штатно.

На участке парашютирования Артемьев связался с поисковиками и докладывал им о ходе снижения.

– Хорошо вас принимаем. Рады вас слышать. У нас АУС. [Внеатмосферный] промах 2 сек. Самочувствие экипажа отличное. Есть отстрел теплозащиты (лобовой теплозащитный экран. – А.К.). Есть отстрел [защитных крышек] иллюминаторов. Есть взведение кресел. Давление в СА – 400 мм рт.ст., падает (идет его выравнивание с забортным давлением. – А.К.). Все штатно. Перецепка [парашюта на сим-

метричную подвеску] была. Самочувствие отличное, праздничное.

Давление перекиси первого [бака системы исполнительных органов спуска] – 13.1 атм, во втором – 6.1 атм. В обоих [баках] падает (идет слив перекиси. – А.К.). Наддув в первом [баллоне] – 6 атм, во втором – 9 атм. Падает тоже. Повторяю: давление наддува – 4 атм в первом [баллоне], 9 атм – во втором; перекись – 12.5 атм в первом [баке], во втором – 4.7 атм. Падает. Высота – 3490 м. Давление в СА – 490 мм рт.ст. Наддув – 2 атм и 7 атм, перекись – 10.5 атм и 1.8 атм.

Самочувствие экипажа отличное. Высота – 2940 м. Давление – 541 мм рт.ст. Высота – 1970 м. Самочувствие экипажа отличное. Готовимся к посадке. Давление в СА – 610 мм рт.ст. Самочувствие экипажа отличное. Давление в СА – 679 мм рт.ст. Высота – 520 м. Так, приготовиться к посадке. Высота – 400 м. Самочувствие экипажа отличное. Готовимся к посадке. Готовься!

Спускаемый аппарат «Союза МС-08» приземлился в 14:44:38.3 в 152 км юго-восточнее Джезказгана в точке с координатами 47°19'20.58" с.ш., 69°36'27.36" в.д., в 3.5 км юго-восточнее расчетной точки (47°21' с.ш., 69°35' в.д.). Длительность полета «Гавайев» составила 196 сут 18 час 00 мин 15 сек. Артемьев за две орбитальные «командировки» набрал в сумме 365 сут 23 час 06 мин 01 сек, Фейстел за три – 225 сут 09 час 15 мин 45 сек и Арнольд за две – 209 сут 13 час 29 мин 56 сек.

После касания земной поверхности СА завалился на бок. Первыми к нему подъехали автомобили, затем рядом сели вертолеты. Спасатели оперативно расстелили брезент и поставили на него кресла.

Открыв люк, поисковики вытащили Олега и усадили его в кресло. Медики сняли первые показатели. Все в порядке: артериальное давление – 145×96 мм рт.ст., пульс – 94 удара в минуту. С улыбкой Артемьев принял подарок, переданный женой Анной, а также оренбургскую дыню, грушу и морковь, заказанные у спасателей перед посадкой. «Самое главное – не кусай. Просто понюхай», – попросили поисковики. Врачи дали Олегу пить горячий чай с медом. Вскоре в руках космонавта оказалась еще одна дыня...

Тем временем из СА поочередно вынули улыбающихся Эндрю и Ричарда. Встречающие любопытствовали, чем пахнет земля после посадки. «Чем-то таким горелым и в то же время вкусным, а самое интересное – это

▼ Члены экстрим-экспедиции «Найти упавшую звезду» приветствуют Олега Артемьева на Земле



воздух: не дышишь, а кушаешь его...» – признался Артемьев. На вопрос, думает ли он о следующем космическом полете, космонавт ответил: «Всегда думаю».

Олег немного поел морковку, после чего медики вскоре отобрали ее. «С одной стороны, это приятные земные вещи, по которым космонавты истосковались за месяцы, проведенные на орбите, – пояснил директор Института медико-биологических проблем РАН Олег Орлов. – Помните кадры возвращения из длительного полета Валерия Полякова, когда ему сразу протянули краюшку черного хлеба? Как он глубоко вдохнул тогда его аромат! С другой стороны, мы как медики не рекомендуем принятие пищи сразу после посадки. Во-первых, мы не знаем, что за продукты преподнесут космонавтам, с санитарно-гигиенической точки зрения, – все-таки их организм еще требует определенной реабилитации. Во-вторых, после посадки у них наблюдаются некоторые вегетативные расстройства, и лучше в это время не загружать пищеварительную систему работой».

Перед тем как отнести «Гавайев» в развешенную неподалеку оранжевую медицинскую палатку, Артемьева поднесли к СА – и он мелом написал на нем «Спасибо!».

«В палатке космонавту [Артемьеву] помогли переодеться и провели так называемый «Полевой тест» (НК № 11, 2013, с.5). Он заключается в серии проб, которые позволяют оценить состояние сенсорной системы после полета, – отметил Орлов. – Это важно с точки зрения изучения реакций, наступающих у человека после посадки. С другой стороны, этот тест уже является своего рода подготовкой к межпланетным полетам. Чтобы понять, в каком состоянии человек после длительного полета выйдет на другую планету, насколько он будет готов сразу выполнять те или иные действия».

Затем «Гавайев» на вертолетах отправили в Караганду. Там их пути разошлись: Олег на самолете убыл на подмосковный аэродром Чкаловский, а Эндрю и Ричард – в аэропорт Эллингтон города Хьюстон (штат Техас). ■



ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

Фото ЦПК

Итоги полета 56-й основной экспедиции на МКС

Основные события и участники

56-я экспедиция на МКС началась **3 июня 2018 г.** после отстыковки от станции и приземления пилотируемого корабля «Союз МС-07» с экипажем в составе: командир корабля – космонавт Роскосмоса Антон Николаевич Шкаплеров, бортинженер-1 – астронавт NASA Скотт Дэвид Тингл, бортинженер-2 – астронавт JAXA Норисигэ Канаи.

На МКС остался экипаж в составе: командир станции – астронавт NASA Эндрю Джей Фэйстел, бортинженер-1 – космонавт Роскосмоса Олег Германович Артемьев, бортинженер-3 – астронавт NASA Ричард Роберт Арнольд 2-й.

8 июня к станции причалил «Союз МС-09» с экипажем в составе: командир корабля – космонавт Роскосмоса Сергей Валерьевич Прокопьев, бортинженер-1 – астронавт ЕКА, гражданин Федеративной Республики Германии Александер Герст, бортинженер-2 – астронавт NASA Серена Мария Ауньон-Чэнселлор. На МКС они стали соответственно бортинженерами-4, -5 и -6.

14 июня Арнольд и Фэйстел совершили выход в открытый космос из Шлюзового отсека Quest продолжительностью 6 час 49 мин. Они смонтировали две телекамеры высокого разрешения EHDС и антенны беспроводной связи EWC на Узловом модуле Harmony, сменили телекамеру EHDС и светильник на стойке ETVCG на секции S1 американской поперечной фермы и закрыли крышку телескопа лазерной системы CATS на внешней платформе JEF Экспериментального модуля Kibo.

20 июня с помощью дистанционного манипулятора SSRMS с борта МКС был запущен самый тяжелый спутник RemoveDebris. 2 июля манипулятором SSRMS был пойман грузовой корабль Dragon (SpX-15) и пристыкован к нижнему узлу модуля Harmony.

10 июля впервые через 3,5 часа после запуска на станцию прибыл грузовой корабль «Прогресс МС-09». 13 июля с использованием дистанционного манипулятора JEM RMS были выведены спутники RainCube, HaloSat, Radix, TEMPEST-D, CubeRRТ, RadSat-g, MemSat, EQUISat и EnduroSat One.

15 июля МКС покинул Cygnus. В автономном полете он запустил четыре аппарата Lemur-2, а так-

же спутники AeroCube 12A и AeroCube 12B. 30 июля «грузовик» был сведен с орбиты.

3 августа Dragon был отсоединен от МКС и отправлен в автономный полет, который завершился приводнением в Тихом океане. 10 августа манипулятором JEM RMS были выведены аппараты Bhutan 1, UITSAT 1 и MAYA 1.

15–16 августа Артемьев и Прокопьев выполнили выход из Стыковочного отсека «Пирс» длительностью 7 час 46 мин для ручного запуска спутников «Танюша-ЮЗГУ» №3 и №4 и «СириусСат» №1 и №2, монтажа и подключения оборудования ICARUS на Служебном модуле «Звезда» и снятия устройств экспонирования №17 и №18 с модуля «Пирс» в рамках эксперимента «Тест».

23 августа станцию покинул «Прогресс МС-08», который 30 августа после участия в эксперименте «Изгиб» был сведен с орбиты. 30 августа произошло небольшое падение давления воздуха внутри МКС. Экипаж по указаниям наземных специалистов оперативно обнаружил место утечки (просверленное

отверстие в бытовом отсеке «Союза МС-09») и загерметизировал его.

27 сентября грузовой корабль HTV-7 был схвачен манипулятором SSRMS и пристыкован к нижнему порту Узлового модуля Unity.

Во время 56-й экспедиции были осуществлены пять коррекций орбиты МКС (в том числе впервые с помощью Cygnus). Экипаж провел эксперименты по российской, американской, европейской, канадской и японской научным программам.

4 октября «Союз МС-08» отчалил от станции, выполнил ее облет с целью фотографирования и совершил посадку на Землю с экипажем в составе: командир корабля – Олег Артемьев, бортинженер-1 – Эндрю Фэйстел, бортинженер-2 – Ричард Арнольд. Продолжительность полета составила **196 сут 18 час 00 мин 15 сек.**

На станции продолжил полет экипаж 57-й экспедиции в составе: командир МКС – Александер Герст, бортинженер-4 – Сергей Прокопьев, бортинженер-6 – Серена Ауньон-Чэнселлор.

Основные динамические операции

Дата и время, UTC	Корабль	Событие
03.06.2018, 09:16:36	ТПК «Союз МС-07» (11Ф732А48 №737)	Отстыковка от МИМ-1 «Рассвет»
03.06.2018, 12:39:15	ТПК «Союз МС-07»	Посадка в 156 км юго-восточнее Джезказгана (Казахстан): 47°20'05.10" с.ш., 69°40'21.66" в.д.
06.06.2018, 11:12:39.519	ТПК «Союз МС-09» (11Ф732А48 №739)	Запуск с Байконура (Казахстан), площадка №1, ПУ №5
08.06.2018, 13:01:08	ТПК «Союз МС-09»	Стыковка к МИМ-1 «Рассвет» в автоматическом режиме
23.06.2018, 08:15:00	ТТК «Прогресс МС-08» (11Ф615А61 №438)	Коррекция орбиты МКС
29.06.2018, 09:42:42	ТТК Dragon (SpX-15)	Запуск из CCAFS (США), стартовый комплекс SLC-40
02.07.2018, 10:54	ТТК Dragon	Захват манипулятором SSRMS
09.07.2018, 21:51:34.452	ТТК «Прогресс МС-09» (11Ф615А61 №439)	Запуск с Байконура (Казахстан), площадка №31, ПУ №6
10.07.2018, 01:30:46	ТТК «Прогресс МС-09»	Стыковка к СО «Пирс» в автоматическом режиме
10.07.2018, 20:24:50	ТТК Cygnus (OA-9)	Коррекция орбиты МКС
15.07.2018, 12:37	ТТК Cygnus	Отделение от манипулятора SSRMS
26.07.2018, 16:10	ТТК «Прогресс МС-08»	Коррекция орбиты МКС
30.07.2018	ТТК Cygnus	Сведение с орбиты
03.08.2018, 16:38	ТТК Dragon	Отделение от манипулятора SSRMS
03.08.2018, 22:17	ТТК Dragon	Приводнение в Тихом океане в 643 км южнее Лонг-Бича (США): 28° с.ш., 119° з.д.
23.08.2018, 02:16	ТТК «Прогресс МС-08»	Отстыковка от АО СМ «Звезда»
30.08.2018, 01:23:27	ТТК «Прогресс МС-08»	Сведение с орбиты
06.09.2018, 00:50	СМ «Звезда» (17КСМ №12801)	Коррекция орбиты МКС
20.09.2018, 18:05	СМ «Звезда»	Коррекция орбиты МКС
22.09.2018, 17:52:27	ТТК HTV-7	Запуск из TNSC (Япония), СК Yoshinobu, ПУ №2
27.09.2018, 11:34	ТТК HTV-7	Захват манипулятором SSRMS
04.10.2018, 07:57:32	ТПК «Союз МС-08» (11Ф732А48 №738)	Расстыковка от МИМ-2 «Поиск»
04.10.2018, 11:44:38.3	ТПК «Союз МС-08»	Посадка в 152 км юго-восточнее Джезказгана (Казахстан): 47°19'20.58" с.ш., 69°36'27.36" в.д.

Итоги подвел А. Красильников

Аварийный запуск «Союза МС-10»,

или Автоматика спасла «Бурлаков»

А. Красильников.
«Новости космонавтики»

11 октября в 11:40:15.539 ДМВ с 5-й пусковой установки 1-й площадки космодрома Байконур стартовые расчеты предприятий ракетно-космической промышленности России выполнили пуск ракеты-носителя (РН) «Союз-ФГ» (11А511У-ФГ №У15000-062) с транспортным пилотируемым кораблем «Союз МС-10» (11Ф732А48 №740).

В составе экипажа: командир корабля, бортинженер-1 экспедиции МКС-57 и командир МКС-58 – космонавт-испытатель 3-го класса Роскосмоса Алексей Николаевич Овчинин; бортинженер-1 корабля и бортинженер-2 МКС-57/58 – астронавт NASA Тайлер Никлаус Хейг. Позывной экипажа – «Бурлаки».

При выведении из-за нештатного отделения бокового блока Д первой ступени от центрального блока А второй ступени носитель потерял стабилизацию. В результате на 122-й секунде полета на высоте 46 км система управления «Союза-ФГ» сформировала команду на аварийное выключение двигательной установки второй ступени.

Одновременно с этим сработала система аварийного спасения корабля, которая отделила головной блок (ГБ), включающий бытовой отсек (БО) и спускаемый аппарат (СА) «Союза МС-10» под головным обтекателем, и увела его от аварийной ракеты.

Затем СА с экипажем отделился от БО и, двигаясь по суборбитальной траектории, достиг высоты 90,3 км. При

баллистическом спуске «Бурлаки» испытали максимальную перегрузку 6,7 g.

Через 20 мин после запуска СА на парашюте приземлился в районе казахстанского города Джезказган. Космонавты не получили никаких травм, их самочувствие было нормальным.

Это был 205-й пуск в рамках программы МКС, в том числе шестой аварийный. В графике сборки и эксплуатации станции он получил обозначение 56S. Кроме того, это был 1887-й пуск носителей семейства Р-7 (из них 1832 орбитальных), 1484-й старт с Байконура с целью выведения полезного груза на околоземную орбиту или отлетную траекторию, 65-й полет «Союза-ФГ» (первый аварийный) и 160-й запуск корабля типа «Союз» (второй аварийный).

Первоначально старт «Союза МС-10» намечался на 14 сентября. В его экипаж входили Алексей Овчинин, Николай Тихонов и Никлаус Хейг. Однако в апреле планы поменялись (НК №6, 2018, с.5). Во-первых, начиная с «Союза МС-08» было решено увеличить длительности полетов пилотируемых кораблей. В итоге запуск «Союза МС-10» сдвинулся на 11 октября.

Во-вторых, вследствие переноса старта Многоцелевого лабораторного модуля «Наука» с конца 2018 г. на конец 2019 г. было одобрено неувеличение экипажа российского сегмента с двух до трех человек, поэтому Николай Тихонова вывели из экипажа «Союза МС-10». Вместо россиянина в корабле был установлен грузовой контейнер массой 62 кг с пятью контейнерами с рационами питания, полотенцами и сменными элементами для систем обеспечения жизнедеятельности.

Пуск был застрахован в страховой компании «Согласие» на сумму 4,655 млрд руб. При этом страховая выплата компании составляет 200 млн руб, остальная сумма перестрахована другими российскими и зарубежными компаниями, среди которых – «Ингосстрах» (1,164 млрд руб), Российская национальная перестраховочная компания (800 млн руб), «АльфаСтрахование» (более 100 млн руб), «ВТБ Страхование» и «Согаз». ■



Биографии членов экипажа ТК «Союз МС-10»

Алексей родился 28 сентября 1971 г. в г. Рыбинске (Ярославская область), где окончил среднюю школу №2 и музыкальную школу (по классу фортепиано). Он занимался в местном аэроклубе ДОСААФ и в 1988 г. поступил в Борисоглебское высшее военное авиационное училище летчиков имени В.П. Чкалова. После второго курса Овчинин перевелся в Ейское ВВАУЛ имени В.М. Комарова, которое окончил в 1992 г. по специальности «Командная тактическая авиации» с присвоением квалификации «летчик-инженер».

С августа 1992 по февраль 1998 г. Алексей Николаевич служил летчиком-инструктором учебно-авиационного полка (УАП) Ейского ВВАУЛ, а с февраля 1998 по сентябрь 2003 г. – летчиком-инструктором, а затем и командиром авиазвена УАП Краснодарского ВВАУЛ имени А. К. Серова.

С сентября 2003 г. А.Н. Овчинин проходил службу в качестве командира авиазвена 70-го отдельного испытательного тренировочного авиаполка особого назначения имени В.С. Серёгина (пос. Чкаловский). Освоил самолеты Як-52 и Л-39, имеет налет более 1300 часов.

11 октября 2006 г. решением МВК Алексей Овчинин был отобран в качестве кандидата в космонавты, а 27 декабря 2006 г. зачислен в отряд космонавтов РГНИИ ЦПК и с февраля 2007 по июнь 2009 г. проходил общекосмическую подготовку. 9 июня 2009 г. Овчинину была присвоена квалификация «космонавт-испытатель».

1 августа 2009 г. А.Н. Овчинин был переведен в отряд вновь образованного ФГБУ НИИ ЦПК, а в 2012 г. в связи с упразднением в нем должностей, занимаемых военнотру-

Родился в 1975 г. в г. Беллвилл (штат Канзас), но своим родным городом считает Хокси (Канзас), где в 1994 г. окончил среднюю школу.

В 1998 г. по окончании Академии ВВС США Хейг получил степень бакалавра наук в области астронавтики. В мае того же года ему присвоили звание младшего лейтенанта ВВС США. В 2000 г. он окончил магистратуру в области аэрокосмической техники в Масачусеттском технологическом институте.

В августе 2000 г. Ник Хейг получил назначение на базу ВВС Кёртланд в г. Альбукерке (Нью-Мексико), где работал над технологиями перспективных космических аппаратов. В 2003 г. он был зачислен на инженерный курс летных испытаний в Школе летчиков-испытателей на авиабазе США Эдвардс (Калифорния), окончил его с отличием и с 2004 г. служил в 416-й летно-испытательной эскадрилье, где тестировал самолеты F-16, F-15 и T-38. В конце 2004 г. он был на пять месяцев командирован в Ирак, где выполнял экспериментальную авиаразведку в рамках операции «Свобода Ирака».

В 2006 г. Ник Хейг стал преподавателем факультета астронавтики Академии ВВС США (Колорадо), где читал вводный курс по астронавтике, анализ и проектирование линейных систем управления, а также обучал погружению с аквалангом.

В 2009 г. Ника выбрали в программу углубленного обучения в области нацио-



**Командир ТК
Бортинженер МКС-57 (план)
Командир МКС-58 (план)
Подполковник ВВС РФ в запасе**

**Алексей Николаевич
Овчинин**

544-й космонавт мира
120-й космонавт России

жскими, уволен из Вооруженных сил РФ в запас в звании подполковника. В том же году он поступил на факультет государственного и муниципального управления Владимирского филиала Российской академии народного хозяйства и государственной службы.

С 2009 г. Алексей Николаевич проходил подготовку в группе, специализируясь на управлении ТК «Союз ТМА-М» и российским сегментом МКС и совершенствуя навыки. С ноября 2012 по март 2015 г. он готовился в

составе дублирующего экипажа МКС-43/44, а затем до марта 2016 г. – в составе основного экипажа МКС-47/48.

Свой первый космический полет Алексей Овчинин выполнил 19 марта – 7 сентября 2016 г. в качестве командира ТК «Союз ТМА-20М» и бортинженера МКС-47/48. Продолжительность полета составила 172 сут 03 час 46 мин 57 сек.

С июня 2017 по март 2018 г. Алексей проходил подготовку в составе дублирующего экипажа МКС-55/56, а с марта 2018 г. начал готовиться в составе основного экипажа МКС-57/58. Он должен был работать на околоземной орбите во второй раз.

Космонавт-испытатель Алексей Овчинин является летчиком-инструктором 2-го класса, имеет квалификации парашютиста-инструктора и офицера-водолаза.

В 2017 г. Овчинину присвоили звание Героя Российской Федерации с вручением медали «Золотая Звезда» и почетного знака «Летчик-космонавт РФ». Он награжден медалями Минобороны России «За отличие в военной службе» III, II и I степени, «За службу в Военно-воздушных силах», «За воинскую доблесть». Имеет благодарность губернатора Московской области. Почетный гражданин Рыбинска (2017).

Алексей Николаевич женат на Светлане Олеговне. Они воспитывают дочь Яну (2007 г. р.) и сына Артёма (2018 г. р.).

В свободное время Алексей любит охотиться и рыбачить, слушает хорошую музыку. В свой орбитальный дом он хотел привезти джерси ярославского хоккейного клуба «Локомотив», фанатом которого является. На игровом свитере был вышит номер 120 – порядковый номер Алексея как космонавта.



**Бортинженер-1 ТК
Бортинженер МКС-57/58 (план)**

**Тайлер Никлаус Хейг
(Tyler Nicklaus Hague)
Полковник ВВС США**

нальной безопасности и направили в группу советников при Сенате США, консультирующих законодателей по вопросам национальной обороны и внешней политики. Позднее он работал в Пентагоне в качестве представителя Центрального командования ВС США при Конгрессе по вопросам бюджета.

В 2012 г. Хейг получил назначение в Объединенную организацию по борьбе с самодельными взрывными устройствами в г. Кристалл-Сити (Вирджиния) на должность заместителя начальника подразделения исследований и разработок.

В июне 2013 г. Ник был отобран в качестве кандидата в астронавты NASA, а в августе приступил к общекосмической подготовке в составе 21-го набора. Завершив ОКП в июле 2015 г., он работал в отделении операций МКС, где помогал в ресурсном планировании и проведении операций.

С января 2017 по март 2018 г. Хейг проходил подготовку в составе дублирующего экипажа МКС-55/56, а с марта 2018 г. – в составе основного экипажа МКС-57/58. В космос Ник стартовал впервые.

Хейг имеет две медали Минобороны США «За похвальную службу» и медаль ВС США «За похвальную службу», шесть Воздушных медалей, награжден медалью ВВС за участие в боевых действиях и другими.

С будущей женой Ник познакомился в Академии ВВС США в 1996 г., сейчас Кейти Хейг имеет звание подполковника ВВС. В семье растут два сына.

Ник любит летать, зимой ходит на лыжах, а летом плавает под водой с аквалангом, на досуге зачастую смотрит британский научно-фантастический сериал «Доктор Кто».

Подготовил Е. Рыжков

«Быстро мы прилетели...»

А. Красильников.
«Новости космонавтики»

Хронология 20-минутного полета

Ракета «Союз-ФГ» с кораблем «Союз МС-10» стартовала 11 октября в 11:40:15.539 ДМВ. Данное время соответствовало моменту срабатывания контакта подъема РН со стартового комплекса.

«Земля»: 15 сек, полет нормальный.

Овчинин: Я «Бурлак-1», вас понял. На борту порядок, самочувствие экипажа хорошее.

«Земля»: Принято, «Бурлак-1»... 30 сек, параметры конструкции РН в норме.

Овчинин: Вас понял, я «Бурлак-1». На борту порядок, самочувствие экипажа хорошее.

«Земля»: Принято, «Бурлак-1»... 60 сек, давление в камерах сгорания в норме.

Овчинин: Вас понял, я «Бурлак-1». На борту порядок, самочувствие экипажа хорошее.

«Земля»: Принято, «Бурлак-1»... 90 сек, двигатели первой и второй ступеней работают нормально.

Овчинин: Я «Бурлак-1», вас понял. На борту порядок, самочувствие экипажа хорошее.

«Земля»: Принято.

На 114.16 сек полета с головного обтекателя сбросилась «башенка» двигательной установки (ДУ) 11Д855М системы аварийного спасения (САС).

«Земля»: Есть сброс ДУ САС.

На 117.80 сек начали выключаться ДУ боковых блоков первой ступени, и «бокoвyшки» стали отделяться от центрального блока второй ступени. При этом на передаваемой на Землю картинке с телекамеры, установ-

ленной внутри СА, было видно, как экипаж встряхнуло. Овчинин что-то говорил, но его доклад до «Земли» не дошел.

«Земля»: Есть отделение первой ступени.

На 120 сек на картинке было замечено, что «Бурлаков» сильно мотнуло вбок. Связь с ними отсутствовала. Смотревшие пуск с наблюдательного пункта на 18-й площадке космодрома увидели серо-белое облако, полностью скрывшее «Союз-ФГ», и больше обычного фрагментов, когда оно рассеялось...

По телеметрической информации на 121.57 сек вследствие потери стабилизации РН по признаку превышения допустимого угла ($\pm 7^\circ$) система управления «Союза-ФГ» сформировала команду на аварийное выключение ДУ второй ступени.

На 121.62 сек и 121.81 сек попарно запустились четыре двигателя 11Д860М системы аварийного спасения, расположенные на створках головного обтекателя. Благодаря САС головной блок, состоящий из БО и СА корабля под обтекателем, был отделен по поперечному аварийному стыку (при-



▲ В момент аварии (121 сек) экипаж встряхнуло

борно-агрегатный отсек «Союза МС-10» с частями обтекателя остался на РН) и за полторы-две секунды уведен от аварийного носителя на безопасное расстояние.

«После того как «отстрелилась» первая ступень, сразу пошла тряска, вибрация и аварийная сигнализация. Сразу стало понятно, что что-то идет не так, – поделился позже своими впечатлениями Овчинин. – Когда все проходит штатно, в момент отделения первой ступени на картинке [телекамеры] можно видеть некое потряхивание и вибрации. Но мы почувствовали, что эти вибрации продолжились. Потом сразу же сработала аварийная сигнализация. Стало понятно, что [штатный] полет дальше продолжаться не может, что впереди нас ждет баллистический спуск».

«Первое, что я запомнил: нас трясло из стороны в сторону, когда САС отбросила нас с ракеты. В СА был сигнал тревоги, горела лампочка. Я понимал, когда увидел лампочку, что мы в критическом положении, что мы не выйдем на орбиту, что планы изменились. И главное теперь вернуться на Землю в безопасности, – поведал Хейг. – Я предполагал, что мой первый полет в космос будет запоминающимся, но не ожидал, что настолько. Это был отличный пример работы САС. Ее не использовали на «Союзе» 35 лет, но она по-прежнему в полной готовности на случай аварии. Я очень благодарен тем людям, которые разрабатывали эту систему».

Связь с экипажем возобновилась на 157 сек и сопровождалась прерывистыми звуковыми сигналами, которые кодом Морзе сообщали АН (авария носителя).

На 158.75 сек произошло разделение СА от БО – и СА вывалился из-под обтекателя.

Овчинин (160 сек): [На пульте космонавта горит транспарант] «Авария носителя».

Хейг: Да.

Овчинин (165 сек): [Полетное время] 2 мин 45 сек. Авария носителя.

«Земля»: Принято.

Овчинин: Быстро мы прилетели...

«Я не скажу, что это была какая-то ирония. Скорее всего, была ирония с полетом сожаления, потому что я понял, что мы действительно прилетели, – уточнил Алексей впоследствии свою фразу. – Конечно, жалко очень, потому что мы с Ником готовились полтора года к этому полету. Для него это был первый полет. Я просто вспоминаю свой первый полет, когда это в первый раз, когда к этому долго готовишься. То есть ты предвкушаешь какие-то невероятные ощущения. Некоторые вещи нужно прочувствовать, одних рассказов мало. Но я думаю, что мы еще повторим наш полет и получим все те положительные эмоции и ощущения, которые тогда были получить».

Овчинин: Авария носителя. Так, работаем [по бортовой документации]. [Горит транспарант] «БС» (баллистический спуск. – А.К.)? Есть БС.

Хейг: Есть БС.

Овчинин (184 сек): Так, разделение [СА от БО прошло]. (Кряхтя) Питание РУС (ручка управления спуском. – А.К.) включаю.

Хейг: Да.

Овчинин: Так, есть питание РУС.

«Земля»: «Бурлаки», не спешите пока.



▲ Фото развития аварии. 1-й кадр – 120 сек полета, 2-й – 121 сек, 3-й – 123 сек

Овчинин (208 сек): Принял. По ощущениям находимся в невесомости.

Хейг: Да.

«Земля»: «Бурлаки», [доложите] время аварии [носителя].

Овчинин: Так... Сейчас, один момент... (Обращаясь к напарнику) Да, Ник, выбери [формат на пульте космонавта].

«Земля» (230 сек): «Бурлаки», [транспарант] «АСП (автоматика средств посадки. – А.К.) Ф1» горит у вас?

Хейг: Авария [произошла в] 11:42:17 (121 сек. – А.К.).

Овчинин: Время аварии – 11:42:17.

«Земля»: Принято.

«Мне показалось, что я что-то почувствовал до того, как стала развиваться авария. У меня были какие-то странные ощущения. И когда все стояли на балконе (наблюдательный пункт на 18-й площадке. – А.К.) и наблюдали, как ракета уходит за облака, я вернулся в операторскую и стал наблюдать за ходом телеметрии, – рассказал генеральный директор Роскосмоса Дмитрий Рогозин. – И развитие аварийной ситуации происходило на моих глазах, я там был один, в этой комнате наблюдательного пункта. Соответственно, все переговоры оператора с экипажем тоже происходили при мне».

Овчинин (245 сек): «Ф1 АСП» горит.

«Земля»: Принято.

Овчинин: Так, головной обтекатель сошел у нас. Самочувствие экипажа хорошее. На борту порядок. Ручка РУС в руках. Питание ручки включено. Какие будут рекомендации?

«Земля»: Разделение [СА от БО] прошло?

Хейг: Да, прошло.

Овчинин: Разделение прошло.

«Земля»: Принято.

Хейг: Во сколько оно прошло... [В] 11:42:55 (159 сек. – А.К.).

«Земля» (287 сек): Так, «Бурлаки», питание РУС отключили?

Овчинин: Отключить? Питание РУС включено.

«Земля»: Включить... Подтвердите включение питания РУС.

Овчинин: Питание РУС включено.

«Земля»: Принято. Выдавайте БС [нажатием соответствующей кнопки].

Овчинин (304 сек): Вас понял. Выдаю БС с ручки РУС.

«Земля»: Принято.

Овчинин: [В] 11:45:30 (314 сек. – А.К.) выдал БС с ручки РУС. Есть загорание транспаранта «Закрутка СА».

«Земля»: Принято.

Это действие позже прокомментировал исполнительный директор по пилотируемым космическим программам Роскосмоса Сергей Крикалёв: «Космонавтам в данном случае нужно было продублировать команду БС, но реально эта команда на закрутку [спускаемого] аппарата (с помощью двигателей, работающих на перекиси водорода. – А.К.) для того, чтобы он стабильно проходил этот участок, когда идет интенсивное торможение».

«Наверное, это была одна из самых серьезных нештатных ситуаций в моей жизни. До этого, конечно, случалось всякое разное во время моей летной работы. Но [помог] тот опыт, который я приобрел, будучи летчиком, те знания, навыки, которые мы приобрели, находясь в ЦПК, – признался Алексей. – Незря же подготовка космонавтов очень разнообразная, в нее включено очень много различных видов подготовки: летная, парашютная и водолазная, выживание в различных климатогеографических зонах. То есть все эти виды подготовок направлены как раз на то, чтобы в сложной ситуации космонавт не замыкался, а мог трезво оценивать ситуацию, мог комментировать свои действия – то, что он делал, и то, что будет делать. Все это, я думаю, в сумме и позволило мне не растеряться в данной нештатной ситуации».

На 315 сек было зафиксировано погружение СА в плотные слои земной атмосферы.

Овчинин (326 сек): Пошла перегрузка.

Хейг: Да.

Овчинин: (Кряхтя) Так, сейчас пойдет...

Хейг: (Кряхтя) Да...

Овчинин (342 сек): (Кряхтя и с трудом говоря) Время... 11:46... Перегрузка 6.7 [g].

«Земля»: Принято.

«Перегрузка по докладу Алексея была 6.7 g. Это, в принципе, вполне в пределах тех тренировочных [значений] и даже экзаменационных тренировок, которые проходит экипаж. Потому что каждый год каждый экипаж при медицинском освидетельствовании проходит испытание на перегрузку 8 g, – объяснил позже Сергей Константинович. – Причем эти 8 g идут по профилю гашения полной скорости, то есть когда мы уже набрали космическую скорость, и в случае бал-



Фото О. Урусова, ЦЭНКИ



листического спуска перегрузка может быть в районе 8 g. Поэтому медицина нас каждый год как бы опробует на этих перегрузках. В данном случае и абсолютная величина перегрузки была меньше, и общая энергия, которую надо было гасить [СА], примерно в 60 раз меньше».

Овчинин: (Кряхтя и с трудом говоря) Визуально... ощущается вращение... Перегрузка снижается... Время – 11:46:20 (364 сек). Перегрузка 2.72 [g], падает.

«Земля»: Принято.

Овчинин: Так, Ник, подтягиваем [привязываем] ремни.

Хейг (380 сек): Да.

На этом связь с экипажем прекратилась вплоть до приземления. Однако «Земля» еще некоторое время продолжала вызывать «Бурлаков».

«Земля»: «Бурлаки», [вызывает] 16-й-3-й... Работаем по 32-й странице [бортдокументации]... «Бурлаки», [вызывает] 16-й-3-й... «Бурлаки», [вызывает] 16-й-3-й... «Бурлаки», [вызывает] 16-й-3-й... «Бурлаки», [вызывает] 16-й-3-й... «Бурлаки», [вызывает] 16-й-3-й...

На 382 сек была отстрелена крышка парашютного контейнера, вышел и раскрылся тормозной парашют, на 399 сек – основной парашют. На 559 сек был отстрелен лобовой теплозащитный экран, прикрывающий днище СА. Спустя 3 сек была осуществлена перецепка основного парашюта на симметричную подвеску.

На 567 сек взвелись амортизаторы индивидуальных кресел-ложементов «Каз-



бек-УМ», а через 3 сек был включен гамма-лучевой высотомер «Кактус-2В».

Вот как охарактеризовал после полета Алексей действия своего напарника в нештатной ситуации: «Он работал четко и грамотно. Не было видно, что он напуган, что он не понимает, что происходит. Помогал мне во всем. Давал квитанции на запросы с Земли. Когда «Земля» запрашивала какие-то параметры, он отвечал четко и грамотно. [На участке парашютирования] Ник в иллюминатор смотрел, хотя было не очень удобно, потому что кресла были взведены, но, тем не менее, он умудрялся развернуться, посмотреть в иллюминатор и подсказывал, какая высота, что давало информацию о том, когда у нас будет посадка. Ник был молодцом на протяжении всего нашего полета. Он всегда на всех этапах был в теме, поддерживал и помогал. У нас достаточно слаженный экипаж,

и в следующий раз мне бы очень хотелось полететь именно с Ником».

«Я старался увидеть, каков ландшафт, и оптимально определить, где именно мы сядем. К счастью для нас, поверхность была ровная и плоская. И в результате все завершилось достаточно мягким приземлением, – отметил Никлаус. – Для меня все было в новинку, это был мой первый полет. Так что я отдаю должное моему командиру Алексею Овчинину. Он закаленный космонавт и ветеран. И когда мы проходили через все это, он еще был способен объяснять мне, что является нормальным, а что нет».

В 11:59:56.025, или на 1180 сек, сработали двигатели мягкой посадки. СА приземлился в 32 км юго-восточнее Джезказгана в точке с координатами 47°35'08" с. ш., 68°00'25" в. д., в 402 км северо-восточнее стартового комплекса. Таким образом, продолжительность суборбитального полета «Бурлаков» составила 19 мин 40 сек.

«Посадка была, на мой взгляд, несколько жестче, чем после первого полета», – сообщил Овчинин. А Хейг добавил: «[После приземления] мы переглянулись, он протянул руку, я ее пожал. И мы обменялись шутками по поводу того, каким коротким оказался полет».

«Мы высоко оцениваем действия экипажа. Экипаж вел себя абсолютно хладнокровно. Я слышал переговоры с операторами. Операторы тоже действовали крайне профессионально и хладнокровно, – подвел итог Дмитрий Rogozin. – И, в совокупности, такого рода наработки и тренировки международных экипажей привели к благополучному исходу такого рода аварийной ситуации. Слава богу, что ребята живы. Это самая главная новость. Отлично себя чувствуют, нормально, никаких травм у них нет».

Роскосмос намерен ходатайствовать о награждении за высокопрофессиональные действия и мужество экипажа «Союза МС-10», а также сотрудников аварийно-спасательных служб, участвовавших в операции по его спасению.

Поиск и эвакуация космонавтов

Поисково-спасательное обеспечение запуска корабля «Союз МС-10» осуществлялось силами Росавиации и Министерства обороны РФ. В нем задействовались гражданские и военные специалисты, 14 вертолетов Ми-8, 12 самолетов (три Ан-2, один Ан-12, пять Ан-26, один Ан-30 и два Ту-142), спасательное судно «Алатау» в Японском море и автотехника повышенной проходимости. Поисково-спасательные силы базировались



Эмблема экипажа корабля «Союз МС-10»

Графический символ экипажа разработан художником из Нидерландов Люком ван ден Абеленом и утвержден Роскосмосом 4 декабря 2017 г.

Эмблема первоначально создавалась для троих членов экипажа, поэтому мы приводим ее объяснение так, как оно исходило от командира корабля Алексея Овчинина. «Треугольная форма эмблемы олицетворяет единство троих

членов экипажа космического корабля, который показан летящим над Землей. Верхний угол эмблемы указывает направление вверх, напоминая, что экипаж летит с Земли к МКС. Позади нашей голубой планеты развеваются российский и американский флаги, обозначая международный характер полета. Количество звезд на фрагменте флага США символизирует число членов экипажа: снова, после длительного перерыва, в составе экипажа – двое россиян!

Стремительный силуэт совы, символа мудрости, распростершей крылья на фоне черноты космоса, символизирует вклад в науку, достижения которой приумножают исследования на МКС. В левой части композиции виден ярко-золотистый силуэт космической станции – главной цели полета экипажа, справа находится Луна, грандиозная задача и цель будущих исследований. Логотип Роскосмоса помещен сверху эмблемы, выше фамилий космонавтов. Название космического корабля расположено посередине».

Ввиду изменения состава экипажа фамилия Николая Тихонова была удалена с рисунка – и на нем остались лишь фамилии Алексея Овчинина и Никлауса Хейга. – Л.Р.

на аэродромах вдоль трассы выведения корабля на орбиту: Крайний, Джезказган, Караганда, Горно-Алтайск, Упруг, Кызыл, Кневичи, Каменный Ручей, Новосибирск, Иркутск, Улан-Удэ, Чита, Благовещенск, Хабаровск, Дальнереченск и Владивосток.

«После того как это все произошло, я взял управление операцией по спасению экипажа в свои руки. Мы немедленно определили по баллистике, где должен сесть экипаж, немедленно выдвинулись в аэропорт Крайний, загрузили врачей, спасателей и одним самолетом (Ту-134. – А.К.) вылетели в сторону города Джезказган, – рассказал генеральный директор Роскосмоса Дмитрий Rogozin. – 20 минут я не имел информации о судьбе экипажа. Эти 20 минут своей жизни я запомню навсегда. Я думал только о людях.

Когда раскрылся парашют [на СА], мне сразу доложили. Но раскрытие парашюта еще вовсе не означает, что экипаж в порядке. Связи не было с ними. Когда связь появилась, мне сразу доложили. Командир экипажа [Алексей Овчинин] со мной тоже пытался выйти на связь, но я уже был в самолете. Но когда я узнал, что экипаж жив, я понял, что самое страшное позади и теперь главное ребята забрать и чтобы у них не было царапин, травм».

«На протяжении многих лет мы готовим наземные службы и экипажи для того, чтобы они четко работали в этой ситуации. Но каждый раз это не реализуется, поэтому есть такая опасность, что может быть некоторое расхолаживание. Как показала данная ситуация, все отработали очень четко, – сообщил исполнительный директор по пилотируемым космическим программам Роскосмоса Сергей Крикалев. – Есть вертолеты и самолеты с запущенными двигателями, чтобы, если вдруг это произойдет, даже не надо двигатели раскручивать, только взлетай сразу для выполнения своей задачи.

На самом деле существуют заранее сделанные расчеты, где должен приземлиться [спускаемый] аппарат в зависимости от той секунды, на которой происходит авария. Мы были в центре управления силами поиска и спасения, и фактически была связь с диспетчером в аэропорту Джезказгана, который нам доложил, что наблюдает аппарат на парашюте.



ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

И Росавиация очень четко здесь сработала. Были подняты вертолеты, вылетел самолет (Ан-12 из аэропорта Джезказгана. – А.К.), который обнаружил конкретное место посадки [корабля]. Спасатели оказались у аппарата через 20–25 минут после приземления [космонавтов]».

Вот как по минутно развивалась операция по спасению «Бурлаков». В 11:48, через шесть минут после аварии, из аэропорта Крайний (город Байконур) вылетели два вертолета Ми-8. В 11:50 аэропорт Джезказгана покинул самолет Ан-12 и вышли две поисково-эвакуационные машины (ПЭМ).

В 12:00 в 24 км юго-восточнее аэропорта Джезказгана приземлился СА с «Бурлаками». В то же время с аэропорта Караганды взлетели два Ми-8.

В 12:02 поисковики получили координаты точки посадки «Союза МС-10» с радиомаяка системы КОСПАС-SARSAT, установленного в СА (НК №7, 2012, с.6). В 12:05 «Бурлаки» вышли на связь с Ан-12, и спустя три минуты корабль был визуально обнаружен.

«После посадки мы находились внутри СА. Я установил связь с поисково-спасательным самолетом. Парашютисты-спасатели приземлились рядом с СА и помогли нам покинуть его», – отметил Овчинин.

«У них было три парашютиста-спасателя. Как только они обнаружили, где мы, они прыгнули... Всего через несколько минут кто-то стучал в окно рядом со мной, показывал мне знаками, что все о'кей. Я отвечал широкой улыбкой, и потом они открыли люк», – вспоминал Хейг.

В 12:15 из Ан-12 выпрыгнула спасательная парашютно-десантная группа, которая открыла люк СА. В 12:35 и 12:40 поисковики вытащили Алексея и Никлауса.

«У нас в СА есть спутниковый телефон как раз для таких случаев. После того как нас извлекли из СА и достали спутниковый телефон, я сразу же позвонил нашим руководителям, сообщил, что мы живы и здоровы, наше местоположение, и то, что ПСС (поисково-спасательная служба. – А.К.) нас нашла, – поведал Овчинин. – Хочу поблагодарить создателей нашей космической техники, всех тех, кто участвовал в подготовке нашего полета, всех врачей, которые принимали участие в эвакуации и сопровождении нас до и после посадки, группу ПСС, очень грамотно, очень слаженно сработали. Только положительные эмоции и только добрые пожелания в их сторону».

«Когда сидели рядом с СА после приземления, сразу пытались звонить домой, свя-

▼ Экипаж после экстренной посадки доставили в аэропорт Джезказгана. Справа: врач экипажа Александр Васин измеряет давление у Алексея Овчинина



Фото П. Швецо, ЦЭНКИ



Фото П. Швецо, ЦЭНКИ



Фото С. Урусова, ЦЭНКИ

◀ Сборка пакета ракеты-носителя «Союз-ФГ» для запуска «Союза МС-10»

заться с любимыми. После того как Алексей поговорил со своей женой, я позвонил своей, но, к сожалению, попал на автоответчик. Теперь у жены есть запись этого автоответчика, и останется память на всю жизнь. Сказал ей, что я в порядке», – сообщил Хейг.

В 13:25 до места приземления добрались две ПЭМ, а через 13 минут сели два Ми-8 с Крайнего, в которых были спасатели, врачи Федерального медико-биологического агентства (ФМБА) и специалисты Роскосмоса.

«Экипаж покинул СА, самочувствие оценивается как хорошее. Каких-то последствий нештатной ситуации медики не наблюдают. Состояние их не требует специальной госпитализации и отдельного наблюдения. Они вполне могут продолжать работать в штатном порядке», – заявил директор Института медико-биологических проблем РАН Олег Орлов, добавив, что никаких травм у экипажа не было.

В 13:58 на Ми-8 «Бурлаки» отправились в аэропорт Джезказгана, куда прибыли в 14:08. Там они встретились с Дмитрием Рогозиным. Врачи измерили Алексею и Никлаусу пульс и артериальное давление. «Состояние космонавтов не вызывает опасений», – проинформировал Орлов.

Позже «Бурлаки» вместе с гендиректором Роскосмоса на самолете Ту-134 вылетели на Байконур, где их встретили семьи. Здесь космонавты провели ночь в Центральной медико-санитарной части №1 ФМБА под наблюдением врачей, чтобы исключить любые возможные осложнения.

12 октября на Ту-134 Овчинина и Хейга доставили на подмосковный аэродром Чка-

ловский, а оттуда – в профилакторий Звездного городка.

«Я летел с главой Роскосмоса Дмитрием Рогозиным, и он увидел, что на улице холодно и у меня нет куртки. Он снял с себя куртку и дал мне. Я не планировал вернуться [в Звездный городок] таким образом и не был к этому готов. У меня не было нужной одежды, но в Москве уже начинало холодать», – поведал Никлаус.

«Они абсолютно здоровы. Самочувствие хорошее, но есть определенный регламент. Мы положим их в профилакторий только просто, чтобы понаблюдать. Они на своих ногах, все у них нормально, никаких отклонений нет. Но сутки-двое мы еще наблюдаем на всякий случай», – объяснил заместитель руководителя ФМБА Вячеслав Рогожников.

13 октября Ник Хейг убыл в Хьюстон.

Тем временем СА с места посадки на ПЭМ был перевезен в Джезказган, откуда на Ан-12 его транспортировали сначала на аэродром Упрун (Челябинская область) для прохождения таможенных процедур, а затем – на Чкаловский с целью передачи РКК «Энергия».

Расследование аварии

Для выяснения причины нештатного пуска ракеты «Союз-ФГ» с кораблем «Союз МС-10» решением Государственной комиссии была образована аварийная комиссия под председательством заместителя гендиректора ЦНИИмаш Олега Скоробогатова. Пуски РН семейства «Союз» были приостановлены.

«Такого рода инцидент потребует самого тщательного расследования с привлечением в том числе независимых экспертов, с выездом на предприятия, с проверкой всех

Система аварийного спасения

САС корабля «Союз» была разработана в ОКБ-1 (ныне – РКК «Энергия» имени С.П.Королева) в 1960-х годах и за полвека прошла несколько модернизаций.

Так, ДУ САС при запуске кораблей 7К-ОК и 7К-Т (до «Союза-11» включительно) имела обозначение 11Д828, кораблей 7К-Т (после «Союза-11») – 11Д828М, кораблей «Союз Т» – 11Д855, кораблей «Союз ТМ» и их дальнейших модификаций – 11Д855М.

Применяемая в настоящее время САС разработана в 1980-х годах. Она включает, в частности, «башенку» ДУ САС 11Д855М, устанавливающуюся наверху головного обтекателя (состоит из центрального двигателя 11Д838М, разделительно-го 11Д856М и четырех управляющих 11Д861М), и четыре двигателя разделения отсеков головной части 11Д860М, встроенных в створки обтекателя.

По словам заместителя главного конструктора перспективных космических комплексов и систем РКК «Энергия» Игоря Хамица, ДУ САС изготавливается в МКБ «Искра» имени И.И.Картукова, пороховые заряды для двигателей – в ФЦДТ «Союз», обтекатель и средства фиксации корабля в нем – в РКЦ «Прогресс».

САС взводится за полчаса до пуска, после чего обеспечивает спасение экипажа «Союза» вплоть до выведения корабля на орбиту. Она срабатывает через 0,1 сек после поступления команды «Авария», которая может прийти в автоматику САС из трех источников: с Земли по командной радиолнии от руководителей пуска; от системы управления РН; от датчиков аварийных продольных перегрузок.

«Создатели САС без устали работали над тем, чтобы обеспечить наше безопасное возвращение на Землю, – сказал Хейг, испытавший ее действие на «собственной шкуре». – Эта система оказалась в полной готовности в тот момент, когда в ней возникла необходимость».

Логика работы САС разделена на четыре участка: №1 (от взведения САС до сброса ДУ САС на 114.16 сек); №1А (от сброса ДУ САС до сброса створок головного обтекателя на 157.48 сек); №2 (от сброса обтекателя до команды ПО (предварительное отделение)); №3 (от команды ПО до выключения двигательной установки третьей ступени на 524.96 сек).

Авария при запуске «Союза МС-10» произошла на участке №1А и стала четвертым случаем срабатывания САС корабля «Союз» в составе РН.

14 декабря 1966 г. через 25 минут после состоявшегося пуска РН «Союз» с беспилотным кораблем 7К-ОК №1 самопроизвольно включилась ДУ САС, что вызвало пожар и последующий взрыв РН. В результате пусковая установка на 31-й площадке Байконура была разрушена и погибли три человека.

5 апреля 1975 г. при пуске РН «Союз» с пилотируемым кораблем 7К-Т №39 на пятой минуте полета произошла авария из-за нештатного разделения второй и третьей ступеней носителя. Тогда САС спасла космонавтов Василия Лазарева и Олега Макарова.

26 сентября 1983 г. на РН «Союз-У» с пилотируемым кораблем 7К-СТ №16Л за две минуты до старта возник пожар, и по командам руководителей пуска ДУ САС вытянула из огня СА с космонавтами Владимиром Титовым и Геннадием Стрекаловым.



Фото из архива С. Сергеева

▲ Срабатывание САС 26 сентября 1983 г.

Обнаружение материальной части

В соответствии с соглашением между правительствами России и Казахстана о порядке взаимодействия в случае возникновения аварий при пусках ракет с космодрома Байконур от 18 ноября 1999 г., были сформированы межправительственные комиссии по определению масштаба и ликвидации последствий аварии РН «Союз-ФГ». С российской стороны комиссию возглавил Роскосмос, с казахстанской – Министерство внутренних дел.

Четыре «боковушки» и ДУ САС были обнаружены в день запуска в штатном районе падения (зона Ю-25), расположенном в Ультатауском районе Карагандинской области. Блоки Б, В и Г упали в 66 км юго-западнее Джезказгана в точке с координатами 47°17'48" с.ш., 67°14'24" в.д., а блок Д улетел на 11 км дальше по трассе выведения, упав в 57 км юго-западнее Джезказгана в точке с координатами 47°20'33" с.ш., 67°21'50" в.д.

Вторая ступень, створки головного обтекателя и БО корабля были найдены в зоне Ю-25 в 31 км юго-восточнее Джезказгана в точке с координатами 47°31'33" с.ш., 67°50'28" в.д. Третья ступень и приборно-агрегатный отсек «Союза МС-10» упали в 35 км юго-восточнее Джезказгана, в 2,8 км восточнее границы зоны Ю-25.

Для оценки экологической ситуации в местах падения российские и казахстанские специалисты взяли пробы почвы и воздуха с целью химико-аналитического исследований в лаборатории Джезказгана на содержание в них компонентов ракетного топлива. Показатели были в пределах нормы.

31 октября министр оборонной и аэрокосмической промышленности Казахстана Бейбут Атамкулов заявил, что казахстанская сторона не будет предъявлять российской стороне никаких претензий в связи с аварией РН «Союз-ФГ».

«Грунт, который подлежал рекультивации, был вывезен на автомобильном транспорте на Байконур. В связи с осенне-зимним периодом он будет законсервирован и в весенний период проведет его рекультивацию», – сообщил заместитель руководителя ФМБА Вячеслав Рогожников.

технологических процессов. Потому что ведь авария произошла на ракете, которая имела очень высокую безаварийную статистику. И это очень плохая новость, – сказал Дмитрий Олегович 11 октября после возвращения спасенного экипажа на Байконур. – Хорошая новость – то, что блестяще сработала система аварийного спасения. Поэтому эти две новости как бы в сочетании дают результат, что ситуация такая драматическая, но удалось избежать гораздо худшего развития событий. Работа комиссии уже началась. Сейчас я как раз еду на ее первое заседание. И буду заслушивать первую оценку специалистов по телеметрии, которая снималась по ходу развития нештатной ситуации».

14 октября с мест падения в Самаре, в РКЦ «Прогресс» (разработчик и изготовитель РН типа «Союз») были доставлены части всех ступеней аварийной РН «Союз-ФГ». На следующий день на этом предприятии члены комиссии проверили этапы производства РН «Союз-ФГ».

17 октября в РКЦ «Прогресс» Олег Скоробогатов провел заседание комиссии. Специалисты осмотрели привезенные фрагменты первой и второй ступеней РН «Союз-ФГ». «По окончании работы первой ступени идет

отделение «боковушек». И в процессе этого отделения произошло соприкосновение одной из «боковушек» с центральным блоком, что привело... к разрушению элементов [конструкции] второй ступени. Дальше сработала автоматическая система [аварийного спасения], – поведал исполнительный директор по пилотируемым космическим программам Роскосмоса Сергей Крикалёв в тот же день на пресс-конференции в Центре подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина.

20 октября в ЦНИИмаш на очередном заседании комиссия одобрила предварительный отчет о причинах аварии и приступила к подготовке рекомендаций для исключения подобных ситуаций в будущем.

«Мы взаимодействуем с американскими коллегами, и они нам уже предоставили всю информацию, которую они прямым или косвенным образом получили на протяжении полета, включая даже фотографии NASA'вских репортеров, которые снимали хорошей оптикой, что произошло», – заявил Сергей Константинович.

Какую информацию удалось извлечь из наземных фотографий и видео? На 114 сек полета наблюдается сброс ДУ САС. На 118 сек появляется «колечко» от выключения ДУ боковых блоков первой ступени. На 119 сек фиксируется факел со стороны бокового блока Д. На 120 сек видны отделившиеся «боковушки» Б, В и Г, а блок Д отделившимся не наблюдается.

На 121 сек появляется серо-белое «облако», которое полностью закрывает ракету от наблюдавших пуск. На 123 сек, когда «облако» рассеивается, видны отделившимися и вращающимися все четыре «боковушки», а также множество быстро удаляющихся неидентифицируемых фрагментов. При этом из нижней части центрального блока второй ступени фиксируется шлейф дыма, а носитель беспорядочно вращается...

Каждая «боковушка» крепится ко второй ступени в двух местах. В нижней части – это силовые связи, представляющие собой две тяги с пироболтами, а в верхней – шаровая опора, которая упирается в подпятник на центральном блоке двумя цапфами, входящими в пазы. На подпятнике расположены три штока контактного датчика НОШ (начало отделения шаровой опоры «боковушки»), а на шаровой опоре – шток контактного датчика КР (контакт разделения «боковушки»).

Датчик КР находится внутри шаровой опоры и состоит из штока, пружины и микро-

выключателя. Во время сборки «пакета» (первой и второй ступени) РН на космодроме при стыковке «боковушки» к центральному блоку подпружиненный шток утапливается внутрь шаровой опоры и размыкает электрическую цепь, а в ходе полета при отделении «боковушки», когда шаровая опора выходит из подпятника, шток выталкивается обратно и замыкает цепь. По данной цепи подается ток на пирозамок для раскрытия крышки реактивного сопла бака окислителя с целью увода «боковушки» от второй ступени.

Процесс отделения «боковушки» от центрального блока происходит так. Сначала системой управления РН выдается команда перехода ДУ «боковушки» на промежуточную ступень тяги (84% от номинальной). Через 6 сек поступает команда на выключение рулевых двигателей «боковушки» и приведение их в нейтральное положение. Спустя 0,2 сек идет команда на разрыв нижних силовых связей между «боковушкой» и центральным блоком. Еще через 0,23 сек формируется команда на выключение основного двигателя «боковушки».

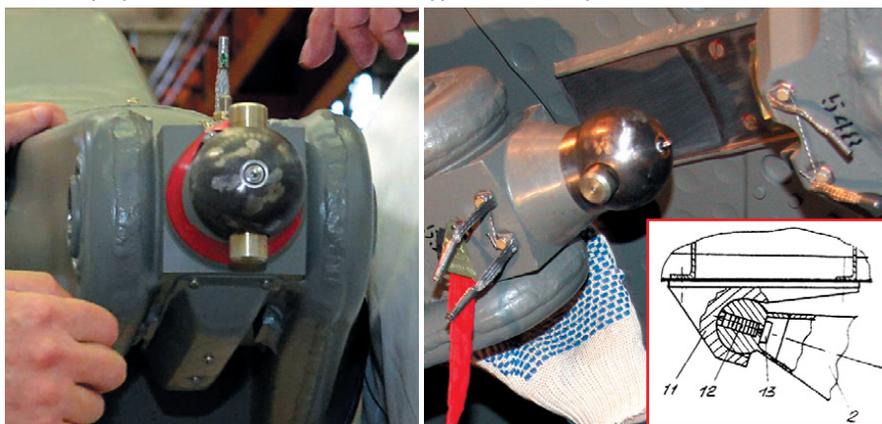
Тяга последствия основного двигателя направлена таким образом, что «боковушка» начинает отклонять свою нижнюю часть на 45°. Спустя 0,6 сек после выдачи команды на выключение основного двигателя на «боковушке» открывается дренажно-предохранительный клапан бака горячего газа для стреливания газа наддува с целью торможения «боковушки». Через 0,1 сек верхняя шаровая опора «боковушки» выходит из подпятника второй ступени и начинает скользить вниз по усиленной пластине на центральном блоке. Спустя еще 0,1 сек с выходом штока датчика КР открывается крышка реактивного сопла бака окислителя – и «боковушка» отходит от второй ступени.

В истории пусков ракет семейства Р-7 известны три случая соприкосновения «боковушки» с центральным блоком при разделении, которые привели к авариям.

20 июня 1967 г. при пуске РН «Восход» с космодрома Плесецк не расстыковался телеметрический разъем, в результате чего блок Д ударил по блоку А и вскрыл его бак горячего. 28 марта 1981 г. при пуске РН «Союз-У» с космодрома Байконур блок В столкнулся с блоком А из-за неотстыковки отрывного штепсельного разъема.

26 марта 1986 г. при пуске «Союза-У» с Байконура произошло соприкосновение блока Г с блоком А вследствие неоткрытия

▼ Шаровая опора бокового блока с контактным датчиком. На врезке конструкция опоры: 2 – боковой блок, 11 – упор, 12 – шток контактного датчика с пружиной, 13 – микровыключатель





▲ Кадр начала аварии с бортовых камер ракеты-носителя, 118 сек



▲ Кадры 119–120 секунд полета можно увидеть только на экране во время пресс-конференции 1 ноября

крышки реактивного сопла бака окислителя по причине невыхода штока контактного датчика, который заклинило в корпусе из-за деформации штока при сборке «пакета» РН на космодроме.

«Похожая [на аварию 11 октября] ситуация была у нас в 1986 г., связанная с тем, что произошел удар первой ступени по второй, – ракета прекратила штатный подъем. Телеметрия, которую получили на Земле, оказалась очень схожей [с той, что получена сейчас], – подтвердил Сергей Крикалёв. – Сейчас в отличие от телеметрии у нас еще были данные со специально установленной камеры (камера бортовой системы видеоконтроля (БСВК), находившаяся на РН «Союз-ФГ»; НК №4, 2017, с.22. – А.К.), которая подтвердила, что произошло соприкосновение одного из [боковых] блоков с блоком второй ступени.

По результатам работы аварийной комиссии 1986 г. было признано, что причиной такого нештатного разделения была нештатная работа одного из концевых выключателей, который не выдал команду. В результате не произошло открытие сопла, которое уводит «боковушку» в сторону. И был разработан перечень мер, которые предотвращали подобные повреждения этого концевой выключателя и подобную его нештатную работу».

Сергей Константинович добавил, что причина аварии РН «Союз-ФГ» «кроется в цепочке, которая начинается от электрического концевика и заканчивается крышкой, отрывающей сопло увода ступени».

1 ноября в ЦУП ЦНИИмаш состоялась пресс-конференция по результатам работы аварийной комиссии.

Исполняющий обязанности гендиректора ЦНИИмаш Николай Севастьянов сообщил: «Комиссией с 11 по 26 октября проведен довольно большой комплекс работ по анализу изготовления и испытаний РН [«Союз-ФГ»] в РКЦ «Прогресс», испытаний и подготовки РН и ее составных частей на техническом и стартовом комплексах космодрома Байконур. После исследования материальной части и анализа результатов телеметрической информации РН в полете, проведения необходимых расчетно-технических исследований, экспериментальных проверок и моделирования рассмотрены возможные версии причины аварии и проведен их анализ, проведена оценка возможного влияния причин аварийного пуска на обеспечение последующих пусков».

Председатель комиссии Олег Скоробогатов рассказал, что старт ракеты космического назначения (РКН) и сброс ДУ САС прошли штатно. По его словам, до разделения первой и второй ступеней полет РКН проходил без замечаний, все системы и агрегаты РН функционировали штатно до 120 сек, особенности не выявлены.

«В процессе отделения боковых блоков от центрального блока на 118 сек вследствие неоткрытия крышки реактивного сопла увода бака окислителя бокового блока Д заре-

гистрирован неотход его носовой части от блока А. В результате блок Д опорным конусом вначале скользил по обратному конусу блока А, а затем ударил по баку горючего, что привело к вскрытию бака горючего, его разгерметизации и – в последующем – к отрыву части бака горючего блока А с хвостовым отсеком (в нем расположена ДУ. – А.К.), – проинформировал Олег Петрович. – Зарегистрированные возмущения привели к потере стабилизации [РКН] и формированию [системой управления] команды на аварийное выключение двигателя на 121 сек и, как следствие, к аварийному прекращению полета».

Были продемонстрированы часть видео и отдельные кадры из него, полученные с камеры БСВК, на которых было прекрасно видно, что блоки В и Г штатно отделились и увелись от блока А, в то время как блок Д отстыковался и, не отводясь от блока А, заскользил по нему вниз. На видео также наблюдались истекающий дым и быстрое вращение носителя после вскрытия бака горючего второй ступени...

Председатель комиссии отметил, что в местах падения были найдены все необходимые фрагменты РН. «И [мы] убедились, что причиной нештатного разделения явилось неоткрытие крышки реактивного сопла увода бака окислителя блока Д из-за деформации (изгиб на 6°45'. – А.К.) штока датчика контакта разделения, допущенной при сборке «пакета» на космодроме Байконур. Это доказано, подтверждено документально, что это произошло именно по вине этого датчика, и это могло произойти только при сборке «пакета» на космодроме Байконур. Мы обоснованно исключили возможность повреждения этого датчика на заводе-изготовителе и при падении», – подчеркнул он, показав снимки найденного блока Д и погнутого штока на его шаровой опоре.

Скоробогатов добавил, что причина аварии носит эксплуатационный характер и распространяется на задел собранных в «пакет» РН типа «Союз». Таких ракет оказалось пять: два «Союза-2.1Б» в Плесецке (один улетел 25 октября, второй планируется на 3 ноября для запуска навигационного спутника «Глонасс-М»), два «Союза-ФГ» на Байконуре (для выведения грузового корабля «Прогресс МС-10» 16 ноября и пилотируемого «Союза МС-11» 3 декабря) и один «Союз-СТВ» (для запуска европейского метеорологического аппарата MetOp-C 7 ноября из Гвианского космического центра).

«Аварийной комиссией разработаны предложения и рекомендации по перепроверке задела РН, собранных в «пакет», которая предусматривает разборку «пакета», проверку датчиков контакта разделения и повторную сборку «пакета» с проведением дополнительных мероприятий и контроля, в том числе фото- и видеодокументирование, – объяснил Олег Петрович. – Подготовлены предложения по разработке комплекса мероприятий, гарантированно исключающего возможность повторения данной аварийной ситуации в будущем».

И.о. генерального директора РКЦ «Прогресс» Дмитрий Баранов сообщил, что на РН «Союз-2.1Б» для пуска 25 октября были проведены определенные работы для подтверждения ее надежности. Также рекомендации



▲ Слайд с пресс-конференции, демонстрирующий материальную часть уже после аварии

комиссии уже выполнены на РН «Союз-2.1Б» (пуск – 3 ноября) и «Союз-СТВ» (7 ноября).

Исполнительный директор Роскосмоса по ракетостроению, эксплуатации наземной космической инфраструктуры, обеспечению качества и надежности Александр Лопатин сообщил, что комиссия рассматривала десять возможных причин аварии. «Каждая авария – это нож в спину нашим коллективам разработчиков, изготовителей и испытателей. Поэтому каждой аварии руководство Госкорпорации придает особое внимание и изучает все аспекты, которые способствовали таким ситуациям, – рассказал он. – Мы отработали и выдали соответствующие распоряжения на предприятия ракетно-космической отрасли, которые касаются конструктивных и технологических проработок, в том числе повышение трудовой и технологической дисциплины. Надеемся, что принятые меры приведут к тому, что аварийных ситуаций в нашей отрасли не будет».

По словам Дмитрия Баранова, для недопущения повторения аварии 11 октября при сборке РН «Союз» в «пакет» будут внедрены дополнительные проверки. «Это касается контроля функционирования данного датчика, доработки процессов механической сборки РН в «пакет» и введения дополнительных точек для видеодокументирования. Мы сейчас уточним позиции нахождения видео- и фотооператоров для контроля сборки, чтобы можно было констатировать качество проведенных операций. Дополнительно будут организационно-технические меры – это переаттестация персонала, дополнительные инструктажи, дополнительное изучение документации и сдача зачетов перед непосредственными операциями», – уточнил Дмитрий Александрович.

«Само рабочее место теперь будет перестроено, чтобы контролер присутствовал непосредственно при самой операции. Все операции будут находиться под непрерывным фото- и видеоконтролем. В случае необходимости «пакет» ракеты будет подвергаться разборке для контрольных испытаний. Без новых мер мы бы не допустили пуск ракеты с Плесецка [25 октября], – рассказал 1 ноября Дмитрий Рогозин. – На «Союзах-2» будет технически продублирована работа датчиков

разделения боковых блоков и второй ступени с помощью дополнительных электроцепей. То есть будет дополнительное конструкторское решение. Я поручил разработчикам, они должны представить его.

В целом по итогам событий 11 октября я поручил проработать вопрос двойного и тройного резервирования всех критических операций, будь то разделение ступеней, включение соответствующих механизмов, агрегатов в ходе запуска и эксплуатации РН. Это поручение будет выполнено в полном объеме, я это проверю».

Влияние на программу МКС

Как заявил 1 ноября генеральный директор РКК «Энергия» Сергей Романов, авария 11 октября не повлияла на работу МКС. «У нас на станции есть все необходимые запасы. На аналогичные случаи средства обеспечения космонавтов на станции в полном объеме», – сказал он.

С ним согласен руководитель полета российского сегмента МКС Владимир Соловьёв: «На станции достаточное количество резервов, которые обеспечивают среду обитания. Эти резервы оцениваются нами в полгода – до лета будущего года и даже больше. Резервы – это запасы топлива, кислорода, воды и продуктов».

Перед аварией планировалась следующая программа полета МКС: 19 и 25 октября – выходы в открытый космос (EVA-52 и EVA-53) Александра Герста и Никлауса Хейга для замены аккумуляторных батарей (НК №11, 2018, с.17-18); 31 октября – запуск грузового корабля «Прогресс МС-10»; 15 ноября – выход (ВКД-45А) Сергея Прокопьева и Алексея Овчинина для осмотра пилотируемого корабля «Союз МС-09» (НК №11, 2018, с.21); 13 декабря – посадка «Союза МС-09»; 20 декабря – запуск «Союза МС-11».

После аварии ее пришлось изменить. «Для полета пилотируемого корабля [«Союз МС-11»] по существующим правилам должен быть хотя бы один зачетный беспилотный пуск после аварии. И у нас на данный момент планируются до следующего пилотируемого полета по крайней мере три пуска [РН типа «Союз»]. Поэтому необходимых подтверждений будет более чем достаточно для того,

чтобы запускать следующий экипаж», – пояснил исполнительный директор по пилотируемым космическим программам Роскосмоса Сергей Крикалёв.

Для выполнения рекомендаций аварийной комиссии по разборке, инспекции и повторной сборке в «пакет» РН семейства «Союз» старт «Прогресса МС-10» был сдвинут «вправо» на 16 ноября. Запуск «Союза МС-11» перенесен «влево» – на 3 декабря, а посадка «Союза МС-09» – наоборот – «вправо» на 20 декабря. Это позволит в ходе перемены экипажей на станции организовать 11 декабря российский выход по инспекции «Союза МС-09», в котором будут участвовать Олег Кононенко и Сергей Прокопьев.

Два американских выхода отложили до февраля 2019 г., и теперь их будут выполнять Давид Сен-Жак и Анна МакКлейн. Напомним, что в сентябре японский грузовый корабль HTV-7 привез платформу EP с новыми аккумуляторными батареями (НК №11, 2018, с.25). После замены батарей на МКС грузовик должен был в ноябре увезти платформу EP со старыми батареями. Однако теперь HTV-7 покинет станцию без платформы. После смены батарей платформу с помощью дистанционного манипулятора SSRMS выбросят в космос.

В БО «Союза МС-10» находился 3D-биопринтер «Органавт», с использованием которого Овчинину предстояло выращивать образцы хрящевой ткани человека и щитовидной железы грызуна (НК №9, 2018, с.11). К сожалению, по словам заместителя главного конструктора перспективных космических комплексов и систем РКК «Энергия» Игоря Хамица, грузы, летевшие в БО, вряд ли уцелели, так как отсек был сильно деформирован после приземления. Поэтому запасной биопринтер планируется запустить на «Союзе МС-11».

Как отметил Сергей Крикалёв, авария 11 октября повлияет на программу полета МКС в следующем году. Так, будет отложен полет первого космонавта ОАЭ, намечавшийся на апрель 2019 г. (НК №11, 2018, с.16).

«РКК «Энергия» совместно с ЦПК должна представить свои предложения по срокам и продолжительности его полета. Скорее всего, будут изменения в связи с тем, что в целом сдвигается график полетов на МКС из-за произошедшего инцидента. Но мы в полном контакте с эмиратской стороной, и думаю, что предложим вариант, который их полностью удовлетворит», – заявил гендиректор Роскосмоса Дмитрий Рогозин.

По его словам, Овчинин и Хейг полетят снова в одном экипаже на «Союзе МС-12» весной 2019 г. «Сейчас смотрятся разные варианты программ полетов. Скорее всего, это будет весна, потому что ребята готовы. Их подготовка сейчас наиболее свежая, поэтому есть смысл их использовать. Это наиболее целесообразно», – пояснил Сергей Константинович.

«После посадки я и Ник чувствуем себя хорошо. Мы прошли медицинское обследование, и не единожды уже. В общем врачи тоже согласны, что с нами все в порядке. В психологическом плане мы готовы продолжить. Я думаю, что мы полетим в ближайшее время – очень хочется на это надеяться. Мы готовы», – признался Овчинин. ■

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

Полет экипажа МКС-56/57

Октябрь 2018 года

ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

Экипаж МКС-56:

Командир – Эндрю Фэйстел
Бортинженер-1 – Олег Артемьев
Бортинженер-3 – Ричард Арнольд
Бортинженер-4 – Сергей Прокопьев
Бортинженер-5 – Александр Герст
Бортинженер-6 – Серена Ауньон-Чэнселлор

Экипаж МКС-57 (с 4 октября):

Командир – Александр Герст
Бортинженер-4 – Сергей Прокопьев
Бортинженер-6 – Серена Ауньон-Чэнселлор

В составе станции на 01.10.2018:

ФГБ «Заря»
УМ Unity
СМ «Звезда»
ЛМ Destiny
ШО Quest
СО «Пирс»
УМ Harmony
ЛМ Columbus
ЭМ Kibo
МИМ-2 «Поиск»

УМ Tranquility
ОМ Cupola
МИМ-1 «Рассвет»
МЦМ Leonardo
НМ BEAM
ТПК «Союз МС-08»
ТПК «Союз МС-09»
ТГК «Прогресс МС-09»
ТГК НТВ-7

Первый немец – командир МКС

В начале месяца на станции продолжилась подготовка к приземлению пилотируемого корабля «Союз МС-08» с «Гаваяями» – россиянином Олегом Артемьевым и американцами Эндрю Фэйстелом и Ричардом Арнольдом.

1 октября космонавты зарядили аккумуляторные батареи спутниковых телефонов, которые могут понадобиться им при посадке в нерасчетном районе (такие случаи уже бывали). Олег провел последние тренировки в пневмовакуумном костюме «Чибис-М», создающем отрицательное давление на нижнюю часть тела и, соответственно, готовящем организм к возвращению в земную гравитацию. Члены экипажа также выполнили профилактику механизмов герметизации крышек люков между Малым исследовательским модулем «Поиск» и кораблем «Союз МС-08».

2 октября Фэйстел и Арнольд привели в порядок свои каюты в Узловом модуле Harmony, почистив воздухопроводы, вентиляторы и датчики потока воздуха. Параллельно в «Союз МС-08» укладывались возвращаемые

(в спускаемый аппарат) и удаляемые (в бытовой отсек) грузы.

3 октября Эндрю передал командование МКС Александру Герсту, вручив тому символический ключ от станции. Александр стал первым немцем и вторым европейцем – командиром МКС.

– Спасибо тем, кто готовил нас, и тем, кто поддерживал нас в космосе, – сказал Фэйстел. – С более чем 350 экспериментами за экспедицию мы все вместе должны гордиться нашими достижениями. Мы также благодарны нашим семьям за поддержку во время этого большого приключения. Без их любви и поддержки ни один из нас не был бы здесь сегодня.

– Ты был настоящим лидером. Было честью работать под твоим командованием, и одновременно это было забавно, – отметил Герст, обращаясь к Фэйстелу. – Хочу пожелать моим друзьям и членам экипажа – Олегу, Рики и Дрю – фантастической поездки домой и мягкого приземления. По вам нежно скучают на Земле и будут нежно скучать в космосе.

В тот же день была проверена связь между «Союзом МС-08» и подмосковным ЦУПом

Космонавтам поможет йога

Россиянин Михаил Корниенко, совершивший в 2015–2016 гг. вместе с американцем Скоттом Келли самый длительный полет на МКС, общаясь со школьниками в Дели, сказал, что индийская йога поможет космонавтам поддерживать форму на орбите.

«Все участники космических полетов, за исключением, наверное, китайцев, которые действуют обособленно, делятся с партнерами своими наработками, добавляют что-то свое в освоение космоса. Индия не исключение, и индийские космонавты могут привнести что-то свое», – пояснил он.

Михаил Борисович добавил, что на МКС нередко принимал падмасану (позу лотоса), что способствовало поддержанию гибкости суставов. «Не вся йога, конечно, но какие-то ее элементы могут быть очень полезны. Например, занятия гимнастикой йогов могут помочь сохранить гибкость суставов, а это основная проблема для космонавта после приземления. Опорно-двигательный аппарат страдает. И я думаю, что некоторые элементы йоги можно успешно применять для борьбы с этими явлениями», – подчеркнул космонавт. – А.К.

через российские наземные пункты, а также проведено захлаживание спускаемого аппарата.

4 октября в корабле установили видеокамеры GoPro Hero 3 для съемки действий экипажа во время спуска. В 07:57:32 UTC «Союз МС-08» отчалил от станции, облетел ее для фотографирования и спустя четыре часа «Гаваяи» приземлились в Казахстане (с. 4-5).

Наблюдение метеорного потока Дракониды

В октябре Сергей Прокопьев снимал поверхность Земли для оценки развития катастрофических и потенциально опасных явлений (эксперимент «Сценарий»), выявления природных катаклизмов («Ураган») и оценки экологической обстановки («Экон-М»).

22 октября в целях эксперимента EarthKAM имени Салли Райд (автоматиче-

▼ Традиция: наклейка эмблемы завершаемой экспедиции



i 30 октября научный руководитель эксперимента с магнитным спектрометром AMS-02, установленным в 2011 г. на секции S3 американской поперечной фермы, лауреат Нобелевской премии по физике Сэмюэл Тинг рассказал в МИФИ о результатах регистрации первичных и вторичных космических лучей за время его работы.

«Мы исследовали очень большое количество частиц космических лучей с экстремально высокой энергией – вплоть до 1020 эВ и узнали три-четыре интересные вещи, – сказал он.

Во-первых, позитрон ведет себя очень необычно в зависимости от энергии. Позитроны с низкой энергией происходят от столкновений космических лучей [с межзвездной средой], но те, энергия которых высока, поступают из иного источника, которым могут быть столкновения бозонов или частиц темной материи. Мы зарегистрировали два миллиона событий, так что сомнений насчет двух источников нет.

Во-вторых, что касается электронов: мы наблюдали 28 миллионов событий и установили, что зависимость потока электронов и позитронов от энергии совершенно разная.

В-третьих, мы измерили ядра первичных космических лучей, то есть тех, которые приходят из источника без взаимодействий и регистрируются детектором AMS-02. Мы изучили первичные космические лучи, такие как гелий, кислород и углерод, и установили, что зависимость потока от жесткости (импульс на единицу заряда) для этих ядер ведет себя совершенно одинаково, несмотря на их различную массу.

И также мы установили, что вторичные космические лучи, которые происходят из взаимодействий первичных космических лучей [с межзвездной средой], – литий, бериллий, бор – имеют совершенно другую зависимость от жесткости, и это по-своему интересная вещь».

ская фотосъемка земной поверхности по заявкам школьников и студентов) Сергей смонтировал на нижнем иллюминаторе Узлового модуля Unity фотокамеру Nikon D2х, присоединенную к ноутбуку SSC. Съемка в автоматическом режиме проводилась до

30 октября, при этом космонавт регулярно менял объективы и аккумуляторы фотокамеры.

К настоящему времени в эксперименте участвуют более 20000 школьников и студентов из 37 стран.

4 октября астронавты привели в чувство управляющий лэптоп Т61р и проверили настройки камеры исследования Meteor (изучение физических и химических свойств метеорных пылевых частиц, входящих в атмосферу Земли), установленной на рабочей стойке WOLF на нижнем иллюминаторе Лабораторного модуля Destiny. Важной целью для наблюдения в первой половине октября был метеорный поток Дракониды, который происходит при прохождении Земли через хвост кометы Джакобини-Циннера.

24 октября экипаж открыл стойку WOLF, сменил неисправный инвертор и сконфигурировал дифракционную решетку на камере.

12 октября Герст вместе с Сереной Ауньон-Чэнселлор использовал секстант для наблюдений в интересах эксперимента Sextant Navigation: он поможет разработать методы аварийной навигации для экипажей кораблей Orion, целью которых станут полеты к Луне.

Оценка нервов при манипулировании

В этом месяце на российском сегменте станции Проккопьев заполнял опросники в интересах экспериментов «Взаимодействие-2» (изучение закономерностей поведения экипажа в длительном космическом полете) и «Контент» (дистанционный мониторинг психофизиологического состояния космонавтов, а также внутри- и межгруппового взаимодействия на основе количественного анализа деятельности экипажа по связи с ЦУП-М).

8 октября в рамках российско-канадского исследования «Матрешка-Р» / Radi-N2 (наблюдение радиационной обстановки на трассе полета и на борту МКС) россиянин

инициализировал восемь пузырьковых детекторов «бэббл-дозиметр» и передал их коллегам для экспонирования в Узловом модуле Tranquility. 16 октября детекторы вернулись обратно, и Сергей считал с них показания портативным устройством.

22 октября в ходе эксперимента «Космокард» (влияние факторов космического полета на электрофизиологические характеристики миокарда и на их связь с процессами вегетативной регуляции кровообращения) Проккопьев провел суточную запись электрокардиограммы.

23 октября в целях исследования «Профилактика-2» (механизмы действия различных режимов физической нагрузки в условиях длительных космических полетов на состояние общей и физической работоспособности космонавтов и их эффективность) Сергей выполнил тест индивидуальной стратегии на бегущей дорожке БД-2, находящейся в Служебном модуле «Звезда».

Тем временем на американском сегменте МКС в начале октября Фэйстел и Арнольд собрали образцы слюны и крови в рамках исследования Functional Immune (изменение иммунной системы в космическом полете) для их возвращения на Землю на корабле «Союз МС-08».

В октябре астронавты регулярно заполняли опросники по качеству сна и проходили тесты в интересах 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). 10 октября была замерена освещенность в каютах экипажа в модуле Harmony с использованием люксметра.

8 октября астронавты взяли пробы крови и мочи для исследований Biochemical Profile and Repository (создание базы данных биообразцов).

На следующий день экипаж установил новый лэптоп в медицинскую стойку HRF в европейском Лабораторном модуле Columbus





▲ Александр Герст и новая Европейская стойка жизнеобеспечения LSR

в рамках эксперимента Neuromapping (оценка изменений в функционировании головного мозга в космическом полете). 29 октября с помощью ноутбука был осуществлен очередной тест, в ходе которого задания выполнялись в двух положениях – в пристегнутом состоянии и в свободном плавании.

10 октября астронавты демонтировали из модулей американского сегмента пассивные (монтируются на вентиляционных отверстиях, чтобы перехватывать частицы из воздуха, втягиваемого системой вентиляции станции) и активные (самостоятельно всасывающие воздух) пробоотборники эксперимента Aerosol Sampler для их последующего возвращения на Землю с целью анализа специалистами состава пыли из атмосферы МКС.

В тот же день экипаж надел на запястья носимые приборы Actiwatch Spectrum, которые фиксируют освещенность пространства вокруг человека в течение суток и активность его движений для изучения циркадных ритмов во время космического полета. В ходе тестов возникли небольшие сбои, поэтому суточные замеры по эксперименту продолжились после 29 октября.

11 октября экипаж заполнил анкеты психологического эксперимента Team Task Switching (оценка трудностей при переключении между задачами и возможностей улучшения индивидуальной и командной мотивации и эффективности). Он также дважды в этом месяце заполнял опросник по приему пищи в интересах эксперимента Food Acceptability.

12 октября Александр и Серена исследовали мышечный тонус в рамках эксперимента Myotones. А немец также оценил субъективное восприятие времени в ходе европейского эксперимента Time.

29–31 октября в модуле Columbus Герст осуществил европейский эксперимент Grip

(изучение работы нервной системы в различных гравитационных условиях при манипулировании объектами).

Неприятный запах из «Белого аиста»

В октябре на американском сегменте шли работы по переносу на станцию, монтажу и подключению стоек, привезенных в сентяб্রে японским грузовым кораблем HTV-7 (Kounotori, «Белый аист»).

1 октября параллельно с разгрузкой корабля астронавты установили стойку Express-10B в позиции JPM1A5 японского Экспериментального модуля Kibo, перчаточный бокс LSG – в стойку ZSR в позиции JPM1F5 – модуля Kibo, стойку Express-9B – в позиции COL1F2 модуля Columbus и стойку LSR с европейской экспериментальной усовершенствованной замкнутой системой жизнеобеспечения ACLS – в позиции LAB1P1 модуля Destiny.

Напомним, что стойки Express-9B и Express-10B расширят возможности американского сегмента в плане научных экспериментов.

В обратном направлении в грузовик с целью удаления с МКС экипаж переместил две стойки RSR из позиции JPM1A5 модуля Kibo и из позиции LAB1P1 модуля Destiny.

2 октября астронавты перенесли стойку RSR из позиции PMM1O2 Многоцелевого модуля Leonardo в HTV-7. На следующий день экипаж загрузил программное обеспечение для бокса LSG на ноутбук Z-Book, а также подстыковал кабели и смонтировал преобразователи переменного тока в стойках Express-9B и Express-10B.

6 октября, в выходной день, Александр и Серена устраняли причину неприятного запаха, идущего из корабля HTV-7. Дело в том, что в нем находились большие мешки с мусором, которые перенесли в грузовик

со станции сразу после его прибытия. Но «аромат» из них был настолько сильным, что даже пришлось закрывать люк в корабль... На МКС данный мусор долгое время хранился в глубине модуля Leonardo и никак не хватало времени, чтобы откопать его. Запах неоднократно становился причиной жалоб экипажей. И вот наконец-то руки дошли до мусора.

Итак, астронавты с помощью клейкой ленты дополнительно запечатали мешки с мусором. Кроме того, немец попросил хьюстонский ЦУП рассмотреть возможность установки фильтра на воздуховод, проло-

Страны-партнеры желают продления полета станции

В ходе 69-го Международного астронавтического конгресса IAC, проходившего в начале октября в немецком Бремене, страны – партнеры по проекту МКС выразили заинтересованность в продолжении эксплуатации станции до 2028–2030 гг.

«Полагаю, мы должны использовать МКС, пока это целесообразно, – сказал генеральный директор ЕКА Йоханн-Дитрих Вёрнер 2 октября. – Я всегда думал, что 2024 год будет ее концом, но теперь узнал, что это 2028 год. А вчера я узнал, что это 2030 год. Поэтому я попытаюсь убедить государства – члены ЕКА, что агентство должно быть партнером в будущем».

В то же время он добавил, что ЕКА может отсрочить решение о продлении полета МКС после 2024 г. до встречи на уровне министров европейских стран в 2022 г.

Президент JAXA Хироши Ямакава подчеркнул: «Вне зависимости от того, когда наступит крайний срок для станции, мы хотели бы участвовать в проекте МКС и максимизировать отдачу от станции».

В таком же ключе высказался директор департамента международного сотрудничества Роскосмоса Дмитрий Лоскутов: «Мы ожидаем продолжение ее функционирования до 2028 или 2030 г.». – А.К.

женный в HTV-7. Грузовик покинет станцию 7 ноября, так что экипажу оставалось потерпеть «аромат» всего месяца...

8 октября астронавты демонтировали стартовые крепления с бокса LSG, отрегулировали скорость потока воды из средне-температурного контура системы терморегулирования модуля Columbus в стойку Express-9B, а также при содействии «Земли» включили и проверили работоспособность новой стойки. На следующий день наступил черед стойки Express-10B.

10 октября в стойке LSR экипаж подготовил генератор кислорода и установил гелиевую камеру в системе ACLS. 12 октября в стойку Express-10B была помещена установка NanoRacks Platform 3, в которой располагаются модули размерами стандарта CubeSat для экспериментов. 19 октября туда же отправались установки NanoRacks Platform 1 и Platform 2.

15 октября Герст смонтировал поглотители углекислого газа в стойке LSR и обустроил систему переработки воздуха и воды. 17 октября астронавтам удалось вернуть на место датчик дыма в модуле Destiny, который не получилось поставить после установки стойки LSR 1 октября. 19 октября к стойке были подстыкованы кабели питания и передачи данных, а также водяные и газовые магистрали. LSR планируется ввести в эксплуатацию 6 ноября.

Между тем Сергей подготовил российское оборудование к удалению со станции на HTV-7. 25 октября экипаж завершил укладку ненужных вещей в грузовик.

30 октября астронавты установили блок электроники в бокс LSG, привезенный еще в июле грузовым кораблем Dragon (SpX-15). На следующий день Александр удалил с бокса переднюю стартовую панель и замки из рабочего объема, а также смонтировал блок электроники вентилятора. После подключения к LSG магистрали среднетемпературного контура системы терморегулирования модуля Kibo специалисты ЦУПа в Цукубе обратили внимание на падение объема воды в системе и попросили немца пока отстыковать магистраль. Ввод бокса в строй намечается на 12 ноября.

В оранжерее высокая влажность

1 октября в рамках эксперимента «Кальций» (изучение влияния микрогравитации на растворимость фосфатов кальция в воде) россияне подготовили к возвращению на «Союзе МС-08» два пенала «Биоэкология», экспонировавшиеся на станции. 3 октября была измерена проводимость биоматериалов в остающихся на МКС укладках.

1 октября в ходе исследования «Асептик» (надежность и эффективность методов и технических средств создания асептических условий для биотехнологических экспериментов) космонавты сфотографировали пробы с поверхности и пробы воздуха, взятые внутри перчаточного бокса «Главбокс-С» и инкубировавшиеся в биотехнологическом термостате ТБУ-В №2 при температуре +37°C.

2 октября в спускаемом аппарате «Союза МС-08» были уложены экспонировавшиеся на МКС планшет «Биориск-КМ» («Биориск») – исследование влияния факторов

космического пространства на системы «микроорганизмы-субстраты») и пеналы «Биоэкология» (эксперимент «Феникс» по получению данных о воздействии факторов космического пространства на состояние генетического аппарата и выживаемость высушенных лимфоцитов и клеток костного мозга).

На следующий день по тому же адресу отправились контейнер эксперимента «Биополимер» (разработка методов получения полимерных материалов, стойких к биокоррозии), укладки с мезенхимальными стволовыми клетками эксперимента «Фаген» (определение влияния совокупного солнечного и галактического излучения на генетический аппарат бактериофагов в условиях космического пространства) и аппарата «Луч-2М» исследования «Структура» (получение высококачественных кристаллов рекомбинантных белков).

4 октября в корабль поместили результаты экспериментов «Пробиовит» (разработка простой и удобной технологии получения активного лечебно-профилактического пробиотического продукта, обладающего иммуномодулирующими свойствами), «Микровир» (исследование влияния факторов космического полета на скорость литического действия бактериофагов на бактерии) и «Биопленка» (изучение закономерностей формирования биопленок в условиях микрогравитации).

1 октября экипаж сменил отказавший контроллер в морозильнике FROST-2 на новый, привезенный кораблем HTV-7. Это позволило провести японский эксперимент LT PCG по низкотемпературной кристаллизации белков. 9 октября полученные протеины были помещены в холодильник Glacier.

2 октября в рамках эксперимента Plant Habitat-1 астронавты проредили растения арабидопсиса в корневых модулях автоматической оранжереи APH, находящейся в стойке Express-5 в модуле Kibo. 19 октября они замерыли уровень флуоресценции хлорофилла и сфотографировали растения.

▼ Корабль «Союз МС-09» и астронавт, который должен на нем вернуться

Демонстрация навигации с помощью визуализации

28 октября британский спутник RemoveDebris (HK №6, 2018, с.18-19), выведенный с борта МКС в июне, приступил к отработке системы навигации на основе методов визуализации VBN, которая, по мнению разработчиков, пригодится при сближении «уборщика космического мусора» с «некооперируемым объектом».

Для этого в 06:15 UTC от «материнского» RemoveDebris отделился субспутник DebrisSat 2, имитирующий бесконтрольно вращающуюся цель. При этом «мать» отслеживала «дителя» с помощью камеры с лазерным локатором. – А.К.

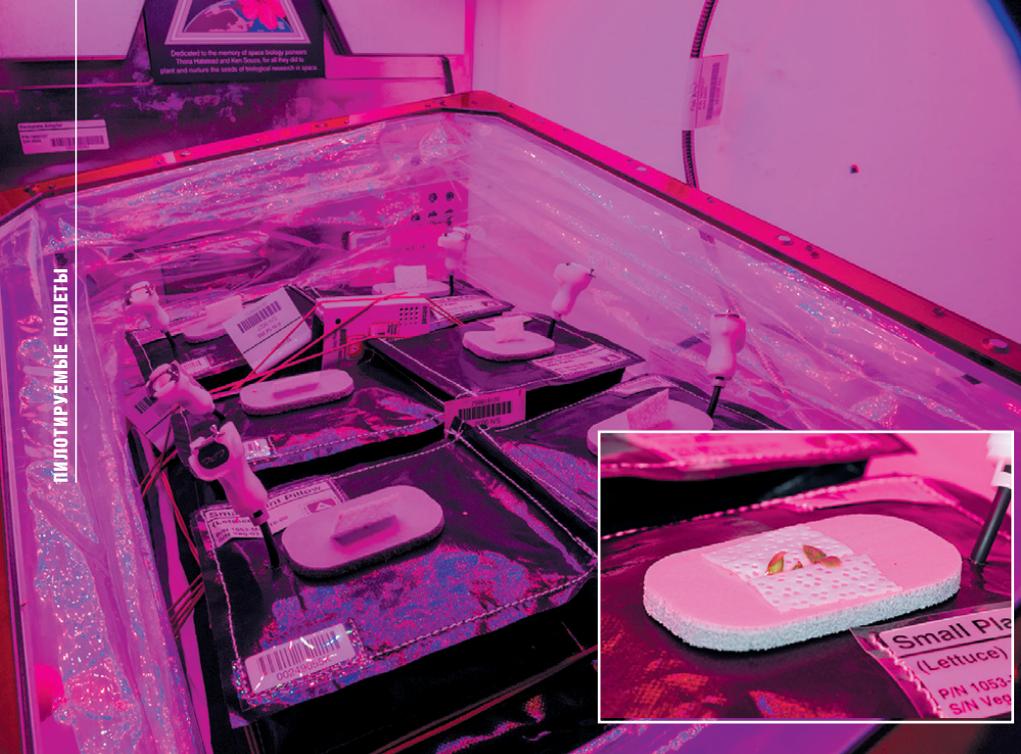
В октябре экипаж с помощью секвенатора ДНК исследовал микробы, собранные в течение месяца на МКС в интересах эксперимента BEST, который изучает адаптацию микроорганизмов к условиям космического полета.

3 октября в модуле Columbus Герст демонтировал четыре контейнера с образцами эксперимента Matiss (исследование антибактериальных свойств материалов в космосе) и подготовил их к возвращению на Землю.

9 и 24 октября планшеты с образцами белков эксперимента Biophysics-4 были установлены под микроскоп LMM в стойке изучения жидкостей FIR в модуле Destiny. Во второй половине месяца астронавты провели в биологической стойке SABL в модуле Destiny эксперимент по кристаллизации белка BPC-1.

25–30 октября в ходе эксперимента Veg-03G Серена выращивала красную листовую капусту (именуется на Западе русской, хотя в России ее уже давно не употребляют в пищу и используют лишь для украшения садов и парков) и зеленый салат в оранжерее Veggie, расположенной в стойке Express-3 в модуле Columbus. В последний день она увеличила скорость вращения вентилятора до максимальной для борьбы с высокой влажностью в оранжерее.





▲ Астронавт Александр Герст: «Подготовка к Дню благодарения (и полету на Марс): Серена подготовила саженцы для нашего первого посева салата в этой экспедиции. У нас меньше одного месяца, чтобы превратить их в нечто съедобное»

Испытание нового радиатора

1 октября космонавты проконтролировали функционирование аппаратуры эксперимента «Отклик» (регистрация ударов метеороидных и техногенных частиц по внешним элементам конструкции станции с помощью пьезоэлектрических датчиков). 12 октября Прокопьев отключил аппаратуру.

17 октября в интересах эксперимента «Идентификация» (исследование динамики конструкции МКС при различных внешних силовых воздействиях с учетом изменения ее модульного состава) Сергей скопировал на лэптоп для последующего сброса на Землю данные с цифрового трехкомпонентного измерителя микроускорений ИМУ-Ц.

18 октября в Малом исследовательском модуле «Рассвет» в рамках эксперимента «Сепарация» россиянин обслужил центробежный многофункциональный вакуумный дистиллер в системе регенерации воды из урины СРВ-У-РС (НК №6, 2018, с.10; №7, 2018, с.7).

В октябре астронавты проверяли камеру эксперимента BCAT-CS по исследованию изменений коллоидных фаз взвеси частиц кварца и глины, а также действующих на частицы сил. Они меняли ее аккумуляторы и передавали фотографии в ЦУП-Х.

9 октября в модуле Kibo экипаж установил оборудование LHPR по демонстрации работы радиатора с контурными тепловыми трубами для будущего японского спутника ETS-9 и Ethernet-приемопередатчик на многоцелевую экспериментальную платформу MPEP, находящуюся на выдвижном столе шлюзовой камеры. На следующий день шлюз был разгерметизирован. 22 октября оборудование LHPR и Ethernet-приемопередатчик были вынесены из шлюза для экспонирования на японском дистанционном манипуляторе JEM RMS до 20 ноября.

10 октября экипаж заменил газовый баллон в печи ELF в многоцелевой стойке малых полезных нагрузок MSPR-2 в модуле Kibo, которая применяется для затвердевания материалов с использованием метода

электромагнитной левитации. 26 октября был сменен картридж с образцами, а 31 октября – держатель для образцов.

В этом месяце Прокопьев менял литровые емкости с топливом (этилен и метан) для эксперимента ACME E-Field Flames в стойке изучения горения CIR в модуле Destiny. 22 октября он заменил источник питания. В эксперименте E-Field Flames между горелкой и сетчатым электродом устанавливается электрическое поле с напряжением до 10 кВ. Возникающий при этом ионный поток может влиять на стабильность пламени.

15 октября в ходе эксперимента Zero-g Battery астронавты установили несколько обычных щелочных батареек в камеру. После использования их вернут на Землю для анализа, чтобы определить, как они держат заряд в условиях невесомости.

16 октября экипаж смонтировал гелиевый монитор для сверххолодной лаборатории CAL, которая расположена в стойке Express-7 в модуле Destiny.

18 октября в модуле Kibo Герст и Ауньон-Чэнселлор использовали два маневрирующих спутника SPHERES («Сферы») для эксперимента Tether Slosh, привязав к ним емкости, заполненные жидкостью. Исследование поможет лучше понять стратегию управления пассивным грузом, содержащим жидкость, например топливо.

29 октября в модуле Kibo Сергей провел тест этих же микроспутников для будущего финала школьного конкурса Zero Robotics (НК №3, 2018, с.6-7).

23 октября астронавты скопировали на лэптоп SSC данные по эксперименту Wireless Compose, посвященному демонстрации беспроводной связи для считывания датчиков и определения местоположения движущихся объектов внутри модуля Columbus с использованием радиоимпульсов со сверхширокой полосой пропускания на частоте 2.45 ГГц. 26 октября однокристалльные датчики WiseNet были переконфигурированы в режим аккумулялирования энергии.

Замена батарей подождет...

На середину октября с помощью канадского дистанционного манипулятора SSRMS, экипированного ловкой насадкой Dextre, планировалась замена 12 никель-водородных аккумуляторных батарей в каналах электропитания 2А и 4А (по шесть батарей в каждом), расположенных на секции P4 американской поперечной фермы, на шесть литий-ионных батарей (по три на каждый канал). Напомним, что 28 сентября платформа EP с новыми батареями, привезенная на станцию кораблем НТВ-7, была установлена на узел POA на Мобильной базовой системе MBS.

1 октября по командам с Земли мобильный транспортер с системой MBS, манипулятором SSRMS с насадкой Dextre и платформой EP с батареями переместился по поперечной ферме с секции S0 на секцию P1 – ближе к месту смены батарей.

2 октября было зафиксировано отсутствие электропитания насадки Dextre в течение трех часов. Проблема оказалась в канальном блоке дистанционного управления электропитанием CRPCM 2R и была решена перезапуском системы MBS.

10 октября было проверено функционирование насадки Dextre. Все было готово к замене батарей. Однако из-за аварии при запуске «Союза МС-10» робототехнические операции были отложены на февраль 2019 г. В результате в ноябре НТВ-7 покинет МКС без платформы EP, на которой планировалось удалить со станции девять никель-водородных батарей. Теперь, после смены батарей платформу выбросят с МКС с использованием манипулятора SSRMS.

...и два американских выхода тоже

На 19 и 25 октября намечались выходы в открытый космос (EVA-52 и EVA-53) по американской программе с участием Александра Герста и Никлауса Хейга. Им предстояло подключить новые литий-ионные аккумуляторные батареи после их установки.

1 октября в Шлюзовом отсеке Quest астронавты помогли ЦУП-Х разобраться с отсутствием поступления телеметрической информации с выходного скафандра EMU №3003 на основном канале связи, зафиксированным в конце сентября. Однако на этот раз неисправность не удалось воспроизвести – и ее списали на единичный сбой. Но разобраться все же надо было, поэтому вместо скафандра №3003 в выходы будет использоваться скафандр №3006.

5 октября EMU №3006 был подготовлен для Хейга. 8 октября Серена ознакомилась со своими обязанностями помощника выходящих Александра и Никлауса.

Однако вследствие аварийного запуска «Союза МС-10» выходы были отложены на февраль 2019 г., и теперь их будут осуществлять прилетающие на «Союзе МС-11» Давид Сен-Жак и Энн МакКлейн.

В период с 16 по 23 октября экипаж проверил работоспособность четырех аккумуляторных батарей LLB для скафандров EMU. 26 октября Герст почистил контуры водяного охлаждения и выполнил йодирование ионных фильтров в скафандрах №3004 и №3006, после чего снова заполнил их баки водой.



ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

Три спутника в полете

1 и 3 октября в модуле Kibo астронавты смонтировали пусковой контейнер JSSOD №10 со спутниками SPATIUM 1, STARS-Me и RSP 00, доставленными кораблем HTV-7, на многоцелевой экспериментальной платформе MPEP, установленной накануне на выдвижном столе шлюзовой камеры. После этого стол был задвинут в шлюз и его внутренний люк закрыт.

4 октября шлюз был разгерметизирован. 6 октября был открыт внешний люк шлюза и выдвинут наружу стол. Специалисты ЦУПа в Цукубе с помощью дистанционного манипулятора JEM RMS с ловкой насадкой SFA взяли платформу MPEP и переместили ее в положение для запуска спутников.

Аппараты были отправлены в полет в 08:00 UTC. Экипаж снимал данный процесс из иллюминаторов. Затем платформа MPEP была возвращена в шлюз.

Таким образом, к настоящему времени с борта МКС запущены 242 спутника, в том числе 229 – из шлюза модуля Kibo (из них 33 аппарата с использованием контейнеров JSSOD).

9 октября в модуле Kibo Ауньон-Чэнселлор сняла пустой контейнер JSSOD №10 с платформы MPEP.

Космонавты видели аварийный запуск «Союза»

3 октября Герст в ходе телемоста вышел на связь с участниками 69-го Международного астронавтического конгресса IAC в Бремене (Германия), поведав о космической безопасности, жизни на борту МКС и достигнутых результатах во время экспедиции.

14 октября Сергей во время телемоста с Московским государственным университетом в рамках форума «Наука 0+» поделился своими впечатлениями об аварии при запуске «Союза МС-10» 11 октября (с.6): «Слава богу, все обошлось и все живы. Не долетело научное оборудование и различные грузы. Это немного, конечно, жалко, но самое главное – ребята живы. Железо мы еще наклепаем».

Он сообщил, что экипажу удалось увидеть аварию из космоса: вылет ракеты из атмосферы и срабатывание системы аварийного спасения корабля.

Американская бегущая дорожка внезапно ускорилась

В этом месяце ЦУП-Х продолжил тестировать единую систему связи и навигации C2V2, которая будет применяться грузовыми и пилотируемыми кораблями при стыковках к американскому сегменту. «Земля» также исследовала причину сбойной работы камер высокого разрешения EHDC, находящихся снаружи МКС.

1 октября была закончена начатая в конце прошлого месяца дозаправка азотом с помощью системы NORS бака высокого давления, находящегося снаружи модуля Quest. Астронавты демонтировали пустой баллон и подготовили его к спуску на Землю для дозаправки и повторной отправки на станцию.

29 октября экипаж установил очередной баллон с азотом. Дозаправка продлится примерно месяц.

2 октября космонавты заменили фильтр газожидкостной смеси, фильтр-реактор и блок колонок очистки в системе регенерации воды из конденсата атмосферной влаги CPB-K2M в модуле «Звезда».

4 октября экипаж распаковал новое устройство PMD, которое с помощью насоса позволит сохранять воздух при срабатывании давления из полостей между люками модулей американского сегмента и их наддуве, а также проводить данные операции дистанционно под управлением наземных специалистов, не теряя драгоценное время экипажа.

На следующий день устройство было опробовано на «вестибюле» между люками модулей Destiny и Harmony, а также Destiny и Unity. Правда, ошибка в файле конфигурации в PMD не дала провести эти действия в автоматическом режиме. При этом астронавты в течение шести часов были заперты в модуле Destiny.

▲ Космонавт Сергей Проккопьев: «Хеллоуин не наш праздник, но экипаж надо было поддержать. За 15 минут состряпал костюм из подручных средств. Я старался не выделяться!!) Зато получили массу хороших эмоций и заряд настроения на неделю вперед»





▲ Аварийный запуск «Союза МС-10», вид с МКС

5 октября экипаж сменил неисправный акселерометр №2 в бегущей дорожке Colbert в Узловом модуле Tranquility, который ранее приводил к потери связи с блоком управления логики CLU. Кстати, как выяснилось, этот акселерометр отказал еще 12 апреля... 19 октября в ходе занятия на дорожке при попытке плавно сменить скорость движения полотна один из астронавтов ощутил ее скачкообразное изменение с 10.5 до 19.3 км/ч. Он сошел с дорожки и остановил ее, получив ошибку графического интерфейса. Интерфейс был перезапущен – и занятие продолжилось.

5 октября Сергей перекачал урину и солевой раствор из станционной емкости в бак БВ-2 грузового корабля «Прогресс МС-09». Он также протестировал канал передачи телевизионной картинки через американские средства связи в Ки-диапазоне в рамках подготовки к прибытию на МКС корабля «Прогресс МС-10», запуск которого из-за аварии при выведении «Союза МС-10» сместился с 31 октября на 16 ноября. 19 октября Прокопьев подтянул быстросъемные винтовые зажимы на стыке между Стыковочным отсеком «Пирс» и кораблем «Прогресс МС-09».

Ежедневно в октябре Сергей осматривал загерметизированное отверстие в бытовом отсеке корабля «Союз МС-09» и убеждался в отсутствии утечки с использованием американского ультразвукового течейскалателя ULD.

8 октября Прокопьев с помощью осциллографа измерял величины тока в системе кондиционирования воздуха СКВ-2 в модуле «Звезда». Во второй половине месяца он включал в тестовом режиме компрессорную установку системы СКВ-2 с источником питания от аналогичной системы СКВ-1 и наоборот – компрессор СКВ-1 от источника питания СКВ-2.

10 октября астронавты доложили об обеспечении панели управления ассенизационно-санитарным устройством (туалетом) в

отсеке WHC в модуле Tranquility. Причиной оказалось короткое замыкание: в результате насос-сепаратор и кабель его питания были заменены. Кстати, насос-сепаратор отработал положенный полугодовой срок службы.

15 октября Прокопьев заменил моче-приемник и фильтр-вставку в туалете в модуле «Звезда». 17 октября при смене емкости с консервантом в туалете в модуле Tranquility было обнаружено, что новая емкость протекает. Ее пришлось упаковать на удаление, а для замены взять другую.

12 октября Сергей обработал накладные листы на панелях интерфейса в Функционально-грузовом блоке «Заря» обеззараживающим препаратом «Фунгистат» с целью их защиты от появления плесени и микробов.

23–24 октября в многоцелевой стойке малых полезных нагрузок MSPR в модуле Kibo Ауньон-Чэнселлор при содействии Герста сменила преобразователь постоянного тока DCU на модернизированный DCU2 и блок записи и сжатия видео VRU – на модернизированный VRU2. Однако 25 октября «Земля» заметила проблему с DCU2...

23 октября Александр и Серена тренировались в надевании и использовании в аварийной ситуации кислородных масок, подстыкованных через шланги к портам подачи кислорода. Это временная мера, пока специалисты разбираются с проблемой, возникшей при наземных испытаниях картриджей аварийных дыхательных масок...

24 октября Прокопьев заменил установку обеззараживания воздуха «Поток-150МК» в модуле «Звезда». На следующий день в модуле «Заря» он провел диагностику блока распределения электропитания 11M156M, блока сборных шин БСШ-2 и блока фильтров БФ-2 для оценки возможности продления сроков их эксплуатации.

26 октября в модуле Kibo была сменена неисправная лампа LHA на светодиодный светильник SSLA. ■

Пакистанец полетит на китайском корабле?

И. Лисов.
«Новости космонавтики»

25 октября министр информации Пакистана Фавад Чаудхри (Fawad Chaudhry) объявил, что в 2022 г. представитель Пакистана впервые отправится в космос с помощью Китая. Он также сообщил, что премьер-министр Имран Хан (Imran Khan) утвердил соответствующий план в преддверии своего первого визита в Китай 3 ноября 2018 г. Чаудхри добавил: соглашение между Комиссией по исследованию космоса и верхней атмосферы SUPARCO и китайской компанией CMSA уже подписано.

Индийские СМИ немедленно связали это заявление с обещанием, сделанным 15 августа премьер-министром Нарендрой Модии: отправить в космос индийский пилотируемый корабль Gaganyaan не позднее 75-й годовщины независимости страны, которая также будет отмечаться в 2022 г. Однако следует напомнить, что первый индийский космонавт поднялся на орбиту еще

в 1984 г. на советском космическом корабле и что пакистанец, судя по использованным Ф. Чаудхри формулировкам, сделает то же самое, то есть станет членом экипажа китайского корабля «Шэньчжоу». Вряд ли симметричный ответ на полет Ракеша Шармы спустя 38 лет может иметь какую-либо политическую ценность.

Другое дело, что Пакистан является одним из главных военных союзников Китая, что китайская наземная станция в Карачи с самого начала китайской пилотируемой программы играет ключевую роль в управлении полетом и что китайская сторона неоднократно говорила о возможности участия его представителей в полетах на будущую китайскую орбитальную станцию «Тяньгун». Как известно (НК №11, 2018), запуск ее первого модуля планируется сейчас на 2020 г., а окончание сборки – на 2022 г. Таким образом, объявленные Ф. Чаудхри сроки представляются вполне реальными.

Заметим, что партнером SUPARCO, очевидно, должна быть не компания CMSA, а Канцелярия пилотируемой космической программы Китая, использующая именно такое англоязычное сокращение*. Впрочем,

китайская сторона не отреагировала на заявление Фавада Чаудхри.

Премьер Имран Хан действительно посетил Китай 3–5 ноября по приглашению председателя Госсовета КНР Ли Кэцяна. По итогам визита 4 ноября было подписано совместное заявление об углублении стратегического партнерства. В документе содержалась ссылка на ранее заключенное соглашение о сотрудничестве в космосе на 2012–2020 гг. и упоминалось о запуске в июле 2018 г. пакистанских спутников (НК №9, 2018). Наконец, указывалось, что стороны «договорились об углублении сотрудничества в области пилотируемой космонавтики», в связи с чем CMSEO и SUPARCO должны подписать рамочное соглашение о сотрудничестве.

5 ноября Ф. Чаудхри заявил, что в 2020 г. первый астронавт Пакистана будет направлен в Китай для подготовки к полету и что в 2019 г. SUPARCO проведет отбор кандидатов на полет. Будет ли это полноценная подготовка вместе с китайскими космонавтами третьего набора или же специальная подготовка к участию в краткосрочной экспедиции посещения – пока не ясно. ■

* Чаще, однако, используется сокращение CMSEO – от China Manned Space Engineering Office.

11 октября (через несколько часов после аварийного прекращения полета РН «Союз-ФГ» с кораблем «Союз МС-10»; см. «Аварийный запуск "Союза МС-10"» на с.6) Консультативная комиссия по вопросам аэрокосмической безопасности ASAP (Aerospace Safety Advisory Panel) в ходе заседания в Космическом центре имени Джонсона выразила опасения в отношении способности компаний Boeing и SpaceX соблюсти намеченный график запусков коммерческих кораблей CST-100 Starliner и Crew Dragon без ущерба для безопасности экипажей.

«Мы еще не видели, чтобы [руководителями] программы принимались решения в ущерб безопасности, – сказала председатель ASAP Патрисия Сандерс (Patricia Sanders). – Но текущие графики беспилотных и пилотируемых летных испытаний обоих кораблей несут в себе значительные риски и не выглядят выполнимыми».

Комиссия считает, что планы создания коммерческих пилотируемых кораблей могут стать еще более напряженными из-за возможных пауз в доставке астронавтов на МКС. «[Положение] опасно тем, что надежные инженерно-конструкторские подходы могут быть отставлены, решение критических проблем программы отложено в долгий ящик (возможно, навсегда), а выводы по принципу «и так сойдет!» последуют без достаточных оснований», – выразила озабоченность П. Сандерс.



За неделю до происшествия NASA пустило самые свежие графики испытательных полетов кораблей: беспилотный Crew Dragon стартует к станции в январе, а пилотируемый – в июне 2019 г. Это на два месяца позже предыдущих планов. Беспилотный полет CST-100 Starliner теперь запланирован на март, а пилотируемый – на август 2019 г.

Представители ASAP скептически смотрят на способность участников программы коммерческой доставки экипажей следовать намеченному темпу работ, не говоря уже о возможном ускорении для ликвидации потенциального перерыва в доступе на МКС из-за аварии «Союза».

В частности, член комиссии Дон МакЭрлин (Don McErlean) обрисовал несколько проблем, стоящих перед разработчиками корабля Crew Dragon. Среди них – отсутствие окончательного вывода по причинам разрушения конструкции композитных баллонов COPV (Composite overwrapped pressure vessel) системы наддува, которые привели 1 сентября 2016 г. к взрыву ракеты Falcon 9 на стартовой площадке (HK № 11, 2016, с.32-37). По мнению Д. МакЭрлина, ситуация усугубляется использованием подхода load-and-go, подразумевающего заправку ракеты компонентами топлива, когда экипаж уже будет находиться в корабле. «И, наконец, необходима приемка и сертификация конструкции, которая, по мнению обеих сторон, должна исключать обнаруженные и предполагаемые причины взрыва ракеты на стартовом столе, – заявил он. – Этот технический вопрос остается открытым, но, как считает ASAP, до перехода к пилотируемым пускам его следует разрешить».

Дон МакЭрлин также вспомнил не совсем чистую работу парашютной системы посад-

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»



ПИЛОТИРУЕМАЯ ТЕХНИКА

Авария обостряет проблемы безопасности коммерческих кораблей

ки корабля Crew Dragon в ходе испытаний системы аварийного спасения на стартовом комплексе (Pad Abort) в мае 2015 г. (HK № 7, 2015, с.12-15). Он также сослался на якобы имеющиеся проблемы с парашютной системой грузового корабля Dragon, не указав, впрочем, в чем они заключаются: «Очевидно, нельзя рисковать экипажем без стопроцентной уверенности в конструкции парашюта».

Эксперт отверг предположения, что причины задержки летных испытаний Crew Dragon носят не технический, а бюрократический характер. По его мнению, «бумажная работа» делается с целью сертификации и на самом деле является критическим анализом, который специалисты NASA проводят в отношении данных, предоставленных SpaceX. «Хотя работу действительно можно описать как бумажную, но это не бюрократическая волокита и не канцелярщина – это главная часть технической сертификации проекта, которая должна завершиться до того, как на таких системах полетят астронавты», – объяснил он.

Досталось и компании Boeing. Ей, по словам члена ASAP Кристофера Сайндона (Christopher Saindon), предстоит преодолеть собственные трудности, среди которых проблема с двигательной установкой служебного модуля CST-100 Starliner, выявленная в июле. Речь идет о «гармоническом резонансе», вызвавшем гидродуар в пневмогидравлической системе и приведшем к преждевременному отключению двигателя во время прожига. Boeing все еще пытается установить причину сбоя и точный источник резонанса.

К. Сайндон также сообщил, что компания пытается решить проблемы с парашютной системой, проявившиеся в ходе испытаний в Нью-Мексико: «Компания все еще выявляет точную причину неполадки. Тесты приостановлены до тех пор, пока она не будет найдена, после чего потребуются снова начинать программу испытаний, а она не самая легкая».

Третья проблема «Старлайнера» заключается в неожиданных отказах пиропатронов, используемых для разделения командного и служебного модулей CST-100 перед входом в атмосферу. «Специалисты все еще

работают над тем, чтобы понять, почему это произошло», – прокомментировал К. Сайндон, добавив, что, несмотря на данную проблему, система разделения в целом вроде бы работает штатно. Он скептически отнесся к утверждению, что Boeing сможет устранить все проблемы и завершить испытания в рамках текущего графика: «Закончено только 40%. Безусловно, соблюсти график с учетом этих обстоятельств вряд ли получится».

В тот же день на Международном симпозиуме по частным и коммерческим полетам ISPCS (International Symposium for Personal and Commercial Spaceflight) руководители коммерческих пилотируемых программ в Boeing и SpaceX высказались по поводу высказанных ASAP сомнений. Они полагают, что смогут уложиться в текущие графики испытания кораблей, не жертвуя при этом безопасностью.

«Когда мы составляем план работ, то полагаем, что он осуществим», – заявил вице-президент и руководитель коммерческих программ в отделе по перспективным проектам Boeing Джон Малхолланд (John Mulholland). По его словам, компания уже выполнила 85% общей программы испытаний, но есть вероятность обнаружения новых проблем в оставшихся 15%: «Если нас ждет такое открытие, мы подойдем к нему правильно и полетим, когда будем готовы».

«Формируя план, мы предполагаем, что будем ему следовать, и прикладываем максимум усилий, чтобы этого добиться, – в свою очередь, заверил директор управления коммерческих пилотируемых миссий в SpaceX Бенджи Рид (Benji Reed). – Хотя все мы очень стремимся начать полеты, но намерены делать это безопасно». ■



12 октября на пресс-конференции в Москве администратор NASA Джим Брайденстайн выразил оптимизм в отношении того, что российский пилотируемый транспортный корабль снова полетит, избавив участников международной программы от наихудших сценариев будущего МКС. «Сейчас я уверен, что мы снова будем летать на российском «Союзе», – сказал он. – И нет причин сомневаться, что полеты возобновятся по графику».

Новая «девятка» и многоцелевой китайский корабль

И. Лисов.
«Новости космонавтики»

23–24 октября в г. Сиань (КНР) состоялась 5-я научная конференция по пилотируемым полетам, организованная Канцелярией пилотируемой космической программы Китая. Из 176 представленных докладов наибольший интерес вызвали выступления, посвященные перспективному китайскому сверхтяжелому носителю и пилотируемому и грузовому кораблю нового поколения.

i Четыре предыдущих конференции состоялись в 2010, 2012, 2014 и 2016 гг. соответственно в Ханчжоу, Чанша, Чэнду и Харбине. Конференция в Северо-Западном политехническом университете в Сиане впервые получила статус международной; один из обзорных докладов был прочитан представителем CNES. Среди 360 участников мероприятия были китайские космонавты Ян Ливэй и Ван Япин и германский астронавт Ульрих Вальтер.

Давайте будем реалистами!

Пожалуй, именно так можно выразить основную мысль презентации, которую сделал директор Центра общих исследований и обоснований пилотируемой космической программы Чжан Хайлянь (张海联). Впервые облик перспективного носителя лунного класса представил не двигателю и не ракетчик, а представитель заказывающей стороны, и он радикально отличается от всех предшествующих тем, что использует только существующие двигатели, а не такие, которые еще нужно создать и отработать.

В нашей единственной подробной публикации на эту тему (НК № 10, 2011) был дан, так сказать, мгновенный снимок состояния проектных проработок в 2011 г. Они имели существенную предысторию и претерпели затем непростое развитие, в результате которого проекты сверхтяжелого носителя в частности и пилотируемого освоения Луны в целом до сих пор не утверждены к реализации.

Из отличной обзорной статьи Чэнь Ланя (2014) мы знаем, что первое серьезное предложение по созданию сверхтяжелого носителя было обнародовано в ноябре 2005 г. Авторами его были разработчики ЖРД – Чжан Сяопин и еще двое представителей 6-й академии Китайской корпорации космической науки и техники в Сиане. Ракета должна была использовать только ЖРД на «чистых» компонентах: керосин и водород в качестве горючего, кислород как окислитель. На верхние ступени предлагались утвержденные к разработке, но появившиеся в реальности лишь через десять лет двигатели YF-100 и YF-77. Стартовую тягу создавали центральный блок и четыре ускорителя; рассматривались симметричный вариант (по одному ЖРД тягой 700–800 тонн, как у американского F-1, на каждом из пяти блоков), асимметричный (450–500 тс на каждой «боковушке» и четыре таких двигателя на центральном блоке) и с криогенными двигателями на центральном

блоке. «Асимметричный» вариант В авторы назвали наилучшим.

В апреле 2009 г. Чжан Сяопин, Чжан Гуйтянь и остальные соавторы выступили с оптимизированными вариантами компоновки «супертяжа». Они «располовинили» 700-тонник варианта А и снизили до 400 тс тягу двигателя в варианте В. Платой за уменьшение стартовой тяги стал переход к новым 150-тонным кислородно-водородным двигателям на второй и третьей ступени.

В то время как двигателисты компоновали носитель, ракетчики из 1-й академии (CALT) занялись проектированием всей программы пилотируемого исследования Луны. В январе 2008 г. коллектив во главе с Луном Лэхао опубликовал результаты исследований. Авторы предложили пилотируемую лунную программу из двух стадий. На первой достижение Луны обеспечивалось трехступенчатой схемой со сборкой на окололунной орбите около 2025 г.; для этого было достаточно носителя на базе CZ-5 со стартовой тягой 1440 тс, обеспечиваемой 12 ЖРД YF-100. Вторая стадия имела целью доставку на Луну экипажа из четырех-шести человек и проведение долговременных исследований. Для этого был предложен сценарий с посадкой, когда экспедиционный лунный комплекс выводится сверхтяжелым носителем, а экипаж на него доставляется отдельно ракетой CZ-5A. Во всех четырех вариантах компоновки супертяжа старт обеспечивали новые двигатели тягой 400 тс или 500 тс. Три варианта были похожи на предложенные 6-й академией (симметричный, асимметричный, с криогенным ЦБ), четвертый компоновался без ускорителей – по типу Saturn V.

В конце 2010 г. команда Луна Лэхао уточнила свои предложения и описала два варианта сверхтяжелого носителя грузоподъемностью 130 тонн на низкую орбиту и 50 тонн на траекторию полета к Луне – с жидкими ускорителями и с твердотопливными (НК № 10, 2011), но от второго через некоторое время отказались. Первый вариант компоновался теперь из центрального блока диаметром 9 м с четырьмя кислородно-керосиновыми ЖРД YF-650 тягой по 650 тс. На каждом из четырех ускорителей диаметром 3.35 м стоял один такой двигатель. Вторую ступень запроектировали кислородно-водородной с двумя двигателями YF-220 тягой по 200 тс на уровне моря и 220 тс в вакууме. Стартовую массу оценили в 4100 т.

То, что для двигателей были приведены обозначения, хотя бы и условные, по величине тяги, говорило о формальном существовании соответствующего проекта или во всяком случае о наличии финансирования. Однако спустя два месяца Лун Лэхао, Хэ Вэй и Лю Вэй опубликовали еще один вариант описания предлагаемого носителя, отличающийся обозначением двигателя первой ступени – YF-660. Почти одновременно Чжан Сяопин, Тань Юнхуа, Ли Бинь и Луань Ситин из 6-й академии описали в другом журнале предложения по созданию однокамерного



▲ Макет нового китайского носителя на авиакосмическом салоне в Джуэхе

двигателя тягой свыше 300 тс и двухкамерного тягой 650 тс (именно он, очевидно, и получил новое обозначение YF-660). Еще одна публикация 2011 г. была посвящена кислородно-водородному ЖРД на тягу 200 тс.

Таким образом, ракетчики из CALT и двигателисты из 6-й академии согласовали свои предложения по китайскому супертяжу. В марте 2011 г. заместитель руководителя CALT Лян Сяохун объявил, что его компания ведет предпроектные исследования по 130-тонному носителю, а в начале 2012 г. стало известно его наименование – CZ-9.

Известно, что в июне 2011 г. программой создания двигателей для него занимали в CASC. Возможно, на этом этапе, или же несколько позже, основной двухкамерный двигатель «похудел» до 480 тс*. Как следствие, в 2012 г. появилась информация о новой версии CZ-9 грузоподъемностью 100 т на низкую орбиту и 35 т на траекторию полета к Луне при стартовой массе около 3000 т. У нее также появилась третья ступень с двумя YF-77 тягой по 50 тс.

Так и не утвержденный проект был представлен в сентябре 2013 г. на 64-м Международном авиакосмическом конгрессе в Пекине. Схема лунной экспедиции включала теперь два пуска супертяжа и посадку экипажа на ракете класса CZ-5.

Последняя по времени инкарнация сверхтяжелого носителя от CALT датируется апрелем 2016 г. Недостаточную грузоподъемность ракеты в версии 2012 г. разработчики решили компенсировать установкой двух двухкамерных двигателей на каждый из ускорителей вместо одного. Такая CZ-9 при стартовой тяге 5873 тс и массе 4137 т могла бы доставить 140 т на низкую орбиту или 50 т на отлетную к Луне. Помимо базового варианта, были предложены CZ-9A с двумя уско-

* Назывались также уровни тяги в 4800 кН (что соответствует 490 тс), 460 тс и округленное значение 500 тс.

рителями и CZ-9B вообще без ускорителей грузоподъемностью 100 т и 50 т соответственно. Известно, что в июне 2016 г. была утверждена программа углубленных исследований по супертяжу и что 31 мая 2018 г. Лун Ляоха все еще демонстрировал слайд с этими тремя ракетами, выступая в пекинском Университете Цинхуа.

Стоит заметить, что первое упоминание 500-тонника разработки 11-го института 6-й академии относится к марту 2013 г., хотя проект был начат еще в 2010 г. В мае 2013 г. начались огневые испытания отдельных его компонентов, а 1 августа 2016 г. прошел успешный тест сборки газогенератора и турбонасоса, но без камеры сгорания. Сборку прототипа этого ЖРД предполагается закончить в 2018 г.

В январе 2013 г. Столичная компания космического машиностроения в составе CALT заявила о ведущейся разработке 200-тонного кислородно-водородного двигателя для супертяжа, но лишь в декабре 2017 г. поступило сообщение о первом испытании его форкамеры.



▲ Двигатель YF-100K

Таким образом, на обоих направлениях дело еще не дошло до первого испытания полного двигателя. Можно добавить, что на третьей ступень CZ-9 вновь прочат четыре 25-тонных криогенных ЖРД, которых также нет в природе. Тем не менее разработчики уверенно говорили о первом пуске в 2028–2030 гг.

На этом-то фоне и прозвучал 23 октября 2018 г. доклад Чжан Хайляня «Разработка и предварительные исследования в области РН нового поколения для пилотируемой программы». Директор Центра общих исследований и обоснований определил требования перспективной пилотируемой программы (на первом этапе – до 20 тонн на низкую орбиту, на втором – до 70 тонн на орбиту и 25 тонн к Луне) и охарактеризовал два реалистических подхода к созданию необходимых носителей, которые наблюдатели метко

* Модернизированный вариант YF-100 с качанием камеры в земном и высотном исполнении.

** Прорабатывались также компоновки блока с шестью и восемью ЖРД.

Проектный облик китайских сверхтяжелых носителей

Характеристика	6A 2005	6A 2009	CALT 2008	CALT 2010	CZ-9 2012	CZ-9 2016	CMSSA 2018
Полезный груз на LEO/LTO, т				130/50	100/35	140	70/25
Стартовая масса, т	2800–3000	2700		4100	3000	4137	
Стартовая тяга, тс	3600–4000	3200	3200	5200	3840	5873	2520
Ускорители	(5) 1×450–500×4	(5) 1×400×4	(3.35) 1×400×4	(3.35) 1×650×4	(3.35) 1×480×4	(5) 2×490×4	7×120×2
Первая ступень	(8) 4×450–500	(8) 4×400	(7.5) 4×400	(9) 4×650	(8.5) 4×480	(10) 4×490	7×120
Вторая ступень	(5) 4×120	(8) 4×150	5×50	(9) 2×220	(8.5) 2×220	(10) 2×220	2×120
Третья ступень	2×50	(5) 1×150	4×25	–	(8.5) 2×50	4×25	3×9

Примечания

1. Ступени характеризуются количеством и тягой двигателей.

2. Кислородно-керосиновые ЖРД выделены желтым цветом фона, а кислородно-водородные – зеленым.

3. Числа в скобках обозначают диаметр ступени в метрах.

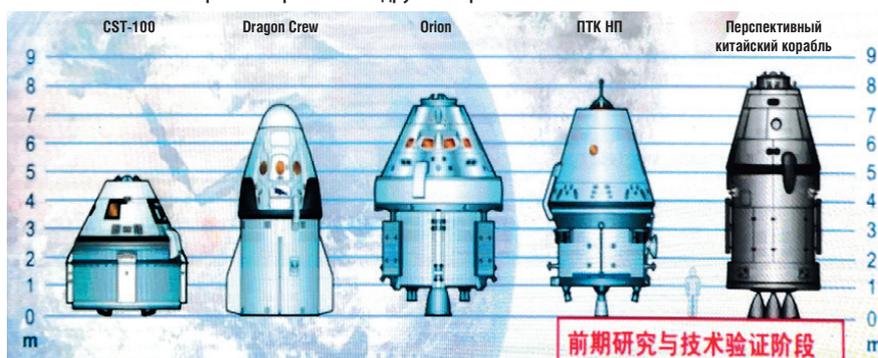
назвали «Falcon Heavy на стероидах» и «Ангара на стероидах».

В основу обоих вариантов положен универсальный ракетный модуль, оснащенный кислородно-керосиновыми двигателями YF-100K*: семь и четыре соответственно. В первом случае рассматриваются одноблочный и трехблочный варианты, во втором – еще и пятиблочный. Верхние ступени реализуются на базе YF-100K и кислородно-водородных YF-75D.

Вариант с семью ЖРД** на блоке 5-метрового диаметра признан предпочтительным. Одноблочный вариант для выведения перспективного пилотируемого корабля на околоземную орбиту скомпонован со второй ступенью с одним YF-100K. Трехблочная ракета оснащается второй ступенью с двумя YF-100K; она имеет стартовую массу 2230 т и доставляет 63.3 т на низкую орбиту. Для полета к Луне носитель дооснащается третьей ступенью с тремя YF-75D и при стартовой массе 2200 т способен отправить к Луне 27.5 т. В пилотируемом варианте ракеты имеют систему аварийного спасения классической тянущей схемы и решетчатые стабилизаторы.

Парадоксальность сложившейся ситуации подчеркивает расставовка экспонатов на авиасалоне в Чжухае, прошедшем 6–11 ноября. В одной стороне зала академии CALT и SAST представили ряд уже испытанных и перспективных носителей – вылизанные до блеска модели CZ-6 и CZ-6A, CZ-7 и CZ-7A, CZ-8, CZ-5 и CZ-5B и, наконец, огромной CZ-9. Две из них – CZ-7 и CZ-5B – были аккуратно помечены эмблемой заказывающей их Канцелярии пилотируемой программы. А в другой стороне зала над препарированным экспериментальным возвращаемым аппаратом перспективного корабля со следами обгорания в атмосфере одиноко возвышался грубовато исполненный макет трехблочного сверхтяжелого носителя новой конфигурации, и тоже с эмблемой этой самой Канцелярии.

▼ Новый китайский корабль в сравнении с другими проектами



Грузовой, пассажирский и лунный

Но вернемся на конференцию в Сиане, где исследователь Департамента пилотируемых проектов CAST Ян Лэй (杨雷) сделал доклад о пилотируемом корабле нового поколения и ходе его разработки. Как известно, CAST начала проработку проекта многоцелевого пилотируемого корабля нового поколения в июне 2013 г. и к концу года подготовила концептуальный проект. В октябре 2014 г. Госсовет КНР утвердил план экспериментальных работ (НК № 6, 2017). В первом пуске CZ-7 в июне 2016 г. масштабная копия возвращаемого аппарата нового корабля была доставлена на орбиту и успешно возвращена на Землю (НК № 8, 2016).

Новый корабль планируется изготавливать в двух вариантах, отличающихся длиной и массой служебного модуля – с более легким для пилотируемых и грузовых полетов на околоземную орбиту и более тяжелым для полета к Луне и обратно. Ян Лэй подтвердил, что в первую очередь пройдут летные испытания корабля в 20-тонном лунном варианте с использованием носителя CZ-5B с целью отработать такие ключевые технологии, как вход в атмосферу с высокой скоростью, тепловая защита и трехкупольная парашютная система посадки. Ранее в октябре вице-президент CAST Ли Мин говорил, что такой пуск запланирован в 2019 г.

Грузовой вариант корабля диаметром 4.5 м и длиной 7.23 м со стартовой массой 14 т сможет доставлять 4000 кг грузов на китайскую космическую станцию (НК № 11, 2018) и 2500 кг с нее на Землю. Возвращаемый аппарат массой 7 т и внутренним объемом 13 м³ будет использоваться повторно. Летные испытания планируются в 2021 г. на ракете CZ-7 с дальнейшим переходом на новый носитель в одноблочном варианте. Предполагается, что перспективный корабль заменит оба существующих китайских транспортных корабля – сначала грузовой «Тяньчжоу», а затем и пилотируемый «Шэньчжоу».

Добавим, что бывший заместитель начальника Управления разработки вооружений и военной техники генерал-лейтенант Чжан Юйлин использовал в своем выступлении об освоении пространства до Луны и вокруг Луны изображения вновь предложенных носителей и перспективного корабля. Таким образом, речь идет о новой согласованной пилотируемой лунной программе. ■



Радарный разведчик для Аргентины

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»

7 октября в 19:21:28 PDT (8 октября в 02:21:28 UTC) со стартового комплекса SLC-4E авиабазы ВВС США Ванденберг специалисты компании SpaceX при поддержке 4-й эскадрильи космических запусков 30-го космического крыла ВВС США успешно осуществили пуск ракеты-носителя Falcon 9 Block 5 с аргентинским радиолокационным спутником SAOCOM-1A для дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Космический аппарат был доставлен на солнечно-синхронную орбиту (ССО) с параметрами:

- наклонение – 97,89°;
- высота в перигее – 621,4 км;
- высота в апогее – 634,8 км;
- период обращения – 97,27 мин.

В каталоге Стратегического командования США спутник получил номер 43641 и международное обозначение 2018-076A.

Первая ступень ракеты-носителя произвела успешную посадку в зоне LZ-4 (Landing Zone 4) на авиабазе Ванденберг недалеко от места старта.

Посадочная зона LZ-4 построена на месте стартового комплекса SLC-4W, который изначально был частью стартовой площадки ВМС США «Пойнт Аргуэльо» (Point Arguello), возведенной в начале 1960-х, и назывался LC2-3. Впервые он использовался в июле 1963 г. при запуске разведывательного спутника KH-7 Gambit ракетой Atlas-Agena. До марта 1965 г. с нее состоялось 12 таких стартов.

В июле 1964 г. Пойнт-Аргуэльо был объединен с соседней базой ВВС США Ванденберг. Вскоре площадку LC2-3 закрыли на переоборудование под носители Titan IIIB и вновь открыли уже под именем SLC-4W. С июля 1966 по февраль 1987 г. отсюда отправлялись в полет носители Titan IIIB в интересах Национального разведывательного управления NRO (National Reconnaissance Office): 54 – со спутниками-фоторазведчиками KH-8 Gambit и еще 14 – с аппаратами ретрансляции Quasar и радиоразведки Jumpseat.

В 1988–2003 гг. с SLC-4W стартовали 13 ракет Titan 23G, представлявшие собой снятые с боевого дежурства МБР Titan II, модифицированные в космические носители. Последний пуск состоялся 18 октября 2003 г. с военным метеоспутником DMSP F16. В общей сложности с площадки за все время стартовали 93 ракеты.



отработал 7 мин 36 сек. В T+12 мин 37 сек космический аппарат отделился от ракеты-носителя.

Тем временем через 7 мин 45 сек после старта первая ступень B-1048.2* совершила успешную мягкую посадку в зоне LZ-4 на базе ВВС Ванденберг – в первый раз в истории пусков с Западного побережья. До сих пор при пусках с Ванденберга первые ступени садились на самоходную баржу JRTI (Just Read The Instructions, «Просто прочти инструкцию»). Изначально планировалось и спасение створок головного обтекателя, однако из-за непогоды специальное судно Mr. Steven осталось в порту, и операция по спасению обтекателя не состоялась.

i В предыдущих миссиях SpaceX успешно спасла первую ступень 27 раз: 9 раз – путем возвращения в посадочную зону LZ-1 на мысе Канаверал, 13 – на судно OCISLY (Of Course I Still Love You, «Конечно, я все еще люблю тебя») на Восточном побережье и 5 раз – на JRTI на Западном побережье. Кроме того, в LZ-1 были успешно спасены два боковых ускорителя первой ракеты Falcon Heavy, а попытка спасти центральный блок с посадкой на судно не увенчалась успехом.

Система и спутник

«Аргентинский спутник для микроволнового наблюдения» SAOCOM 1A (Satélite Argentino de Observación Con Microondas № 1A) – первая часть двухспутниковой системы радиолокационных аппаратов, создаваемых Национальной комиссией по космической деятельности Аргентины CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales).

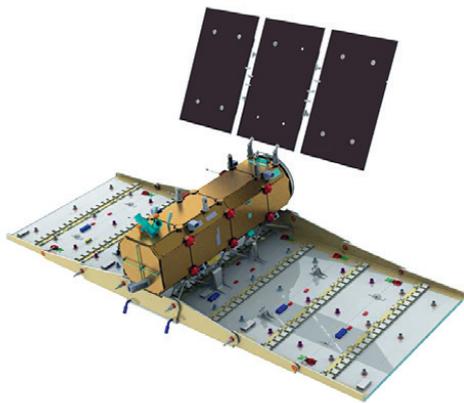
Проект стоимостью 600 млн \$ является частью программы по радиолокационному наблюдению Земли, в которой вместе с Аргентиной участвует Итальянское космическое агентство (Agenzia Spaziale Italiana, ASI). Их сотрудничество началось еще в 2000 г. Идея состояла в том, чтобы дополнить итальянскую группировку радиолокационных спутников X-диапазона COSMO-SkyMed аргентинскими аппаратами L-диапазона и предлагать пользователям комбинированные продукты.

Итальянская группировка из четырех аппаратов была развернута в 2007–2010 гг. и работает до настоящего времени. Аргентинская появилась с шестилетним опозданием (второй аппарат SAOCOM-1B должен стартовать в 2019 г.), но все равно будет полезна, особенно после замены итальянских КА спутниками второго поколения, которая также начнется в 2019 г.

Генеральным подрядчиком по проектированию и постройке спутников SAOCOM и полезной нагрузки является аргентинская фирма INVAP, базирующаяся в г. Сан-Карлос-де-Барилоче, провинция Рио-Негро. Космический аппарат создан на платформе, первоначально использованной для спутника оптического наблюдения Земли SAC-C**. SAOCOM-1A имеет стартовую массу около 3000 кг при габаритах в транспортном положении: диаметр 2,965 м при высоте 4,468 м. На орбите наиболее заметной частью КА будет семисекционная антенна радиолокатора

* Возможно, блок B1048 вскоре будет использован в третий раз в одной из ближайших миссий SpaceX.

** Стартовал 21 ноября 2000 г. на ракете Delta II (HK № 1, 2001, с.26-29).



▲ Схема спутника SAOCOM-1A. Справа – антенна радиолокатора в развернутом виде

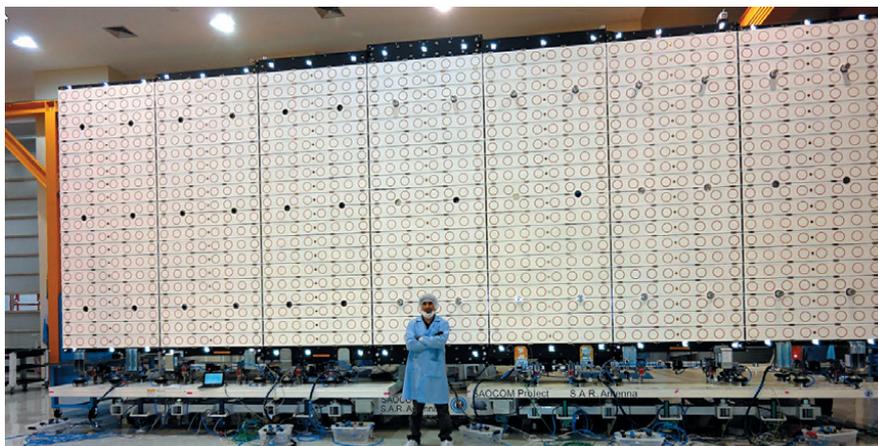
площадью $10 \times 3.5 \text{ м}^2$, при том что площадь трехсекционной панели солнечных батарей составляет всего 15 м^2 . Расчетный срок активного существования КА – 5 лет.

Космический аппарат оснащен радиолокатором L-диапазона (1275 МГц) с синтезируемой апертурой (PCA, SAR), имеющим разрешение от 10 до 100 м в полосе захвата 50–400 км. Радар может работать 15% витка, что соответствует 500 сценам в сутки, потребляя при работе 3100 Вт. Антенна смотрит вправо от трассы в пределах углов падения $20\text{--}50^\circ$. Основные рабочие режимы – это полосовая съемка с шириной полосы 65 км и с наилучшим пространственным разрешением $10 \times 10 \text{ м}$ или средним $25 \times 25 \text{ м}$, а также наблюдение за ландшафтом TopSAR с прогрессивным сканированием, с разрешением 50 или 100 м при ширине полосы 170 км. Емкость твердотельной системы хранения данных составляет 256 Гбит, скорость сброса информации на Землю – 310 Мбит/с (два канала X-диапазона, каждый со скоростью 155 Мбит в секунду). Передача телеметрии и прием команд осуществляется по радиолинии S-диапазона.

Испытания КА проводились как в Аргентине, так и на европейских предприятиях и были завершены 15 июля 2018 г. в беззаводной камере Центра высоких технологий CEATSA в г. Сан-Карлос-де-Барилоче. Антенна была сложена в стартовом положении, и 24 июля спутник поместили в транспортный контейнер. 31 июля он был доставлен в международный аэропорт имени лейтенанта Луиса Канделария для погрузки в транспорт Ан-24-100 российской компании «Волга-Днепр» и доставки на Ванденберг в сопровождении аргентинских инженеров. На следующий день, 1 августа, аппарат был на месте; ровно через месяц, 31 августа, его укрыли створками обтекателя в готовности к пуску.

Необходимо отметить, что CONAE была одним из первых клиентов компании Spacex: агентство подписало контракт с провайдером Spacex на запуск обоих спутников SAOCOM на ракете Falcon 9 в апреле 2009 г., то есть еще за год до того, как она совершила свой первый полет, и за три месяца до того, как гораздо меньший Falcon 1 впервые успешно доставил на орбиту реальную полезную нагрузку. В то время два запуска аргентинских спутников были запланирова-

** В части совместной разработки процессора, имитатора и необходимых инструментов для обработки данных полезной нагрузки участвуют и бельгийские предприятия.*



ны на 2012 и 2013 гг. Как мы видим, первый запуск все же состоялся, хотя и с опозданием на шесть лет...

7 октября после отделения от последней ступени носителя SAOCOM-1A был принят специалистами европейского Центра управления космическими полетами ESOC (European Space Operations Centre) в Дармштадте (Германия). Представители ЕКА особо отметили, что «гордятся оказываемой CONAE поддержкой в решении этой важной новой задачи». Специалисты по баллистике ЕКА предоставили критически важную информацию наземным станциям, чтобы они могли отслеживать SAOCOM-1A, и вскоре определили параметры его орбиты. Затем управление передали в Космический центр имени Теофило Табанеры с аргентинскими наземными станциями Кордова и Тьерра-дель-Фуэго. Уже 7–8 октября были развернуты солнечная батарея КА и антенна радиолокатора, а 9 октября построена штатная ориентация.

Основной задачей спутников SAOCOM является сбор информации о влажности почвы, в особенности в аргентинской пампе, и о состоянии лесов. В интерферометрическом режиме будут добываться данные о рельефе и о его изменениях, измеряться деформации и движения поверхности Земли.

Требования к группировке SAOCOM предусматривают возможность своевременного предоставления информации в поддержку мониторинга стихийных бедствий естественного и антропогенного происхождения, таких как региональные наводнения, извержения вулканов, землетрясения, массивные снегопады, лесные пожары и т.д. На нее также возлагается оказание услуг по мониторингу сельского хозяйства, горного дела и океанических приложений, включая мониторинг антарктических исследований (изучение эволюции континентальных ледников, поиск индикаторов глобальных изменений и т.д.). Задача системы – получить данные с высококачественной радиометрической и геометрической точностью (например, для идентификации природных ресурсов, интерферометрии, гляциологии) и обеспечить высокую частоту повторения (ежедневно) в поддержку конкретных эксплуатационных требований. Получаемой с космических аппаратов информацией воспользуются также экстренные службы.

SAOCOM-1A был выведен на солнечно-синхронную орбиту с прохождением нисходящего узла в 17:57 местного времени. Ее

условная средняя высота по проекту составит 622.6 км – столько же, как и у спутников COSMO-SkyMed, так что наземная трасса будет повторяться через 16 суток (237 витков). Два аргентинских спутника смогут снимать заданный район с интервалом в 8 суток. Совместная работа группировок COSMO-SkyMed и SAOCOM даст возможность покрытия определенных участков местности дважды в сутки.

В мае 2018 г. между ASI и CONAE было подписано соглашение о создании итало-аргентинской спутниковой системы для управления чрезвычайными ситуациями SIASGE* (Sistema Italo Argentino de Satélites para la Gestión de Emergencias). Согласно договору, спутники в аргентинской системе SAOCOM будут работать совместно с итальянским созвездием COSMO-SkyMed, чтобы обеспечить частое обновление информации, необходимое для контроля чрезвычайных ситуаций.

Начиная с 15 октября аргентинский КА медленно маневрирует по высоте, встраиваясь в структуру итальянской группы, в которой четыре спутника распределены вдоль орбиты с интервалами от 67 до 113° . Плоскости их орбит близки – у четырех «итальянцев» время узла составляло 18:00 на момент запуска четвертого КА в ноябре 2010 г. (НК № 1, 2011), но к настоящему времени сместилось на отметку 17:46.

Одинаковые орбиты созвездий COSMO-SkyMed и SAOCOM позволяют обоим проектам устанавливать общий цикл планирования и фиксировать хронологию операций для обоих созвездий, определять осмысленные запросы программирования, получать изображения земной поверхности по расписанию, принимать информацию с полезной нагрузки спутников, а затем обрабатывать и сопоставлять соответствующие снимки PCA.

Совместное использование данных создаст уникальные возможности для разработки новых интегрированных приложений. Радиолокатор X-диапазона COSMO-SkyMed использует длину волны 3 см, а L-диапазон SAOCOM соответствует 23 см. Первый способен обнаруживать даже небольшие детали, но в узкой полосе наблюдения, тогда как второй дает возможность контролировать крупные площади и наблюдать большие объекты. Откроются возможности картирования различных параметров лесных массивов, толщины льда и снега (за счет разной степени проникновения сигнала в отражающую поверхность). В разработке находится ряд новых приложений на базе синергии этих двух спутниковых группировок. ■



«Мы с Тамарой ходим парой», или Два новых китайских разведчика

И. Лисов.
«Новости космонавтики»

9 октября в 10:43:03.812 пекинского времени (02:43:04 UTC) с пусковой установки №94 Центра космических запусков Цзюцюань был осуществлен пуск РН «Чанчжэн-2С» (CZ-2С №38) с разгонным блоком «Юаньчжэн-15» (YZ-15). На расчетную орбиту успешно выведены два спутника с официальным обозначением «Яогань-32, 01-я группа».

Внутреннее обозначение пуска было «операция 01-95», он стал 286-м для ракет семейства «Великий поход», в том числе 187-м для носителей Китайской исследовательской академии ракет-носителей CALT. Номера и международные обозначения, присвоенные объектам этого запуска в каталоге Стратегического командования США, а также начальные параметры их орбит приведены в таблице.

Наименование	Номер	Межд. обозн.	Параметры орбиты			
			i	Нр, км	На, км	P, мин
Яогань-32 01А	43642	2018-077А	98.28°	695.3	719.4	98.77
Яогань-32 01В	43643	2018-077В	98.28°	695.5	718.4	98.76
Проставка	43644	2018-077С	98.28°	694.7	717.8	98.71

Хроника объявленного пуска

Старт 9 октября был анонсирован заранее, что весьма необычно для китайских пусков военного назначения (все «Яогани» являются разведывательными аппаратами различных типов).

Еще 30 сентября были опубликованы границы района падения под пуск 9 октября с Цзюцюаня с центром в 866 км к югу от космодрома по трассе выведения. Здесь был странным разве что факт столь заблаговременного оповещения. Интереснее был второй район в Индийском океане, удаленный

от места старта на 8888 км. Как выяснилось позднее, его «припасли» под падение второй ступени носителя и, возможно, затопление разгонного блока.

Чуть раньше в тот же день на китайском форуме 9ifly.cn появилась фотография перевозки головного блока из МИКа космических аппаратов на стартовый комплекс в Цзюцюане. 7 октября был опубликован подробный репортаж о подготовке пуска: он потребовал от участников работ пропустить празднование Дня образования КНР 1 октября, и пропаганда воспользовалась этим поводом, чтобы рассказать о самоотверженном труде работников отрасли.

Как потом выяснилось, CZ-2С доставили в Цзюцюань 4 сентября, и тогда же прибыла первая группа специалистов для подготовки ракеты. Остальные еще находились в Тайюане, где 7 сентября пускали аналогичную ракету со спутником «Хайян-1С». Месяц спустя, 9 октября, экспедицию CALT уже ожидала следующая ракета, подготавливаемая к пуску.

8 октября появился фоторепортаж с корабельного командно-измерительного пункта «Юаньван-7» в Индийском океане, в котором было раскрыто название КА. Оно было построено по уже известной с сентября 2017 г. схеме, когда группе одновременно запускаемых спутников дается общее наименование («Яогань-30», «Яогань-31», а теперь и «Яогань-32») и порядковый номер группы КА этого конкретного типа. Единственное, что не было известно до дня пуска, – это то, что спутников будет два.

В течение 11–15 октября два спутника произвели аккуратное маневрирование в пределах нескольких километров по высоте, после чего объект 43643 в американском ка-

талог занял место в 0.6° впереди по орбите по отношению к 43642. Иначе говоря, с этого момента спутники совершают полет строем на расстоянии 75 км друг от друга.

Из официальных сообщений о запуске следует, что два КА группы №01 «Яогань-32» (遥感三十二号01组卫星) разработаны и изготовлены Космической спутниковой компанией «Дунфанхун», являющейся подразделением 5-й академии, то есть Китайской исследовательской академии космической техники CAST. Они являются 88-м и 89-м спутниками фирмы «Дунфанхун» и 248-м и 249-м аппаратами материнской компании.

Объявлено, что два КА предназначены «главным образом для зондирования электромагнитной среды и тестирования соответствующих технологий». Эта формулировка, регулярно используемая с конца 2017 г. (с точностью до особенностей перевода), считается стандартной легендой для класса спутников радиоэлектронной разведки.

В публикации, первоисточник которой, к сожалению, установить не удалось, говорится, что полезная нагрузка спутников группы 01 создана в Юго-Западном институте электронной техники («10-й институт», г. Чэнду) Китайской корпорации электронной техники и что соответствующий проект продолжался более 10 лет.

На что это похоже?

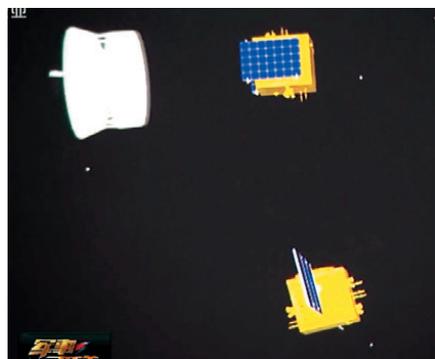
Если говорить о параметрах орбиты, то два первых спутника «Яогань-32» (YG-32) практически точно повторили начальную орбиту спутников типа «Шицзянь-11» (SJ-11), запущенных в 2009–2014 гг. Условная средняя высота солнечно-синхронной орбиты (ССО) у вновь запущенных КА тоже составляет

696 км, а местное время прохождения нисходящего узла в начале полета – 09:00 – такое же, как у SJ-11 № 01 и № 05.

Как известно из официальных публикаций китайской прессы (НК № 12, 2004; № 3, 2017), спутники «Шицзянь-11» и их прототип «Шянь-2» созданы Космической спутниковой компанией «Дунфанхун». Экспериментальную полезную нагрузку под названием «система 162» спроектировал и изготовил коллектив Лу Аньняня (陆安南) в 36-м институте Китайской корпорации электронной техники. Работа над проектом началась в 1995 г., спутник «Шянь-2» был запущен 18 ноября 2014 г., и после преодоления сложностей, связанных с повреждением бортовой антенны, удалось наладить высокоточную пеленгацию радиостанций путем двумерных угловых измерений.

Это позволило в 2006 г. приступить к реализации проекта эксплуатационной системы «Шицзянь-11» под руководством главного конструктора Го Баочжу (郭宝柱). Лу Аньнянь стал в новом проекте техническим директором по полезной нагрузке «система 162А» и заместителем главного конструктора КА.

Первый запуск на ракете CZ-2C был осуществлен 12 ноября 2009 г. (НК № 1, 2010), и в феврале 2010 г. успешно завершились испытания новой ПН. Три следующих пуска состоялись в 2011 г. (в том числе один аварийный), и еще четыре – в 2013–2014 гг. Группировка работает до настоящего времени; в период с декабря 2017 г. по март 2018 г. четыре из семи спутников совершили коррекции высоты и/или наклона орбиты с целью добиться более равномерного распределения орбитальных плоскостей по долготе.



▲ Отделение спутников YG-32-01-й группы от РБ YZ-15, кадр из телерепортажа

Если же говорить о системах для многопозиционных измерений, то следует напомнить, что 5 марта 2010 г. КНР начала запуски троек спутников «Цзяньбин-8», совершающих полет тесной группой – в виде треугольника со стороны около 120 км – на орбиты наклоном 63.4° и высотой около 1100 км (НК № 5, 2010). До конца 2014 г. было произведено пять таких запусков, а 10 апреля 2018 г. на орбиту была выведена тройка спутников нового поколения, заявленная как «Яогань-31, группа 01» (НК № 6, 2018). Аппараты обоих поколений также изготавливает Космическая спутниковая компания «Дунфанхун».

Система «Цзяньбин-8» и ее наследник по орбитальному построению довольно точно копируют американскую систему, известную под условным наименованием «NOSS



ЗАПУСК КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

второго поколения». Орбита наклоном 63.4° была выбрана для них с таким расчетом, чтобы перигей орбиты не испытывал дрейфа вдоль нее. Выбор конкретных значений эксцентриситета и положения перигея орбиты каждого из трех КА позволял сохранять во всех точках орбиты в течение длительного времени без затрат топлива специфическую структуру группы спутников в виде треугольника определенной формы.

Однако тройки спутников запускались в США в 1990–1996 гг., а с 2001 г. вместо них стали выводиться на такие же орбиты пары спутников третьего поколения. В новой версии два КА осуществляют полет на расстоянии 50–60 км друг за другом. Строго говоря, им уже не нужно наклонение 63.4°, но США сохранили его и структуру орбитальной группировки предыдущего поколения в целом. По современным представлениям, «система NOSS третьего поколения», известная также как Intruder, осуществляет многопозиционную радиотехническую разведку морских и, вероятно, наземных целей.

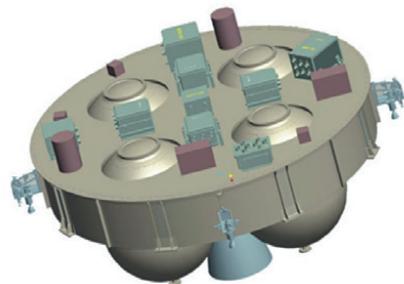
С учетом американского опыта появления в КНР системы радиоэлектронного наблюдения на базе пар спутников не должно удивлять. Более того, как мы уже видели в НК № 8, 2018, американская система Intruder является единственным аналогом китайской «Яогань-32» по расстоянию между КА пары. Очевидное различие заключается в том, что пара «Яогань-32» унаследовала параметры рабочей орбиты у системы «Шицзянь-11» с одиночными спутниками, а не у системы «Цзяньбин-8» с тройками КА.

Следует также отметить, что установка на ракету CZ-2C разгонного блока YZ-15 позволяет почти удвоить массу полезного груза, выводимого на ССО высотой 700 км. Иначе говоря, спутники «Яогань-32» могут быть почти такими же тяжелыми, как и «Шицзянь-11», и использовать платформу последних.

Разгонный блок YZ-15

В пуске 9 октября в первый раз использовался разгонный блок «Юаньчжэн-15», предназначенный для доведения полезного груза на низкие околоземные орбиты, в первую очередь солнечно-синхронные, в интересах государственных и коммерческих программ.

Данный РБ входит в семейство «Юаньчжэн» (远征, Yuanzheng), что буквально означает «Дальний поход». Первый в этом семействе блок YZ-1 прошел испытания в 2015 г. и регулярно используется совместно с РН CZ-3В для доведения на высокие круговые орбиты. Блоки YZ-1А и YZ-2 были успешно опробованы в 2016 г. на ракетах нового поколения CZ-7 и CZ-5 соответственно.



▲ Разгонный блок YZ-1

РБ YZ-15 разработан CALT и является упрощенной версией YZ-1, рассчитанной на непродолжительную работу. Вероятно, поэтому он и получил в обозначении дополнительную букву S (short – короткий). Изделие оснащено маршевым ЖРД тягой 6.5 кН с турбонасосной подачей на долгохраняемых компонентах топлива, поступающих из четырех сферических баков (НК № 5, 2015).

Сообщается, что использование YZ-15 увеличивает массу полезного груза, доставляемого CZ-2C на типовую солнечно-синхронную орбиту высотой 700 км, с 1200 кг до более 2000 кг, или почти вдвое.

В китайских сообщениях перечислены четыре основных отличия YZ-15 от прототипа:

- ◆ YZ-15 начинает работать на суборбитальной траектории, в то время как YZ-1 включается на устойчивой орбите;
- ◆ Первое включение YZ-15 вблизи апогея баллистической траектории формирует заданную орбиту КА, а вторым включением РБ сводится с орбиты;
- ◆ Продолжительность работы YZ-15 составляет менее 20 минут вместо 6–7 часов у прототипа;
- ◆ Спутники устанавливаются тандемно через проставку цилиндрической формы, а не рядом, как на YZ-1, с соответствующей процедурой отделения.

Как заявил заместитель главного конструктора носителя CZ-2C/YZ-15 Цуй Чжаоюнь (崔照云), при его создании на базовой ракете CZ-2C был усовершенствован интерфейс с новой верхней ступенью, а на самом РБ, полностью унаследовавшем от прототипа систему электропитания и двигательную установку, упрощена система терморегулирования и снята часть резервирующих блоков, необходимых при длительном полете, что позволило заметно снизить его массу и стоимость. Кроме того, из-за необходимости размещения YZ-15 под обтекателем диаметром 3.35 м укорочены штанги для размещения двигателей ориентации РБ.

Главным конструктором нового РБ является Ян Юн (杨勇). ■

Достраивая «Бэйдоу-3»



Эволюция носителя и разгонного блока

Фрагменты первой ступени ракеты были обнаружены в уезде Дэбао Гуанси-Чжуанского автономного района. Пострадавших при падении не было, но, судя по снимкам, обломки значительных размеров вновь упали вблизи жилья.

Представители Китайской исследовательской академии ракет-носителей CALT сообщили, что с этого полета они начали ставить регистраторы данных и оборудование для слежения за падением ускорителей первой ступени. В 2019 г. планируется начать испытания системы парашютной посадки боковых ракетных блоков, которая позволит доставлять их в заданный пункт и тем самым устранять угрозу людям и собственности в районах падения, площадь которых можно будет сократить в 100 раз.

Разгонный блок «Юаньчжэн-1» («Дальний поход») с двигателем тягой 662 кгс (6.5 кН) работает на топливной паре «четырекокс азота – несимметричный диметилгидразин» и способен выполнить два включения на протяжении 6.5 часов полета. Блок адаптирован для установки на носители CZ-3A/B/C и используется в основном для прямого выведения на средневысотные орбиты (преимущественно для навигационных спутников «Бэйдоу») и на геостационар. Испытаны варианты данного блока для использования с новыми носителями CZ-5 и CZ-7, а также для низкоорбитальных пусков на CZ-2C. Все запуски были успешными (табл. 2).

Табл. 2. Хронология полета разгонных блоков Yuanzheng

Дата (UTC)	Ракета-носитель	Модель блока	Космодром	Миссия
30.03.2015	CZ-3C	YZ-1	Сичан	«Бэйдоу-3» M1-S
25.07.2015	CZ-3B	YZ-1	Сичан	«Бэйдоу-3» M1-S/M2-S
01.02.2016	CZ-3C	YZ-1	Сичан	«Бэйдоу-3» M3-S
25.06.2016	CZ-7	YZ-1A	Ваньчан	Первый пуск нового носителя
03.11.2016	CZ-5	YZ-2	Ваньчан	Первый пуск нового носителя
05.11.2017	CZ-3B	YZ-1	Сичан	«Бэйдоу-3» M1 и M2
01.11.2018	CZ-3B	YZ-1	Сичан	«Бэйдоу-3» M7 и M8
12.02.2018	CZ-3B	YZ-1	Сичан	«Бэйдоу-3» M3 и M4
29.03.2018	CZ-3B	YZ-1	Сичан	«Бэйдоу-3» M9 и M10
29.07.2018	CZ-3B	YZ-1	Сичан	«Бэйдоу-3» M5 и M6
24.08.2018	CZ-3B	YZ-1	Сичан	«Бэйдоу-3» M11 и M12
19.09.2018	CZ-3B	YZ-1	Сичан	«Бэйдоу-3» M13 и M14
09.10.2018	CZ-2C	YZ-1S	Цзюцюань	«Яогань-32, группа 01»
15.10.2018	CZ-3B	YZ-1	Сичан	«Бэйдоу-3» M15 и M16

И. Афанасьев, И. Лисов.
«Новости космонавтики»

15 октября в 12:23:04.381 пекинского времени (04:23:04.381 UTC) со стартового комплекса №3 Центра космических запусков Сичан был осуществлен пуск ракеты-носителя «Чанчжэн-3В» (CZ-3B № Y52) с разгонным блоком «Юаньчжэн-1» (YZ-1 № Y11) и восьмой парой средневысотных спутников китайской навигационной системы «Бэйдоу-3» (MEO15 и MEO16).

Внутреннее обозначение пуска было «операция 07-94». Старт и выведение прошли штатно, и спустя примерно 3.5 часа после старта оба аппарата были успешно доставлены на расчетные орбиты. Номера и международные обозначения, присвоенные спутникам в каталоге Стратегического командования США, а также начальные параметры их орбит приведены в табл. 1.

Табл. 1. Номера и международные обозначения космических аппаратов

Наименование	Номер	Межд. обозн.	Параметры начальной орбиты			
			i	Нр, км	На, км	P, мин
«Бэйдоу-3» MEO15	43647	2018-078A	54.98°	21541	22197	787.4
«Бэйдоу-3» MEO16	43648	2018-078B	54.99°	21537	22196	787.3

За время использования YZ-1 прошел серию усовершенствований, которые включали модернизацию системы электропитания, повышение гибкости использования и упрощение предстартовых операций и их безопасность. Так, работы с РБ на стартовом комплексе теперь завершаются не за 45 минут до старта, а за два часа.

В октябрьском полете РБ YZ-1 был оснащен новым космическим терминалом измерения и управления, поставленным 513-м институтом CAST и обеспечивающим среди прочего автономное определение текущего положения РБ с точностью до одного метра. Ранее для навигационных измерений использовались корабли «Юаньван» командно-измерительного комплекса, работающие по бортовому ответчику.

Состояние системы

Состоявшийся запуск стал восьмым в программе развертывания средневысотных спутников глобальной навигационной системы «Бэйдоу» третьего этапа, которая реализуется с 5 ноября 2017 г., а также 28-й китайской космической миссией 2018 г.

Аппараты MEO15 и MEO16 изготовлены в Инновационной исследовательской академии микроспутников (ИИАМ) Китайской АН, базирующейся в Парке высоких технологий Чжанцзян в Шанхае. В истории молодой фирмы это 40-й и 41-й спутники, в том числе 9-й и 10-й для системы «Бэйдоу». КА имеют стартовую массу около 1000 кг при размерах корпуса 2.25x1.0x1.22 м. Основную полезную нагрузку – фазированную антенную решетку для передачи навигационных сигналов – поставил 29-й институт Китайской корпорации электронной техники. В ее состав также входят лазерный световозвращатель для высокоточного определения расстояния до КА и аппаратура глобального обмена сообщениями. Последняя поставлена Шанхайской компанией космической техники OKW (上海欧科微航天科技有限公司, «Шанхай Оуквэй хантянь кэцзи юань гунсы») и ранее дебютировала на спутниках MEO11 и 12.

Два новых КА входят в среднеорбитальный сегмент третьей фазы системы «Бэйдоу», которая призвана расширить ее до глобального охвата. По проекту этот сегмент включает 24 спутника – по восемь в трех орбитальных плоскостях. Спутники восьмой пары «Бэйдоу-3» были запущены в плоскость А. Уже 9 ноября аппарат с американским каталожным номером 43647 достиг рабочей позиции А-1, а второй спутник 15 ноября прибыл в точку А-7.

По данным Исследовательского центра тестирования и оценки при Китайской канцелярии по спутниковой навигации, спутник MEO15 будет использовать код навигационного сигнала С34, а MEO16 – С35. Пока не известно, правда, который из них является объектом в позиции А-1, а который находится в А-7.

Обе названные позиции уже были заняты ранее запущенными спутниками, которые теперь уведены в промежуточные позиции: экспериментальный спутник M2-S сместился из точки А-1 на половину интервала в сторону А-8, а КА второго поколения «Бэйдоу-2» M3 из точки А-7 сдвинулся на полпозиции в направлении А-6. Тем не менее оба продолжают использоваться в составе системы, в то время как все новые аппараты третьего поколения находятся в стадии испытаний.

Состояние среднеорбитальной группировки системы «Бэйдоу» на 15 ноября 2018 г. представлено в табл. 3.

Спутниковая система «Бэйдоу» разработана, построена и эксплуатируется Китаем для обеспечения потребности национальной безопасности страны, экономического и социального развития. По завершении третьего этапа развертывания система предоставит глобальным пользователям всепогодное круглосуточное высокоточное определение местоположения, навигацию и услуги по

Табл. 3. Состояние среднеорбитальной группировки системы «Бэйдоу»

Дата запуска	КА	Разработчик	Номер	Обозначение	Точка	PRN
15.10.2018	B3-M15?	ИИАМ	43647	2012-078A	A1	C34?
30.03.2018	B3-M9	ИИАМ	43245	2018-029A	A2	C29
30.03.2018	B3-M10	ИИАМ	43246	2018-029B	A3	C30
12.01.2018	B3-M7	ИИАМ	43107	2018-003A	A4	C27
12.01.2018	B3-M8	ИИАМ	43108	2018-003B	A5	C48
25.07.2015	B3-M2S	CAST	40748	2015-037A	A6	C28
15.10.2018	B3-M16?	ИИАМ	43648	2012-078B	A7	C35?
29.04.2012	B2-M4	CAST	38251	2012-018B	A8	C12
25.07.2015	B3-M1S	CAST	40749	2015-037B	A9	C19
29.04.2012	B2-M3	CAST	38250	2012-018A	A10	C11
19.09.2018	B3-M13	CAST	43622	2018-072A	B1	C32
19.09.2018	B3-M14	CAST	43623	2018-072B	B3	C33
18.09.2012	B2-M6	CAST	38775	2012-050B	B4	C14
12.02.2018	B3-M3	CAST	43208	2018-018B	B5	C21
12.02.2018	B3-M4	CAST	43207	2018-018A	B6	C22
05.11.2017	B3-M1	CAST	43001	2017-069A	B7	C47
05.11.2017	B3-M2	CAST	43002	2017-069B	B8	C20
01.02.2016	B3-M3S	ИИАМ	41315	2016-006A
29.07.2018	B3-M6	CAST	43582	2018-062B	C1	C24
25.08.2018	B3-M12	ИИАМ	43602	2018-067A	C2	C26
29.07.2018	B3-M5	CAST	43581	2018-062A	C7	C23
25.08.2018	B3-M11	ИИАМ	43603	2018-067B	C8	C25

выдаче сигналов точного времени. Для гражданских пользователей гарантируется точность позиционирования 10 м, точность определения скорости – 0,2 м/с, определения времени – 50 нс; для военных и авторизованных пользователей эти показатели будут выше. Уже сейчас автономная точность местоопределения «Бэйдоу» в регионе ее доступности лучше 6 м в горизонтальной плоскости (с надежностью 95%) и лучше 10 м по вертикали (95%).

Трехэтапная стратегия развития системы предусматривает:

- ♦ обслуживание пользователей в Китае с помощью навигационно-связной системы первого этапа – реализовано в 2000 г.;

- ♦ обслуживание стран Азиатско-Тихоокеанского региона с помощью космической навигационной системы второго этапа – реализовано в 2012 г.;

- ♦ обслуживание пользователей по всему миру с помощью системы третьего этапа – до конца 2020 г.

В настоящее время ударными темпами развертывается орбитальная группировка третьего этапа. Китай близок к выполнению плана, заявленного на 2017–2018 гг. и включавшего запуск и ввод в строй 18 среднеорбитальных КА «Бэйдоу-3» и одного геостационарного. Действительно, девяную пару спутников – M17 и M18 – планируется запустить в ночь с 18 на 19 ноября 2018 г., а первый геосинхронный навигационный КА третьего поколения стартовал 1 ноября 2018 г. Эта неполная группировка сможет предоставлять услуги странам и регионам вдоль «Шелкового пути», но с ограничениями сможет работать и в глобальном масштабе.

За 2019 и 2020 гг. должны быть выведены на орбиту остальные спутники 3-го этапа – еще шесть среднеорбитальных КА, два геостационарных и три наклонных геосинхронных. Полноценные испытания их на орбите и полное оснащение наземного



▲ Транспортировка головного блока на стартовый комплекс

комплекса позволит к концу 2020 г. ввести в строй глобальную навигационную систему, функционально аналогичную GPS, ГЛОНАСС и Galileo. На следующие годы намечено ее совершенствование, что позволит примерно к 2035 г. создать комплексную систему местоопределения и навигации с ключевой ролью «Бэйдоу».

Принципы, заложенные в разработку, гласят: система «Бэйдоу» разрабатывается Китаем для всего мира, обслуживая развитие экономического пояса Шелкового пути и активно продвигая международное сотрудничество. По мере того как она присоединится к другим навигационным спутниковым системам, Китай будет работать с другими странами, регионами и международными организациями для содействия развитию глобальной спутниковой навигации.

В системе соблюдаются принципы «независимости, открытости, совместимости и постепенности».

Независимость подразумевает как самостоятельную эксплуатацию, так и возможность со своей стороны предоставлять услуги спутниковой навигации глобальным пользователям.

Открытость означает бесплатное предоставление навигационных услуг и поощрение международного сотрудничества.

Совместимость подразумевает повышение сочетаемости «Бэйдоу» с другими навигационными спутниковыми системами, чтобы предоставлять пользователям более качественные услуги.

Постепенность предусматривает этапность разработки системы для повышения эффективности служб «Бэйдоу», а также для развития индустрии спутниковой навигации на комплексной, скоординированной и устойчивой основе.

Услуги «Бэйдоу» широко применяются в области связи, морского рыболовства, гидрологического мониторинга, прогнозирования погоды, геодезии, картографии и получения географической информации, в целях предотвращения лесных пожаров, синхронизации времени для систем связи, диспетчеризации электроэнергии, смягчения последствий стихийных бедствий, поиска и спасения пострадавших при техногенных авариях и катастрофах. ■





ЗАПУСК КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Военный связной АЕФН-4

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»

теля вырос в пять раз, что позволяет передавать информацию военным на поле боя, включая видео в реальном времени, карты полетов и данные о точном местоположении целей. Передача данных обеспечивается со скоростью от 75 бит/с до 8.191 Мбит/с.

Система АЕФН, состоящая из трех сегментов – космического, наземного и пользовательского, – позволит Совету национальной безопасности США и командующим Объединенными командованиями контролировать тактические и стратегические силы на всех уровнях конфликта, вплоть до ядерной войны. Она также обеспечивает критически важные коммуникации для руководства страны (уровня президента и Объединенного комитета начальников штабов) во время конфликтов на всех уровнях.

Космический сегмент включает теперь четыре спутника. Сегмент управления полетами контролирует состояние КА и обеспечивает мониторинг и планирование работы системы связи. Этот сегмент, имеющий мобильные и фиксированные станции управления, чрезвычайно устойчив. Пользовательский сегмент включает в себя стационарные и мобильные терминалы (в том числе для воздушных и морских судов и подводных лодок), используемые всеми видами Вооруженных сил США и союзников. Программа АЕФН частично финансируется, а ее возможности используются Канадой, Нидерландами и Великобританией. Переговоры о присоединении к этой программе ведут Австралия, Япония и НАТО.

Спутник АЕФН массой порядка 6200 кг построен компанией Lockheed Martin на коммерческой платформе A2100M. Основу системы электропитания составляют две панели солнечных батарей размахом 27,2 м.

Главная двигательная установка включает двухкомпонентный жидкостный двигатель тягой 450 Н, служащий для маневров с большой энергетикой, в том числе для довыведения с геопереходной орбиты. Двигатель, поставляемый японской фирмой IHI и имеющий сухую массу 4 кг и длину 0,65 м, работает на четырехокиси азота и гидразине. Топливо хранится в сферических баках, наддуваемых гелием.

Кроме того, АЕФН оборудован двенадцатью однокомпонентными двигателями коррекции тягой по 22 Н, а также холловской электроракетной двигательной установкой HTPS (Hall Thruster Propulsion System), имеющей в своем составе четыре двигателя XR-5 потребляемой мощностью 4,5 кВт и тягой 0,28 Н, которая обеспечивает удержание спутника в точке стояния.

Полезная нагрузка с бортовой системой обработки сигналов включает:

- ◆ две фазированные антенные решетки для нисходящего канала SHF-диапазона;
- ◆ две приемопередающие антенны линии, устойчивой к помехам;
- ◆ одну фазированную антенную решетку для восходящего канала EHF-диапазона;

- ◆ шесть ориентируемых тарельчатых приемопередающих антенн;

- ◆ две рупорные антенны с покрытием всего диска Земли;

- ◆ две антенны межспутниковых линий связи.

Срок активного существования спутника – 14 лет.

«Выведение этого четвертого КА будет иметь решающее значение для ВВС, поскольку он соединит все четыре спутника на орбите, образуя геостационарное кольцо для обеспечения бесперебойной глобальной связи, – говорит Майкл Качейро (Michael Cacheiro), вице-президент Lockheed Martin по защищенным коммуникациям. – Мы предлагаем мощные сквозные системы, чтобы больше оперативных пользователей могло иметь гарантированную связь в сложной обстановке».

Заказчиком КА является Центр космических и ракетных систем ВВС на авиабазе Лос-Анжелес. Генеральным подрядчиком системы АЕФН, провайдером космического и наземного сегмента, а также системным интегратором является компания Lockheed Martin Space Systems (Саннивейл, Калифорния). В настоящее время компания изготавливает пятый и шестой аппараты. Полезную нагрузку для спутников поставляет Northrop Grumman Aerospace Systems (Редондо-Бич, Калифорния).

Три первых КА были запущены ракетами Atlas V в варианте 531, но для четвертого был использован более мощный вариант 551 с пятью стартовыми твердотопливными ускорителями. Официально это объяснили выбором оптимизированной орбиты выведения, что позволит КА сэкономить бортовое топливо при переводе на геостационар.

27 июля компания Lockheed Martin отправила АЕФН-4 на мыс Канаверал, а после его прибытия сообщила, что старт назначен на октябрь. Этот срок удалось выдержать. «Это был очень чистый запуск», – заметил вскоре после старта бригадный генерал Дуглас Шисс (Douglas Schiess), командир 45-го космического крыла и руководитель Восточного испытательного полигона.

Состоявшаяся миссия – восьмая для ULA в этом году, 131-я после формирования «Альянса» в 2006 г. и 50-я в интересах ВВС США. Кроме того, это был 79-й полет Atlas V и 9-й – в конфигурации 551. ■

17 октября в 00:15:00.2 EDT (04:15:00.2 UTC) со стартового комплекса SLC-41 станции ВВС «Мыс Канаверал» специалисты Объединенного пускового альянса ULA (United Launch Alliance) при поддержке 45-го космического крыла ВВС США осуществили пуск ракеты-носителя Atlas V (вариант 551, бортовой номер AV-073) со спутником защищенной военной связи АЕФН-4 (Advanced Extremely High Frequency).

Целевую орбиту сформировали тремя включениями двигателя верхней ступени Centaur. Спустя 3 час 33 мин после старта спутник был отделен на оптимизированной геопереходной орбите с параметрами, близкими к следующим расчетным:

- наклонение – 12,8°;
- высота в перигее – 8914 км;
- высота в апогее – 35299 км;
- период обращения – 797 мин.

После выхода на орбиту управление полетом перешло к 50-му космическому крылу на авиабазе Шривер в штате Колорадо. Аппарату АЕФН-4 присвоили условное наименование USA-288, а в каталоге Стратегического командования США ему дали номер 43651 и международное обозначение 2018-079A.

Независимые наблюдатели нашли КА 27 октября уже на орбите высотой 21 852×35 332 км. К 26 ноября он успел подняться до 24 775×36 068 км.

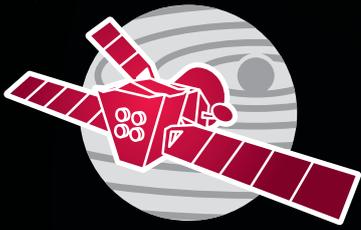
АЕФН-4 – четвертый КА в американской системе военной защищенной связи в диапазоне крайне высоких частот (EHF) и сверхвысоких частот (SHF). Данные о ранее запущенных КА приведены в таблице. В полностью развернутой группировке будет шесть КА.

Спутники системы АЕФН			
КА	Дата запуска	Носитель	Точка стояния
АЕФН-1	14.08.2010	Atlas V (531)	4,0° в. д.
АЕФН-2	04.05.2012	Atlas V (531)	67,5° з. д.
АЕФН-3	18.09.2013	Atlas V (531)	152,2° в. д.
АЕФН-4	17.10.2017	Atlas V (551)	...

Система АЕФН достигла уровня начальной оперативной готовности 28 июля 2015 г. Шесть спутников АЕФН обеспечат в десять раз большую пропускную способность, чем пять ранее запущенных КА Milstar. Максимальный трафик для отдельного пользова-



НОВОСТИ КОСМОНАВТИКИ • ПОСЛЕДНИЙ



Экспедиция к Меркурию имени Джузеппе Колумбо

19 октября в 22:45:35.3 местного времени (20 октября в 01:45:35 UTC) со стартового комплекса ELA3 Гвианского космического центра в Куру был произведен пуск европейского тяжелого носителя Ariane 5 ESA (полетное задание VA245) с комплексом BepiColombo для детального изучения Меркурия. Двум орбитальным аппаратам, европейскому MPO и японскому MMO, предстоит работать по самостоятельным, но согласованным программам на разных орбитах вокруг планеты.

Компоненты BepiColombo были доставлены в Куру четырьмя рейсами An-124 в период с 24 апреля по 9 мая 2018 г. После тщательных испытаний 20–21 августа были состыкованы между собой два орбитальных аппарата, а 5–12 сентября прошла их заправка. После этого, 19–20 сентября, аппараты установили на перелетный модуль.

Сборка носителя была проведена 6–14 сентября. Ракета поступила в Здание окончательной сборки BAF 3 октября, а космический комплекс – 8 октября. На следующий день он был установлен на ракете и 11 октября укрыт обтекателем.

18 октября носитель вывезли на ELA3. Предстартовый отсчет прошел без замечаний, и в расчетное время, в 22:45:28, была дана команда на запуск двигателя Vulcain 2 центрального блока EPS. Спустя 7.05 сек прошло зажигание в двух стартовых ускорителях EAP, и еще через четверть секунды ракета начала полет. Выведение на отлетную траекторию проходило в соответствии с циклограммой (табл. 1).

Первые сигналы с борта были получены центром управления в Дармштадте через станцию Нью-Норсия в Австралии в 02:21 UTC, через 36 минут после старта. На 74-й минуте полета развернулись два крыла солнечных батарей перелетного модуля MTM и единственная батарея на MPO. Две антенны европейского аппарата были вы-



ведены в штатное положение через 18 час и 29.5 час после старта.

На момент отделения комплекс BepiColombo находился на высоте 1452 км и имел скорость 10 155 м/с. Это обеспечило выход на отлетную по отношению к Земле траекторию с избытком гиперболической скорости 3472 м/с, на 3 м/с ниже расчетной.

Параметры гелиоцентрической орбиты BepiColombo, по состоянию на 1 ноября, составили:

- наклонение – 0.712°;
- минимальное расстояние от Солнца – 0.888 а.е. (132.8 млн км);
- максимальное расстояние от Солнца – 1.162 а.е. (173.9 млн км);
- период обращения – 379.0 суток.

Баллистическая схема экспедиции весьма сложна и включает возвращение к Земле с гравитационным маневром 10 апреля 2020 г., два последовательных гравитационных маневра у Венеры 16 октября 2020 г. и 11 августа 2021 г. и шесть встреч с Меркурием – 2 октября 2021 г., 23 июня 2022 г., 20 июня 2023 г., 5 сентября и 2 декабря 2024 г. и 9 января 2025 г. В промежутках между гравитационными маневрами перелетный модуль MTM будет корректировать орбиту с помощью высокоэффективных электроракетных двигателей. Их первое

Табл. 1. Расчетная циклограмма запуска

Время от нуля, сек	Событие
0.0	Условная нулевая отметка
1.0	Включение ЖРД Vulcain 2 центрального блока
7.05	Включение твердотопливных ускорителей EAP
7.3	Подъем
12.3	Начало разворота по тангажу
17.1	Начало разворота по крену
32.1	Конец разворота по крену
141	Отделение ускорителей
189	Сброс обтекателя
517	Выключение ЖРД Vulcain 2
523	Отделение ступени EPS
527	Включение ЖРД HM-7B второй ступени ESC-A
1478	Выключение ЖРД HM-7B
1607	Отделение КА



пробное включение намечено через два месяца после старта.

Шесть пролетов Меркурия позволят снизить относительную скорость аппарата до 1.84 км/с и сделают возможным выход на орбиту вокруг планеты. За несколько месяцев до седьмого сближения с Меркурием перелетный модуль будет отделен, и 5 декабря 2025 г. двигательная установка европейского аппарата МРО будет использована для выдачи тормозного импульса и выхода на начальную полярную эллиптическую орбиту высотой 674х178 000 км с дальнейшим снижением. Оставив японский магнитосферный зонд ММО на промежуточной орбите высотой 590х11 640 км с периодом обращения 9.3 часа, европейский аппарат перейдет на свою рабочую орбиту 480х1500 км с периодом 2.3 часа. Два зонда будут работать в одной орбитальной плоскости.

Таким образом, полет к Меркурию рассчитан на 7.5 лет, работа на орбите – один год (с мая 2026 г. по апрель 2027 г.) с возможностью продления на второй год. Можно констатировать, что значимое отличие проекта BepiColombo от прекратившего в 2015 г. наблюдения Меркурия американского КА Messenger – в наличии двух зондов, проводящих *одновременные* наблюдения на разных высотах в одной плоскости.

▼ Космический комплекс в сборе



Загадки бога в крылатых сандалиях

И. Афанасьев

19 октября, накануне старта совместной миссии Европейского космического агентства и Японского агентства аэрокосмических исследований JAXA по исследованию Меркурия, в московском представительстве ЕКА состоялась пресс-конференция по проекту BepiColombo. В ней участвовали ученые, журналисты и представители космических агентств Европы, России, США и Японии.

Научный специалист программы Mars Express (ЕКА) Дмитрий Титов, отметив, что еще до старта проект BepiColombo уже преодолел множество препятствий, рассказал о загадках самой малой планеты земной группы и о научной программе зонда.

Меркурий – первая планета Солнечной системы, находящаяся втрое ближе к нашему дневному светилу, чем Земля. Небесное тело обращается по очень вытянутой орбите: ее удаление от центральной звезды меняется от 0.39 а.е. до 0.47 а.е., замыкая эллипс приблизительно за три месяца (за 88 земных суток).

Он является одной из пяти планет, которые можно увидеть в ночном небе невооруженным взглядом, но, с точки зрения наблюдателя, пояснил докладчик, это быстро летящая светящаяся точка*. «Благодаря этой скорости Меркурий и получил свое название: в древнеримской мифологии это вестник богов** (а также покровитель путников и торговцев), который очень быстро приносит важные сообщения, – отметил Д. В. Титов. – Обращение вокруг Солнца имеет очень интересные свойства: за два оборота по орбите планета совершает ровно три оборота вокруг своей оси. Это так называемые «резонансы», которые в Солнечной системе присутствуют: планета находится в резонансе 3:2 (три осевых вращения приходится на два орбитальных)».

Имея радиус около 2440 км, Меркурий несколько больше Луны (1737 км), но меньше спутника Юпитера Ганимеда (2634 км). Что очень важно – его плотность (порядка 5.43 г/см³) лишь незначительно меньше плотности Земли (5.51 г/см³). Учитывая, что наша планета намного больше по размерам, столь высокие показатели говорят о том, что вестник богов не может состоять из силикатных пород и в его недрах повышенное содержание металлов, в основном железа, плотность которого 7.85 г/см³.

Меркурий – одна из немногих планет нашей системы, обладающих собственным

магнитным полем, хотя и очень слабым: его напряженность составляет около 1% от земного. Его не ожидали обнаружить, потому что казалось невероятным, что внутри столь малого небесного тела может быть жидкое металлическое ядро. Тем не менее магнитное поле Меркурия существует, и сейчас ученые думают, как оно возникло.

Атмосфера планеты в триллионы раз менее плотная, чем на Земле, – это практически вакуум, – и температуры на поверхности имеют совершенно фантастический разбег: от -170°C на темной стороне, где тепло сбрасывается излучением в космос, до +430°C на солнечной стороне.

В этой очень «жидкой» атмосфере происходят удивительные процессы: ее плотность такова, что, если толкнуть молекулу газа, последняя, не наткая на соседей, улетит в космос по баллистической траектории. В состав газовой оболочки входят кислород, натрий, водород, гелий, кальций и некоторые другие элементы. «Какие-то атомы приходят от Солнца и задерживаются у поверхности, другие, такие как гелий, вырабатываются радиоактивным распадом внутри планеты. В общем очень интересная и очень динамичная атмосфера, которая очень быстро реагирует на солнечное излучение и всякие происходящие на Солнце процессы», – сообщил докладчик.

Таким образом, выбор Меркурия в качестве цели такой важной для Европы миссии, как BepiColombo, неслучаен. Ученых издавна привлекали тайны или загадки этой планеты.

Первая – внутреннее магнитное поле, открытое американской межпланетной станцией Mariner 10, которая была запущена 3 ноября 1973 г. и трижды пролетела вблизи первой планеты Солнечной системы – 29 марта и 21 сентября 1974 г. и 16 марта 1975 г.

Американская станция Messenger, запущенная 3 августа 2004 г., 14 января и 6 октября 2008 г. и 30 сентября 2009 г. осуществила пролеты вблизи Меркурия, а 18 марта 2011 г. вышла на высокоэллиптическую орбиту вокруг самой близкой к Солнцу планеты. Зонд не только подтвердил наличие магнитного поля, но и показал удивительную вещь: магнитный диполь смещен по отношению к центру планеты. «Все должно быть симметрично... В этом отношении мы не понимаем очень многого. Это большая тайна», – подчеркнул Д. В. Титов.

Вторая тайна – высокая концентрация железа. «Если из него сделано внутреннее ядро, то непонятно: откуда оно взялось?»

* Видимая звездная величина Меркурия колеблется от -1.9^m до +5.5^m, но его нелегко заметить из-за близости к Солнцу.

** Первое определение больше подходит к древнегреческому богу Гермесу.

Потому что по всем моделям образования внутренних планет количество железа должно быть несравнимо меньше, чем у Земли. Наше ядро имеет диаметр вдвое меньше диаметра планеты*, тогда как у Меркурия оно занимает 75% поперечника. Некоторые гипотезы предполагают, что эта планета изначально была больше и какой-то очень мощный удар сбил с нее силикатную мантию – и тяжелое (обогащенное) ядро осталось именно после этого удара. Но это пока гипотезы», – предупредил ученый.

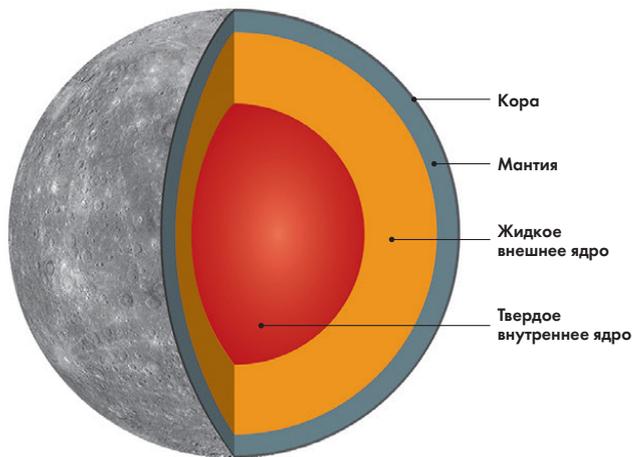
Еще одна тайна – образование Меркурия. Соотношение калия и тория в спектре веществ, из которых состоит планета, – показатель того, в каких условиях формировалось данное тело. Такая связь объясняется тем, что эти два вещества имеют очень разную температуру перехода в твердое состояние и будут по-разному выпадать в осадок в зависимости от условий остывания протопланетного тела. У Меркурия это отношение оказалось неожиданно высоким, что необходимо еще раз проверить.

Далее. Ось вращения планеты практически перпендикулярна плоскости орбиты: здесь нет «зимы» и «лета» в привычном для нас понимании. Солнце никогда не заглядывает в глубокие кратеры возле полюсов – и температура в них ниже -200°C. Это означает, что если имеется приход воды (например, от падающих на поверхность ледяных комет), то водяной пар может попадать в эти кратеры и там оседать в «холодных ловушках». «Интересно, что скопление летучих компонентов (водяного пара) внутри этих кратеров наблюдалось. Ученые мечтают полететь туда, с хорошей аппаратурой и хорошей орбитой, и реально посмотреть полярные области», – сказал Денис Титов.

Наконец, «жидкая» атмосфера испытывает очень мощный напор солнечного ветра, который может достигать поверхности планеты. В сочетании с внутренним магнитным полем это создает уникальные условия для изучения данного взаимодействия.

Из попыток найти ответы на эти загадки вытекают научные задачи BepiColombo: он будет исследовать внутреннее строение планеты, чтобы понять строение и функции ядра, магнитное поле и его поведение, а также структуру магнитосферы, изучать процессы на поверхности, кратеры и тектонические образования.

Исходя из этого полезные нагрузки распределены между магнитосферным орбитальным аппаратом (разработка JAXA) и планетарным орбитальным аппаратом (разработка ЕКА). Как следует из названия, первый будет изучать магнитосферную плазму, второй – проводить стандартное геофизическое зондирование, съемку поверхности и исследования атмосферы. Магнитосферный аппарат, обращающийся по более вытянутой орбите, станет пересекать все зоны – от



▲ Внутреннее строение Меркурия

открытого солнечного ветра до «внутренностей» магнитосферы, планетарный будет летать по сравнительно низкой орбите для картирования планеты с высоким разрешением.

По словам докладчика, в проект заложено много специфических технологий, созданных специально для него. «Все эти вызовы делают миссию долгой и дорогой. Но что делать? Мы хотим попасть в такое место, куда раньше летало только очень ограниченное число стран», – заметил Д. В. Титов.

Руководитель московского офиса JAXA Кэйджи Мураками Китамура рассказал о подборе имени японского магнитосферного зонда: «Мию» (MIO) по-японски значит волны, расходящиеся за кораблем**. Название аппарата выбрано в результате конкурса с участием общественности. Данный факт подчеркивает, как далеко продвинулась миссия, и символизирует новый этап истории космических исследований.

«Я слышал, что исследования этой планеты в JAXA начались еще 21 год назад. В агентстве большое значение придается международному сотрудничеству. Поэтому название тоже олицетворяет развитие сотрудничества с ЕКА и будущий этап исследований. В японском языке есть иероглиф, означающий воду. Нет никакой информации, что Меркурий как-то связан с водой, однако в Японии принято каждую планету связывать с каким-то знаком. И Меркурий принято связывать с водой», – рассказал господин Китамура.

Руководитель отдела ядерной планетологии Института космических исследований (ИКИ) Российской академии наук

Игорь Митрофанов представил меркурианский гамма- и нейтронный спектрометр МГНС – один из трех отечественных научных приборов, находящихся на борту BepiColombo. Он относится к категории Contributed Instrument, разработан в отделе ядерной планетологии ИКИ РАН по поручению Госкорпорации «Роскосмос» на основе межправительственного соглашения с ЕКА.

«Поскольку у Меркурия практически нет атмосферы, поток галактических космических лучей, заполняющий все космическое пространство – даже так близко к Солнцу, – сталкивается с поверхностью Меркурия. Происходит их

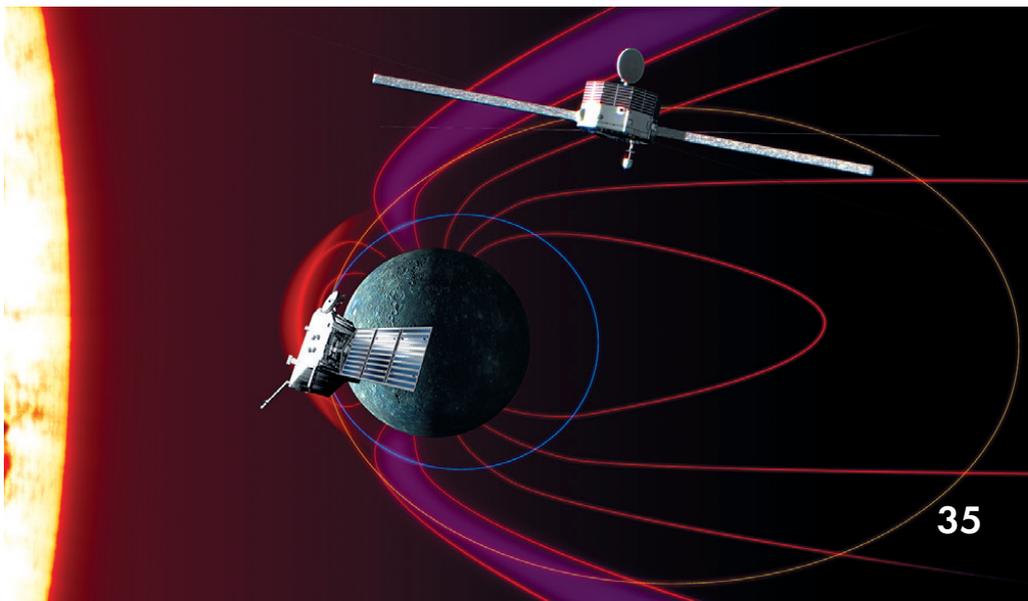
взаимодействие с ядрами вещества поверхности. В результате этого возникают возбужденные ядра, которые становятся активными «колокольчиками». И каждое ядро, переходя в спокойное состояние, излучает гамма-лучи, фактически показывая нам свое присутствие набором ядерных линий в спектре. Если на борту космической станции имеется гамма-спектрометр, регистрирующий это излучение, то по распределению ядерных линий в спектре можно судить о том, из какого вещества состоит верхний слой планеты. Глубина нашего исследования – примерно 2 м», – изложил докладчик физические основы российского прибора.

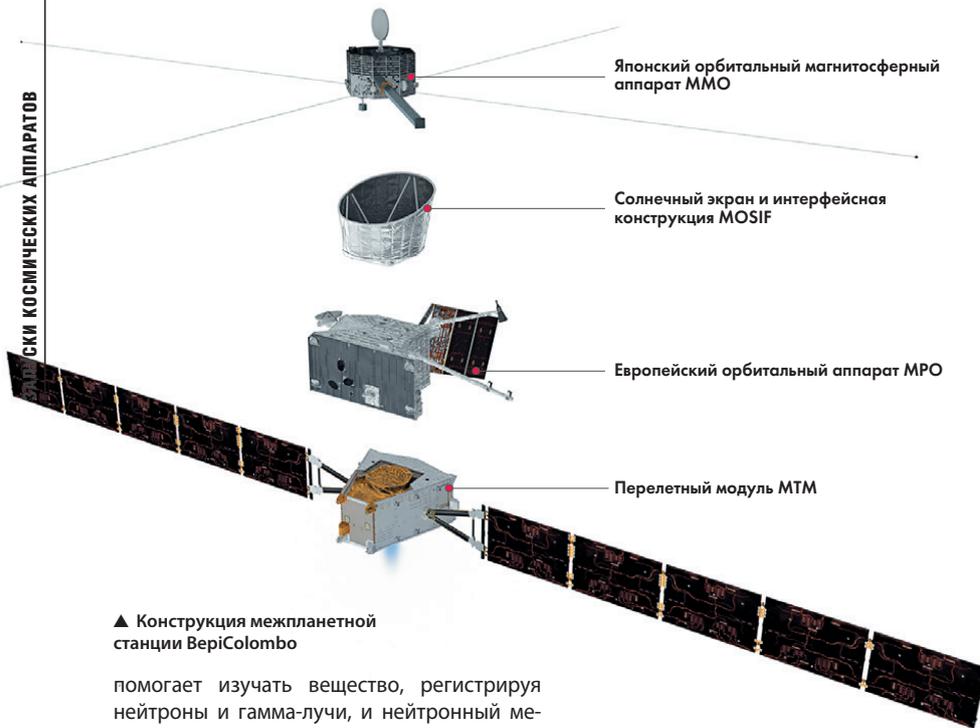
Некоторые ядра возбуждаются настолько, что рассыпаются, образуя вторичные частицы. Наиболее интересны нейтроны. Некоторые из них уходят на глубину и там распадаются, но многие покидают поверхность в медленном диффузионном процессе и улетают в космос. Если на станции находится детектор, то, изучая поток нейтронов и измеряя их спектры, мы можем судить о том, в каком веществе они «блуждали», прежде чем покинули поверхность.

«Очень важным ядерно-физическим обстоятельством является присутствие в веществе ядер водорода, – заметил И. Г. Митрофанов. – Дело в том, что нейтрон и ядро водорода имеют одинаковую массу, и если происходит столкновение нейтрона с протоном, то нейтрон быстро теряет свою энергию. Присутствие водорода в веществе проявляется в том, что мы регистрируем меньше нейтронов с высокими энергиями и больше нейтронов с низкими энергиями. Это второй ядерно-физический процесс, который нам

* И составляет всего 17% от ее объема.

** По другой трактовке – «водный путь», или фарватер.





▲ Конструкция межпланетной станции BepiColombo

помогает изучать вещество, регистрируя нейтроны и гамма-лучи, и нейтронный метод на самом деле очень эффективный».

На этом методе построен прибор МГНС для изучения воды на Меркурии. «Китамура-сан сказал нам, что иероглифом этой планеты является водяной знак, – так мы действительно будем изучать воду на Меркурии, следуя японской традиции», – подтвердил Игорь Георгиевич.

По пикам на спектре гамма-излучений можно определить, какие элементы присутствуют в коре и чего там больше. «Дмитрий [Титов] уже отмечал, что железа на поверхности Меркурия практически нет (Messenger его не нашел). Это одна из тайн, которые нам предстоит выяснить», – обнадежил исследователь.

По словам Игоря Митрофанова, в настоящее время ученые из разных стран предложили девять моделей распределения элементов на Меркурии, которые практически совпадают в части оценки распределения породообразующих элементов (таких как кремний и кислород), но сильно отличаются по другим элементам. «Поэтому, измеряя спектры гамма-излучения, мы должны понять соотношение ядерного излучения различных породообразующих элементов и, исходя из этого, определить, какая же из этих девяти моделей наиболее согласуется с измерениями», – пояснил ученый.

Вторая задача заключалась в исследовании полюсов, где наблюдаются криогенно низкие температуры, и выяснить, что там могло накопиться в «холодных ловушках» за время существования Меркурия в такой ориентации. «Любые достаточно глубокие кратеры в окрестностях полюсов никогда не видят Солнца, они свободно излучают тепловое излучение в открытый космос и охлаждаются до криогенных температур, – заметил Игорь Георгиевич. – При таких температурах вода превращается в лед, который тверже гранита. Изучение полюсов Меркурия началось с Земли радиотелескопами в Голдстоуне и Аресибо, которые провели радиолокацию поверхности планеты и первыми «почувствовали» присутствие водяного льда».

С помощью лазерного альтиметра зонда Messenger были обнаружены места аномальных отражений в районе затемненных приполярных кратеров. Еще один прибор американской станции – нейтронный спектрометр – обнаружил, что именно в этих местах наблюдается упомянутый выше эффект нейтронов. Однако из-за сильно вытянутой орбиты американский аппарат смог обследовать только северный полюс, в то время как радиоастрономы видят признаки водяного льда на юге. Эти результаты планируется подтвердить в миссии BepiColombo: планетарный аппарат сможет исследовать и северный, и южный полюсы практически в одинаковых условиях, и ученые смогут подтвердить свои гипотезы и проверить данные зонда Messenger с точки зрения нейтронного излучения, в том числе определить зависимость между признаками водяного льда в окрестностях полюсов по радиоастрономии, рельефу поверхности и эффекту ослабления нейтронного излучения за счет воды.

Наконец, активно обсуждалась задача исследования солнечных вспышек и протонных событий. Гамма- и нейтронный спектрометр могут дать весьма интересные факты о приходящем от Солнца излучении. «В ответ на эти задачи у нас были сформулированы научные цели, и первая из них – изучение элементного состава поверхности. Она была сформулирована как задача определения относительной концентрации основных породообразующих элементов. Как минимум, мы должны сделать глобальную оценку: если усреднить по всей поверхности, то определить, сколько и каких элементов увидим, и – в идеале – провести картографирование. Это означает, что будут собираться сигналы не со всей поверхности, а с отдельных районов (мы их называем «пикселями»), и изменение яркости разных линий в разных районах даст нам представление о том, как меняется состав поверхности у Меркурия», – прокомментировал И.Г. Митрофанов.

Интерес представляет и наблюдение радиоактивных изотопов калия, тория и урана.

Они присутствуют везде, особенно в границах. Как говорит Дмитрий Титов, из-за разной термостойкости (или летучести) соотношение калия и тория показывает, в каких условиях затвердело вещество, в которое они входят. У Земли и Луны отношения калия к торию существенно отличаются, что показывает разную историю затвердевания этих небесных тел. А вот Венера образовывалась примерно, как и Земля, и в смысле состава вещества эти планеты – близкие сестры.

По оценкам предыдущих миссий, неожиданно оказалось: по условиям формирования Меркурий сильно отличается от Венеры и Земли, очень сильно – от Луны и... похож на Марс!

Исходя из всего вышеописанного, ЕКА и объявило конкурс на создание для миссии BepiColombo прибора гамма- и нейтронной спектроскопии, который должен определять элементный состав районов на поверхности Меркурия, а в идеале строить глобальную карту распространенности основных элементов планеты.

Конкурс на создание прибора ИКИ выиграл еще в 2004 г., предложив устройство, во многом аналогичное российским приборам LEND (Lunar Exploration Neutron Detector) и HEND (High Energy Neutron Detector), которые плодотворно работают в составе американских аппаратов LRO и Mars Odyssey, исследуя Луну и Марс с орбиты искусственных спутников.

В частности, LEND промерил распределение замерзшей воды в окрестностях южного полюса Луны. «Оказалось, что там нет такого четкого соответствия, как на Меркурии, между кратерами... Два похожих небесных тела – Луна и Меркурий – очень по-разному проявляют себя в смысле накопления летучих соединений и водяного льда в холодных полярных областях. Возможная причина заключается в том, что наше ночное светило не обладает магнитным полем и солнечный ветер в районе полюсов распространяется практически по касательной к поверхности, – разъяснил ученый. – На Меркурии магнитное поле есть; оно хотя и смещенное, но «чувствует» север и юг (есть северный и южный полюс магнитного диполя), и солнечный ветер распространяется перпендикулярно поверхности диполя к полюсам. Эта та проблема, которую нам предстоит изучить на BepiColombo».

«Мы соревновались с проектом гамма-спектрометра и нейтронного спектрометра наших партнеров из Европы и высоко оценили объективность ЕКА, которое отдало предпочтение нам. Мы очень благодарны и старались не подвести тех людей, которые в свое время приняли решение, что при-

i «При создании приборов LEND и HEND, которые открыли воду на Луне, уточнили ее объемы на Марсе и фактически стали прототипами МГНС, мы сплотили научный и конструкторский коллектив, получили опыт и репутацию, – отметил Игорь Митрофанов. – Если HEND работает с 2002 г., то никакой американец мне не скажет, что мы не умеем делать приборы (особенно, если учесть, что на Mars Odyssey отказали многие другие инструменты, которые полетели вместе с нами). Поэтому для всяких конкурсов репутация – очень важная вещь».

бор МГНС полетит на борту VeriColombo, – признал Игорь Митрофанов, дополнив свой рассказ интересными подробностями разработки. – В 2004 г., во время победы в конкурсе, самым хорошим детектором гамма-излучения, не требующим охлаждения, был кристалл трибромиды лантана LaBr_3 – именно он был прописан в нашем техническом предложении. Беда в том, что внутренний «шум» у детектора на этом материале прямо попадает на замечательную линию калия... Однако технология развивалась, и наши коллеги в Голландии за это время сделали гораздо лучший сцинтиллятор на трибромиде церия CeBr_3 , у которого отношение «сигнал – шум» гораздо лучше. Получалось, что чувствительность нашего прибора будет хуже, если он полетит с детектором LaBr_3 , и, благодаря очень четкому взаимодействию с европейцами и хорошо понимаю со стороны Роскосмоса, нам разрешили сделать запасной прибор, уже с новым кристаллом. Я думаю, что фактически это первый детектор на CeBr_3 , который полетит в космос.

Прибор, имеющий относительно небольшие размеры (примерно 30x30 см) и массу (5,5 кг), сделан полностью за российские деньги. В настройке МГНС участвовала Чешская Республика. «Благодаря специальному проекту, в Праге была сделана установка, которая позволила нам откалибровать нашу энергетическую шкалу. Мы создавали специальный источник гамма-излучения, искусственно воспроизводили разные гамма-линии и параллельно с нашим прибором измеряли эти же спектры откалиброванным спектрометром на основе особо чистого германия. Калибровка прошла без каких-либо затрат со стороны России», – отметил докладчик.

Создатели МГНС столкнулись со многими трудностями из-за близости VeriColombo к Солнцу. «Это отразилось в том числе и на получении измерений и передаче данных. В случае солнечной вспышки мы хотим фиксировать «картинку» с очень большим разрешением и выдавать много информации, но если будем сбрасывать данные с таким темпом, то передатчик перегреется. Так что (это было важно) мы пишем данные с высоким разрешением постоянно, но не передаем их, а складываем в бортовую память. В случае если научная общественность нам сообщает, что на Солнце произошло мощное событие, мы будем обращаться к проекту и передавать данные о конкретных моментах времени. Обработав их, мы сможем сказать, что происходило на звезде, когда мы ее наблюдали из этого конкретного направления», – пояснил Игорь Георгиевич.

Краткая история и структура проекта

И. Лисов

Проект VeriColombo получил свое имя в честь одного из пионеров европейской космической науки, выдающегося специалиста в области математики и небесной механики Джузеппе Коломбо (Giuseppe Colombo, 1920–1984). Именно он показал, что вращение Меркурия вокруг оси находится в резонансе с периодом обращения планеты вокруг Солнца в соотношении 2:3 и предложил



▲ Вверху и справа – перелетный модуль

траекторию полета к Меркурию через Венеру, реализованную в американском проекте Mariner 10.

Экспедиция ЕКА к Меркурию была впервые предложена в мае 1993 г. В октябре 2000 г. агентство утвердило список больших научных проектов на период 2008–2013 гг., и VeriColombo был включен в него вместе с конкурирующей астрометрической миссией Gaia. В феврале 2007 г. проект был утвержден к реализации в рамках программы Cosmic Vision. Первоначально он планировался в расчете на запуск носителем «Союз-СТ» с РБ «Фрегат», но в результате роста массы КА пришлось перейти на Ariane 5. Окончательное одобрение пересмотренного проекта состоялось в ноябре 2009 г.

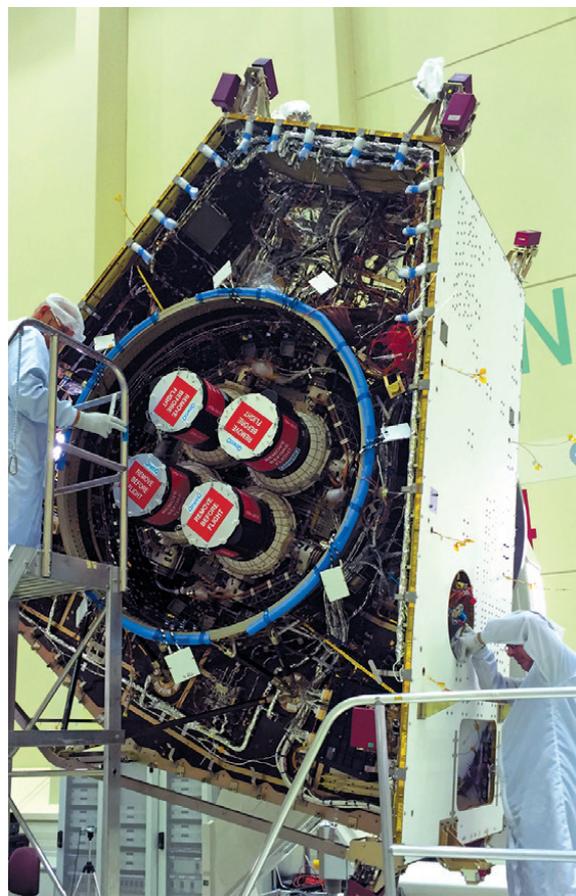
Научным руководителем проекта от ЕКА является Йоханнес Бенкхофф (Johannes Benkhoff).

Главным промышленным подрядчиком была выбрана компания Airbus Defence and Space. В создании комплекса участвовали 83 предприятия из 16 стран.

Комплекс стартовой массой 4049 кг и габаритами 3,9x3,6x6,3 м имеет общее название MCS (Mercury Composite Spacecraft) и состоит из четырех компонентов:

- ◆ Перелетный модуль MTM (Mercury Transfer Module, около 1840 кг в заправленном состоянии);

▼ Монтаж электроракетных двигателей



Параметр	МРО	ММО
Орбита	480×1500 км, 2,3 час	590×11640 км, 9,3 час
Ориентация	Трехосная, в надир	Вращением, 15 об/мин
Форма	Неправильная призма	Восьмиугольная призма
Масса стартовая, кг	1810	255
Масса на орбите вокруг Меркурия, кг	1230	255
Масса полезной нагрузки, кг	85	45
Мощность системы электропитания, Вт	1000	350
Энергопотребление полезной нагрузки, Вт	100–180	90
Объем данных, Гбит/год	1550	160
Средняя скорость передачи, кбит/с	50	16
Основная антенна	1,0 м, X/Ка-диапазон	0,8 м, X-диапазон

◆ Европейский орбитальный аппарат МРО (Mercury Planetary Orbiter, собственное имя Бепи, 1810 кг);

◆ Японский орбитальный магнитосферный аппарат ММО (Mercury Magnetospheric Orbiter, имя Мио, 255 кг);

◆ Солнечный экран и интерфейсная конструкция MOSIF (ММО Sunshield and Interface Structure, 145 кг вместе с блоком раскрутки ММО).

Перелетный модуль

Перелетный модуль выполнен в виде неправильной призмы размером 3,5×3,7×2,3 м с двумя пятисекционными солнечными батареями площадью 1,8×14 м каждая. Батареи вырабатывают 11,2 кВт и могут поворачиваться под углом до 15° к Солнцу, чтобы снизить их нагрев и избежать повреждения вблизи светила. Имеется литий-ионная аккумуляторная батарея на 12 А·ч. Помимо собственных систем, МТМ обеспечивает энергией «пассажиров» на всем протяжении пути к Меркурию.

Электроракетная ДУ смонтирована на нижней призматической площадке КА и имеет в своем составе четыре ионных двигателя Т6 компании QinetiQ диаметром 22 см и максимальной тягой по 145 мН (15 гс). Одновременно могут работать два двигателя, потребляя до 10 кВт мощности. Суммарная продолжительность торможения при выбранной баллистической схеме превысит 700 суток, максимальная непрерывная работа рассчитана на 120 дней. Общий запас ксенона составляет 580 кг, что соответствует приращению скорости 5400 м/с. МТМ имеет также «обычные» ЖРД малой тяги – два комплекта по 12 двигателей тягой 10 Н в каждом – с запасом топлива около 160 кг. Сухая масса модуля близка к 1100 кг.

На перелетном модуле установлены три технологические черно-белые камеры с кадром 1024×1024 элемента для контроля развертываемых элементов комплекса: солнечных батарей самого МТМ, антенн высокого и среднего усиления и штанги магнитометра на МРО.

Основные данные на два орбитальных научных аппарата приведены в таблице 2.

Европейский орбитальный аппарат МРО

Проект зонда МРО построен исходя из условий работы у Меркурия с тепловыми потоками на уровне 14 кВт/м² от Солнца и еще 6 кВт/м² от Меркурия.

Орбитальный аппарат выполнен в виде неправильной призмы максимальными

размерами 3,9×2,2×1,7 м. Большая плоская сторона, затененная при полете вокруг планеты, – это радиатор со встроенными тепловыми трубами, который одновременно призван отражать тепло, идущее от поверхности Меркурия. На противоположной стороне находится привод трехсекционной солнечной батареи длиной 7,5 м и площадью 8,2 м² с косым падением лучей. 70% площади занимают фотоэлементы, а 30% – оптические солнечные отражатели для поддержания температуры на уровне ниже +200°С. С панели снимается до 1000 Вт мощности.

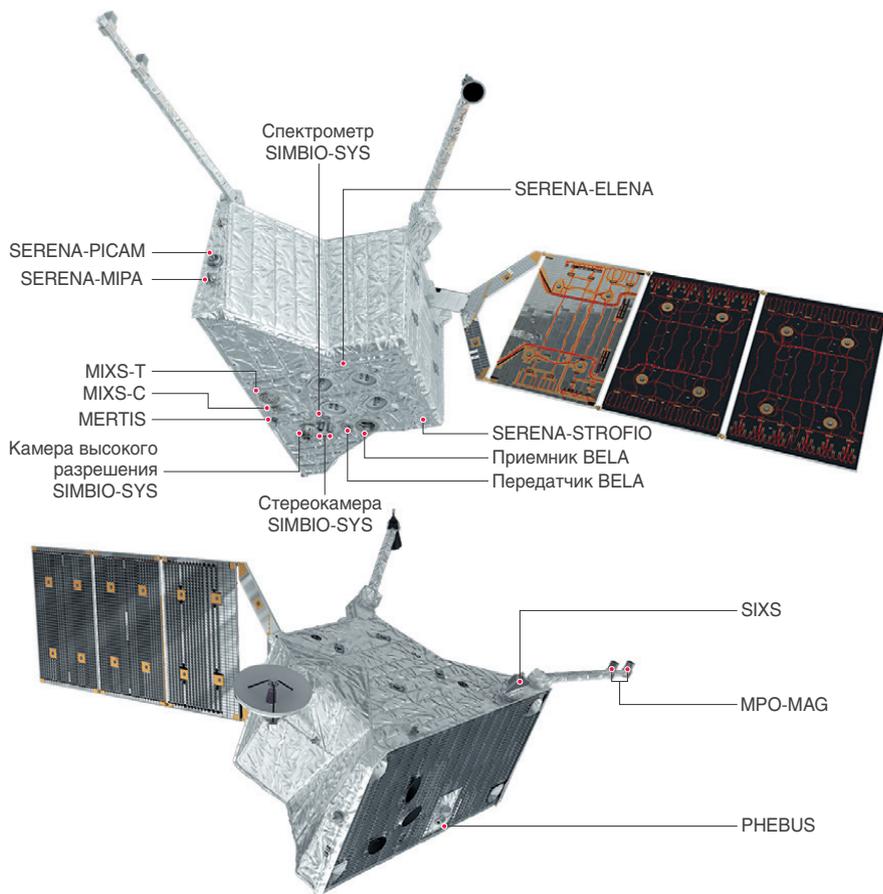
Раскрывающиеся элементы конструкции представлены штангой длиной 3,2 м с двумя датчиками магнитометра МРО-MAG и остронаправленной антенной НГА диаметром 1,0 м. Аппарат также имеет ориентированную антенну среднего усиления и две фиксированные антенны низкого усиления.

Радиокомплекс работает в X-диапазоне, за исключением канала на Землю через НГА в Ка-диапазоне. МРО связывается с наземными станциями Себрерос (основная), Нью-Норсия (в критических фазах полета), Усуда и Утиноура (запасные).

Система ориентации и орбитального управления включает три звездных датчика, два инерциальных измерительных блока (по четыре скоростных гироскопа и четыре акселерометра в каждом), два комплекта по два точных солнечных датчика, а в качестве исполнительных органов – четыре маховика в виде тетраэдра, так что любых трех из них достаточно для ориентации и стабилизации. Двигательная установка МРО включает 16 ЖРД малой тяги в двух комплектах (четыре двухкомпонентных тягой по 22 Н и четыре однокомпонентных по 5 Н в каждом). Запас топлива составляет примерно 670 кг.

Табл. 3. Научные инструменты на МРО и их предназначение

Инструменты	Область применения
Лазерный высотомер BELA (BepiColombo Laser Altimeter)	Измерение фигуры, топографии и морфологии поверхности Меркурия.
Комплект камер и спектрометров SIMBIO-SYS (Spectrometers and Imagers for MPO BepiColombo Integrated Observatory)	Съемка поверхности Меркурия с высоким разрешением (5 м, HRIC), стереосъемка (50 м, STC) и гиперспектральные наблюдения в ближнем ИК (VINI). Изучение возраста, состава и геологии поверхности, вулканизма, глобальной тектоники
Радиометр и тепловой спектрометр MERTIS (Mercury Radiometer and Thermal Imaging Spectrometer)	Определение минералогического состава верхнего слоя поверхности планеты, регистрация температуры и тепловой инерции
Гамма-лучевой и нейтронный спектрометр MGNS (Mercury Gamma-Ray and Neutron Spectrometer)	Определение элементного состава отдельных районов планеты и поиск летучих компонентов, включая водный лед, в полярных регионах с пространственным разрешением 400 км
Видовой рентгеновский спектрометр MIXS (Mercury Imaging X-ray Spectrometer)	Коллимированный рентгенофлуоресцентный спектрометр. Глобальное картирование основных породообразующих элементов, регистрация излучения из авроральной зоны
УФ-спектрометр PHEBUS (Probing of Hermean Exosphere by Ultraviolet Spectroscopy)	Определение состава, структуры и динамики экзосферы Меркурия и ее взаимодействия с поверхностью, поиск льда в полярных районах
Плазменный анализатор SERENA (Search for Exosphere Refilling and Emitted Neutral Abundances)	Регистрация нейтральных и ионизированных частиц, изучение системы поверхность-экзосфера-магнитосфера и процессов в ней
Солнечный рентгеновский спектрометр SIXS (Solar Intensity X-ray and particle Spectrometer)	Регистрация рентгеновского излучения и частиц солнечного происхождения с высоким временным разрешением
Магнитометр МРО-MAG (Magnetic Field Investigation)	Цифровой феррозондовый магнитометр для измерения постоянного магнитного поля и его низкочастотных возмущений
Радиоэксперимент MORE (Mercury Orbiter Radio science Experiment)	Описание гравитационного поля Меркурия, размера и состояния ядра планеты, исследования в области геодезии, геофизики и фундаментальной физики путем регистрации высокостабильного радиосигнала с КА
Пружинный акселерометр ISA (Italian Spring Accelerometer)	Изучение гравитационного поля Меркурия и проверка общей теории относительности с беспрецедентным уровнем точности





Компоненты полезной нагрузки смонтированы главным образом на надирной стороне (-Z), но некоторые из них – непосредственно на радиаторе. Датчики SIMBIO-SYS и оптическая часть высотомера BELA смонтированы на высокостабильной оптической скамье вместе со звездными датчиками и гироскопами. Прибор ISA расположен в центре масс МРО в соответствии с его назначением.

МРО несет 11 научных приборов (табл. 3), отобранных еще в ноябре 2004 г. Четыре из них созданы учеными Италии (ISA, MORE, SERENA, SIMBIO-SYS), два получены из Германии (МРО-MAG, MERTIS), по одному – из Британии (MIXS), России (MGNS), Финляндии (SIXS), Франции (PHEBUS) и Швейцарии (BELA).

Японский магнитосферный зонд ММО

Е. Рыжков.
«Новости космонавтики»

К истории проекта

В Японии вопрос исследования Меркурия подняли в июне 1997 г., когда была сформирована рабочая группа по изучению этой планеты с помощью АМС, а в ноябре 1998 г. Япония подготовила собственный план такого исследования. Случилось так, что в ноябре 1999 г. ЕКА предложило Японии рассмотреть вопрос совместного изучения Меркурия при помощи зондов, и в сентябре 2000 г. японские специалисты положительно ответили на предложение Европы. Начало работы над проектом VeriColombo датируется 2003 годом. Выходит, что это самый длительный проект JAXA: на его доведение до ума ушло без малого 15 лет (а от появления первой идеи до начала измерений у цели – целых 28 лет).

Это был первый крупномасштабный международный проект для Института космических и астронавтических наук ISAS в составе JAXA. Именно он отвечал за разра-

ботку японского орбитального аппарата для изучения магнитосферы Меркурия ММО (Mercury Magnetospheric Orbiter), на котором нашло применение множество японских технологий наблюдения, добытых при изучении магнитосферы Земли.

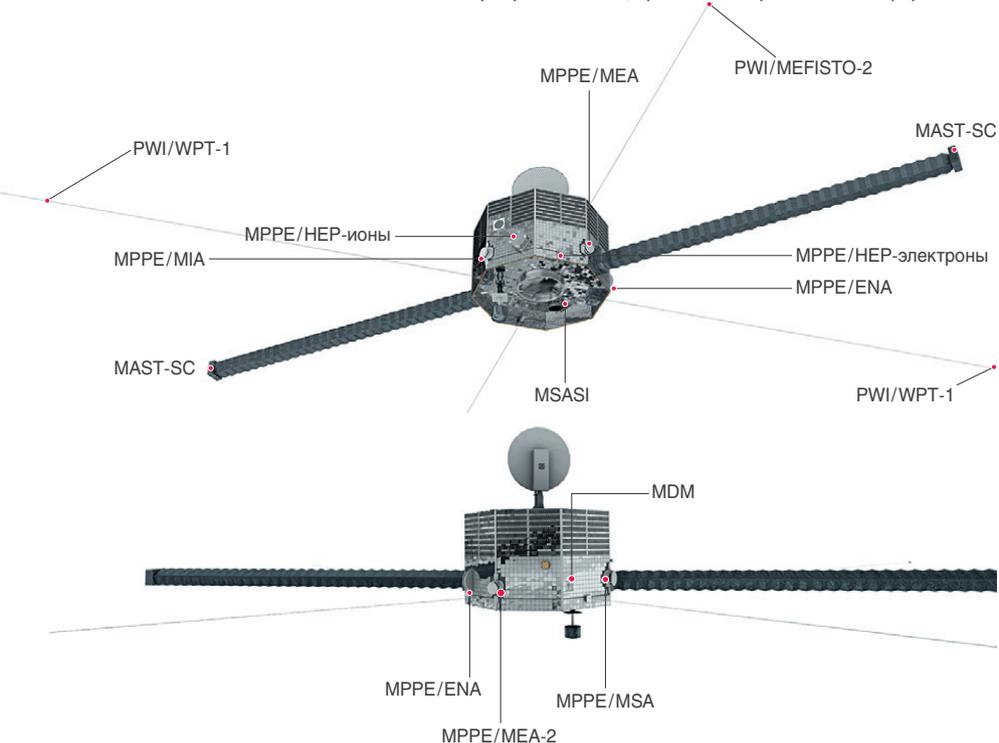
Мураками Го, научный руководитель японской части VeriColombo, рассказал: «В те годы космические агентства разных стран разрабатывали программы по исследованию Меркурия. Япония обладала особыми технологиями в области изучения магнитосфер планет и хотела заняться изучением магнитосферы первой планеты от Солнца. В то же время Европа продумывала разработку АМС по изучению поверхности и магнитосферы Меркурия, но такие проекты с позиции бюджета очень затратны для одного агентства, поэтому решили работать вместе».

Вообще-то, когда начались первые переговоры с Европой, кроме орбитальных аппаратов МРО и ММО, к Меркурию хотели отправить еще и посадочный аппарат MSE (Mercury Surface Element). Запуск изначально планировался на 2010 г., и уже в 2014 г. межпланетные аппараты должны были выйти на орбиту вокруг Меркурия. Однако специалисты столкнулись с трудностями при разработке технологий, а также недолговечностью ресурса техники, поэтому от MSE отказались. Дальше было много переносов, связанных с техническими проблемами, и в воздухе даже витала опасность отмены проекта, однако, как мы видим, VeriColombo стартовал.

Задачи и конструкция

Цели японского зонда ММО следующие:

- 1 Понять особенности собственного магнитного поля планеты, проводя замеры его параметров с высокой точностью.
- 2 Путем наблюдения за устройством и движением магнитосферы Меркурия выявить особенности последней; сравнив результаты с земными, пролить свет на общие и специфические черты магнитосфер планет.



i 8 июня на сайте JAXA появилась информация: ММО получил официальное «прозвище» Мио. Прислать свой вариант названия меркурианского зонда мог любой желающий с 20 февраля по 9 апреля. От небезучастных пришло почти 6500 вариантов названий, причем 19 человек предложили Мио.

Мио (滯、みお) переводится и как «фарватер», то есть безопасный судовый ход, и как «кильватер» (также кильватерный след, или кильватерная струя) – возмущенная полоса воды, остающаяся за кормой идущего корабля (судна). Этому варианту было отдано предпочтение по следующим причинам:

- ◆ ММО будет «двигаться» в потоке плазмы солнечного ветра, изменяющегося под воздействием магнитосферы Меркурия, что схоже с движением судна в морском потоке;

- ◆ поскольку Мио обозначает путь судна по морю или реке, или же след от судна, то данное сравнение соотносится с былыми научными исследованиями Меркурия при помощи автоматических межпланетных аппаратов и «гарантирует» безопасное «космическое плавание» впредь (как видим, в названии меркурианского аппарата заложено оба исконных смысла: и «кильватер», и «фарватер»);

- ◆ издана в Японии для навигации морских судов вдоль границ фарватера устанавливали сигнальные плавучие бакены «миоцукуси» (кстати, три человека прислали и такое название), а в японских песнях есть такое выражение, как «ми о цукусу», что означает «сделать все возможное», следовательно название выражает намерение команды проекта истово преодолевать вызовы на пути к заветной цели;

- ◆ это слово легко будет произносить иностранцам.

Одновременно с проведением конкурса на название японского аппарата по всему миру была развернута кампания по сбору заявок имен и посланий, которые будут доставлены к первой планете от Солнца на борту ММО. Пришло более 6000 заявок – имен, посланий, фотографий, рисунков: их «залили» на отдельную карту памяти, которую в июне 2018 г. в Гвианском космическом центре благополучно закрепили на верхнюю плоскость японского аппарата, а потом вместе с зондом «облепили» теплоизоляцией.

Табл. 4. Научные инструменты на ММО и их предназначение

Инструменты	Область применения
Прибор наблюдения за плазмой и частицами MPPE (Mercury Plasma Particle Experiment)	Масс-анализатор электронов и ионов. Измерения находящихся в окрестностях планеты электронов и ионов высоких энергий, ионов солнечного ветра, а также быстрых нейтральных частиц
Магнитометр MGF (Magnetic Field Investigation)	Измерение магнитного поля Меркурия, а также магнитного поля солнечного ветра
Прибор наблюдения за плазменными волнами и электрическим полем PWI (Plasma Wave Investigation)	Наблюдения за магнитосферой планеты, а также электрическим полем, электромагнитными волнами и радиоволнами, электронной плотностью и температурой
Монитор пыли MDM (Mercury Dust Monitor)	Детектирование пыли, выбрасываемой с поверхности Меркурия, наряду с межпланетной пылью на меркурианской орбите
Камера для съемки натриевой атмосферы MSASI (Mercury Sodium Atmosphere Spectral Imager)	Спектральная съемка распределения и изменения тонкой натриевой атмосферы Меркурия

Проводя наблюдения крупномасштабной структуры и изменений разреженной атмосферы Меркурия, в составе которой преобладает натрий, исследовать процессы ее формирования и исчезновения.

Наблюдать межпланетное пространство вблизи Солнца. В частности, акцентировать внимание на сильных околосолнечных ударных волнах и разобраться с энергетическими процессами внутри этих феноменов.

Три основных научных инструмента, а именно прибор наблюдения плазмы и частиц MPPE, магнитометр MGF и прибор наблюдения за плазменными волнами и электрическим полем PWI, образуют «рабочую» связь и на целевой орбите приступают к выявлению разнообразных физических явлений в космической среде у Меркурия, в особенности в магнитосфере планеты.

Камера для съемки натриевой атмосферы MSASI должна запечатлеть свечение тонкой меркурианской атмосферы, и по его пространственному распределению и временным изменениям постановщики рассчитывают разгадать механизмы, благодаря которым формируется сама атмосфера. Наконец, устройство для замера пыли MDM пойдет практически не исследованными учеными тропами и будет изучать распределение пыли в самой внутренней границе нашей звездной системы.

Четыре прибора из пяти созданы под руководством японских специалистов, но по магнитометру MGF научным руководителем является исследователь из Граца (Австрия) Вольфганг Баумйоханн. Соруководитель эксперимента MSASI – Олег Игоревич Кораблёв из ИКИ РАН.

Японский аппарат выполнен в форме восьмиугольной призмы диаметром 1.8 м и высотой 1.06 м, стабилизируемой вращением со скоростью 15 об/мин вокруг оси, перпендикулярной к орбитальной плоскости Меркурия. Восемь боковых панелей несут фотоэлементы, с которых снимается до 350 Вт мощности, промежутки между ними сделаны зеркальными. Верхняя и нижняя панели утоплены в сторону центра, так что размещенные на них устройства и приборы защищены боковыми панелями от солнечного излучения. Апертуры приборов выведены на боковую поверхность в среднем поясе.

На верхней плоскости смонтирована остронаправленная антенна с механизмом противовращения, ориентируемая на Землю. Высота ММО с нею достигает 2.4 м. Аппарат имеет также четыре 15-метровые проволочные антенны для измерений электрического поля и радиоволн и две 5-метровые штанги с датчиками магнитометров и плазменно-волнового инструмента. Они будут развернуты уже на рабочей орбите вокруг Меркурия.

Стабилизация вращением позволяет обеспечить равномерный прогрев и охлаждение в суровых меркурианских условиях, где ММО придется «терпеть» десятикратный по сравнению с Землей поток солнечного излучения плюс тепловое излучение от поверхности планеты, дневная сторона которой нагрета до 430°C. Специалисты JAXA рассчитали такую орбиту, нахождение на которой позволит, насколько возможно, избежать нагрева зонда ИК-излучением поверхности: хотя перицентр ММО находится над дневной стороной Меркурия, скорость движения в нем максимальна, и время пролета невелико.

Во время межпланетного перелета, однако, Мио не будет вращаться, и для его защиты от перегрева используется солнечный экран MOSIF конической формы наибольшим диаметром 3 м и высотой 1.8 м, который одновременно играет роль переходника между МРО и ММО. Выполнив свою функцию, он будет отделен на орбите вокруг Меркурия.

Для проведения наблюдений плазмы «под носом» у Меркурия и соответствия окружающей среде космоса (вакуум, УФ-излучение, радиация) поверхность зонда должна обладать электропроводностью и жаропрочностью. Специально для проекта японцы разработали белое покрытие, которое нанесли, например, на антенну с высо-

ким коэффициентом усиления. Этот материал обладает электропроводностью, однако на орбите Меркурия выдержит только 400°C. Чтобы повысить теплоустойчивость многослойной теплоизоляции на обратной стороне антенны, была использована титановая фольга и керамические нити.

Японский зонд вкрупне с наблюдательными приборами является пробной, не испытанной в космосе техникой, поэтому нельзя было обойтись без наземных испытаний в условиях, имитирующих окружающую Меркурий среду, а выявленные недочеты были исправлены проектировщиками.

Ограничения на массу «Фарватера» поначалу поставили японцев в тупик: если уменьшить толщину листа металла, теплопроводность ухудшится, а теплоемкость уменьшится, что может привести к резкому повышению температуры, например, от нагрева ИК-лучами от поверхности планеты. Поэтому специалистам пришлось «облегчать» «Мио» насколько возможно, памятуя о важности теплозащиты.

JUICE

Следующий масштабный совместный проект с Европой JAXA намерено реализовать в начале 2020-х годов. Он называется JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer) и предусматривает создание автоматической межпланетной станции для исследования Юпитера и его ледяных лун (Ганимеда, Каллисто, Европы и Ио). На борту КА будет 11 приборов, причем ISAS примет участие в разработке пяти из них, а еще для трех предоставит аппаратуру.



По состоянию на июнь 2018 г., план таков: ❖ в середине 2022 г. JUICE должен стартовать на Ariane 5;

❖ в 2030 г. АМС достигнет системы Юпитера;

❖ в 2032 г. выходит на круговую орбиту вокруг Ганимеда;

❖ в июне 2033 г. наблюдения завершатся.

Запланированы логически продуманные научные изыскания: в 2025 г. VeriColombo «окунется» в насыщенную плазмой солнечного ветра магнитосферу Меркурия, а в 2032 г. JUICE приступит к исследованию магнитосферы Ганимеда, наполненной потоками плазмы от юпитерианской магнитосферы.

Коль скоро Японское агентство проводит активную политику сотрудничества в космической области, следует ожидать, что оно займет достойное место в международных исследованиях космоса в ближайшие десятилетия. ■





Ветры, гены и коробка конфет Когда попутчики интереснее самого спутника

25 октября в 06:57 по пекинскому времени (24 октября в 22:57 UTC) со стартового комплекса площадки №9 Центра космических запусков Тайюань был произведен пуск РН «Чанчжэн-4В» (CZ-4B №Y34) с китайским океанологическим спутником «Хайян-2В» (HY-2B).

Аппарат успешно выведен на орбиту с параметрами:

- наклонение – 99.35°;
- минимальная высота – 939.8 км;
- максимальная высота – 960.2 км;
- период обращения – 103.87 мин.

В каталоге Стратегического командования США спутник получил номер 43655 и международное обозначение 2018-081A. Третья ступень РН с попутными полезными нагрузками была уведена на орбиту высотой 643×944 км. Кроме спутника и ступени, были зарегистрированы три малоразмерных фрагмента.

«Хайян-2В»

Формальным заказчиком КА является Государственное управление оборонной науки, техники и промышленности (ГУОНТП). Эксплуатирует его Национальный спутниковый океанологический прикладной центр NSOAC (National Satellite Ocean Application Center) в составе Министерства природных ресурсов КНР.

«Хайян-2В» разработан и изготовлен в Китайской исследовательской академии космической техники CAST. Ракета CZ-4B была создана в Шанхайской исследовательской академии космической техники SAST. Пуск и последующую работу с КА обеспечивает Главное управление запусков, контроля и управления спутниками.

Наименование «Хайян» (海洋) буквально переводится как «море» или «океан». Запущенный КА является составной частью трехкомпонентной системы наблюдения за океанами, создаваемой в КНР.

Спутники типа «Хайян-1» (HY-1) должны обеспечивать определение цветности и температуры поверхности океана в целях оценки продуктивности, мониторинга загрязнений и экологического состояния прибрежных зон, слежения за строительством гаваней и портов, а также за глобальными изменениями окружающей среды. Третий аппарат этого класса был выведен на орбиту 7 сентября 2018 г. (НК № 11, 2018). На аппараты «Хайян-2» (HY-2) возлагается наблюдение за динамикой морской поверхности, а перспективные спутники «Хайян-3» (HY-3) предназначены для постоянного мониторинга океанов и морских целей.

Задачами системы «Хайян-2» объявлены предотвращение морских катастроф и борьба с их последствиями, прогноз состояния морской среды, обеспечение разработки морских ресурсов, научные исследования в области океанологии и международное сотрудничество.

Государственное океанологическое управление начало предварительные исследования для создания спутника наблюдения динамики морской поверхности «Хайян-2» в 2001 г. 25 января 2007 г. Госсовет КНР одобрил план разработки серии HY-2 для сбора данных об океанских течениях и ветрах, характеристиках волн и температуре водной поверхности.

Первый экспериментальный КА этого типа, оснащенный высотомером, скаттерометром и СВЧ-радиометром, был запущен 16 августа 2011 г. ракетой CZ-4B (НК № 10,

2011), доведен при помощи бортовой ДУ на солнечно-синхронную орбиту условной средней высотой 966.5 км* и начал регулярные наблюдения 1 октября 2011 г. Аппарат был передан в эксплуатацию 2 марта 2012 г. и работает уже семь лет при гарантированном ресурсе в три года, хотя и с ограничениями по служебным системам и без радиометра, который отказал в июне 2016 г. Для полного обзора морских акваторий ему требуется более 20 суток.

Уже в сентябре 2012 г. началась проработка двух оперативных спутников HY-2B и HY-2C. Проект спутников двойного назначения («для национальной экономики и оборонного строительства») был представлен 1 февраля 2013 г. и долгое время изучался на экспертном уровне.

В июне 2015 г. два спутника со сроком службы 4–5 лет предполагалось запустить в 2017 г. и 2018 г., причем на разные орбиты и с отличающимся составом аппаратуры. Для HY-2B была выбрана стандартная солнечно-синхронная орбита, повторяющая орбиту HY-2A по высоте и по местному времени нисходящего узла. Его бортовая аппаратура должна была поставлять данные по полю приповерхностных ветров, уровню океана, температуре воды, эффективной высоте волн и океанской циркуляции. А вот спутник HY-2C решили вывести на несинхронную орбиту наклонением 66° и высотой 1338 км, аналогичную орбите американско-французских спутников семейства Jason, и оснастить аппаратурой для измерения поля приповерхностных ветров, уровня океана и его аномалий, температуры воды и эффективной высоты волн.

* С марта 2016 г. – 968.5 км.

В июне 2016 г. Национальная комиссия по развитию и реформам и Министерство финансов санкционировали изготовление спутников HY-2B и HY-2C. Административным руководителем и главным конструктором HY-2B был назначен Чжан Цинцзюнь (张庆君). 16 октября 2018 г. готовый спутник в составе головного блока был установлен на Тайюане на ракету CZ-4B. Запуск был застрахован на 768 млн юаней (111 млн \$).

Как и его предшественник, HY-2B имеет четыре основные полезные нагрузки:

- ◆ Двухчастотный радиолокационный высотомер DFRA (Dual Frequency Radar Altimeter) для измерения уровня морской поверхности, эффективной высоты волн, параметров течений и гравитационного поля. Прибор работает в диапазонах C (5.25 ГГц) и Ku (13.58 ГГц). Пространственное разрешение – 16×16 км, точность определения текущей высоты – лучше 4 см;

- ◆ Калибровочный радиометр ACMR (Atmospheric Correction Microwave Radiometer) для коррекции тропосферной задержки сигнала радиовысотомера. Рабочие частоты – 18.7, 23.8 и 37.0 ГГц. Разработчик – NSSC;

- ◆ Микроволновой скаттерометр SCAT для измерения поля приповерхностных ветров в глобальном масштабе. Работает на частоте Ku-диапазона 13.2515 ГГц с вариантами поляризации приемного и отраженного сигнала HH и VV. Ширина полосы съемки – 1300 км, пространственное разрешение – 50 км, точность – 0.5 дБ. Прибор ежесуточно строит карту ветров на более чем 90% площади Мирового океана, одновременно отслеживая перемещение тропических тайфунов и ураганов;

- ◆ Сканирующий микроволновой радиометр MWRA (Microwave Radiometer, также обозначается MWI) для измерения температуры морской поверхности, содержания водяного пара и осадков, определения границ ледового и снежного покрова. Ведет съемку в полосе 1600 км в пяти частотных каналах (6.6, 10.7, 18.7, 23.8 и 37.0 ГГц) с пространственным разрешением 100, 62, 36, 30 и 18 км и с точностью 1 К.

По сравнению с установленными на HY-2A приборы усовершенствованы с целью увеличения точности и улучшения рабочих характеристик.

Проводимые измерения (и в первую очередь работа радиовысотомера) требуют высокоточного определения параметров орбиты и текущего положения КА для привязки каждой экспериментальной точки. На первом КА для этого были задействованы бортовой приемник навигационных сигналов GPS и ответчик для наземных станций французской сети доплеровских измерений DORIS.

На HY-2B вместо высокостабильного генератора на кристалле с калибровкой от сигналов GPS установлен рубидиевый стандарт частоты, разработанный в 203-м институте Китайской корпорации космической науки и промышленности CASIC путем модернизации аналогичного устройства для спутников китайской навигационной системы «Бэйдоу». Такой прибор предполагается установить и на HY-2C. Точная временная привязка измерений позволит определять уровень



▲ Спутник HY-2B

океана с миллиметровой точностью, хотя для HY-2A она составляла несколько сантиметров.

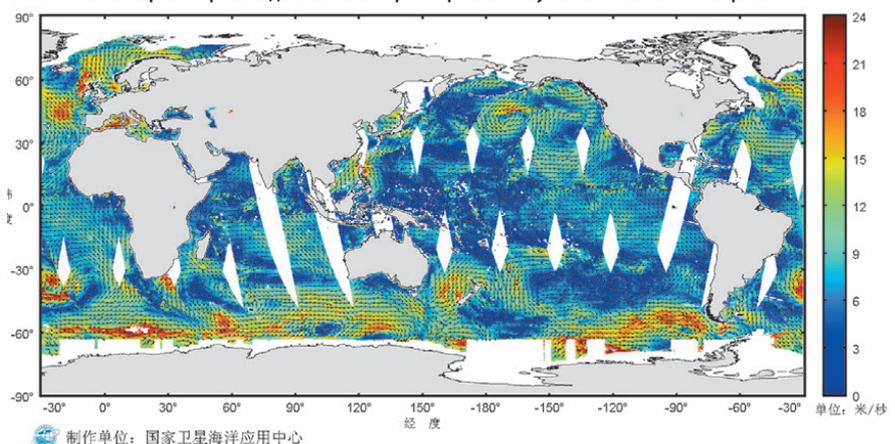
Высотомер и калибровочный радиометр для него созданы в Национальном центре космической науки NSSC Китайской АН. Скаттерометр и радиометр разработаны в Сианьском отделении CAST. Оно также поставило подсистему цифровой передачи информации с научной аппаратуры с высокой устойчивостью к сбоям – вероятно, аналогичную установленной на спутнике HY-1C.

Помимо четырех основных приборов, КА несет попутную приемопередающую аппаратуру глобальной системы идентификации судов AIS и сбора данных с морских плавучих платформ DCS.

Для приема информации со спутников HY-2 используются наземные станции в районе Пекина и в Ханчжоу, станция Муданьцзян в провинции Хэйлунцзян и Линшуй на о-ве Хайнань. Последняя была построена специально для приема данных с HY-2B в уезде Линшуй (陵水) провинции Хайнань в 2015–2017 гг. и оснащена антенной диаметром 7.3 м. Реконструкции подверглись станция Муданьцзян, введенная в строй в июне 2009 г., и Центр обработки спутниковых данных в Пекине.

HY-2B заменит действующий спутник HY-2A и вместе с последующими HY-2C и HY-2D должен обеспечить круглосуточный, всепогодный и глобальный бесперебойный мониторинг морской среды. «Три спутника будут работать одновременно, но в разных орбитальных плоскостях. Таким образом, мы сможем одновременно получать информацию о морской среде, давать 24-часовой точный прогноз региона и отслеживать его

▼ Глобальная карта ветров по данным скаттерометра SCAT спутника HY-2A. 29 октября 2018 г.



制作单位: 国家卫星海洋应用中心

динамику», – говорит Ма Шицзюнь (马世俊), советник проекта спутника «Хайян-2».

К 29 октября серией небольших маневров HY-2B поднялся до рабочей орбиты с условной средней высотой 966.4 км. Орбита является солнечно-синхронной (местное время прохождения нисходящего узла 06:00) с повторением траектории через 193 витка и жевитковым расстоянием на экваторе 208 км.

Два следующих спутника серии «Хайян-2» будут выведены на орбиты наклонением 66°. Спутник HY-2E станет наследником HY-2B на солнечно-синхронной орбите, а HY-2F и HY-2G вновь пойдут на 66°.

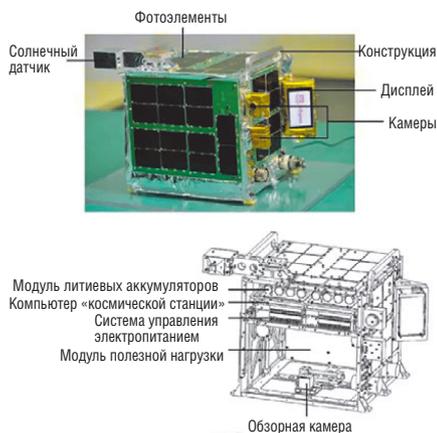
Банк генов, коробка конфет и космический роутер

На третьей ступени РН была установлена попутная полезная нагрузка – платформа «Юйцюань-1» с банком генов DSB-01 и с рекламной ПН.

Первый в мире космический банк генов DSB-01 создан шанхайской компанией Marvel Technology Company Ltd. в рамках проекта по «созданию новой цивилизации для человечества» посредством учреждения и управления космическим банком генетической информации нескольких миллионов человек. Для обоснования этой идеи разработчики ссылаются на проект колонизации Марса, предложенный Илоном Маском, и на прогнозы футурологов, согласно которым через 300–400 лет все ресурсы Земли будут израсходованы постоянно растущим населением. По их представлениям, космический банк генов DSPACE (DNA in Space, то есть «ДНК в космосе») позволит в будущем, после создания необходимых технологий, воспроизвести цивилизацию на Марсе или на другой удобной для обитания планете.

Фирму создал в начале 2018 г. председатель совета директоров группы F&E Фэн Лунь (冯仑), ее соинвесторами выступили главы компаний Dongdu International Group и LONGKR Technology Ли Хайлин (李海林) и Сюй Юэфэй (许跃飞).

Для первого эксперимента по хранению генетического материала в космосе было отобрано восемь разновозрастных добровольцев, представляющих различные регионы Китая и разные виды занятий. В августе врачи проекта DSPACE взяли у участников по 20 мл крови, которая была доставлена в вакуумных антикоагуляционных емкостях в Национальный банк генов Китая. Там специалисты произвели выделение ДНК и использовали технологию вакуумной сушки с замо-



▲ Дополнительная полезная нагрузка на ракетной ступени

раживанием, чтобы создать так называемый генетический лиофилизированный порошок GLP (так называемый «белый порошок»), в котором генетический материал может храниться долгое время.

Порцию GLP каждого участника поместили в контейнер с высокой степенью защиты от космической радиации и частиц высоких энергий. Контейнеры размещены в контролируемых температурных условиях в составе космической экспериментальной платформы SPP, установленной на третьей ступени РН. Баллистический срок существования объекта оценивается в 975 лет.

Кроме того, на третьей ступени РН установлена рекламная полезная нагрузка компании Alibaba под названием «Танго гуань» (糖果罐), что буквально означает «коробка с конфетами» и служит олицетворением счастья. Запуск ее приурочен к ярмарке Tmall, проводимой 11 ноября дочерней компанией AliExpress.

Из опубликованных сообщений следует, что при нахождении объекта в небе над головой пользователям в соответствующих районах будут приходить на смартфоны с мобильным клиентом AliExpress рекламные сообщения и будет предлагаться загрузить свое фото в надежде на попадание на так называемый «Космический экран».

Пользователям также предлагается отправлять «космические письма», десять из которых будут выбраны для размещения в «Космическом музее» – то есть на следующем «спутнике» китайской компании, который планируется вывести на орбиту в начале 2019 г.

Основой «космической министанции» является экспериментальная платформа «Юйцюань-1» (玉泉一号), разработанная компанией «Инхэ Хантянь» (银河航天, также Galaxu Aerospacе). Изделие массой 20 или 29 кг имеет форму, близкую к кубической, с фотоэлементами на гранях, и оснащено необходимыми системами для работы в космосе – электропитания; измерений, управления и связи; навигации и местоопределения. На платформе проходят испытания высокопроизводительный процессор и камера для съемки Земли. Имеется также небольшой экран, на который, судя по всему, и выводятся портреты счастливых пользователей.

Опубликованные материалы по платформе «Юйцюань-1» и сайт компании Marvel Technology используют изображение одно-

го и того же космического объекта, из чего можно заключить, что в обоих случаях речь идет об одной платформе по крайней мере с двумя независимыми полезными нагрузками.

«Инхэ Хантянь», основанная в 2016 г., объявила своей целью создание дешевых высокопроизводительных спутников путем гибкой итеративной разработки, создание низкоорбитального широкополосного спутника связи и организацию на базе таких КА глобальной интегрированной сети связи поколения 5G с целью преодоления «цифрового разделения» и обеспечения всех регионов и пользователей быстрым и удобным широкополосным доступом. Система также носит название «Инхэ» («Галактика») и будет основана на группировке малых КА на орбитах высотой от 500 км до 1200 км. Экспериментальный спутник «Инхэ-1» (银河一号) планируется запустить во второй половине 2019 г.

Третьим «пассажиром» на третьей ступени CZ-4B является космический маршрутизатор (роутер). О его местонахождении информации нет, однако логично предположить, что и он находится на платформе «Юйцюань-1».

Маршрутизатор космического базирования спроектирован и изготовлен для летных испытаний и верификации в Центре проектно-технических исследований по космическим сетям провинции Гуандун, учрежденным Военно-промышленной инновационной академией (г. Фушань, район Шуньдэ) и Компьютерным институтом Национального университета оборонной техники NUDT (г. Чанша). Роутер имеет операционную систему и стек сетевых протоколов и поддерживает IPv4/IPv6.

Космический маршрутизатор является одним из ключевых изделий, необходимых для создания интегрированной земной и космической информационной сети. В перспективе такая сеть должна обеспечить доступ в Интернет для пользователей в малонаселенных районах мира, где обычное покрытие отсутствует, а также для всех типов пользователей в космосе, в воздухе, на суше и на море.

Сотый шанхайский «Великий поход»

Ракета CZ-4B №Y34 стала сотым космическим носителем семейства «Великий поход» разработки и производства шанхайской SAST.

Как известно, первый китайский ИСЗ был запущен 24 апреля 1970 г. ракетой «Чанчжэн-1» (CZ-1), сделанной на базе боевой ракеты средней дальности «Дунфэн-4» (DF-4). На ее долю, однако, пришлось всего два пуска, так как для более тяжелых аппаратов – возвращаемых фоторазведчиков «Цзяньбин-1» и спутников радиоэлектронной разведки «Чанкун-1» – требовались РН значительно большей грузоподъемности.

Две такие ракеты создавались параллельно в Пекине и Шанхае на базе первой китайской межконтинентальной ракеты «Дунфэн-5» под названиями «Чанчжэн-2» (CZ-2) и «Фэнбао-1» (FB-1) соответственно. Шанхайское изделие вышло на старт первым, но два первых пуска 18 сентября 1973 г. и 12 июля 1974 г. закончились авариями. Успех пришел 26 июля 1975 г. с третьей по-

пытки; конкурирующая пекинская ракета потерпела аварию 5 ноября 1974 г. и вышла на орбиту во втором пуске 26 ноября 1975 г.

Несмотря на первоначальное преимущество, FB-1 сошла со сцены после восьми пусков и практически забыта. Что же касается CZ-2, превратившейся после первой модернизации в CZ-2C, то она продолжает эволюционировать и используется до настоящего времени, а имя «Чанчжэн» («Великий поход») на десятилетия стало синонимом китайского носителя.

С 1975 г. в Шанхае и Пекине на базе CZ-2 началась разработка двух вариантов носителя для запуска геостационарных спутников, которые первоначально назывались CZ-2A и CZ-2B, а с 1977 г. – CZ-4 и CZ-3 соответственно. Так как ракета CZ-3 с криогенной верхней ступенью достигла успеха уже со второй попытки, запасной вариант не был использован. Однако шанхайские ракетчики модернизировали CZ-4 под выведение спутников на солнечно-синхронные орбиты, и 7 сентября 1988 г. первая CZ-4A с третьей ступенью на высококипящих компонентах топлива успешно вывела на орбиту метеоспутник «Фэнъюнь-1А».

С 1992 г. началось применение ее двухступенчатого варианта под названием CZ-2D. Тем временем базовая ракета была модернизирована с увеличением грузоподъемности до CZ-4B, а затем и до CZ-4C. Все три типа используются до настоящего времени, демонстрируя прекрасную надежность: на 96 пусков приходится две аварии и одно нештатное выведение (табл.).

Носитель	Период использования	Число пусков
FB-1	1973–1981	8 (3+5)
CZ-2D	1992 – н.вр.	40 (39+1)
CZ-4A	1988 – 1990	2 (2+0)
CZ-4B	1999 – н.вр.	31 (30+1)
CZ-4C	2006 – н.вр.	25 (24+1)
CZ-6	2015 – н.вр.	2 (2+0)
Итого		108

Примечания

1. Данные на 31.10.2018.

2. В скобках показано количество полностью успешных и аварийных пусков.

При создании нового поколения носителей с кислородно-керосиновыми и кислородно-водородными двигателями за Шанхаем было закреплено создание легкого носителя CZ-6. После двух первых пусков эта ракета подвергается модернизации с целью увеличения грузоподъемности и организации спасения и повторного использования первой ступени. ■





В полете «Космос-2528»

П. Павельцев.
«Новости космонавтики»
Фото Минобороны РФ

25 октября в 03:15:18 ДМВ (00:15:18 UTC) с пусковой установки №4 площадки №43 Государственного испытательного космодрома Плесецк боевым расчетом Космических войск ВКС проведен успешный пуск ракеты-носителя среднего класса «Союз-2.1Б» с космическим аппаратом в интересах Министерства обороны [1, 2].

Пуск проведен под общим руководством командующего Космическими войсками – заместителя главнокомандующего Воздушно-космическими силами генерал-полковника Александра Головки. Старт ракеты-носителя и выведение космического аппарата на расчетную орбиту прошли в штатном режиме [2].

Через три минуты после старта РН «Союз-2.1Б» была взята на сопровождение средствами наземного автоматизированного комплекса управления Главного испытатель-

ного космического центра имени Г. С. Титова. В расчетное время КА Минобороны России был выведен на целевую орбиту и принят на управление наземными средствами Космических войск ВКС. С космическим аппаратом установлена и поддерживается устойчивая телеметрическая связь. Бортовые системы космического аппарата функционируют нормально [1, 2].

После принятия на управление космическому аппарату присвоен порядковый номер «Космос-2528» [1, 2].

В каталоге орбитальных объектов Стратегического командования США КА «Космос-2528» получил номер 43657 и международное обозначение 2018-082A. Параметры начальной орбиты КА, по данным этого источника, составили:

- наклонение – 67.14°;
- минимальная высота – 250.2 км;
- максимальная высота – 925.2 км;
- период обращения – 96.08 мин.

26–27 октября «Космос-2528» провел скругление орбиты и, по состоянию на 31 октября, находился на орбите высотой 907×925 км [3]. ■

Источники:

1. Успешный пуск ракеты-носителя «Союз-2» с космодрома Плесецк // www.roscosmos.ru/25645/
2. Воздушно-космические силы провели успешный пуск РН «Союз-2» с космодрома Плесецк // https://function.mil.ru/news_page/country/more.htm?id=12201347@egNews
3. Орбитальные данные на объект 43657 // <https://www.space-track.org/>



Неудачный полет «Красной птицы»

27 октября в 16:00 пекинского времени (08:00 UTC) в Центре запусков спутников Цзюцюань с мобильной платформы на площадке с условным обозначением SLS-E2 специалисты китайской частной космической компании LandSpace¹⁾ осуществили первый пуск ракеты-носителя «Чжуцюзь-1»²⁾ со спутником «Вэйлай»³⁾, построенным для Центрального телевидения Китая. Миссия завершилась аварией за 13 секунд до окончания работы третьей ступени, ракета и спутник были потеряны.

Ракета, спутник, пуск

LandSpace потерпела неудачу, не сумев стать первой частной китайской компанией, чья ракета достигла орбиты. Этот пуск был 30-м китайским космическим стартом в 2018 году и первым полетом для «Чжуцюзь-1» – самой крупной на сегодня системы выведения, разработанной китайской частной компанией.

Трехступенчатая твердотопливная ракета-носитель имеет длину 19 м, диаметр 1.35 м, стартовую массу 27 т и стартовую тягу 45 тс⁴⁾. По словам представителей LandSpace, ракета, предназначенная в основном для коммерческих запусков микро- и наноспутников, «обладает характеристиками быстрого реагирования, гибкого запуска, развитой технологии и высокой экономической эффективностью». Она способна вывести на низкую околоземную орбиту полезную нагрузку массой до 400 кг, а на солнечно-синхронную (ССО) – до 200 кг.

Спутник «Вэйлай», разработанный компанией MinoSpace Technology⁵⁾ для про-

граммы «Пойдем в будущее» первого телеканала CCTV-1 Китайского центрального телевидения, планировалось вывести на солнечно-синхронную орбиту. Проект был начат в ноябре 2017 г. В основу конструкции положена платформа MN-10. При запуске аппарат в форме параллелепипеда с двумя откидными панелями солнечных батарей имел массу около 20 кг, размеры 0.320×0.255×0.248 м и расчетный срок эксплуатации два года. Он предназначался для проведения двух научных экспериментов и был оснащен оптической камерой и сложной интегрированной системой передачи данных с нее. Один из экспериментов подготовлен старшекласниками для проверки всхожести картофеля и, как говорят, вдохновлен фильмом «Марсианин».

Проект носителя ZQ-1 был утвержден в ноябре 2017 г., в разработку было вложено 100 млн юаней (около 14 млн \$), первый старт состоялся менее чем через год. О предстоящем запуске КА «Вэйлай» стало известно в июле 2018 г. Компания LandSpace представила спутник 2 августа и подтвердила, что он будет запущен на «Чжуцюзь-1» в 4-м квартале 2018 г.

Сборку носителя в Сиане завершили 20 августа, сообщив вскоре о намерении выполнить пуск в середине октября. Проверки и испытания систем носителя заняли еще три недели, и 13 сентября было объявлено о завершении «общесистемной подготовки» и скорой отправке ракеты на космодром. В тот же день в сети стал доступен короткий видеоролик, демонстрирующий проверку работы транспортера – установщика носителя в заводском цехе.

Компания MinoSpace анонсировала космические платформы MN10, MN50 и MN200. Первая из них предназначена для создания ориентируемых КА массой 10–30 кг, из которых 30–50% приходится на полезную нагрузку, со сроком активного существования 1–2 года. Мощность системы электропитания составляет до 50 Вт, ориентация строится с ошибкой не более 3° (и определяется с точностью 0,5°), показатель стабильности 0,05°/с. Командно-телеметрическая информация передается со скоростью 1,2–4 кбит/с, целевая информация – до 10 Мбит/с.



Отправка, однако, задержалась до 27 сентября, что повлекло и отсрочку пуска. Выступая 30 сентября на 69-м Международном астронавтическом конгрессе в Бремене, основатель и главный исполнительный директор LandSpace Чжан Чаньфу (张昌武) заявил, что старт состоится 27 октября.

Ни прямой трансляции, ни репортажа о пуске не велось, но энтузиасты космической отрасли, воспользовавшись своими контактами с участниками событий, опубликовали в сети weibo (китайский аналог твиттера) изображения и видеокadres, запечатлевшие некоторые моменты старта.

На первоначальном этапе полета все шло вполне гладко, но после 380-й секун-

Расчетная циклограмма пуски ракеты «Чжуцюзь-1»

Время, сек	Событие
0.0	Старт
4.7	Начало программного разворота по тангажу и курсу
60.7	Отделение первой ступени, включение второй ступени
125.7	Разделение второй и третьей ступеней
156.5	Сброс двух створок головного обтекателя
367.6	Включение третьей ступени
417	Окончание работы третьей ступени
452	Завершение маневра выхода на орбиту
474.6	Отделение спутника «Вэйлай»

¹⁾ Полное название: Пекинская компания космической техники «Синяя молния» (北京蓝箭空间科技有限公司), в англоязычном варианте – Beijing LandSpace Space Technology Corporation.

²⁾ «Красная птица-1» (朱雀一号), написание латиницей – Zhuque-1, ZQ-1 – один из четырех духов в древнекитайской мифологии, который «имеет голову цыпленка, подбородок ласточки, шею змеи и хвост рыбы». Чжуцюзь упоминается как небесный покровитель юга и символизирует стихию огня.

³⁾ «Будущее» (未来号), написание латиницей – Weilai.

⁴⁾ ZQ-1 значительно легче первоначально анонсированной компанией ракеты LS-1 со стартовой массой 57.4 т и грузоподъемностью 400 кг на ССО.

⁵⁾ Полное название: Пекинская компания микронаноспутниковой техники «Звездное небо» («Синкун», 北京微纳星空科技有限公司).



▲ Третья ступень ракеты ZQ-1

ды возникли проблемы, связанные с потерей устойчивости третьей ступени, и вскоре управляемый полет прекратился. Максимальная достигнутая скорость составила 6300 м/с, наибольшая высота подъема – 337 км. Обломки ступени и КА упали в Индийский океан.

27–28 октября компания провела предварительный анализ данных быстрой обработки телеметрической информации, полученной во время пуска, и 31 октября сообщила о его результатах. Было установлено, что ракета стартовала нормально, в расчетном режиме протекали активные участки первой и второй ступени, а также их разделение. Третья ступень также отделилась нормально, обтекатель сбросился штатно, и после баллистической паузы, перед запуском двигателя, ее ориентация находилась в пределах допусков.

Двигатель третьей ступени включился штатно, но на 37-й секунде его работы (и 402-й секунде полета) отказала система управления ориентацией ступени. Эта система обеспечивала стабилизацию изделия с помощью шести управляющих ЖРД тягой по 30 кгс. После предварительного анализа

▲ Пусковое устройство для ракеты ZQ-1

появилось подозрение в повреждении камеры одного из управляющих двигателей, из-за чего упала тяга и вырос расход рабочего тела, которое закончилось преждевременно. Судя по опубликованной циклограмме, третья ступень недоработала всего около 13 секунд.

Окончательный «диагноз» аварии должна поставить команда экспертов, сформированная компанией. После этого компания подаст заявление на страховое возмещение, выражаемое восьмизначной суммой.

Несмотря на неудачу, LandSpace смотрит в будущее с оптимизмом. «Мы по-прежнему считаем, что создание ракет-носителей – правильная корпоративная стратегия. Мы первая китайская [частная] компания, которая занимается строительством трехступенчатых ракет, – а это уже большое достижение, – говорится в сообщении фирмы. – Мы первыми получили все необходимые разрешения и лицензии. Мы первыми осуществили пуск ракеты-носителя... Фактически миссия «Чжунцзюэ-1» была выполнена еще до старта».

Частные китайские ракетчики

Сегодня стартап LandSpace (подробнее – в НК № 4, 2017, с.41) – самая успешная и самая крупная частная китайская компания, занимающаяся ракетно-космическими разработками. Она была основана в июне 2015 г., а свою деятельность анонсировала в сентябре

2016 г. на 67-м Международном астрономическом конгрессе в Гвадалахаре (Мексика).

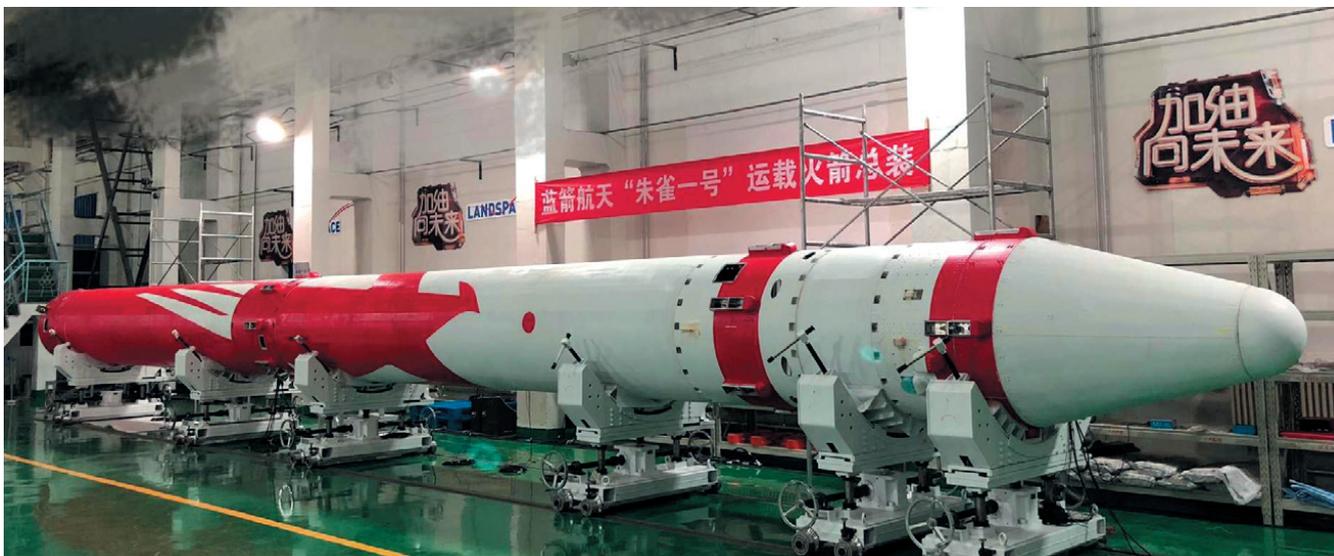
По мнению наблюдателей, LandSpace взяла хороший разгон и развивается «на современной китайской скорости». Быстрый старт – от анонса до первого пуска носителя чуть более двух лет – в значительной степени объясняется участием в работах опытных ветеранов китайской ракетно-космической промышленности. Кроме того, LandSpace использует в своих изделиях проверенные временем решения.

В 2017 г. компания завершила второй раунд дофинансирования и привлекла 200 млн юаней (около 28 млн \$). Первый раунд, прошедший два года назад, дал вдвое меньше средств. Все деньги поступили в компанию из негосударственных источников – от инвестора Goldwind Technology и Специального военно-гражданского фонда г. Хучжоу, где строится производственная база LandSpace. Глава фирмы Чжан Чанью считает, что независимость компании от государства позволит избежать геополитических трудностей, которые тормозят выход КНР на пусковой рынок*. Он заявляет: мы открыты, чтобы служить мостом между Китаем и мировой аэрокосмической промышленностью, поскольку «не имеем ничего общего с армией или обороной – чистый космос».

Одновременно компания развивает и гораздо более амбициозный проект – «Чжунцзюэ-2» (ZQ-2): двухступенча-



* В США действует запрет на экспорт любых космических технологий в Китай.



тая коммерческая ракета-носитель среднего класса длиной 48,8 м, диаметром 3,35 м и стартовой массой 216 т будет оснащена жидкостными кислородно-метановыми двигателями, развивающими на старте тягу почти в 270 тс.

Главный инженер по исследовательским и опытно-конструкторским работам LandSpace Юань Юй (袁宇) убежден, что метан – оптимальное горючее для разработок. «Прошло три года с момента основания LandSpace, и мы планируем, что в следующем году у нас уже будет свой собственный двигатель – не хуже, чем Merlin-1D [компания SpaceX]», – заявил он.

В марте 2018 г. инженеры компании успешно испытали кислородно-метановый двигатель тягой 10 тс, который, вероятно, может быть использован в второй ступени носителя. Это первый в Китае успешно испытанный частный ЖРД. По словам главного конструктора LandSpace Ван Минхана (王明航), в данной работе компании удалось решить ряд важных технических задач, что значительно упростит будущие разработки.

27 сентября 2018 г. на полигоне фирмы в 30 км юго-западнее Хучжоу было успешно выполнено первое 20-секундное включение камеры сгорания кислородно-метанового ЖРД «Тяньцзюэ» (天鹊, TQ-12) с коротким соплом при уровне тяги 80 тс (60% номинала), которому предшествовали включения на 1,5, 5 и 10 секунд. Компания намерена развернуть производство этого ЖРД уже в 2019 г.

Представители LandSpace заверили, что «Чжуцзюэ-2» сможет запускать полезные грузы массой до 4000 кг на низкую околоземную орбиту, а массой 1500 кг – на ССО высотой 500 км. Первый пуск новой ракеты запланирован на 2020 г., а уже на 2021 г. намечен ее старт к Луне.

В более отдаленной перспективе компания намерена замахнуться и на тяжелый класс: анонсирована разработка трехступенчатых ракет «Чжуцзюэ-2А», -2В и -2С, которые смогут выводить на низкую околоземную орбиту 6, 17 и 32 т соответственно. Иными словами, по своим возможностям эти средства выведения будут конкурировать с такими носителями, как Falcon 9, CZ-5, «Ангара-А5», Delta IV Heavy и Ariane 5.

Планируется, что к 2022 г. завод LandSpace в Хучжоу выйдет на выпуск до 15 ракет-носителей и до 200 двигателей ежегодно. Тогда же компания планирует выйти на высокий темп запусков, вплоть до еженедельного, при задействовании в стартовых расчетах не более 20 человек. Сейчас типичная пусковая кампания в Китае занимает 20 суток и требует команды из более чем 200 человек.

Успех LandSpace указывает на более широкую тенденцию – рост общего числа частных космических компаний, которым китайское правительство разрешило работать лишь в 2014 г. Отмечалось, что государство будет «поощрять участие частного капитала в строительстве гражданской инфраструктуры Китая».

Намерены инвестировать в ракетно-космическую индустрию и богатые китайцы. Среди них – один из основателей китайского поискового гиганта Baidu Робин Ли (Ли Яньхун), который недавно выступил в поддерж-



▲ Испытания кислородно-метанового двигателя TQ-12, 27 сентября 2018 г.

ку развития отрасли. Он заявил следующее: «Надеюсь, государство сможет оказать частным компаниям больше поддержки, особенно в частном космическом сегменте. Этот шаг повысит конкурентоспособность китайской аэрокосмической промышленности на международном рынке... [Я] жду появления китайского Илона Маска, который возглавит китайский SpaceX». Собственные космические амбиции миллиардера пока не ясны, хотя денег у него достаточно – его доля в Baidu оценивается в 10 млрд \$.

Это мнение разделяет китайское общество: несмотря на быстрый рост аэрокосмической отрасли и пусковой активности, стране принадлежит лишь малая часть глобального космического рынка. Общим представлением является расширение инвестиций в данный сектор, что позволит конкурировать китайским частникам и стране в целом на международном уровне.

Государственная и общественная поддержка принесла свои плоды. Сегодня коммерческий ракетно-космический сектор Китая насчитывает около 60 компаний.

Основные стартапы (HK №4, 2017, с.40-41), в число которых, помимо LandSpace, входят OneSpace, LinkSpace, ExPace, ChinaRocket и i-Space, добились различных успехов.

В мае 2018 г. OneSpace Technology провела испытательный суборбитальный пуск первой в КНР частной ракеты-носителя OS-X (HK №7, 2018, с.62), в сентябре – пуск ракеты OS-X1 (HK №11, 2018), а в октябре объявила об огневом испытании двигателя первой ступени для орбитальной ракеты OS-M1, пуск которой планируется на конец года. Компания намерена в обозримом будущем вывести на рынок не менее пяти модифицированных носителей, способного вывести на низкую орбиту от 200 до 750 кг грузов.

Фирма i-Space в апреле 2018 г. запустила суборбитальную ракету SQX-1S с острова Хайнань (HK №6, 2018, с.52), а в сентябре – ракету SQX-1Z с Цзюцюаня (HK №11, 2018). В планах компании – создание к 2021 г. серии носителей с массой полезного груза до 2000 кг на низкой орбите, а также суборбитального туристического ракетоплана.

LinkSpace, которой в 2017 г. удалось провести тест вертикальных взлета и посадки (технологии, которую впервые успешно начали использовать в SpaceX) на демонстраторе RLV-T5, обещает выполнить демонстрационный полет многоразовой ракеты New Line-1 в 2020 г.

ExPace является дочерней структурой Китайской корпорации космической науки и промышленности CASIC (China Aerospace Science and Industry Corporation), коммерциализирующей легкие носители серии KZ-1, -11, -21 (HK №3, 2017, с.52-53; HK №4, 2017, с.40).

Ракетные проекты, разумеется, привлекают особое внимание СМИ и публики. Не ограничиваясь лишь этим направлением, китайские частные стартапы активно работают и в таких областях, как ДЗЗ, телеметрия, слежение и управление, а также микро- и наноспутники. ■



29 октября Пекинский аэрокосмический институт автоматического управления (Beijing Aerospace Institute of Automatic Control), входящий в структуру Китайской аэрокосмической научно-технической корпорации CASIC, успешно испытал экспериментальную одноступенчатую ракету, продемонстрировав возможность вертикального взлета и посадки с высокой точностью.

Исследования в данном направлении начались в 2018 г. Специально набранная команда спроектировала и построила опытный многоразовый демонстратор для отработки вертикального взлета и посадки. По мнению китайских специалистов, «данная технология будет способствовать разработке многоразовой космической транспортной системы, которая сможет в будущем обеспечить Китаю технологический рывок от одноразовых транспортных систем к многоразовым».



Китайско-французский океанолог

И. Лисов.
«Новости космонавтики»

29 октября в 08:43:13.576 по пекинскому времени (00:43:14 UTC) со стартового комплекса №94 Центра космических запусков Цзюцюань был выполнен успешный пуск РН «Чанчжэн-2С» (CZ-2С №Y22) с китайско-французским океанологическим CFOSat и семью попутными микроспутниками – шестью китайскими и одним белорусским.

Это был 289-й орбитальный пуск китайского носителя семейства «Великий поход». Внутреннее обозначение его было «операция 01-97». Номера и международные обозначения, присвоенные объектам в каталоге Стратегического командования США, а также начальные параметры их орбит приведены в таблице.

Наименование	Номер	Межд. обозн.	Параметры орбиты			
			i	Нр, км	На, км	P, мин
CFOSat	43662	2018-083A	97.53°	519.6	538.0	95.025
Чанша Гаосинь	43669	2018-083H	97.53°	518.2	538.3	95.025
Синхэ?	43663	2018-083B	97.53°	519.7	539.1	95.023
Сяосян-1 №02?	43668	2018-083G	97.52°	519.5	538.8	95.021
Тунчунань-1?	43664	2018-083C	97.52°	518.9	537.4	95.014
Тяньци-1?	43665	2018-083D	97.52°	518.4	537.6	95.000
CubeBel-1	43666	2018-083E	97.54°	516.8	537.6	94.981
Вторая ступень	43667	2018-083F	97.62°	217.3	526.6	91.825

Примечание. Наименования четырех из шести попутных КА поставлены в соответствии наблюдаемым орбитальным объектам условно. Седьмой попутный КА на орбите не обнаружен.

Новый разведчик океана

Осень 2018 г. оказалась урожайной на космическую океанологию. 7 сентября и 25 октября были запущены китайские спутники двух разных типов, а 29 октября к ним присоединился уникальный аппарат совместной китайско-французской разработки с англоязычным наименованием China-France Oceanographic Satellite (CFOSAT)*. Основная идея проекта – одновременная регистрация

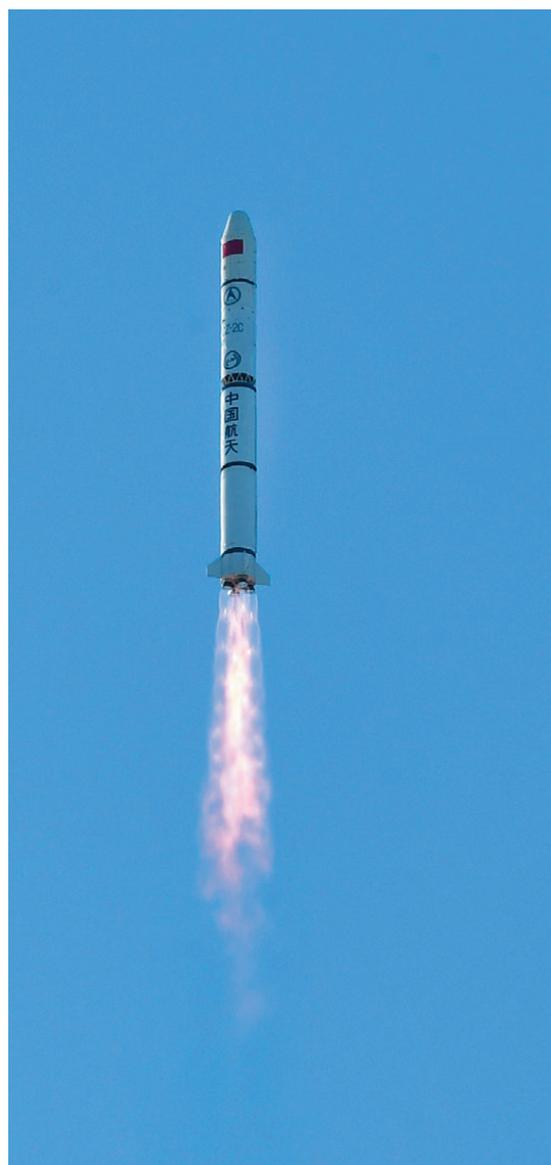
скорости и направления ветров, силы и направления движения морских волн.

Ветер порождает волны, а они, в свою очередь, изменяют свойства приповерхностного слоя атмосферы над океаном. Используемые для прогнозов погоды математические модели должны учитывать как ветер, так и волны. Пока их точность недостаточна, особенно в чрезвычайных ситуациях, таких как тайфуны и быстро развивающиеся штормы. Дополняя существующие океанологические спутники, CFOSat будет изучать динамику волны и их взаимодействие с ветром, чтобы углубить понимание образования явлений и соответствующих физических механизмов. Он поможет предсказать зарождение катастрофических погодных систем над океаном.

Спутник также может наблюдать сушу и оценивать влажность почвы, степень неровности поверхности и характеристики ледовых покровов, вести мониторинг морского льда и отслеживать образование айсбергов.

Проект CFOSAT осуществляется на основании соглашения между Китайской национальной космической администрацией CNSA и Национальным центром космических исследований Франции CNES. Спутник разработан и изготовлен Космической спутниковой компанией «Дунфанхун», являющейся подразделением Китайской исследовательской академии космической техники CAST, и стал 90-м в ее послужном списке. Из двух бортовых инструментов один – микроволновой скаттерометр SCAT – поставлен китайской стороной, а второй – радиолокационный волновой спектрометр SWIM – французской. За обработку данных отвечает французская сторона, результаты будут использоваться учеными обеих стран.

Административным руководителем и главным конструктором CFOSat, как и запу-



* В китайских источниках используется аналогичное наименование на китайском языке – 中法海洋卫星 (чжунфа хайян вэйсин).

i Пекинская техническая компания микро- и наноспутников «Синкун» (北京微纳星空科技有限公司, «Бэйцзин вэйна Синкун кэцзи юсянь гунсы») отчиталась о поставке для китайско-французского спутника компьютера управления бортовыми системами и компьютера системы ориентации, а также программного обеспечения для них.

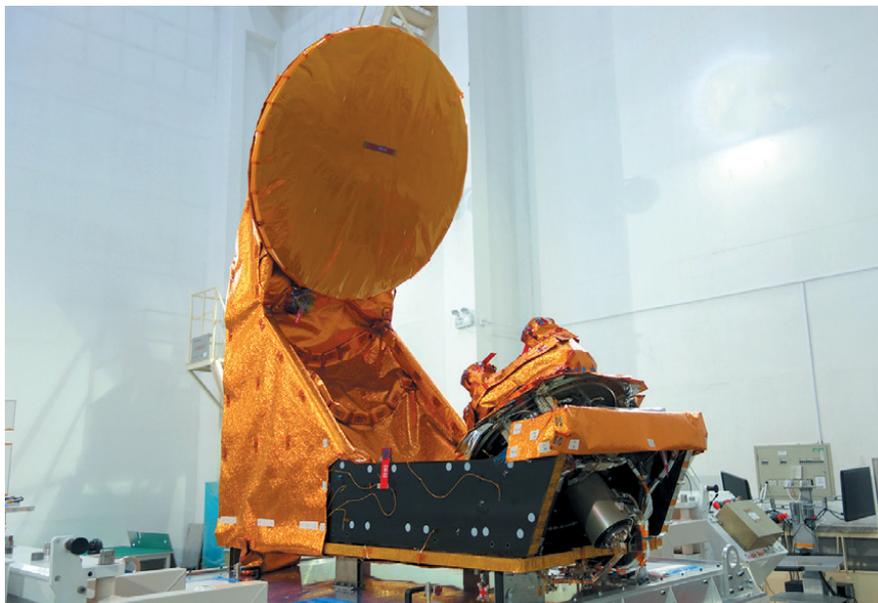
щенного в сентябре аппарата HY-1C, является Ван Лили (王丽丽). Менеджером проекта с французской стороны выступил Патрик Кастильян (Patrick Castillan) из Тулузского космического центра CNES.

Аппарат выполнен на платформе CAST-2000 и имеет массу около 700 кг при размерах корпуса 1.4x1.4x1.2 м. Электропитание поступает от двух неориентируемых четырехсекционных солнечных батарей, выдающих 1300 Вт в конце срока службы. Бортовая аккумуляторная батарея имеет емкость 60 А·ч. Система ориентации и стабилизации осуществляет наведение КА с точностью 0.1° и стабилизацию на уровне 0.01°/с. Звездные датчики смонтированы на зенитной плоскости, бортовые инструменты и антенны системы передачи целевой информации смотрят в нади́р. Обмен командно-телеметрической информацией идет в S-диапазоне.

Китайская сторона доработала платформу под данный проект, обеспечив возможность круглосуточной работы по электропитанию и более комфортные тепловые условия. Кроме того, два бортовых инструмента были физически разнесены, чтобы уменьшить оказываемые друг другу помехи.

Скаттерометр SCAT установлен на надирной плоскости КА. Это первый прибор для измерения скорости ветров, построенный по схеме вращающегося веерного луча с двойной антенной системой и с углами падения от 26° до 46°. Инструмент обеспечивает определение скорости ветра в диапазоне 4–24 м/с с погрешностью 2 м/с или 10%, и его направление с погрешностью ±20° при пространственном разрешении 50 км.

▼ На технологическом макете спутника хорошо виден скаттерометр SCAT



▲ Французский волновой спектрометр SWIM

Прибор работает на частоте Ку-диапазона 13.256 ГГц в полосе шириной свыше 1000 км. Усилитель на лампе бегущей волны мощностью 120 Вт работает через две антенные решетки размером 1.2x0.4 м каждая. Используемые комбинации поляризации посылаемого и принимаемого сигнала – HH и VV. Частота импульсов – от 80 до 200 Гц, ширина – от 1 до 4 мс (в норме 1.35 мс). Скорость вращения антенного блока – 3.5 об/мин.

Прибор разработан и изготовлен под руководством ведущего конструктора Дун Сяолуна (董晓龙) в Лаборатории микроволнового зондирования Национального центра космической науки и прикладных исследований Китайской АН, а его антенна – в Сианьском отделении CAST. Масса скаттерометра около 70 кг, а энергопотребление – менее 200 Вт, объем передаваемой информации – 220 кбит/сек.

Аппаратура SWIM (Surface Waves Investigation and Monitoring – буквально «Исследование и мониторинг поверхностных волн») также является первой в своем роде. Она основана на технологии радиолокационного высотомера и осуществляет измерение спектра направлений и энергии морских волн путем многоазимутальных наблюдений с различными углами падения.

SWIM работает в Ку-диапазоне на частоте 13.575 МГц и осуществляет круговое сканирование в пределах 10° от надира в полосе шириной 180 км. Прибор смонтирован на передней плоскости КА и внешне напоминает типовой антенный блок связного спутника с облучателем и большим рефлектором диаметром 0.90 м. Облучатель имеет в своем составе привод вращения со скоростью 5.6 об/мин и передающий блок с шестью рупорными антеннами. Их сигналы отражаются от рефлектора и направляются на Землю. Антенны направлены в нади́р и под углами 2.43°, 4°, 6°, 8° и 10°, ширина каждого луча составляет 2°. Частота импульсов – от 5 Гц до 5.4 Гц, ширина – 50 мкс. Цифровая обработка отраженного сигнала производится на борту. Энергопотребление прибора – 120 Вт.

SWIM обеспечивает:

◆ определение высоты волн в нади́ре с погрешностью 10% или 0.5 м;

◆ определение скорости ветра в нади́ре с погрешностью 10% или 2 м/с;

◆ определение спектра волн в ячейках размером 70x90 км;

◆ определение длин волн в пределах от 70 м до 500 м;

◆ определение направления движения волн с погрешностью 15°.

Разработчиком SWIM является тулузское отделение фирмы Thales Alenia Space. Она же была партнером Сианьского отделения CAST при создании системы передачи информации в X-диапазоне с КА на Землю.

Скаттерометр обеспечивает глобальное покрытие за трое суток. Волновой спектрометр дает почти глобальное покрытие за 13 суток. Исходя из этого выбрана рабочая орбита условной средней высотой 517 км с повторением наземной трассы через 197 витков и межвитковым расстоянием на экваторе 203 км.

Прием данных осуществляют китайские станции Пекин, Муданьцзян и Санья и две приполярные станции, эксплуатируемые CNES, – Кируна в Швеции и Инувик в Канаде, что обеспечивает прием данных со всех витков. Управление аппаратом осуществляется из Пекина и Сианя. Научные центры проекта работают в Пекине (Китай), Тулузе и Бресте (Франция). Данные реального времени обрабатываются в течение трех часов после съемки и распространяются: китайским центром – в региональном масштабе, французским – в глобальном. Китайская наземная прикладная система находится в ведении Национального спутникового океанологического прикладного центра NSOAC.

Ожидаемые результаты реализации проекта:

❖ Прогноз ветров и волн в интересах морской метеорологии;

❖ Моделирование и прогноз динамики океана;

❖ Получение информации об изменениях климата;

i 29 октября председатель КНР Си Цзиньпин и президент Франции Эммануэль Макрон обменялись поздравлениями по случаю успешного запуска совместного океанологического спутника CFOSat.



▲ Китайская традиция – команда подготовки аппарата к запуску выстраивается в соответствии с названием спутника

❖ Фундаментальные знания о процессах на морской поверхности, связанных с ветром и волнением.

Расчетный срок работы КА – три года.

История проекта CFOSat растянулась на 13 лет. В 2005 г. правительства Китая и Франции подписали соглашение о сотрудничестве в области создания спутников для океанологии и астрономических наблюдений. В октябре 2006 г. в присутствии председателя КНР Ху Цзиньтао и президента Франции Жака Ширака был подписан меморандум о взаимопонимании по проекту CFOSat, установивший зоны ответственности сторон. В марте 2007 г. в Пекине состоялся официальный «запуск» проекта, и в апреле 2008 г. в Тулузе рассмотрели итоги его первой фазы – проработки концепции. В июле 2008 г. стартовала вторая фаза – предварительное проектирование. Защита проекта состоялась в сентябре 2010 г. в Пекине.

На заседании 16–17 ноября 2010 г. в Пекине Совместный управляющий совет дал добро на перевод проекта на этап исполнения и на начало фазы С разработки (детальное проектирование и изготовление). Предполагалось, что испытания готового КА пройдут в течение 2014 г., в конце года он будет запущен и в 2015 г. будет передан в эксплуатацию.

9 декабря 2010 г. Административный совет CNES санкционировал работы этого этапа*, и в конце месяца был подписан контракт с Thales Alenia Space в качестве подрядчика по инструменту SWIM. Критическая защита проекта SWIM состоялась 8 января, а по телеметрической подсистеме – 1 февраля 2013 г., что открыло дорогу к изготовлению летных изделий.

Параллельно шли работы по китайскому прибору и по спутнику в целом, но, судя по имеющейся информации, довольно медленно, и их пришлось «подстегнуть» на самом высоком уровне. 26 марта 2014 г. в Париже в рамках визита председателя КНР Си Цзиньпина было подписано соглашение между CNSA и CAST об углублении сотрудничества

в области океанографии и астрофизики, включая проекты «океанолога» CFOSat и совместного астрономического спутника SVOM. Тогда же расчетной датой старта был назван июнь 2018 г.

29 января 2015 г. в Пекине в присутствии премьера Госсовета КНР Ли Кэцзяна и премьер-министра Франции Мануэля Вальса глава CNSA Сюй Дачжэ и президент CNES Жан-Ив Ле Галь подписали новый меморандум о взаимопонимании по проекту CFOSat, целью которого было ускорить работы по проекту и установить дополнительные условия сотрудничества в использовании научных данных и приложений.

В марте 2015 г. корпоративная газета «Чжунго хантянь бао» сообщила, что на прототипе спутника были подтверждены все интерфейсы и что в 2016 г. начнется изготовление летного образца. Критическая защита проекта КА прошла в Пекине в ноябре 2015 г., на два года позже плана. К изготовлению летного экземпляра скаттерометра SCAT приступили 23 июля 2016 г., и в апреле 2017 г. он был готов. В августе из Франции доставили инструмент SWIM.

20 октября 2017 г. в ходе 5-го китайско-французского симпозиума по океанологическому спутнику было объявлено, что в Сборочно-испытательном центре Хуайжоу начались испытания КА и что старт состоится во второй половине 2018 г.

10 января 2018 г. президент Франции Эммануэль Макрон посетил CAST, встретился с разработчиками совместного КА в зале сборки №3 и осмотрел термовакуумную камеру КМ6, где его предстояло испытать. 31 марта Китайская исследовательская академия ракетной техники CALT объявила, что старт состоится в сентябре. 26–28 июня проект был представлен в Тулузе, и там сообщили о переносе старта с 25 сентября на

30 октября. Наконец, 29 июля была названа окончательная дата – 29 октября.

Своеобразным памятником долгой истории проекта стала ракета CZ-2C № Y22. Похоже, она была закреплена за КА изначально и в итоге стартовала на 5–9 лет позднее изделий с соседними номерами.

29 октября КА был выведен на солнечно-синхронную орбиту с прохождением нисходящего узла в 07:02 местного времени. Через 15 минут после старта было зафиксировано развертывание солнечных батарей, а через 32 минуты было объявлено об успехе пуска. В 10:15 китайские наземные станции приняли первый сигнал с КА.

Как заявил в декабре 2017 г. научный руководитель CFOSat с китайской стороны, заместитель директора NSOAC Лю Цзяньцян (刘建强), в течение 13-й пятилетки (2016–2020 гг.) Китай планирует вывести на орбиту девять спутников для изучения океанов. Пока на орбите находятся три из них.

Попутчики из Чанша

Официальное сообщение от 29 октября производителя PH – академии CALT – гласит, что одной ракетой было запущено восемь спутников: основной КА CFOSat, шесть микро- и наноспутников разных китайских заказчиков и один белорусский кубсат. Однако мы располагаем сообщениями о запуске только шести полетных аппаратов. На орбите найдено восемь объектов – основной КА, ракетная ступень и шесть микро- и наноспутников. Судьба восьмого спутника остается неизвестной: то ли он не отделился от носителя, то ли его и вовсе не было.

Четыре попутных КА разработаны и изготовлены компанией «Космическая научно-техническая исследовательская академия Тяньи» (天仪空间科技研究院有限公司, «Тяньи кунцзянь кэцзи яньцзююань юсянь гунсы»), торговая марка SpaceTY) и представляют собой кубсаты типоразмера 6U (10×20×30 см) и массой 10–12 кг с двумя откидными панелями солнечных батарей.

Аппарат с техническим обозначением TY1-02 имеет наименование «Сяосян-1» №02 (潇湘一号02星). Он создан в кооперации с Шэньчжэньской компанией космической техники оптических сетей «Хансин» (深圳航星光网空间技术有限公司, «Шэньчжэнь Хансин гуанван кунцзян цзишу юсянь гунсы»), она же LaserFleet) с целью под-



▼ Все четыре спутника компании SpaceTY



* Суммарный вклад CNES в проект составил около 150 млн евро.

тверждения решений в области спутниковой лазерной связи. «Хансин» намерена использовать 288 спутников, чтобы построить систему лазерной связи, обеспечивающей широкополосным доступом в Интернет пассажиров гражданских авиалиний.

TY1-03, или «Синхэ» (星河号, «Млечный путь»), является совместной разработкой «Тяньи» и Чэндуской компании космической техники «Госин» (成都国星宇航科技有限公司, «Чэнду Госин юйхан кэцзи юсянь гунсы», она же ADA Space). Это их третий совместный аппарат после изделий CDGX-1 и TFJR-1, отправленных в суборбитальный полет 5 сентября 2018 г. на ракете SQX-1Z (HK №11, 2018).

«Синхэ» создан в целях отработки решений для проекта спутниковой группировки малых КА с элементами искусственного интеллекта «Син шидай» (星时代, «Звездная эпоха»), включающей 192 спутника в 24 орбитальных плоскостях. В их число должны войти КА оптической и радиолокационной съемки с разрешением 5 м, 1 м и 0.5 м, обеспечивающие глобальное постоянное наблюдение и предназначенные главным образом для городского планирования, организации жизни города и смежных областей деятельности. Проект финансируется холдингом Galaxy Holdings Group, который также вложил в компанию «Тяньи» и в фирму «Синцзи жуньяо», разрабатывающую ракеты-носители семейства SQX.

Судя по эмблеме проекта, спутник «Синхэ» также оснащен камерой для съемки Земли. У него есть еще два названия – Scorpio-1 и «Тяньфу госин-1» (成都国星一号).

TY4-01 («Чанша гаосинь», 长沙高新号) представляет собой экспериментальный аппарат для летной отработки решений более тяжелой спутниковой платформы, разрабатываемой в Академии Тяньи – так называемой платформы 0805 под спутник массой 50 кг с мощностью системы электропитания 80 Вт. Полезной нагрузкой является радиокомплекс для радиолокационной связи, работающий на частоте 435.925 МГц.

На нем, в частности, реализован проект VIPKID, в рамках которого более полумиллиона школьников и 60 000 учителей из 63 стран и территорий мира, а также десятки тысяч работников китайской ракетно-космической промышленности разместили свои «космические мечты» и поздравления по случаю 60-летия полигона Цзююань.

Аппарат назван в честь Зоны высоких технологий г. Чанша, которая отмечает свое 30-летие. На эмблеме проекта имеется также наименование Zergling с отсылкой к одноименной расе насекомых-мутантов в компьютерной игре StarCraft II.

TY4-02 («Тунчуань-1», 铜川一号) получил свое название по городскому округу Тунчуань к северу от Сианя, где 26 июня 2018 г. был основан одноименный коммерческий аэрокосмический центр. Впрочем, всего за месяц до старта спутник был известен под другим названием – «Чжаоцзинь-1»



▲ Один из четырех спутников компании SpaceTY

(照金一号), предположительно в честь одноименного поселка в округе Тунчуань.

Аппарат предназначен для отработки технологий и астрономических наблюдений. «Тунчуань-1» является первым экспериментальным КА для поиска электромагнитных спутников гравитационных волн, имея для этого интегрированный детектор гамма-диапазона GRID. Он также оснащен рентгеновским поляризационным детектором высокой чувствительности для обнаружения черных дыр и аппаратурой межспутниковой связи. Научным руководителем проекта выступает Центр астрофизики Университета Цинхуа, который планирует использовать результаты испытаний в большом астрономическом проекте «Тяньгэ» (天格) с применением 24 аппаратов.

Спутником будет управлять заказчик через станцию коммерческой сети слежения и управления в Тунчуане, так называемый Южный командный центр, оператором которого является Шэньсийская компания космической техники «Синьи» (陕西星邑空间技术有限公司, «Шэньси Синьи кунцзянь цзишуй юсянь гунсы»).

i Китайский коммерческий космический центр в Тунчуане создается на территории в 6.7 км² в районе Ехупо севернее города Тунчуань. До 2023 г. в его строительство планируется вложить 30 млрд юаней (примерно 4.5 млрд \$).

В один из четырех кубсатов «Тяньи» вмонтирован контейнер с генетическими образцами, в число доноров которых вошли знаменитый писатель-фантаст Лю Цысинь (刘慈欣), физик и популяризатор науки Ли Мяо (李淼), инициатор этого проекта Чэнь Ши (陈实) и его спонсор Ли Бин (李冰). Как и в аналогичном эксперименте на ракетной ступени спутника «Хайян-1» (см. с.41), материал представлен в виде генетического лиофилизированного порошка GLP и заключен в контейнер, обеспечивающий его длительное сохранение в космосе.

Цель проекта – подтвердить возможность и эффективность сохранения в космосе образцов генов земного биологического вида, а также популяризовать сохране-

ние генных ресурсов биологических видов Земли. Он реализован при участии Компании аэрокосмической техники «Уцзиньчжи мэнь» (无尽之门航天科技公司, «Уцзиньчжи мэнь хантянь кэцзи гунсы»).

Ранее на орбиту было выведено четыре спутника Академии Тяньи: 10 ноября 2016 г. – «Сяосян-1» (HK №1, 2017); 15 февраля 2017 г. – «Чэньцзяюн-1» (HK №4, 2017); 19 января 2018 г. – «Сянцзян синьцю» и «Цюаньтутун-1» (HK №3, 2018). Теперь число аппаратов этой фирмы в космосе удвоилось.

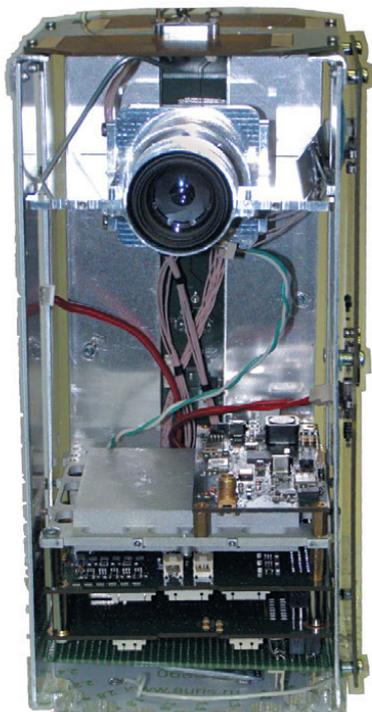
Как заявил главный технолог «Тяньи» Жэнь Вэйцзя (任维佳), четыре вновь запущенных КА используют оптимизированный вариант наноспутниковой платформы с более стабильными характеристиками. Он также сказал, что еще три спутника этой же серии будут запущены в декабре 2018 г.

«Тяньци» – это другое

Пятым известным малым КА в запуске 29 октября является спутник «Тяньци-1» (天启一号) Пекинской компании высоких технологий «Годянь» (北京国电高科科技有限公司, «Бэйцзин Годянь гаокэ кэцзи юсянь гунсы») – первый в будущей группировке из 38 аппаратов межмашинной коммуникации, которую часто называют «интернетом вещей». К сожалению, никакой информации о спутнике и о его производителе обнаружить не удалось.

Всю группировку предполагается развернуть до конца 2020 г. Год назад говорилось о 36 спутниках и о том, что первые шесть КА доставят на орбиту во 2-м полугодии 2018 г., но, очевидно, по итогам испытаний экспериментального блока на ракете CZ-4C (HK №1, 2018) было решено сначала запустить два аппарата по отдельности.

Компания сотрудничает с Министерством промышленности и информационных технологий, Министерством связи, China Unicom, Китайской компанией морских контейнерных перевозок, Китайской судостроительной корпорацией, Китайской корпорацией электронной техники, обеими аэрокосмическими корпорациями (CASC и CASIC), Академией сельского хозяйства, Lenovo и промышленным альянсом «Чжунгуаньчунь» по теме «интернета вещей».

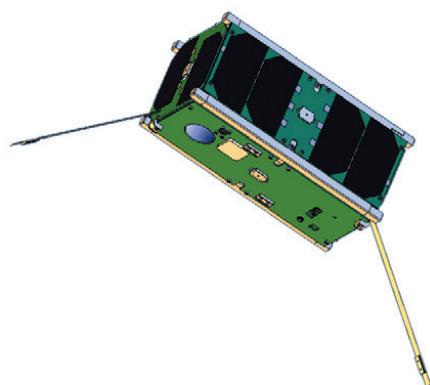


Белорусский студенческий

Наноспутник CubeBel-1 (он же BSUSat-1) – первый научно-образовательный спутник Белоруссии, созданный преподавателями, сотрудниками и студентами Белорусского государственного университета (БГУ). Он стал третьим спутником Республики Беларусь на орбите и первым изготовленным собственными силами после двух больших аппаратов – спутника дистанционного зондирования Земли БКА, изготовленного в России с участием белорусских фирм (НК №9, 2012), и телекоммуникационного спутника «Белинтерсат-1», изготовленного и запущенного Китаем (НК №3, 2016).

Целью проекта была разработка, изготовление, запуск первого научно-образовательного спутника Белоруссии и последующее обеспечение его работы на орбите.

CubeBel-1 – типичный кубсат формата 2U с размерами 20×10×10 см и массой чуть более 1.6 кг. Аппарат оснащен системами электропитания, управления, ориентации и стабилизации, связи в основном на базе коммерческих компонентов. В частности, аппарат имеет фотоэлементы на панелях корпуса и литий-полимерные аккумуляторы; 32-разрядный процессор; солнечные датчики, трехкомпонентные гироскопический датчик и акселерометр, трехосный магнитометр для определения текущей ориентации в пространстве; исполнительные органы – электромагнитные катушки, встроенные во внешние панели корпуса. Связная система имеет в своем составе телеметрический радиомаяк (436.990 МГц) и цифровой ретранслятор (436.200 МГц).



В комплекс технологической и научной полезной нагрузки входят цифровая камера с кадром 640×480 элементов, инфракрасный датчик, сигнализатор-индикатор гамма-излучений, двухчастотная приемная аппаратура спутниковых навигационных систем «Глонаш-Л1/Л2-РТК» для зондирования ионосферы, электронные компоненты для испытаний на радиационную стойкость.

Программное обеспечение для ориентации спутника и обеспечения его работы разработано учеными БГУ. Полетная программа создавалась индивидуально под технические характеристики РН, служебной платформы спутника и задачи целевой аппаратуры.

Университетский спутник позволит выполнить широкий спектр задач. Среди технологических – тестирование систем ориентации, связи и сбора данных. В научных целях будет проводиться изучение радиационных полей околоземного пространства, исследование радиационной стойкости электронных элементов, дистанционное зондирование Земли. Образовательная составляющая позволит использовать наноспутник как летающую учебно-научную лабораторию. Вместе с наземным комплексом управления, приема и обработки данных студенты в реальных условиях смогут осваивать космические технологии и выполнять научные исследования. Кроме того, обучающиеся уже получили уникальный опыт полного цикла разработки, создания и использования собственных космических аппаратов.

Запуск собственного наноспутника стал итогом десятилетней работы коллектива сотрудников и студентов Центра аэрокосмического образования, факультета радиофизики и компьютерных технологий и физического факультета БГУ. Во главе проекта стоял Владимир Алексеевич Саечников – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой физики и аэрокосмических технологий факультета радиофизики и компьютерных технологий БГУ. Над спутником работала команда из 25 человек, причем половина из них – студенты, аспиранты и магистранты.

Центр аэрокосмического образования БГУ был основан в 2008 г. и изначально занимался приемом и обработкой данных ДЗЗ, созданием и испытаниями компонентов и систем сверхмалых КА и наземной станции для управления ими. Кроме того, школьники из лицея при БГУ участвовали в соревнованиях CanSat под эгидой НИИЯФ МГУ в России, где заняли второе место в 2012 г. и первое в 2014 г.

В конце 2014 г. группа студентов и сотрудников факультета радиофизики и компьютерных технологий начала работу над проектом кубсата формата 2U. Его конфигурацию определили в сотрудничестве со специалистами германских фирм Orbital Systems GmbH и ECM space technologies GmbH (Дмитрий Богданов, Вальтер Балльхаймер). В течение 2015–2016 гг. были изготовлены и испытаны несколько экспериментальных аппаратов и инженерная модель. В январе 2017 г. летное изделие уже было готово на 90% и проходило испытания.

CubeBel-1 предполагалось запустить в ноябре 2017 г. с российской КА «Метеор-М»

№2-1, но, к счастью для белорусского кубсата, он на борт не попал. В итоге 7 февраля 2018 г. в Минске было подписано соглашение о запуске CubeBel-1 с Китайской промышленной компанией «Великая стена».

Запуск прошел штатно, КА вышел из пускового контейнера на 12-й минуте от старта. В начале второго витка его сигнал приняла российская станция СКАНЭКС под Москвой. Первую телеметрию получил в 07:02 UTC в центре управления в Минске научный сотрудник БГУ Владимир Чёрный (EU1SAT), а 5 ноября уже прошло два сеанса двусторонней связи.

«Сейчас мы убедились, что все системы живут и работают нормально, – сообщил В.А.Саечников в интервью «Российской газете» 7 ноября. – Пока спутник работал в самом экономичном, минимальном режиме, только чтобы мы его обнаружили и убедились, что он рабочий. Теперь будем включать одну систему за другой, проверять их работоспособность, потом включать целевую нагрузку, которая там стоит, смотреть, что можно с нее получить».

▼ Антенный комплекс Белорусского государственного университета и один из передатчиков



29 октября в 13:08:00 по токийскому времени (04:08:00 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, номер F40) с японским спутником GOSAT-2 для мониторинга парниковых газов, спутником ДЗЗ KhalifaSat, полностью разработанным в ОАЭ, и четырьмя попутными малыми КА Японии и Филиппин.

Полет носителя прошел в штатном режиме в соответствии с циклограммой, приведенной в табл. 1. Через 16 мин 09 сек после старта отделился основной аппарат GOSAT-2, а на 24 мин 15 сек – KhalifaSat. После были отправлены команды на отделение четырех МКА. Параметры орбит объектов и их обозначения в каталоге Стратегического командования США даны в табл. 2.

Уже в 13:26 JST сигнал от GOSAT-2 приняла станция слежения Мингенев в Австралии. Она же подтвердила раскрытие солнечных панелей, а в 13:47 норвежская антарктическая станция Тролль получила сигнал от GOSAT-2 и зафиксировала штатное проведение операции по захвату диска Солнца датчиками системы ориентации.

Предстоящий старт был анонсирован 28 августа на сайте JAXA и состоялся 29 октября в назначенный день и час. Интересно, что в анонсе были названы два основных аппарата и объявлено о возможности запуска до пяти попутных малых КА. В официальном пресс-ките, также датированном 28 августа, были названы все пять попутчиков, в том числе спутник PROITERES-2, которого в сообщении о старте уже не было.

В итоге на орбите оказалось 11 объектов: два больших КА, ракетная ступень, три фрагмента адаптера, два объекта категории Medium (средний) и три типа Small (малый). Радиолобителями опознаны спутники «средней» категории Ten-koh и Diwata-2B, а на три «малых» приходится лишь два названия, причем тот, который обозначен в таблице номером 43671, довольно быстро снижается – более чем на километр в неделю.

Табл. 1. Фактическая циклограмма запуска GOSAT-2 и KhalifaSat

Время* (мин:сек)	Событие
00:00	Старт
01:51	Завершение работы твердотопливных ускорителей
02:07	Отделение твердотопливных ускорителей
04:13	Сброс верхней части головного обтекателя
06:32	Выключение двигателя первой ступени (MECO)
06:40	Разделение ступеней
06:49	Включение двигателя второй ступени (SELI)
15:19	Выключение двигателя второй ступени (SECO)
16:09	Отделение GOSAT-2
19:45	Сброс адаптера верхнего КА
19:50	Сброс нижней части ГО («цилиндры»)
24:15	Отделение KhalifaSat

* По результатам быстрого послеполетного анализа.

Табл. 2. Параметры объектов и каталожные обозначения

Аппарат	Номер	Межд. обозн.	Параметры начальной орбиты			
			i	Нр, км	На, км	P, мин
GOSAT 2	43672	2018-084B	97.85°	604.7	612.3	96.894
KhalifaSat	43676	2018-084F	97.83°	598.1	612.0	96.791
Ten-koh	43677	2018-084G	97.83°	590.4	610.4	96.698
Diwata 2B	43678	2018-084H	97.84°	584.1	605.3	96.607
Stars-AO?	43680	2018-084K	97.83°	581.4	607.3	96.601
Неизвестный	43671	2018-084A	97.84°	580.5	605.9	96.596
AUTcube2?	43679	2018-084J	97.84°	581.8	604.4	96.581



GOSAT-2 PROJECT
AT THE NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES

Е. Рыжков.
«Новости космонавтики»

ЗАПУСК КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

У Японии открывается второе дыхание

Второе «Дыхание»

Спутник для регистрации парниковых газов GOSAT-2 (Greenhouse gases Observing SATellite-2) имеет также японское название «Ибуки-2», переводящееся как «дыхание» либо «веяние», «дуновение», «атмосфера» (например, природы или весны).

В разработке GOSAT-2 приняло участие три организации: Министерство окружающей среды Японии, Национальный институт экологических исследований и, безусловно, JAXA. Подрядчиком по КА была компания Mitsubishi Electric Corporation.

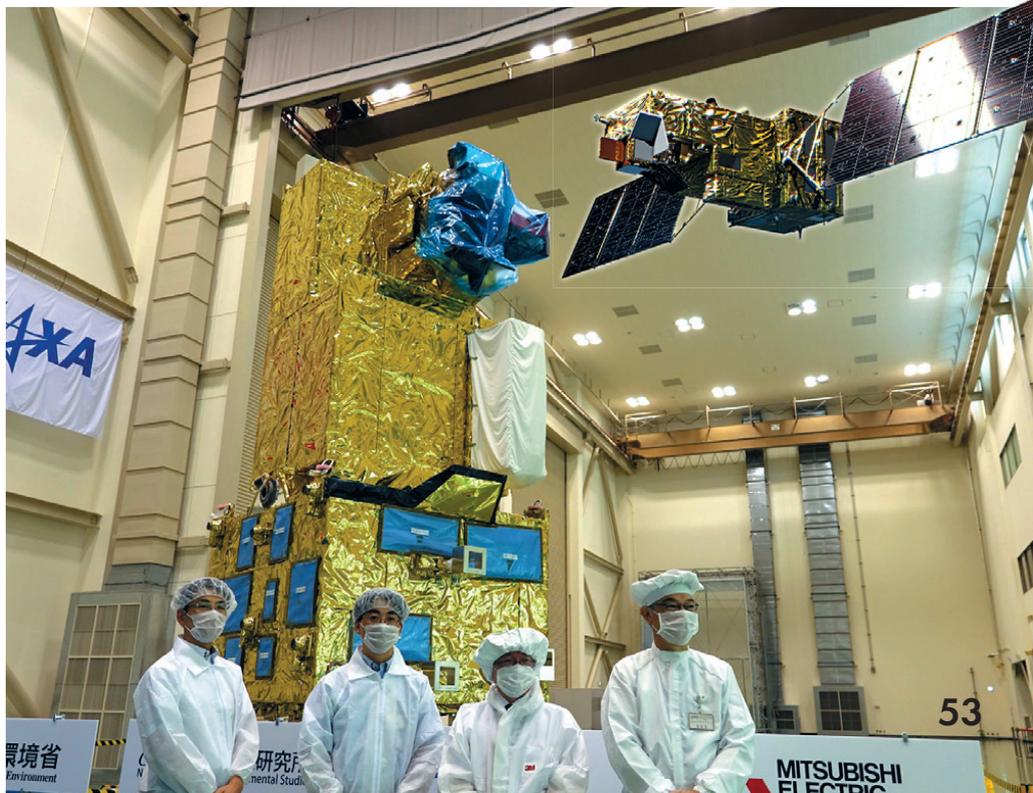
GOSAT-2 продолжит выполнять работу первого «Ибуки», выведенного в космос 23 января 2009 г. (НК №3, 2009, с.21-24), и займется следующими вещами:

- ◆ более точные вычисления и оценка распределения плотности, количества поглощения и выброса газов, вызывающих парниковый эффект;
- ◆ повышение точности прогнозирования климатических изменений;
- ◆ раннее обнаружение изменений в системе Земли;

◆ понимание ситуации по снижению искусственных выбросов парниковых газов и ситуации с изменениями в источниках их естественного поглощения.

Как и на первом аппарате, полезная нагрузка имеет обозначение TANSO (это специально подобранный сокращение совпадает по произношению со словом 炭素 – углерод) и состоит из инфракрасного Фурье-спектрометра FTS-2 (Fourier Transform Spectrometer) и дополняющего его спектрорадиометра CAI-2 (Cloud and Aerosol Imager). Цифра 2 в обоих случаях означает «вторая модель».

Спектрометр FTS-2, изготовленный американской фирмой Harris по заказу Mitsubishi, работает в пяти диапазонах (0.754–0.772, 1.563–1.695, 1.923–2.381, 5.56–8.45, 8.45–14.29 мкм), что позволяет определить концентрации углекислого газа, метана, озона, водяного пара, угарного газа и двуокиси азота. Сектор сканирования ограничен углами $\pm 35^\circ$ поперек трассы и $\pm 40^\circ$ вдоль нее. Мгновенное поле зрения прибора – 9.7 км, максимальная ширина полосы захвата – 790 км, измерения ведутся в пяти точках с шагом 160 км.



Тип орбиты	Солнечно-синхронная, квазизовратная
Параметры орбиты	Наклонение 97,84°, высота 613 км, местное солнечное время при прохождении нисходящего узла 13:00±15 мин
Период повторения трассы	6 суток (89 витков)
Проектный срок эксплуатации	Более 5 лет (цель – 7)
Масса на старте	Около 1800 кг
Габариты	5,3×2,7×2,8 м; размах солнечных батарей – 16,5 м
Вырабатываемая мощность	~5000 Вт (по истечении 5 лет орбитальной работы)

По сравнению с FTS на первом КА точность замеров концентрации CO₂ повышена с 4 до 0,5 частей на миллион. За месяц работы будет строиться карта концентрации с шагом 500 км на суше и 2000 км на море. Третий диапазон расширен по сравнению с первой версией прибора, что позволяет регистрировать CO, который также влияет на парниковый эффект. В FTS-2 встроена камера «интеллектуального прицеливания», которая снимает зону 46×27 км в надире и позволяет избегать облачных зон, где осуществлять наблюдения проблематично. Инструмент имеет массу 219 кг и потребляет 277 Вт.

CAI-2 – это оптический датчик для коррекции ошибок в замерах FTS-2, связанных с наличием облачности и аэрозолей. Двойной семиканальный радиометр с диапазонами УФ, видимый, ближний ИК и тепловой ИК включает два канала, из которых один направлен на 20° вперед по направлению движения, а второй назад. Разрешение прибора составляет 1,5 км в тепловом ИК и 0,5 км в остальных диапазонах.

В период со 2 по 19 ноября GOSAT-2 выполнил серию маневров с целью подъема на 9 км до высоты рабочей орбиты.

KhalifaSat

KhalifaSat – третий спутник, числящийся за Космическим центром Мохаммеда бин-Рашида MBRSC (Mohammed Bin Rashid Space Centre), и первый полностью изготовленный и испытанный в Лаборатории космических технологий MBRSC (Дубай, ОАЭ). Для разработки и производства KhalifaSat (он же DubaiSat-3) были применены технологии, полученные при разработке совместно с Южной Кореей спутников DubaiSat-1 и -2, запущенных в 2009 и 2013 гг. соответственно (НК №9, 2009; №1, 2014). Предварительный и системный проект третьего КА были выполнены в Корее при участии дубайских инженеров, там же состоялась критическая защита, а начиная с февраля 2015 г. и с фазы детального проектирования эмиратцы работали самостоятельно.

При разработке DubaiSat-3 было использовано большое количество передовых и современных технологий и инноваций, что делает его одним из самых современных спутников в мире и позволяет предоставлять заказчикам высококачественные изображения с разре-

Тип орбиты	Солнечно-синхронная
Параметры орбиты	Наклонение 98,13°, высота 613 км
Проектный срок эксплуатации	5 лет
Масса на старте	Около 330 кг
Подсистема ориентации и стабилизации	Трехосная, 0,01°
Вырабатываемая мощность	~450 Вт (по истечении расчетного срока)



шением 0,75 м в соответствии с отраслевыми стандартами на международном уровне.

За основу спутниковой платформы была взята SI-300 от DubaiSat-2, каждый элемент которой был, правда, модернизирован. Стартовая масса КА – 330 кг. Аппарат выполнен в виде шестиугольной призмы с четырьмя разворачиваемыми СБ, по оси которой расположена труба оптической системы с солнечной блендой. Компоненты бортовых систем смонтированы на двух уровнях призмы. Командно-телеметрическая система работает в S-диапазоне, целевая информация передается на Землю в X-диапазоне с скоростью 320 Мбит/с. Объем бортового запоминающего устройства – 512 Гбит.

В качестве основной полезной нагрузки спутника выступает научная камера KHCS (KhalifaSat Camera System) – очень чувствительный инструмент, защищенный от пагубной радиации, солнечных лучей и больших температурных колебаний солнцезащитным экраном из углепластика. Масса прибора – 70 кг, незатененный диаметр объектива – 400 мм. KHCS ведет съемку на ПЗС-приемники с временным накоплением заряда в полосе шириной 12 км и длиной до 1500 км, обеспечивая разрешение 0,75 м в панхроматическом диапазоне и 2,98 м в четырех каналах мультиспектрального диапазона при 10-битном радиометрическом разрешении. Аппарат может отклоняться на ±45° по крену и ±30° по тангажу для съемки объектов в стороне от трассы и для стереосъемки с одного прохода.

Японские субспутники

После отделения от второй ступени двух основных спутников в период с 33:20 до 51:00 от старта были по очереди выпущены два микроспутника и два кубсата.

Микроспутник Diwata-2B официально числится филиппинским аппаратом и будет заниматься мониторингом природных ресурсов этой страны и стихийных бедствий. Аппарат оснащен пятью (!) различными камерами и радиолобительским комплексом.

Спутник мониторинга природной среды с низкой орбиты Ten-koh («погодные условия») имеет три основные задачи:

- ◆ наблюдения за окружающей средой, в рамках которых будут замеряться излучения разных энергетических уровней и магнитное поле;

- ◆ деградация новейших материалов в космосе – на борт помещены термопласты из всех типов углеродных волокон, за разложением которых будут проводиться наблюдения;
- ◆ демонстрация работоспособности компонентов потребительского класса (навигационный приемник, атомный стандарт частоты, ультраконденсатор).

У кубсата Stars-AO две большие задачи:

- ◆ наблюдения небесных тел (сверхвысокочувствительная камера будет фотографировать небесные тела с той же периодичностью, что и наземные средства);
- ◆ высокоскоростная беспроводная связь, в рамках которой технологии позволят увеличить объемы и ускорить связь между микроспутниками и любительскими радиостанциями.

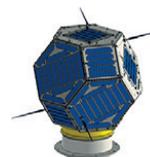
У кубсата AUTcube2 больше всех задач:

- ◆ «искусственная звезда» – на спутнике установлены яркие светодиоды, чье мигание на орбите можно будет различить невооруженным глазом, и можно даже получать сообщения, определенную последовательность сигналов;
- ◆ съемка в космосе 720° – используя объективы «рыбий глаз», установленные на противоположных плоскостях спутника, заснять спутник со всех сторон и отправить данные на Землю;

- ◆ связной эксперимент с ультранизким потреблением мощности – отправить на Землю данные с помощью радиопередатчика мощностью менее 1 мВт;

- ◆ изучение космической электромагнитной среды. Замерить уровень фоновых радиоволн во время частотной связи между Землей и спутником, а также между спутниками.

Малый КА PROITERES-2 (Project of OIT Electric-Rocket-Engine Onboard Small Space Ship), как утверждается, незадолго до старта по неясным причинам изъяти из контейнера и, возможно, заменили макетом. Спутник должен был подтвердить возможность автономного полета при помощи импульсного плазменного двигателя. ■



▲ Ten-koh



Субспутники	Университет-разработчик	Масса, кг	Габариты, мм
Diwata-2B	Университет Тохоку	55,9	500×500×500
PROITERES-2	Технологический институт Осаки	45,0	500×500×480
Ten-koh	Технологический институт Кюсю	23,0	493×488×494
Stars-AO	Университет Сидзуока	1,4	106×100×122 (в J-POD)
AUTcube2	Университет Айти	1,6	111×111×122 (в J-POD)

Примечание: J-POD (JAXA-Picosatellite Orbital Deployer) – устройство JAXA для запуска кубсатов.

Статистика орбитальных пусков с космодромов мира

А. Красильников.
«Новости космонавтики»

В период с 4 октября 1957 г. по 31 октября 2018 г. в мире было осуществлено 5776 пусков ракет-носителей с целью выведения полезного груза на околоземную орбиту или отлетную траекторию. Под «пуском» подразумевается событие, при котором ракета начала самостоятельный полет.

№ п/п	Космодром	Расположение	Принадлежность, эксплуатирующая организация	Дата первого и последнего пуска ^[1]		Количество пусков
1	Плесецк	Россия	Министерство обороны РФ	17.03.1966	25.10.2018	1622
2	Байконур	Казахстан	Роскосмос	04.10.1957	11.10.2018	1484
3	Станция ВВС США Мыс Канаверал	США	Министерство обороны США	06.12.1957	17.10.2018	749
4	База ВВС США Ванденберг	США	Министерство обороны США	28.02.1959	08.10.2018	677
5	Гвианский космический центр	Французская Гвиана	CNES/EKA/Arianespace	10.03.1970	20.10.2018	284
6	Космический центр имени Кеннеди ^[2]	США	NASA	09.11.1967	11.05.2018	166
7	Сичан	Китай	Министерство обороны КНР	29.01.1984	15.10.2018	121
8	Цзююань	Китай	Министерство обороны КНР	24.04.1970	29.10.2018	110 ^[3]
9	Капустин Яр	Россия	Министерство обороны РФ	27.10.1961	19.06.2008	101
10	Танэгасима	Япония	JAXA	09.09.1975	29.10.2018	78
11	Тайюань	Китай	Министерство обороны КНР	06.09.1988	24.10.2018	72 ^[4]
12	Космический центр имени Сатиша Дхавана	Индия	ISRO	10.08.1979	16.09.2018	65
13	Ракетно-космический комплекс Pegasus воздушного базирования	США ^[5]	Корпорация Northrop Grumman	05.04.1990	15.12.2016	43
14	Утиноура	Япония	JAXA	26.09.1966	03.02.2018	40
15	Уоллопс	США	NASA	04.12.1960	21.05.2018	36
16	Морская платформа Odyssey	США ^[6]	Группа компаний C7	28.03.1999	26.05.2014	36
17	База ВВС Израиля Пальмахим	Израиль	Министерство обороны Израиля	19.09.1988	13.09.2016	12 ^[7]
18	Пусковая база «Ясный»	Россия	Министерство обороны РФ	12.07.2006	25.03.2015	10
19	Морская платформа San Marco	Кения ^[8]	ASI	26.04.1967	25.03.1988	9
20	Семнан	Иран	ISA	16.08.2008	02.02.2015	9 ^[9]
21	Ракетно-космический комплекс Pilot воздушного базирования	США ^[10]	Министерство обороны США	25.07.1958	28.08.1958	6
22	Вумера	Австралия	Министерство обороны Австралии	29.11.1967	28.10.1971	6
23	Свободный	Россия	Министерство обороны РФ	04.03.1997	25.04.2006	5
24	Омелек	Маршалловы острова	Министерство обороны США	24.03.2006	14.07.2009	5
25	Хаммагир	Алжир	Министерство обороны Франции	26.11.1965	15.02.1967	4
26	Вэньчан	Китай	Министерство обороны КНР	25.06.2016	02.07.2017	4
27	Ракетно-космический комплекс морского базирования	Россия ^[11]	Министерство обороны РФ	07.07.1998	26.05.2006	3
28	Кодьяк	США	Корпорация Alaska Aerospace	30.09.2001	27.09.2011	3
29	Наро	Республика Корея	KARI	25.08.2009	30.01.2013	3
30	Сохэ	КНДР	KCST	12.04.2012	07.02.2016	3
31	Восточный	Россия	Роскосмос	28.04.2016	01.02.2018	3
32	Алкантара	Бразилия	AEB	02.11.1997	11.12.1999	2
33	Тонхэ	КНДР	KCST	31.08.1998	05.04.2009	2
34	Станция Онеуи	Новая Зеландия	Компания Rocket Lab	25.05.2017	21.01.2018	2
35	Кауаи	США	Министерство обороны США	04.11.2015	04.11.2015	1

Сокращения:

ЕКА – Европейское космическое агентство.
 CNES – Национальный центр космических исследований (Франция).
 NASA – Национальное управление по аэронавтике и космосу (США).
 JAXA – Японское агентство аэрокосмических исследований.
 ISRO – Индийская организация космических исследований.
 ASI – Итальянское космическое агентство.
 ISA – Иранское космическое агентство.
 KARI – Корейский институт аэрокосмических исследований (Республика Корея).
 KCST – Корейский комитет космических технологий (КНДР).
 AEB – Бразильское космическое агентство.

Примечания:

- [1] – Даты пусков указаны по Всемирному координированному времени (UTC).
 [2] – Космический центр имени Кеннеди оперативно подчиняется 45-му космическому крылу ВВС США наряду со Станцией ВВС Мыс Канаверал. В его статистику включены только пуски со стартовых комплексов LC-39A и LC-39B, принадлежащих центру в настоящее время.
 [3] – С учетом первого аварийного пуска ракеты «Куайчжоу» в 2012 г.
 [4] – С учетом третьего аварийного пуска ракеты «Кайточжэ» в 2005 г.
 [5] – Место постоянного базирования самолетов-носителей NB-52 и L-1011. Самолеты с ракетами Pegasus взлетали с семи аэродромов на территории США, Испании и Маршалловых островов.
 [6] – Место постоянного базирования платформы. При пусках ракет «Зенит-3SL» платформа находилась в акватории Тихого океана в точке с координатами: 0° с.ш., 154° з.д.
 [7] – С учетом двух необъявленных аварийных пусков ракеты Shavit в 1991 и 1993 гг.
 [8] – Место постоянного базирования платформы. При пусках ракет Scout платформа находилась в акватории Индийского океана вблизи побережья Кении в точке с координатами: 2°56' ю.ш., 40°12' в.д.
 [9] – С учетом четырех необъявленных и неподтвержденных аварийных пусков ракеты Safir в 2012–2014 гг.
 [10] – Место постоянного базирования самолетов-носителей F4D-1. Самолеты с ракетами Pilot взлетали с аэродрома на территории США.
 [11] – Место постоянного базирования подводных лодок ВМФ РФ. При пусках ракет «Штиль» и «Волна» подлодки находились в акватории Баренцева моря.



Созвездие «Канопус»

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»

30 октября Государственная комиссия по проведению летных испытаний космических комплексов социально-экономического, научного и коммерческого назначения приняла решение завершить летные испытания и рекомендовала государственному заказчику принять в эксплуатацию комплекс «Канопус-В» с космическими аппаратами «Канопус-В» № 3 и № 4.

Комплекс, работающий в составе отечественной орбитальной группировки дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), предназначен для получения оперативных спутниковых данных в интересах Госкорпорации «Роскосмос», Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС), Министерства природных ресурсов и экологии, Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), Российской академии наук (РАН).

Аппараты «Канопус-В» способны получать панхроматические и многозональные изображения поверхности Земли для использования указанными выше ведомствами, а также коммерческими потребителями для мониторинга сельскохозяйственной деятельности, землепользования и водных ресурсов, чрезвычайных ситуаций и стихийных бедствий, обнаружения лесных пожаров и выбросов загрязняющих веществ, обновления топографических карт и оперативного наблюдения заданных районов.

Использование космического комплекса «Канопус-В» осуществляется в соответствии с заявками потребителей на получение информации ДЗЗ. Прием, обработку и распространение спутниковых данных

выполняют центры Госкорпорации «Роскосмос» (Научный центр оперативного мониторинга Земли) и Росгидромета (Научно-исследовательский центр «Планета»), управление группировкой, насчитывающей в настоящее время четыре спутника, – Центр управления полетом (ЦУП) Центрального научно-исследовательского института машиностроения (ЦНИИмаш).

Напомним, что «Канопус-В» №1, созданный АО «Корпорация ВНИИЭМ» по заказу Роскосмоса, стал первым в России малым космическим аппаратом (МКА) для высокодетального ДЗЗ. Этот спутник массой 465 кг работает на солнечно-синхронной орбите (ССО) высотой 500–510 км. В полезную нагрузку массой 106 кг входят два инстру-

Панхроматическая съемочная система (ПСС) работает в спектральном диапазоне 460–850 нм, обеспечивая геометрическое пространственное разрешение 2.1 м в полосе захвата шириной 23.5 км. Оптика имеет относительное отверстие – 1:10.3 и фокусное расстояние – 1797 мм. Площадь снимка из шести кадров составляет 43.5 км².

Мультиспектральная съемочная система (МСС) работает в четырех спектральных диапазонах:

- ◆ синий – 460–520 нм;
- ◆ зеленый – 510–600 нм;
- ◆ красный – 630–690 нм;
- ◆ ближний инфракрасный (ИК) – 750–840 нм.

МСС обеспечивает разрешение 10.5 м в полосе захвата шириной 20.5 км. Относительное отверстие оптики – 1:5.6, фокусное расстояние – 359 мм. Площадь снимка 195 км².

Для обеих систем погрешность привязки к географическим координатам без учета наземных ориентиров не превышает 100 м.

Чувствительными элементами инструментов служат ПЗС-матрицы 1920×985 пикселей (шесть ПЗС-матриц в ПСС и по одной ПЗС-матрице на каждый из каналов в МСС), размер пиксела 7.4×7.4 мкм. Принцип съемки – комбинированный матрично-сканерный, кадры перекрываются. Суточная производительность оценивается в 0.5–2 млн км².

Камеры были изготовлены белорусским ОАО «Пеленг», микросборки с ПЗС-матрицами – НТЦ «Белмикросхемы» и ОАО «Интеграл», а также британской компанией Surrey Satellite Technology Limited (SSTL). Последняя поставила для КА бортовой вычислительный комплекс, звездные датчики, маховики, солнечные датчики, магнитометры, магнитные катушки, кабельную сеть, GPS- и ГЛОНАСС-антенны. Британский партнер отвечал за поставку программного обеспечения.

Данные целевой аппаратуры хранятся в бортовом запоминающем устройстве емкостью 24 Гбайт и сбрасываются на наземные пункты приема по двум радиоканалам X-диапазона, каждая из которых может работать на двух скоростях (122.88 Мбит/сек или 61.44 Мбит/сек) в двух возможных режимах: непосредственной передачи данных и в режиме записи и воспроизведения информации.

МКА оснащен трехосной электромаховичной системой ориентации (точность ориентации по каждой из трех осей не хуже 5', точность стабилизации 0.001%/с) с возможностью программных разворотов вокруг осей рысканья и тангажа, и двумя стационарными плазменными двигателями СПД-50 для коррекции орбиты.

Среднепитомочная мощность системы электроснабжения (в конце гарантийного срока службы) – 300 Вт, кратковременная перегрузка системы (не более 10 мин) – 680 Вт,

напряжение питания бортовой аппаратуры – 24–34 В.

Функции приема, обработки, архивирования и распространения данных возложены на Европейский (Москва, Обнинск, Долгопрудный), Сибирский (Новосибирск) и Дальневосточный (Хабаровск) центры НИЦ «Планета» Росгидромета. Для приема данных имеются станции X-диапазона с диаметром антенны 12 м, установленные в Европейском и Сибирском центрах НИЦ «Планета», а также станции X-диапазона с диаметром антенны 9 м, установленные в Европейском и Дальневосточном центрах.

Спутниковые снимки обрабатываются по четырем уровням:

- ❖ 0 – необработанные микрокадры с матриц, содержащие метайнформацию;
- ❖ 1 – то же с геопривязкой;
- ❖ 2 – микрокадры и мозаики, трансформированные в картографические проекции;
- ❖ 3 – ортотрансформированные микрокадры и мозаики, изготовленные с учетом рельефа.

«Канопус-В» №1 был запущен 22 июля (НК №9, 2012, с.39-44) и принят в эксплуатацию 30 октября 2012 г. При пятилетнем гарантийном сроке службы он используется по назначению уже более шести лет, осуществляя регулярные съемки заданных районов поверхности Земли. Информация со спутника активно востребована российскими и зарубежными потребителями и используется для решения практических задач: в частности, для оценки обстановки в районах чрезвычайных ситуаций (ЧС), контроля состояния потенциально опасных объектов и территорий, находящихся в зонах повышенного риска возникновения ЧС, мониторинга природных пожаров. Так, полученные снимки позволили объективно оценить обстановку при таких ЧС, как провал грунта около поселка Бутурлино Нижегородской области, падение метеорита в Челябинской области, сход вагонов около поселка Утулик Иркутской области и около поселка Тымерслоль Амурской области, разлив рек в Хабаровском и Алтайском краях, мониторинг прохождения весеннего половодья в стране.

Данные с МКА также используются для решения задач в рамках Международной хартии по космосу и крупным катастрофам, членом которой является Госкорпорация «Роскосмос». В этом направлении снимки с «Канопуса-В» №1 в 2013 г. применялись для мониторинга района предположительного крушения самолета Boeing-777 компании

Malaysian Airlines, в 2014 г. – для оценки пострадавших от наводнения районов Великобритании, Бразилии, Сербии, а также для мониторинга лесных пожаров в восточном регионе Индии (окрестности г. Кохима).

В целом за шесть лет успешной эксплуатации «Канопус-В» №1 отработано 21 903 маршрута съемки, отсняв суммарно 206,5 млн км² поверхности земного шара.

Учитывая высокую и доказанную на практике эффективность МКА типа «Канопус-В», государственный заказчик принял решение нарастить орбитальную группировку подобных спутников. С этой целью в течение последних двух лет в космос выведены еще три аппарата серии «Канопус-В».

14 июля 2017 г. стартовал «Канопус-В-ИК» (НК №9, 2017, с.40-43), имеющий повышенную до 600 кг стартовую массу и дополнительно оснащенный многоканальным радиометром среднего и дальнего инфракрасных диапазонов МСУ-ИК-СРМ. Этот инструмент зондирует земную поверхность в средневолновом (3,5–4,1 мкм) и длинноволновом (8,4–9,4 мкм) ИК-диапазонах в широкой полосе захвата 2000 км, обеспечивая оперативное обнаружение малоразмерных очагов лесных пожаров площадью от 5х5 м².

10 августа 2017 г. «Канопус-В-ИК» передал на Землю первый снимок в ИК-диапазоне, а 12 октября того же года снял установку автодорожного арочного пролета Крымского моста. По завершении летных испытаний 23 марта 2018 г. «Канопус-В-ИК» решением Госкомиссии рекомендован к принятию в эксплуатацию.

Спутники «Канопус-В» №3 и №4 были запущены 1 февраля 2018 г. (НК №4, 2018, с.32-37) и, как указывалось выше, 30 октября приняты в штатную эксплуатацию.

10 октября Госкорпорация «Роскосмос» сообщила, что планирует в 2019 г. развернуть станции приема данных ДЗЗ в оптическом и ИК-диапазонах наблюдения на Кубе, на Чукотке и на российской полярной станции «Прогресс» в Антарктиде. Станции будут получать данные со спутников «Ресурс-П», «Канопус-В», «Канопус-В-ИК» и передавать их в Россию через спутники-ретрансляторы системы «Луч».

В рамках Федеральной космической программы на 2016–2025 годы (ФКП-2025) по заказу Роскосмоса ведется подготовка к запуску еще двух МКА – «Канопус-В» №5 и №6. 26 октября Госкорпорация сообщила, что они должны быть выведены на орбиту 27 декабря 2018 г.

Главный конструктор космических систем и комплексов Корпорации ВНИИЭМ А.Л. Чуркин ранее сообщал, что группировка российских спутников ДЗЗ к 2020 г. должна насчитывать 15 аппаратов. Кроме «Канопусов», в нее будут входить аппараты типа «Ресурс-П» разработки самарского Ракетно-космического центра (РКЦ) «Прогресс». Здесь уже строятся спутники «Ресурс-П» №4 и №5, их запуски планируются на 2019 г. и 2020 г. соответственно.

С 24 октября 2018 г. российские аппараты ДЗЗ типа «Ресурс-П», «Канопус-В» и «Метеор-М» задействованы в оперативном космическом мониторинге чрезвычайной ситуации в Апшеронском и Туапсинском районах Краснодарского края, а также в

25 октября исполнительный директор компании «Российские космические системы» (РКС, входит в состав Госкорпорации «Роскосмос») К.В. Емельянов сообщил, что его предприятие намерено производить камеры для спутников системы предупреждения о пожарах. «России крайне актуально создание космической системы раннего обнаружения пожаров, а это еще почти десять специализированных космических аппаратов со сканирующими устройствами нашей разработки», – объяснил Константин Владимирович. По его словам, с помощью многозональных сканирующих устройств спутники смогут получать изображения поверхности планеты сразу в нескольких областях спектра. В настоящее время у России имеется только один спутник с ИК-камерой, предназначенный для поиска лесных пожаров, – «Канопус-В-ИК».

«Запуск производства [камер] запланирован на 2020 г., а территориально новые цеха разместятся в Москве, на территории нашего предприятия. Мы сейчас проводим реконструкцию помещений в здании завода постройки 1930-х годов. Там уже демонтировано все старое оборудование, ведется укрепление конструкций и капитальный ремонт, – рассказал он. – Это будет производственно-испытательный комплекс с чистыми помещениями класса 7 ISO и выше. Это фактически стерильная зона с чистой воздуха выше, чем в операционной. Будет шесть участков – заготовительный, точной механики, сборки, юстировки, упаковки и хранения комплектующих. Сейчас корпуса для приборов производятся на универсальных металлообрабатывающих станках, требующих обновления и замены».

Общая стоимость работ и оборудования составит около 1 млрд руб, основная часть финансирования выделяется по программе перевооружения производства в рамках ФКП-2025, но более 10 % средств будут выделены из прибыли РКС. Непосредственно на новой производственной линии будет работать более 100 человек, всего же в процессе разработки, производства и тестирования оборудования заняты почти 500 человек.

По мнению руководителя РКС, проект должен окупиться достаточно быстро. «Предприятие вернет все инвестиции, вложенные в проект, за несколько лет. К окончанию 2025 г. производство полностью окупится и начнет приносить государству прибыль. Этот проект станет небольшим, но очень важным высокотехнологичным вкладом РКС в новую цифровую экономику России», – заверил К.В. Емельянов.

Ранее гендиректор корпорации ВНИИЭМ Л.А. Макриденко сообщил журналистам, что для обнаружения очагов пожаров к 2021 г. в России могут создать группировку из пяти МКА, оснащенных камерами ИК-спектра.

г. Сочи, где из-за продолжающихся проливных дождей подтоплены тысячи строений, нарушено автомобильное и железнодорожное сообщение, энерго- и водоснабжение.

Кроме того, по запросу МЧС России для мониторинга районов ЧС Госкорпорация «Роскосмос» с 25 октября 2018 г. активировала Международную хартию по космосу и крупным катастрофам, благодаря чему в ближайшее время для мониторинга ситуации будут задействованы иностранные радиолокационные спутники ДЗЗ, в том числе типа TerraSAR, RadarSat, Sentinel, ALOS, KOMPSat и другие. Данные космического мониторинга в установленном порядке будут передаваться в МЧС России. ■

2 февраля 2017 г. фирма «СканЭкс» объявила о соглашении с Госкорпорацией «Роскосмос» и предложила пользователям размещать заказы на высокодетальные оптические данные со спутников серии «Ресурс-П» и «Канопус-В» без обязательств по выкупу. На основании гиперспектральных снимков с этих космических аппаратов специалисты могут определять зрелость сельскохозяйственных культур, учитывать экологическое состояние водоемов, проводить анализ состояния почв. Данные помогают объективно оценить ущерб, нанесенный в результате техногенных и природных чрезвычайных ситуаций, стихийных и гидрометеорологических явлений, полезны при составлении и обновлении топографических и тематических карт.

Конец «Рассвета»

31 октября и 1 ноября 2018 г. на станциях Сети дальней связи NASA не были приняты сигналы с межпланетного аппарата Dawn («Рассвет»), находящегося на орбите вокруг карликовой планеты Церера. Этого события ждали, причину его знали: в результате полного исчерпания запаса гидразина КА перестал поддерживать ориентацию, и его антенна навсегда отвернулась от направления на Землю. Уникальная 11-летняя миссия к малым планетам Солнечной системы завершилась.

Земля – Веста – Церера

Dawn принадлежал к той редкой категории межпланетных проектов, для которой штатным средством изменения межпланетных траекторий являются электроракетные (ионные) двигатели с малой тягой и очень большим удельным импульсом. Первым экспериментальным аппаратом такого типа стал американский Deep Space 1 (НК № 23-24, 1998), совершивший успешный полет к астероиду Брайлль (НК № 9, 1999) и сверх плана – к комете Боррелли (НК № 11, 2001). Опробованные на нем технические решения стали основой проекта Dawn, имевшего целью длительное детальное исследование двух крупных астероидов Главного пояса – Весты и Цереры.

Европейское космическое агентство запустило к Луне экспериментальный аппарат SMART-1 (НК № 11, 2003; № 1, 2005). Результаты полета были использованы при создании КА VeriColomb, стартовавшего к Меркурию 19 октября 2018 г. (см. с.33). Наконец, Япония с успехом запустила уже два межпланетных аппарата на ионной тяге с задачей доставки на Землю грунта с астероидов – «Хаябуса» (НК № 7, 2003; № 8, 2010) и «Хаябуса-2» (НК № 2, 2015; № 11, 2018).

Dawn стартовал 27 сентября 2007 г. (НК № 11, 2007, с.36-40). 17 февраля 2009 г. он прошел мимо Марса, выполнив гравитационный маневр, и 15 июля 2011 г. достиг Ве-

сты. Используя для тяги только ионные двигатели, Dawn вышел на орбиту вокруг нее, сделал за 14 месяцев 1298 витков и передал почти 31 000 снимков. 4 сентября 2012 г. он ушел с орбиты вокруг Весты и 6 марта 2015 г. прибыл к Церере.

С этого дня КА находился на орбите вокруг Цереры, высота которой задавалась текущими задачами съемки и зондирования малой планеты: 13 600 км (орбита RC3, апрель–май 2015 г.), 4 400 км (обзорная орбита, июнь 2015 г.), 1 470 км (HAMO, август–октябрь 2015 г.), 385 км (LAMO и XMO1, декабрь 2015 – август 2016 г.), 1 480 км (XMO2, сентябрь–ноябрь 2016 г.), 7 520×9 350 км (XMO3, декабрь 2016 – февраль 2017 г.), 13 800×53 100 км (XMO4, март–июнь 2017 г.), 5 100×38 300 км (XMO5, июль 2017 – апрель 2018 г.), 450×4 700 км (XMO6, май 2018 г.), 35×4 000 км (XMO7, июнь–октябрь 2018 г.).

Все операции по изменению параметров гелиоцентрических траекторий, по выходу на орбиту вокруг Весты и Цереры и по уходу от Весты, все маневры на орбитах обеспечили три ионных двигателя с максимальной тягой 90 мН и удельным импульсом до 3 100 сек. Они проработали в общей сложности 2 141 сутки, израсходовав 411 из 425 кг наличного ксенона, и придали КА суммарное приращение скорости 11.5 км/с. Практически такую же скорость – 11.46 км/с – обеспечила «Рассвету» ракета Delta II, когда выводила его на отлетную траекторию.

Полету КА Dawn и осуществленным им исследованиям были посвящены многочисленные публикации (НК № 4, 2009, с.65; № 8, 2010, с.52; № 9, 2011, с.60; № 12, 2011, с.60-61; № 11, 2012, с.49-51; № 7, 2015, с.50-54; № 11, 2015, с.66-68; № 9, 2016, с.54-55; № 12, 2017, с.60-61). Детальностью описания мы во многом обязаны директору миссии и главному инженеру проекта д-ру Марку Рейману (Marc D. Rayman), который первым из руководителей подобного уровня начал вести дневник полета в форме блога еще на Deep Space 1 и описывал затем работу Dawn почти ежемесячно на протяжении всех 11 лет.

Последний год

Основная программа исследований по проекту Dawn была выполнена к 1 июля 2016 г., но работу над Церерой дважды продлевали. Целью последнего этапа, начавшегося 19 октября 2017 г., стали наблюдения планеты с малых и предельно малых высот.

Выход КА на круговую орбиту ниже 385 км не рассматривался. Нет, Dawn был всё еще способен это сделать, но не смог бы на ней проработать сколько-нибудь значительное время из-за накопившихся неполадок. Два из четырех маховиков – штатных исполнительных органов ориентации – вышли из строя еще до прибытия к Церере, а третий отказал в апреле 2017 г. уже на орбите. Последний «живой» маховик был после этого выключен, и стабилизацию КА полностью возложили на ЖРД ориентации. На низкой орбите, однако, возмущения были бы настолько велики, что двигатели «съели» бы остаток гидразина очень быстро. Игра не стоила свеч.

Вместо этого было решено вести наблюдения с вытянутой орбиты с низким перигентром, вплоть до 35 км. Это означало, что «Рассвет» будет находиться в условиях сильных возмущений лишь на небольшой части витка. Расчеты показали, что остатков топлива может хватить на пару месяцев, или даже дольше.

Вы думаете, с малой высоты можно было сделать особенно интересные фотографии? Вообще-то нет – размер снимаемой из перигентра области составлял всего несколько километров, и из-за высокой скорости (1700 км/ч) движения КА и сложности его прогноза в условиях частого срабатывания ЖРД ориентации было трудно планировать съемку конкретных объектов. Научная группа понимала, что снимать, скорее всего, придется почти наугад. Было решено использовать одновременно обе камеры FC, чтобы получить как можно больше изображений.

Наибольший интерес представляли измерения детектора гамма-лучей и нейтронов GRaND, способные пролить свет на элементный состав верхнего слоя грунта. Некоторые слабые, но интересные спек-

▲ Фото в заголовке:
Кратер Оккатор на Церере. Композиция
из снимков аппарата Dawn

тральные линии можно было «увидеть» лишь с малой высоты. И помимо всего прочего, в 2018 г. ожидался аномально высокий поток космических лучей, которые для G-RaND исполняли функцию «подсветки», выбивая нейтроны и гамма-кванты из грунта.

Наконец, требовались дополнительные наблюдения в ИК-диапазоне районов южного полушария с высот 1500–2500 км. Ранее, когда Dawn работал на орбитах HAMO и XMO2 высотой около 1500 км, в южной части Цереры была зима, но теперь она сменилась летом, и картирующий ИК-спектрометр VIR мог получить данные о распределении минералов.

Необходимые параметры промежуточной и в особенности конечной орбиты предопределили сроки начала операции. 16 апреля 2018 г. аппарат включил двигатель № 2 и начал снижение с текущей орбиты XMO5 высотой 4400×39100 км* с 30-суточным периодом обращения.

14 мая первый этап спуска был закончен, и Dawn вышел на орбиту XMO6 высотой 450×4700 км с периодом обращения 37 часов. Аппарат проходил над освещенным полушарием Цереры с юга на север. Над южным полушарием он работал ИК-спектрометром с его узким полем зрения, а вблизи перигея, над 50–60° с.ш., вел цветную съемку. Среди прочего он отснял: 16 мая – безымянный кратер вблизи купола Кванзаа, 19 мая – кратер Ялоде с рытвинами Нар, 20 мая – кратер Урвара, 23 мая – кратер Данту, 25 мая – кратеры Джулинг и Купало, а кроме того, кратеры Эрнутет и Икапати и криовулкан Ахуна, сделав в сумме примерно 1800 новых снимков.

На промежуточной орбите Dawn пролетел всего 10 витков, а чтобы расходовать не слишком много гидразина, разворачивался антенной высокого усиления к Земле не на каждом из них, а раз в два витка над теневой стороной. К концу этого этапа в баке КА осталось 7 кг из первоначального запаса в 45 кг гидразина.

31 мая аппарат возобновил снижение с помощью ЭРД и 6 июня достиг своей финальной орбиты XMO7 высотой 35×4000 км и с периодом обращения 27 час 13 мин. Так как Церера делала полный оборот вокруг Оси за 9 час 04 мин, ровно втрое быстрее, в теории аппарат должен был каждый раз проходить одной и той же трассой. Единственное, что менялось от витка к витку регулярно, так это точка перигея, которая смещалась назад, с севера на юг, со скоростью 2° за виток.

Зону пролета на минимальной высоте, разумеется, выбрали не случайно – целью КА был Оккатор, самый знаменитый кратер Цереры с ярко-белыми солевыми отложениями на дне, расположенный на 20° с.ш. Постановщики эксперимента G-RaND запросили 20 пролетов над кратером, чтобы, просуммировав затем результаты измерений, выявить особенности химического состава грунта.

Dawn возобновил съемки с 9 июня. Работа двигателей меняла произвольным образом период обращения, а соответственно и положение наземной трассы, и задержка все-

го на 20 секунд сдвигала ее в сторону на половину ширины полосы съемки, составлявшей 3.4 км. Чтобы удержать трассу на месте, провели две коррекции орбиты, в последний раз в ходе полета используя ЭРД: 20 июня двигатель № 2 включили на 2 час 07 мин, а 21 июня – на 1 час 11 мин. В результате 22–24 июня на трех последовательных витках удалось заснять с высоты 34 км отдельные части самой яркой детали Оккатора – пятна Церереалия. В другие дни в кадр попали обширное, но не такое светлое пятно Виналия, стена кратера и другие его части.

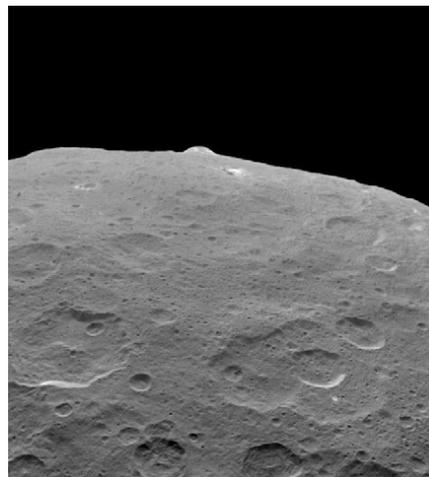
Ближе к концу июня операторы задали недельный цикл работы: пять витков подряд аппарат вел наблюдения и затем на протяжении двух суток передавал информацию; это снизило расход гидразина. Прецессия постепенно привела перигея к экватору, а затем он стал смещаться в южное полушарие, в сторону кратера Урвара. К концу августа перигея оказался над 84°, над самой южной точкой околополярной орбиты, а затем ушел на теневую сторону Цереры. Съемки утратили смысл, но гравитационные наблюдения и измерения нейтронов и гамма-излучения продолжались.

К концу августа учет запасов топлива говорил о том, что оно исчерпается между серединой сентября и серединой октября. 9 октября Марк Рейман сообщил, что гидразин может кончиться в любой момент, однако «на последних глотках» Dawn сумел протянуть еще три недели.

Сеанс связи 30 октября оказался последним. Где-то на протяжении следующих суток аппарат не смог выполнить команду бортового компьютера и не выдал необходимый импульс для гашения угловой скорости, потому что в двигатель не поступило ни грамма топлива. Компьютер стал переводить аппарат в защитный режим, выключил передатчик и другие потребители энергии и попытался построить ориентацию на Солнце, но не смог сделать и этого. Все дальнейшие попытки, заложенные в аварийную программу, были тщетны и прекратились с исчерпанием заряда аккумуляторной батареи.

Изучение данных Dawn будет продолжаться много лет, но уже сейчас выявлены современные изменения рельефа Цереры. В частности, при съемке кратера Джулинг в апреле, августе и октябре 2016 г. выяснилось, что площадь обнажения льда на его северном валу увеличилась с 3.6 до 5.5 км². Ученые связывают это с сезонным эффектом – летним испарением воды из грунта и осадждением ее на холодной северной стороне.

Детальные снимки и ИК-спектрометрия Оккатора также указывают на его актив-



▲ Криовулкан Ахуна на краю диска Цереры. Снимок сделан 1 сентября 2018 г. с расстояния 3570 км

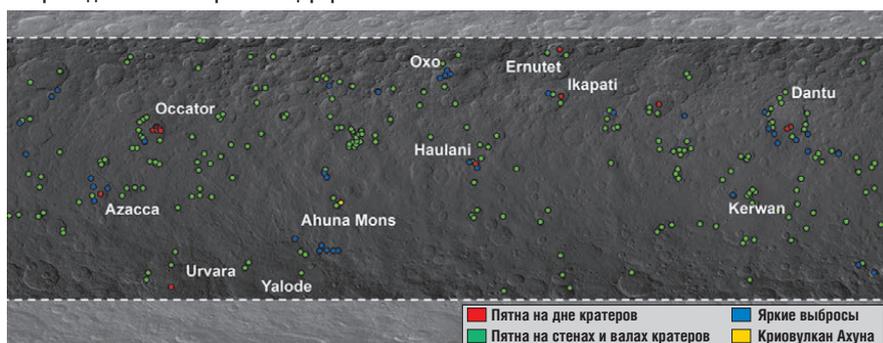
ность. В марте 2018 г. стало известно, что его яркие солевые отложения – это не просто карбонат натрия, а гидрокарбонат, который на поверхности Цереры неустойчив и должен дегидратироваться за несколько миллионов лет. Следовательно, он продолжает поступать на поверхность из глубинного источника – под кратером найдена одна из самых заметных гравитационных аномалий, а в нем работает несколько небольших криовулканов. Материалы сходного состава обнаружены также в кратере Оксо, на горе Ахуна и еще примерно в десяти районах.

Ученые обнаружили значительную концентрацию органических молекул в районе кратера Эрнутет. Похоже, что они также поступили из глубины планеты, то есть могли существовать в ее первоначальном океане.

Современная кора Цереры толщиной около 40 км, богатая не только водой и солями, но и органикой, как раз и может быть замёрзшим океаном. Специфические вещества – клатратгидраты – придают ей прочность, благодаря которой долгое время существуют ударные кратеры. Ниже, на границе с мантией, может существовать более мягкий, легко деформируемый слой, который ученые считают жидкими остатками океана. Вопрос о том, могла ли в нем возникнуть и сохраниться жизнь, остается открытым.

По требованиям планетарной защиты должно пройти не менее 20 лет до падения нестерилизованного аппарата на поверхность Цереры. Последняя орбита «Рассвета» такова, что он пролетает еще не менее 50 лет. Это не гарантирует, конечно, гибели всех микроорганизмов, но сильно снижает вероятность заражения. ■

▼ Яркие детали на поверхности Цереры



* За девять месяцев, которые КА провел на орбите XMO5, ее перигея поднялся, а апоцентр опустился за счет естественной эволюции.

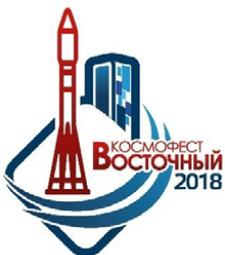


Фото Е. Рыжкова

Е. Рыжков.
«Новости космонавтики»

IV форум «КосмоФест Восточный» на амурской земле

11–12 октября в г. Благовещенске* Амурской области на базе Амурского государственного университета (АмГУ) прошел IV Всероссийский молодежный космический фестиваль «КосмоФест Восточный». В этом году мероприятие приурочено к 20-летию запуска первого модуля МКС.



Фестиваль является уникальной образовательной площадкой, направленной на профессиональное самоопределение детей и молодежи, выявление талантов, воспитание молодого поколения в духе патриотизма, популяризацию и сохранение наследия отечественной космонавтики, формирование молодежного профессионального сообщества в ракетно-космической отрасли в Амурской области, решение социально-экономических задач региона в связи со строительством космодрома Восточный.

Первый, второй и третий фестивали в Приамурье прошли в 2015, 2016 и 2017 гг. соответственно. *НК* писали про второй «КосмоФест» (*НК* № 7, 2016, с.36-37), а также про схожее по целям и охвату петербургское мероприятие «КосмоСтарт» (*НК* № 1, 2018, с.59-61).

Организаторами и партнерами фестиваля выступили Госкорпорация «Роскосмос», ОРКК, Министерство образования и науки РФ, Федеральное агентство по делам молодежи (Росмолодежь), АмГУ, Правительство Амурской области, ЦЭНКИ, Российский детско-юношеский центр и общероссийская общественно-государственная детско-юношеская организация «Российское движение школьников» (РДШ).

Молодежный фестиваль почтили своим присутствием именитые гости: летчик-космонавт СССР, дважды Герой Советского Союза А.П. Александров, космонавт-испытатель С.В. Кудь-Сверчков, начальник летно-испытательного отдела (ЛИО) РКК «Энергия», космонавт-испытатель М.В. Серов, а также ведущие эксперты отрасли из ЦПК имени Ю.А. Гагарина, РКК «Энергия», НПО «Андроидная техника» и других предприятий.

Открытие «КосмоФеста» и программа первого дня

11 октября в Общественно-культурном центре (ОКЦ) Благовещенска прошла церемония открытия фестиваля, где присутствовали ведущие эксперты отрасли и почетные гости. Совершивший два космических полета Александр Павлович Александров пожелал, чтобы «АмГУ стал кузницей кадров для отечественной космонавтики».



▲ Александр Павлович Александров

Губернатор Приамурья Василий Орлов приветствовал собравшихся: «Сегодня мы с вами прикоснулись к чуду, посмотрели на технологии, которые будут двигать нашу страну в будущее. И здорово, что столько молодежи приобщается к этому чуду. Очень много парней и девушек с горящими глазами смотрят на достижения современной науки. Всего за историю фестиваля в нем приняли участие более 5000 человек. И он становится

* Пятый по величине город Дальнего Востока. Расположен на левом берегу Амура и на правом берегу Зеи. Основан в 1856 г. как Усть-Зейский военный пост. Славится тем, что это единственный административный центр региона России, находящийся на госгранице: китайский город Хэйхэ отстоит от Благовещенска на расстоянии около 500 м на правом берегу Амура. Разница с Москвой +6 часов.





▲ Губернатор Приамурья Василий Орлов у тренажера стыковки космического корабля

все популярнее... Желаю участникам новых знаний и новых открытий».

Директор департамента инфраструктуры проектов Роскосмоса Дмитрий Шишкин пояснил, что «фестиваль – это, в первую очередь, мероприятие просветительское, и многие результаты скажутся в будущем... Когда студент или школьник сталкивается с профессиональным знанием, встречается с профессионалами на производственной практике, то, что мы здесь рассказали и показали на «КосмоФесте», всплывает и дает результат...»

В фойе ОКЦ было организовано открытое образовательное пространство «Космическая аллея», где расположились стенды предприятий и интерактивная инсталляция Амурской области.

Ведущие специалисты отрасли проводили лекционные занятия и мастер-классы по ракетомоделированию и спутникостроению, занятия по робототехнике. Каждый школьник мог почувствовать себя космонавтом, примерив скафандр «Сокол-КВ», попробовав состыковать корабль «Союз-ТМА» с МКС или усевшись в кресло ускорения Кориолиса.

В рамках образовательного проекта каждому предоставлялась возможность расширить свой кругозор: получить знания о составе носимого аварийного запаса космонавтов, о действиях экипажа при посадке в нерасчетной точке. Полностью погрузиться в космическое пространство можно было путем наблюдения Земли с орбиты МКС с помощью тренажера визуально-инструментального наблюдения.

Для юных участников фестиваля была организована презентация направлений деятельности РДШ, а для жителей Благовещенска прошел научно-просветительский вест «Космический Благовещенск», в котором участвовали более 250 человек. Организаторы представили первое российское образовательное робототехническое практическое пособие о покорении ближнего космоса «Лунная Одиссея».

Одной из самых главных и важных площадок фестиваля стал семинар-практикум «Развитие города Циолковского как современного наукограда России». Представители молодежи со всей страны присоединились к стратегической сессии по разработке концепции строящегося в Амурской области города Циолковского как умного города,

построенного по современным урбанистическим технологиям.

Участники «КосмоФеста» получили уникальную возможность пообщаться с космонавтами. Летчик-космонавт Александр Александров рассказал, как работал в ОКБ-1 (ныне – РКК «Энергия»), в ЦУПе, о том, как после первого полета трижды дублировал другие экипажи и только после этого полетел во второй раз. Александр Павлович подобрал заинтересованную молодежь: «Идите в отрасль, начинайте работать, а путь [в космонавты] сам придет».

Начальник ЛИО «Энергии» Марк Серов поделился своим подходом: в старших классах школы он увлекался книгами и фильмами о космосе, поэтому поступил на кафедру для подготовки космонавтов в МАИ.

В ходе беседы космонавт-испытатель Сергей Кудь-Сверчков, родившийся на Байконуре, а потом вместе с родителями переехавший в подмосковный Королев, заметил, что это, тем не менее, никак не повлияло на его решение стать космонавтом. А сыграло свою роль то, что после школы он потянулся к инженерно-технической деятельности и, отработав пару лет в «Энергии», понял, что попасть в отряд космонавтов реально, хотя и вышло у него не с первого раза.

Сергей Владимирович объяснил, что у космонавтов перегрузки при спуске в спускаемом аппарате направлены от груди к спине (благодаря устойчивому положению на ложементе), а вот у летчиков, выполняю-

щих фигуры пилотажа, – от головы к ногам. И это опаснее: кровь пытается «убежать» от головы к ногам, что чревато потерей сознания. Сергей провел небольшой ликбез: центрифуга, вопреки распространенному мнению, – это тест не на вестибулярный аппарат, а на выносливость и физическую силу. Что интересно, на центрифуге космонавты тренируются редко (один-два раза в год), однако профиль перегрузок отрабатывается такой же, как при настоящем спуске.

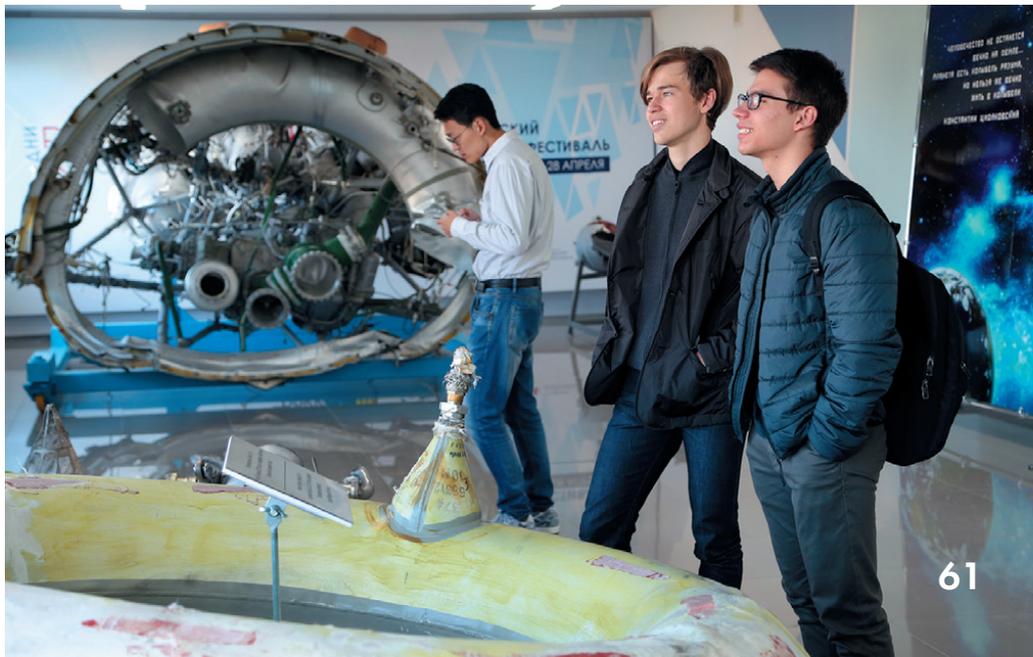
В 13:00 в актовом зале главного корпуса АмГУ Дмитрий Шишкин открыл пленарное заседание, оно же международная панельная дискуссия «Векторы развития мировой и российской космонавтики».

Рядом с залом находился выставочный зал ракетно-космической техники, оборудованный сотрудниками кафедры «Стартовые и технические ракетные комплексы». А в подготовке международной космической выставки образовательных учреждений активное участие приняли студенты Харбинского политехнического университета (ХПУ).

Спикерами «пленарки» являлись ученые и специалисты из России, Китая и Японии. С докладами выступили: исполняющий обязанности директора филиала ГК «Роскосмос» на космодроме Восточный Г.Г. Орловский; технический директор НПО «Андроидная техника» Е.А. Дударов; почетный профессор Университета Адзабу, председатель НКО «Общество космического туризма» в Японии Патрик Коллинз (Patrick Collins); профессор департамента космонавтики ХПУ Гао Чаншэн (高长生); заместитель руководителя проектного офиса «Малые космические аппараты» НИИЯФ МГУ В.Л. Петров; научный сотрудник Космического центра Сколковского института науки и технологий Н.А. Муллин; доцент кафедры «Космические аппараты и ракеты-носители» МГТУ имени Н.Э. Баумана В.В. Леонов.

Тематика докладов затрагивала проблемы космических исследований в России и в мире. Профессор из Японии выступал на английском языке, прибегнув к помощи переводчика, а китайский специалист говорил на понятном русском.

В ходе обсуждения поднимались такие темы, как перспективы развития космодрома Восточный, космические эксперименты в Московском государственном университете, применение робототехники в освоении космического пространства, проектная де-



ательность студентов космических специальностей. Стало известно, что харбинские студенты совместно с российскими работают над проектом наноспутника. Возможно, когда спутник будет построен, его запустят именно с Восточного.

Дмитрий Шишкин сделал акцент на том, что в наши дни космонавтика переживает ренессанс: появляются новые сервисы и услуги, развивается коммерческий космос. Он также обратил внимание на изменения последних лет в плане продвижения по профессиональной лестнице: «Если в прошлом, получив диплом профильного вуза и опыт работы на производственной практике, затем устроившись на

работу и став специалистом определенного направления, а потом, расширив профессиональные навыки до специалиста второго направления, можно было стать высококвалифицированным специалистом с достойной оплатой труда и обзавестись жильем... То теперь при трудоустройстве последовательно задают такие вопросы: что вы делали в вузе помимо учебы? Участвовали ли в научных проектах? Какую роль в них играли? Дело в том, что сейчас есть возможность строить свою карьеру прямо со школьной скамьи: участвовать в научных экспериментах и проектах, в которые привлекают школьников».

Завершилась насыщенная программа первого дня флэшмобом и торжественной церемонией подведения итогов, где наиболее активные участники «КосмоФеста» получили памятные призы.

Путешествие в город Циолковский и на космодром

Во второй день участники, почетные гости, эксперты и специалисты «КосмоФеста» на автобусах отправились в г. Циолковский (бывший Углегорск). Выехав из Благовещенска по мосту через Зею и взяв курс на Белогорск (тоже Амурская область), преодолели около 240 километров.

Об истории Восточного и города Циолковского ранее рассказал главный редактор *НК* Игорь Маринин, присутствовавший

▼ Бюст Юрия Гагарина в г. Циолковском



▲ Любый на «КосмоФесте» мог приобщиться к робототехнике

i Было весьма любопытно узнать, что Герой Российской Федерации, летчик-космонавт РФ Михаил Владиславович Тюрин окончил среднюю школу в г. Белогорске, а дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР Владимир Александрович Шаталов является почетным жителем (с 1988 г.) Благовещенска.

при первом пуске с амурского космодрома 28 апреля 2016 г. (*НК* № 6, 2016, с.7-10) и проживавший в санатории на окраине г.Свободный (45 км от Циолковского).

Но вернемся к «КосмоФесту». В культурно-досуговом центре «Восток» г. Циолковского отраслевые специалисты провели мастер-классы и интерактивные занятия для учеников 7–9-х классов, которые живо интересовались возможностью попробовать свои силы на тренажерах и эмоционально реагировали на удачи и неудачи. Была также организована встреча с космонавтами.

На втором этаже центра «Восток» есть музей, посвященный истории города и космодрома. Кстати, музей космодрома Восточный в настоящее время организуют силами специалистов КЦ «Восточный».

Ближе к 14:00 на аллее Гагарина начался митинг, посвященный всероссийскому фестивалю. Летчик-космонавт Александр Павлович Александров выразил уверенность, что с амурского космодрома обязательно будет запускаться наша ракета сверхтяжело-

го класса, которая обеспечит выход на трассу Земля-Луна для нашего будущего корабля (как грузового, так и пилотируемого). Марк Серов отметил, что уже в третий раз посещает «КосмоФест» и планирует делать так и в дальнейшем.

Почетные гости и местные жители возложили цветы к бюстам Ю.А.Гагарина и К.Э.Циолковского.

Завершающим событием дня стала поездка на объекты космодрома Восточный. Участникам экскурсии был показан монтажно-испытательный и стартовый комплексы, а работники космодрома увлеченно рассказали о будущих проектах, тем самым привлекая молодых специалистов в ракетно-космическую отрасль.

В этом году впервые образовательные площадки космического фестиваля прошли за пределами Благовещенска и ЗАТО Циолковский. На базе школ Амурской области был организован «Единый космический урок» для ребят, мечтающих связать свою профессиональную деятельность с космосом. Для школьников Циолковского состоялась онлайн-сессия «Мой профессиональный путь» при участии космонавтов-испытателей.

Параллельно с «КосмоФестом» проходила профориентационная акция «Дни Роскосмоса», основной площадкой которой стал лицей АмГУ. Участники программы создавали свои проекты в лабораториях робототехники, ракетомоделирования, ДЗЗ, собирали и программировали квадрокоптеры, внимали лекторам на интерактивных лекционных площадках.

Стоит отметить, что погода в дни фестиваля выдалась на славу – теплая и солнечная. Добавим к этому солнце, которое в Благовещенске стоит выше, чем в Москве, и ясное голубое небо, по которому плывут огромные и пушистые белые облака.

Подводя итог, можно констатировать, что 28-й регион России в 2018 г. проявил себя особенно ярко. Такое насыщенное по полученным впечатлениям и масштабное по охвату (поездка в город Циолковский и на космодром) событие юные участники запомнят на всю жизнь. А эффект «КосмоФеста», надо полагать, привлечет в отрасль истинных любителей космоса.

Для гостей III «КосмоСтарта» Санкт-Петербург распахнул свои гостеприимные двери в ноябре 2018 г., а юбилейный V «КосмоФест Восточный» с нетерпением ждут на Дальнем Востоке в 2019 г. ■

i Интересная картина выходит с часовыми поясами. У Амурской области разница с Москвой +6 часов, и ровно столько же у Японии. Кто бы мог подумать, что, например, Хабаровский край, расположенный между Приамурьем и Страной восходящего солнца, имеет разницу с Москвой +7. Такая вот временная оказия! Между тем в пограничном с Благовещенском городе Хэйхэ (пров. Хэйлунцзян, КНР), расположенном на карте мира «под» Приамурьем и Хабаровским краем, время бежит на 5 часов быстрее московского.

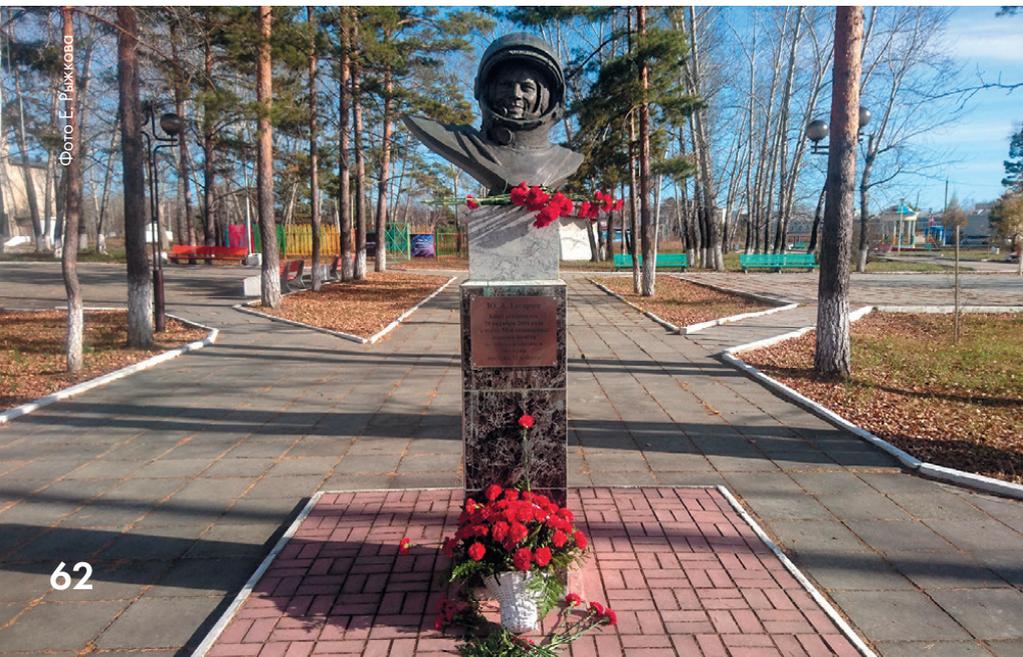


Фото Е. Рыжкова

И. Лисов.
«Новости космонавтики»

6 октября в Пушкинском районном доме культуры (Санкт-Петербург) была вручена Литературная премия имени Александра Беляева журналу «Новости космонавтики» с формулировкой «за плодотворную работу в 2017 году и многолетнюю просветительскую деятельность».

Литературная премия имени Александра Беляева была учреждена в 1990 г., в современном виде существует с 2002 г. и вручается ежегодно за произведения научно-популярной, научно-художественной литературы. С 2014 г. ее организацией занимается Беляевский фонд поддержки и развития литературы. Премия существует при поддержке Администрации Пушкинского района г. Санкт-Петербурга и Пушкинского районного дома культуры, Международного совета по фантастической, приключенческой и научно-художественной литературе, Союза писателей Санкт-Петербурга, Союза писателей России, Союза российских писателей и Многонационального союза писателей.

Премии вручаются: авторам – за лучшую оригинальную просветительскую книгу на русском языке, за лучший перевод, за лучшую серию очерков или эссе и за перевод таковых, за критику в области научно-популярной и научно-художественной литературы; издательствам – за лучшую подборку просветительской литературы; журналам и сетевым ресурсам – за наиболее интересную деятельность в течение года, предшествовавшего вручению. Кроме того, вручается Специальная премия жюри и премия в номинации «Восстановление справедливости».

Беляевской премии удостоены основные научно-популярные журналы России – и те, история которых насчитывает много десятилетий, и те, что родились совсем недавно: «Химия и жизнь» (2002), «Популярная механика» (2004), «Досье» (2006), «Знание – сила» (2008), «Наука и жизнь» (2009), «Родник



ПРЕДПРИЯТИЯ. ОРГАНИЗАЦИИ

Беляевская премия «Новостям космонавтики»

знаний» (2011), «Троицкий вариант» (газета, 2012), «Кот Шрёдингера» (2016), «Юный техник» (2017), «Техника – молодежи» (2018).

Входящем году премии впервые были удостоены два журнала: «Техника – молодежи», что называется, «в плановом порядке» и «Новости космонавтики» сверх плана, в счет свободной номинации. Представляя наше издание, председатель жюри Александр Борисович Железняков, который сам нередко публиковался в *НК* и на протяжении многих лет вел ленту новостей на сайте, отметил, что в разные годы за другие работы премии удостоивались отдельные авторы журнала (И. Б. Афанасьев, А. В. Глушко, И. А. Лисов),

а в 2006 г. за книгу «Мировая пилотируемая космонавтика» – практически весь состав редакции. Вопрос же о награждении *НК* поднимался не раз, но откладывался с формулировкой «ну это мы всегда успеем». Однако в августе 2018 г. стало известно о решении Роскосмоса прекратить выпуск журнала «Новости космонавтики», и жюри премии единогласно решило отметить работу *НК* за все годы издания.

Лауреатский диплом № 183 и нагрудный знак лауреата Беляевской премии принял от имени редакции автор этих строк.

▼ Александр Хохлов, Игорь Лисов и заслуженная награда «Новостей космонавтики»





«Бураны» второй серии

К 30-летию полета «Бурана»

М. Когут специально
для «Новостей космонавтики»

15 ноября 1988 года, 30 лет назад, совершил свой триумфальный беспилотный полет советский многоразовый корабль «Буран», дважды обогнув Землю и совершив первую в истории автоматическую посадку крылатого космического аппарата на посадочный комплекс космодрома Байконур.

Это событие стало венцом самой сложной и наиболее дорогой программы отечественной космонавтики, начатой в середине 1970-х годов в качестве ответной меры на разработку американских шаттлов. Можно смело утверждать, что программа создания Многоразовой космической системы «Энергия-Буран» стала самым масштабным космическим проектом в нашей истории. За 12 лет, считая с выхода правительственного постановления № 132-51 от 17 февраля 1976 г., практически «с нуля» в нашей стране были созданы:

- ◆ самый мощный в мире кислородно-керосиновый ЖРД РД-170/171;
- ◆ первый отечественный кислородно-водородный ЖРД тягой более 100 тс;
- ◆ сверхтяжелая ракета-носитель 11К25 «Энергия»;
- ◆ двухступенчатая ракета-носитель среднего класса 11К77 «Зенит»;
- ◆ многоразовый воздушно-космический самолет (ВКС), или крылатый орбитальный корабль (ОК) 11Ф35 «Буран» стотонного класса, способный осуществлять беспилотный космический полет с авиационным спуском в атмосфере во всем диапазоне скоростей от орбитальной до посадочной;
- ◆ система автоматической посадки ВКС;
- ◆ универсальный комплекс стэнд-старт

(УКСС), позволяющий проводить наземные огневые испытания и пуски ракет-носителей сверхтяжелого класса;

◆ технология воздушной транспортировки крупногабаритных элементов космических систем с заводов-изготовителей на космодром;

◆ межотраслевая система управления, позволившая реализовать национальную программу подобного уровня сложности.

Для появления «Бурана» потребовалось создать тысячи новых материалов, технологий, производственных процессов, стендов, лабораторий, провести десятки тысяч различных испытаний многочисленных узлов, агрегатов, макетов, летающих лабораторий и опытных изделий. Фактически была перевооружена вся ракетно-космическая отрасль, а наша авиация вплотную подошла к практическому освоению гиперзвука.

При создании системы «Энергия-Буран» были объединены усилия сотен конструкторских бюро, заводов, научно-исследовательских организаций, военных строителей, эксплуатационных частей Военно-космических сил. Всего в разработке системы участвовало 1286 предприятий и организаций из 86 министерств и ведомств, были задействованы крупнейшие научные и производственные центры. На систему «Энергия-Буран» работало более 2,5 млн человек по всей стране, причем более миллиона (!) непосредственно были заняты ее созданием. По состоянию на начало 1992 г., общие прямые расходы на программу составили 16,4 млрд рублей. До «Бурана» наша космическая история не знала ничего подобного...

Как любое значимое историческое событие, «Буран» со временем оброс мифами и легендами. Самой, пожалуй, устоявшейся является утверждение, что при создании «Бурана» мы полностью копировали американский шаттл. Этому заблуждению способствует тот факт, что до сих пор практически все документы по программе «Энергия-Буран» засекречены. Все, что мы знаем о ней сегодня, исходит из открытой кинохроники, нескольких книг и личных воспоминаний узкого круга ветеранов, участвовавших в создании «Энергии» и «Бурана». И плюс к тому – несколько документов, случайным образом «всплывших» за прошедшие 30 лет и освещающих отдельные фрагменты истории этого колоссального проекта...

В момент своего зарождения будущий «Буран» действительно был полной копией шаттла, но затем, в ходе проектирования, он все больше и больше отдалялся от него, становясь самим собой, и в конце концов превзошел своего американского прародителя почти по всем параметрам. И наиболее совершенными должны были стать «корабли дополнительного заказа» – изделия 2.01, 2.02 и 2.03.

В своем самом первом варианте в первой половине 1975 г. наша многоразовая космическая система была не похожа на американский шаттл. Основой системы являлся центральный ракетный блок второй ступени с тремя маршевыми ЖРД, к которому сбоку крепился крылатый орбитальный самолет без маршевых двигателей, и два ракетных блока первой ступени с четырехкамерным ЖРД на каждом.

МНОГОРАЗОВАЯ ТРАНСПОРТНАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА (МТКС)

орбитальный самолет и первая ступень многоразового использования, топливный отсек второй ступени одноразового использования

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ

- выделение из окислителя кислорода
- обеспечение наработки на орбите, возвращение на землю;
- обеспечение маневренности за счет выключения двигателя с посадкой на аэродинамический экран планера;
- обеспечение маневренности за счет выключения двигателя с посадкой на аэродинамический экран планера;

Возвращение, обеспечение на орбите и возвращение на землю объектов в интересах маневренной работы и маневра.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

СТАРТОВАЯ МАССА МТКС, т	2380 / 2000
СТАРТОВАЯ МАССА ОРБИТАЛЬНОГО КОРАБЛЯ (ОК), т	120 / 111
МАССА ПОЛЕЗНОГО ГРУЗА, выходящего из ОК, кг	30 / 28,5
МАССА ПОЛЕЗНОГО ГРУЗА, выходящего из ОК, кг	30 / 28,5
Угол наклона, град.	30 / 28,5
Угол наклона, град.	15 / 14,5
МАКСИМАЛЬНАЯ МАССА ПОЛЕЗНОГО ГРУЗА, выходящего из ОК, кг	20 / 19,5
Угол наклона, град.	3-9 / 3-9
Корректирующая и масса топлива ступени (ОК), т	4,330 / 384
Угол наклона, град.	720 / 720
ДВИГАТЕЛИ: (КЭМ ИОН, Энергия) ТЭД, ттс	4000-2400
Угол наклона, град.	300 / 300
Угол наклона, град.	(2+1000)
Угол наклона, град.	(240/200)
Угол наклона, град.	3000
Угол наклона, град.	(200)
Угол наклона, град.	10000
Угол наклона, град.	(240/200)
ПОСАДОЧНАЯ МАССА ОК, кг	69 / 64
ПОСАДОЧНАЯ СКОРОСТЬ ОК, км/ч	340 / 325
Угол наклона, град.	0,8 / 100
Угол наклона, град.	100 / 100
Угол наклона, град.	1978 год
Угол наклона, град.	1981 год
Угол наклона, град.	1981 год
Угол наклона, град.	1983 год

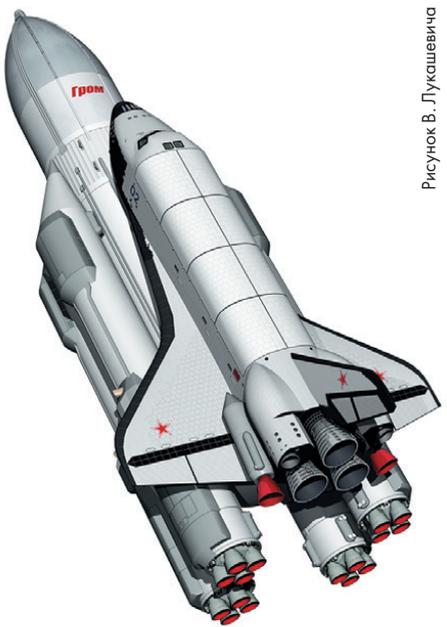
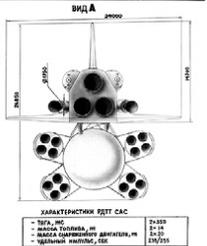
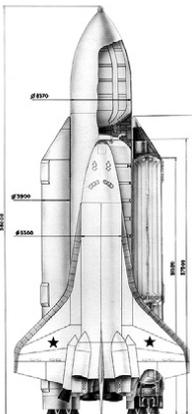
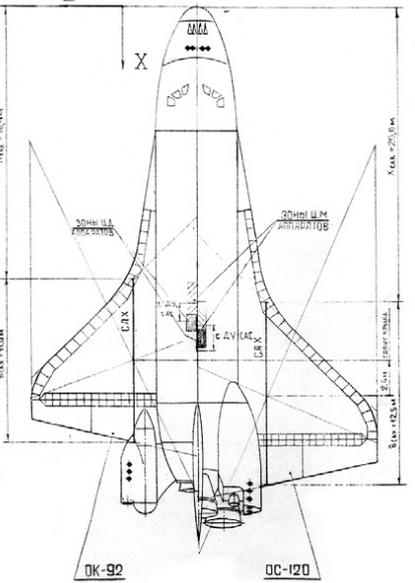


Рисунок В. Лукашевича

▲ Многоразовая транспортная космическая система с орбитальным самолетом ОК-120. Плакат НПО «Энергия», вторая половина 1975 года. Справа: реконструкция облика Многоразовой транспортной космической системы с орбитальным самолетом ОК-120

При разработке «Комплексной ракетно-космической программы», представленной НПО «Энергия» в правительство в 1975 г., «маятник качнулся» в сторону шаттла, и второй вариант советского челнока под обозначением ОК-120 («Орбитальный самолет – 120 тонн») уже был его полным аналогом. Таким же он предстал и в том 1Б «Комплексной ракетно-космической программы» после ее доработки во второй половине 1975 г. Единственным отличием ОК-120 от американской орбитальной ступени были два сбрасываемых твердотопливных двигателя аварийного спасения, которые должны были уводить корабль от терпящей аварию ракеты. В остальном же ОК-120 был неотличим от американского челнока – три многоразовых маршевых ЖРД в хвостовой части, две хвостовые мотогондолы с двигателями орбитального маневрирования и ориентации, оживальное дельтавидное крыло большой площади, сдвинутое к хвосту из-за задней центровки.



Общая компоновка многоразовой системы тоже не отличалась оригинальностью – челнок крепился к большому внешнему топливному баку, по бокам которого располагались ракетные блоки первой ступени. Из-за отставания в создании крупных РДТТ предлагалось использовать не два твердотопливных ускорителя, как в системе Space Shuttle, а четыре жидкостных ракетных блока. Однако быстро выяснилось, что создать подобный аналог шаттла Советский Союз не в состоянии. Вот свидетельство первого главного конструктора нашей многоразовой космической системы Игоря Садовского: «На период 1974–1977 гг. наше отставание от США оценивалось в 15 лет. Оно выражалось в отсутствии у нас заводов, заводов и опыта работы с большими массами жидкого водорода, опыта работы по многоразовым ЖРД, необходимой (по мнению начальника ЦАГИ Г.П. Свищёва) аэродинамической базы, опыта по крылатым КА, не говоря уже об отсутствии такого аналога, как X-15 в США...»

▲ Изменение центровки со сдвигом крыла вперед при отказе от размещения маршевых ЖРД в хвосте орбитальной ступени при переходе от варианта ОК-120 к ОК-92. Рисунок НПО «Энергия», январь 1976 года

Нам было не под силу создать многоразовый кислородно-водородный маршевый двигатель для его установки на многоразовой крылатой ступени. Ну а коль скоро мы можем создать только одноразовый двигатель, то его логичнее установить на одноразовой второй ступени, разгрузив корабль. Это решение, принятое после определенных колебаний, и привело к тому, что наш челнок во всех своих стадиях разработки и в конечном виде принципиально отличается от американского. Из хвостовой части исчезла большая сосредоточенная масса, что кардинально изменило центровку и позволило уменьшить площадь крыла, сместив его вперед. Наш корабль сразу стал легче и гораздо более эффективным в эксплуатации с точки зрения расширения номенклатуры полез-

ных грузов, будучи менее чувствительным к их размещению в грузовом отсеке. Более того, это позволило повысить безопасность за счет реализации более гибкого маневра возврата в случае аварии ракеты-носителя на участке выведения.

Конструкторские поиски привели к следующему варианту нашей многоразовой космической системы – им и стал проект ОК-92, появившийся в виде Технической справки 9 января 1976 г. Стартовая масса корабля ОК-92 снизилась до 112 тонн против 155 тонн у ОК-120 при той же максимальной массе полезного груза 30 тонн. Три маршевых двигателя переместились на центральный блок, ставший полноценной второй ракетной ступенью, а орбитальный корабль получил два воздушно-реактивных двигателя в хвостовой мотогондole, которые значительно расширяли возможности корабля по глубокому предпосадочному маневрированию в атмосфере.

Кроме того, в хвостовой части появился сбрасываемый на 56-й секунде выведения мощный (тягой до 470 тс) твердотопливный двигатель системы аварийного спасения. Также на борту корабля предполагалось использовать топливо, состоящее из перекиси водорода (окислитель) и керосина РТ-1 (горючее), совместимого с воздушно-реактивным двигателем. Это был первый шаг к объединенной двигательной установке «Бурана», кардинально отличающейся от шаттловской.

Поиск повышения безопасности варианта ОК-92 привел к добавлению четвертого маршевого ЖРД на центральном блоке, выполнявшего функцию «горячего резерва» двигательной установки. Именно в таком виде наша Многоразовая космическая система была представлена в первом эскизном проекте НПО «Энергия» в 1976 г.

С переносом маршевых ракетных двигателей с корабля на вторую ступень ракеты-носителя она фактически перестала

▼ «Многоразовая космическая система с орбитальным кораблем ОК-92»: плакат общего вида системы. НПО «Энергия», 9 января 1976 года

МНОГОРАЗОВАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА (МКС)

орбитальный самолет и первая ступень многоразового использования, топливный отсек второй ступени одноразового использования

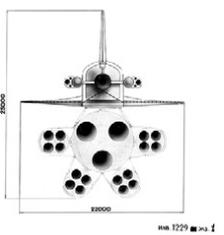
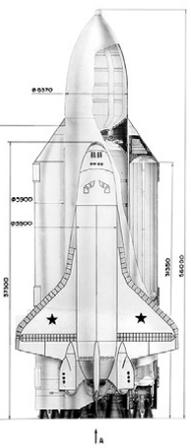
ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ

- выделение из окислителя кислорода
- обеспечение наработки на орбите, возвращение на землю;
- обеспечение маневренности за счет выключения двигателя с посадкой на аэродинамический экран планера;
- обеспечение маневренности за счет выключения двигателя с посадкой на аэродинамический экран планера;

Возвращение, обеспечение на орбите и возвращение на землю объектов в интересах маневренной работы и маневра.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

СТАРТОВАЯ МАССА МКС, т	2540 / 2160
СТАРТОВАЯ МАССА ОРБИТАЛЬНОГО КОРАБЛЯ (ОК), т	92 / 84
МАССА ПОЛЕЗНОГО ГРУЗА, выходящего из ОК, кг	30 / 28,5
МАССА ПОЛЕЗНОГО ГРУЗА, выходящего из ОК, кг	30 / 28,5
Угол наклона, град.	30 / 28,5
Угол наклона, град.	15 / 14,5
МАКСИМАЛЬНАЯ МАССА ПОЛЕЗНОГО ГРУЗА, выходящего из ОК, кг	15-20
Угол наклона, град.	3-9
Корректирующая и масса топлива ступени (ОК), т	30
Угол наклона, град.	41-200
Угол наклона, град.	720 / 720
ДВИГАТЕЛИ: (КЭМ ИОН, Энергия) ТЭД, ттс	114 / 384
Угол наклона, град.	4000-2400
Угол наклона, град.	300 / 300
Угол наклона, град.	(2+1000)
Угол наклона, град.	(240/200)
Угол наклона, град.	3000
Угол наклона, град.	(200)
Угол наклона, град.	10000
Угол наклона, град.	(240/200)
ПОСАДОЧНАЯ МАССА ОК, кг	67-72
ПОСАДОЧНАЯ СКОРОСТЬ ОК, км/ч	310
Угол наклона, град.	0,8 / 100
Угол наклона, град.	100 / 100
Угол наклона, град.	1978 год
Угол наклона, град.	1981 год
Угол наклона, град.	1981 год
Угол наклона, град.	1983 год



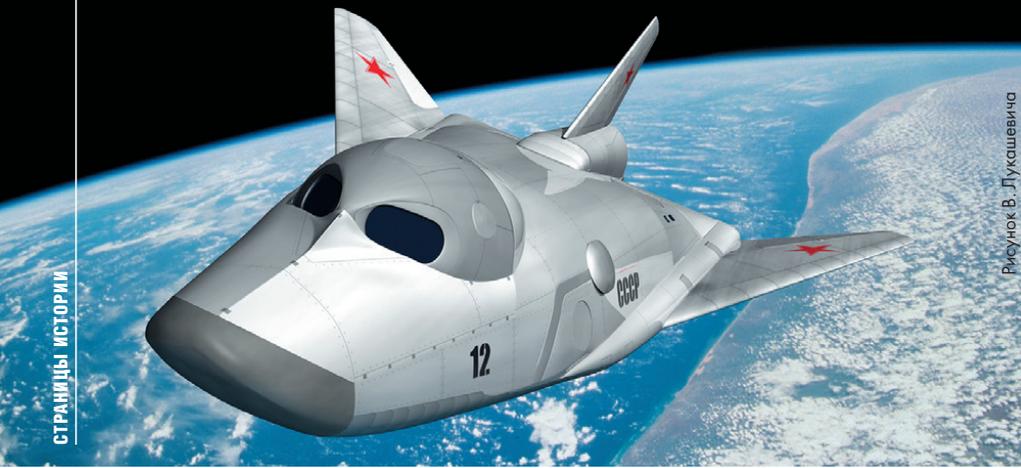


Рисунок В. Лукшевича

▲ Воздушно-орбитальный самолет «Спираль»

иметь что-либо общее с шаттлом уже с начала 1976 г. В то же время при этом, однако, оставалась значительная степень свободы при выборе облика орбитального корабля.

В Минавиапроме был создан значительный задел по авиационно-космической системе «Спираль», разрабатывавшейся с середины 1960-х годов по заказу ВВС. Основные компоновочные решения орбитального самолета «Спираль», выполненного по схеме «несущий корпус», были гораздо интереснее и перспективнее аэродинамической компоновки «бесхвостка» у шаттла. Более того, проект уже продвинулся до изготовления и начала летных испытаний полноразмерных самолетов – аналогов орбитального самолета.

Согласно постановлению № 132-51 создание крылатого орбитального корабля поручалось Министерству авиационной промышленности. В нем специально под решение этой задачи было создано НПО «Молния», кадровый костяк которого составили специалисты ОКБ Артёма Микояна, ранее участвовавшие в работах по «Спирали». Все наработки НПО «Энергия» по варианту ОК-92 в части орбитального корабля также были переданы в НПО «Молния».

Руководство «Молнии» во главе с Глебом Лозино-Лозинским составляли конструкторы, стремившиеся максимально использовать опыт работ по «Спирали» и являвшиеся приверженцами аэродинамической компоновки «несущий корпус». Она позволяла существенно снизить площадь нуждающейся в теплозащите «омываемой» внешней поверхности и отличалась наиболее оптимальным использованием внутренних объемов.

Конструкторы вошедшего в НПО «Молния» Экспериментального машиностроительного завода (ЭМЗ) во главе с прославленным авиаконструктором Владимиром Мясищевым к этому моменту уже несколько лет работали над уникальным проектом одноступенчатого воздушно-космического самолета МГ-19 с ядерным двигателем, способного после взлета в авиационном варианте месяцами летать в земной атмосфере или в варианте ВКС выводить на низкую околоземную орбиту груз массой до 40 тонн.

Наконец, третьим направлением работ являлся проект ОК-92. В итоге «мясищевцы» занялись доведением этого варианта (он получил внутренний индекс 305-2), а конструкторы под руководством Лозино-Лозинского сосредоточились на альтернативном варианте (с индексом 305-1), представлявшем собой многократно увеличенный орбитальный самолет «Спираль».

При этом, разумеется, вся доступная информация о ведущихся в США работах по шаттлу собиралась и тщательно изучалась – всегда проще решать сложную задачу, заранее зная о наличии ее решения и внимательно «подсматривая» за теми, кто продвинулся в получении ответа гораздо дальше тебя. Использование американского опыта позволяло экономить время и средства, сузив поле конструкторского поиска. Поэтому в НПО «Молния» вариант «305-2» постепенно все более становился внешне похожим на американский челнок...

Начавшиеся работы по «Бурану» требовали концентрации усилий в национальном масштабе, и 25 мая 1976 г. вышло решение № 133 Военно-промышленной комиссии при Совете Министров СССР, определившее судьбу всех конкурировавших с «Бураном» проектов многоразовых космических систем. В первую очередь это касалось закрытия «Спирали» и прекращения работ по легкому космическому самолету (ЛКС) в ОКБ Владимира Челомея и воздушно-космическому самолету МГ-19 в НПО «Молния».

До наших дней чудом сохранился уникальный документ – чертеж общих видов орбитальной ступени шаттла, который лег в основу проектирования нашего многоразового орбитального корабля. Юрий Марков, в будущем один из ведущих компоновщиков НПО «Молния», закончил его 20 мая 1976 г., после чего чертеж подписали главный конструктор Многоразовой космической системы Игорь Садовский (от НПО «Энергия»), главный конструктор орбитального корабля Глеб Лозино-Лозинский (от НПО «Молния») и начальник ЦАГИ Георгий Свищёв.

Важность и значение этого чертежа шаттла подтверждают не только подписи главных разработчиков – на поле есть ключевая надпись «Недостающие размеры брать с чертежа как с плаза», говорящая авиационному специалисту о многом. Этот документ – основа основ, это самый точный чертеж американского шаттла, с геометрией и выверенной весовой сводкой, который был в СССР на тот момент. Ну а плановая проекция советского «Бурана», нанесенная на нем поверх образмеренного контура шаттла 1976 г., лучше всего дает ответ на вопрос «кто у кого...»

Этот документ также «представляет все точки над i» в вопросе приоритета формирования облика орбитального корабля внутри отечественной кооперации – этим при участии ЦАГИ занималось проектное отделение Якова Селецкого в НПО «Молния», а НПО «Энергия» только согласовывало работы.

Принципиальное решение было принято в июне 1976 г. К этому времени по варианту «305-1» был выпущен хорошо проработанный аванпроект и изготовлен полноразмерный деревянный макет. Хотя «305-1» имел явные компоновочные преимущества (наиболее оптимальное сочетание внутреннего объема и высокого аэродинамического качества), решили не рисковать. 11 июня 1976 г. Совет главных конструкторов с участием институтов Минобщемаша и Минавиапрома «волевым порядком» окончательно утвердил схему орбитального корабля с горизонтальной посадкой по варианту «305-2» в виде моноплана со свободонесущим низкорасположенным крылом двойной стреловидности и двумя воздушно-реактивными двигателями (ВРД) АЛ-31 разработки НПО «Сатурн» генерального конструктора Архипа Льюльки.

Впоследствии главный конструктор «Бурана» Глеб Лозино-Лозинский так объяснял автору это решение: «Глушко посчитал, что к тому времени было мало материалов, которые бы подтверждали и гарантировали успех [альтернативного варианта НПО «Молния»], в то время как шаттл доказал, что его схема работает успешно и здесь риск меньше. Поэтому, несмотря на больший полезный объем «Спирали», было принято решение выполнять «Буран» по схеме, подобной шаттлу... Копирование, безусловно, было совершенно сознательным и обоснованным в процессе наших конструкторских работ, в ходе которых было внесено [по сравнению с шаттлом] много изменений и в конфигурацию, и в конструкцию. Основным политическим требованием было обеспечение габаритов отсека полезного груза, одинакового с отсеком полезного груза шаттла».

▼ О внешнем облике «изделия 305-1» можно судить по продувочной модели орбитального самолета проекта авиационно-космической системы «49М», создававшегося на основе задела по «изделию 305-1». Модель (из фондов СибНИИА) представлена в экспозиции музея Ю. Кондратюка в Новосибирске



космического флота нашей страны на несколько десятилетий.

Проектирование «Бурана» с самого начала велось с таким расчетом, что он должен был превзойти шаттл по всем основным характеристикам и эксплуатационным возможностям. Но он проектировался с оглядкой на шаттл и зачастую перенимал неоптимальные конструктивные решения, причем их неоптимальность становилась понятна уже после внедрения в корабль. Мы догоняли, пытаясь сразу обогнать, поэтому иногда приходилось делать нерациональные шаги ради сокращения сроков, снижения трудоемкости и стоимости работ. Корабли «дополнительного заказа» должны были все это исправить, став самыми совершенными из возможных.

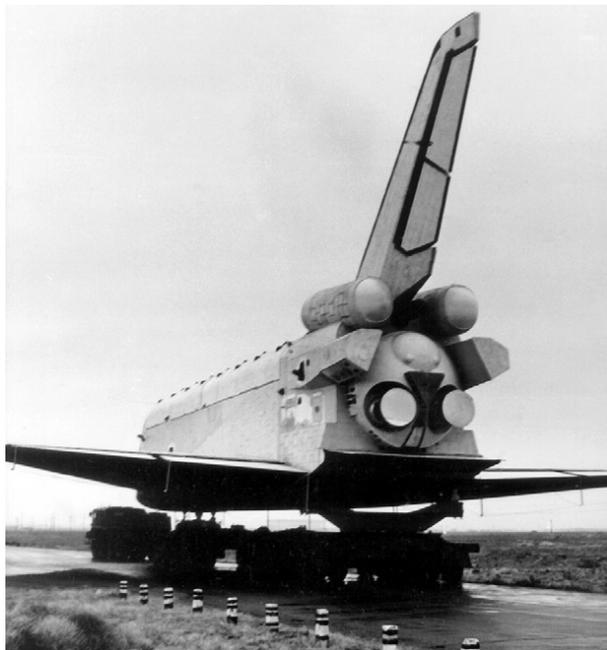
Вершина нашей космонавтики – это не «Буран», известный всему миру, и даже не второй безымянный корабль (1.02), так и не поднявшийся в космос. Наше наивысшее достижение – это корабли второй серии, о которых до сих пор практически ничего не известно. Мы рассказываем о них впервые.

Корабли второй серии только внешне были похожи на корабли первой. Изменения начинались уже с каркаса планера летательного аппарата. Доработки планера объяснялись усовершенствованием бортовых систем и одновременно решали задачу общего снижения массы при одновременном улучшении центровки корабля. Это достигалось изменением конструкции, заменой материалов силовых элементов и включением в силовую схему некоторых приборных отсеков и агрегатов, которые на кораблях первой серии просто устанавливались (навешивались) на элементы каркаса.

Так, в носовой части фюзеляжа верхние секции семи шпангоутов были заменены на титановые из сплава ВТ-23; была изменена конструкция уплотнений между основной и верхней частями внешней оболочки носовой части. В средней части фюзеляжа вместо двух составных лонжеронов по каждому борту, окантовывавших верхним силовым поясом отсек полезного груза, были применены цельные прокатанные и отфрезерованные лонжероны на всю его длину (18,55 метра). Титановые стержни, образующие нижний пояс шпангоутов средней части, были заменены на композиционные из материала КМУ-3, а наиболее ответственные из них выполнялись из боралюминия.

Если у «Бурана» и изделия 1.02 из композитов (углепластика КМУ-4) были изготовлены только створки грузового отсека (самые большие композиционные детали, произведенные к тому времени в СССР) и элементы теплозащиты, то во второй серии композиты уверенно внедрялись в силовой каркас кораблей: они получили композиционные элевоны, створки шасси, руль направления и балансировочный щиток.

Устранялись и «атавизмы», оставшиеся с ранних этапов проектирования. Как известно, к реализации был принят вариант орбитального корабля с двумя двухконтурными



▲ Технологический макет орбитального корабля (изделие 0.04, другие обозначения ОК-МТ, ОК-МЛ2, 7М, 11Ф35МТ) во время транспортировки на Байконуре. Фото сделано до 1987 года (примерно в 1985 году), поэтому на макете в хвостовой части видны две мотогондолы для воздушно-реактивных двигателей АЛ-31

турбореактивными двигателями АЛ-31 без форсажной камеры. Двигатели должны были запускаться в атмосфере после прохождения участка гиперзвукового торможения и увеличивать величину бокового маневра, упрощая управляемую посадку. КБ Архипа Люльки выполнило большую работу по доработке АЛ-31, которые размещались у основания киля в двух полуутопленных мотогондолах. Специальные подвижные крышки защищали их на участке выведения (от скоростного напора), в космосе (от перепада температур) и на участке гиперзвукового торможения.

Однако перед первым полетом «Бурана» воздушно-реактивные двигатели с обоих кораблей первой серии решили снять. Причина была в отсутствии полной уверенности в их надежном распахивании на этапе сверхзвукового пуска в атмосфере и беспрепятственном запуске после месячного пребывания в космическом вакууме. Между тем была уже отработана безмоторная посадка по крутой глиссаде по примеру американского шаттла, и авиационные двигатели стали балластом...

На «Буран», доставленный на Байконур с Тушинского машиностроительного завода без мотогондол, их так и не установили. Оставшиеся пустыми ниши по бокам от киля зашили алюминиевыми панелями, поверх которых наклеили плиточную теплозащиту. Однако все уже установленные двигательные системы, вплоть до рычагов управления

▼ Место установки мотогондол на кораблях 1-й и 2-й серии



двигателями в командном отсеке пилотской кабины, как и вся изготовленная под их установку силовая конструкция хвостовой части, – остались.

Отсутствие мотогондол авиадвигателей изменило аэродинамику и управляемость орбитального корабля. Для уточнения исследований, выполненных в аэродинамических трубах, 22 июня 1988 г. на суборбитальную траекторию был специально запущен аппарат БОР-5 (№ 505), представлявший собой аэродинамическую копию (в масштабе 1:8) «Бурана» без мотогондол (предыдущие четыре аппарата БОР-5 летали с имитацией мотогондол). Этот пуск открыл «Бурану» дорогу в космос...

Снятие мотогондол также открыло воздушно-поток корневую часть киля, что повысило его эффективность и улучшило путевую устойчивость, но одновременно выросли максимальные нагрузки на киль, превысив допустимые в узлах крепления как со стороны вертикального оперения, так и в шпангоутах № 22 и № 24 хвостовой части фюзеляжа. Но каркас кораблей первой серии

был уже собран, поэтому «Буран» ушел в полет с некоторыми ограничениями по маневрированию.

Конструкция кораблей второй серии была лишена этих недостатков. Узлы крепления киля были усилены с обеих сторон, были доработаны шпангоуты хвостовой части фюзеляжа (с номерами 22, 23, 23а, 24, 25 и 26) и соответственно изменился теоретический контур в ее верхней части, а также раскрой теплозащиты. В кабине убрали приборы индикации, контроля и управления, относящиеся к авиадвигателям.

В первом полете, невзирая на малую массу и ограниченную дальность бокового маневра, выявилась недостаточная эффективность балансировочного щитка, который, разгружая элевоны на участке интенсивного маневрирования на гиперзвуке ($M=10...6$), примерно за 10 минут до посадки отклонился на максимальный угол. Корабли второй серии получили балансировочный щиток увеличенной площади (за счет увеличенной хорды) с усовершенствованным подвижным уплотнением между щитком и хвостовой частью фюзеляжа.

А вот площадь тормозных парашютов оказалась чрезмерной, и контейнер тормозных парашютов под задней кромкой вертикального оперения был уменьшен, с введением новой крышки контейнера на пневмотолкателях.

Корабли второй серии получили еще одно уникальное аэродинамическое новшество –



ИЗДЕЛИЯ 1.01, 1.02



КОНТЕЙНЕР ПАРАШЮТНО-ТОРМОЗНОЙ УСТАНОВКИ



БАЛАНСИРОВОЧНЫЙ ЩИТОК



ИЗДЕЛИЯ 2.01, 2.02, 2.03



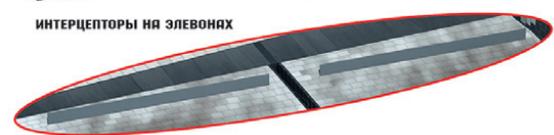
КОНТЕЙНЕР ПАРАШЮТНО-ТОРМОЗНОЙ УСТАНОВКИ



БАЛАНСИРОВОЧНЫЙ ЩИТОК



ИНТЕРЦЕПТОРЫ НА ЭЛЕВОНАХ



ИЗДЕЛИЕ 1.01



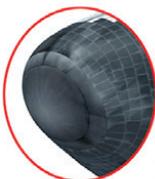
ТЕПЛОЗАЩИТНЫЙ НОСОВОЙ КОК



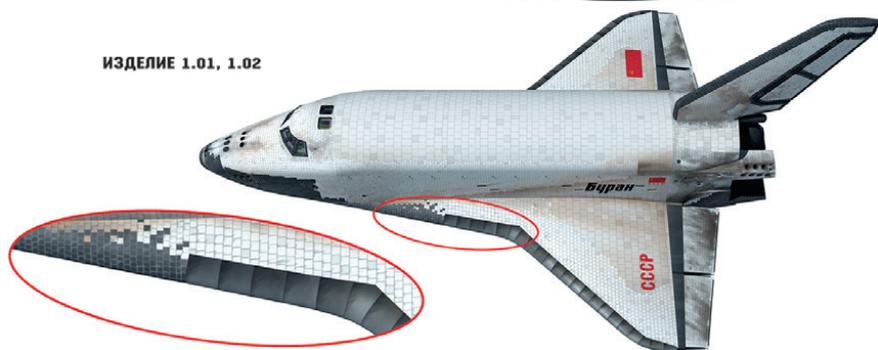
ИЗДЕЛИЕ 1.02, 2.01, 2.02, 2.03



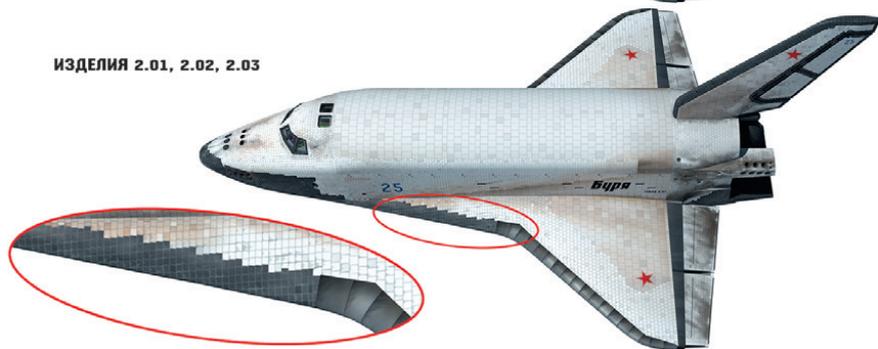
ТЕПЛОЗАЩИТНЫЙ НОСОВОЙ КОК



ИЗДЕЛИЕ 1.01, 1.02



ИЗДЕЛИЯ 2.01, 2.02, 2.03



выдвижные интерцепторы на элевонах, качественно изменившие их эффективность. Интерцепторы широко применяются в современной авиации для регулирования подъемной силы крыла без изменения его угла атаки, но на элевонах их применили впервые. Таким образом, на изделиях второй серии появилась возможность управления по крену и тангажу при фиксированном положении элевонов, руля направления и балансирующего щитка.

В итоге, по совокупности всех аэродинамических улучшений, аэродинамическая схема «бесхвостка» по своим летным характеристикам стала приближаться к нормальной схеме с горизонтальным оперением. В сочетании со снижением сухой массы на четыре тонны (!) это качественно изменяло летно-технические и эксплуатационные характеристики корабля.

На внутренней поверхности створок грузового отсека «Бурана» располагалось по четыре панели радиационного теплообменника системы электропитания, при этом две задние (III и IV) панели жестко крепились к створкам, а две передние (I и II) были подвижными и с помощью собственных приводов могли отходить от раскрытых створок грузового отсека на 35°. Предполагалось, что отвод панелей I и II от створок повысит их эффективность за счет возможности радиационного сброса тепла в вакуум с двух сторон. Так было изображено на компоновке шаттла из отчета ЦАГИ 1977 г., но на самом шаттле реализовано не было.

Углубленные исследования показали, что выигрыш очень незначительный. В итоге на второй серии было принято решение отказаться от подвижности панелей I и II, жестко связав их со створками грузового отсека и существенно упростив конструкцию, а также использовать улучшенное пленочное покрытие.

Серьезным доработкам второй серии, хорошо заметным снаружи, подверглось теплозащитное покрытие орбитальных кораблей. Это стало возможным, с одной стороны, благодаря уточнению распределения полей температур на внешней поверхности кораблей при спуске в атмосферу, а с другой – в связи с появлением более совершенных теплозащитных материалов.

Наиболее ответственные и самые термостойкие элементы теплозащиты, выдерживающие температуру до 1650°C, были выполнены из углерод-углеродного композиционного материала «Гравимол» (носовой кок) и «Гравимол-В»* (секции носка крыла). При проектировании этих элементов мы опирались на опыт шаттлов, но наша теплозащита передней кромки крыла имела существенные улучшения.

Так, соседние углерод-углеродные секции монтировались не в стык, а внахлест по потоку, перекрывая друг друга наподобие рыбной чешуи; это упрощало герметизацию места стыка и исключало попадание плазмы внутрь крыла через стык между соседними секциями даже при ненадежности уплотне-

* Материалы «Гравимол» и «Гравимол-В» сходны по технологии изготовления и различались лишь тканым наполнителем: для носового кока (полусферическая деталь) использовался более тонкий наполнитель ТКК-2, а для деталей кромки крыла – наполнитель ТНУ-4.

ний. На шаттле накопившееся под секциями передней кромки тепло сбрасывалось во внутренний объем крыла через специальные отверстия в передней стенке. Конструкторы «Бурана» сделали переднюю стенку крыла сплошной, дополнительно закрыв ее кварцевой плиточной теплозащитой по аналогии с внешней поверхностью корабля, при этом накопленное под лобовыми секциями крыла тепло «стекало» вдоль стенки по сплошному пространству под секциями, как по трубе, к концевому сечению, и там, у торца внешнего элевона, свободно сбрасывалось в окружающее пространство. Если бы так была организована защита передней кромки крыла у шаттла, то катастрофы «Колумбии» 1 февраля 2003 г. могло бы не случиться...

Носовой кок, по своему облику повторявший аналогичный у шаттла, оказался избыточным с точки зрения распределения максимальных температур. С одной стороны, зона максимального нагрева была меньше его площади, а с другой – из-за большого гиперзвукового угла атаки (до 39°) она была смещена в нижнюю часть кока, что вызывало слишком большой перепад температур (и внутренних напряжений) в его верхней части. Напрашивалось уменьшение размера (площади) носового кока с его одновременным смещением к зоне максимальных температур (критической точке). Это и было сделано, причем новый «укороченный» носовой кок «успело» получить и изделие 1.02.

Дальнейший анализ показал, что можно уменьшить количество углерод-углеродных секций на передней кромке наплыва крыла, оставив их только в зоне перехода с наплыва к крылу и на передней кромке самого крыла. В итоге удалось снять по четыре секции с каждого наплыва, заменив их более легкой плиточной теплозащитой, а для установки оставшихся секций использовать более легкие титановые кронштейны. Все это позволило получить ощутимое снижение общей массы теплозащиты.

Материал кварцевых плиток ТЗМК-10 и ТЗМК-25 с диапазоном рабочих температур 350...700°C был заменен на более совершенный ТЗМК-12 и ТЗМК-20 при одновременном снижении площади плиточной теплозащиты, заменяемой теплозащитой из гибких волокнистых неорганических матов из материала ГЗИ-Н с рабочей температурой до 650°C. На кораблях первой серии гибкая теплозащита изготавливалась из органических волокон с максимальной рабочей температурой 370°C.

На кораблях второй серии существенной доработке, изменениям и модификации также подверглись все бортовые системы и агрегаты, что хорошо видно на примере шасси.

При посадке «Бурана» во время пробегая по полосе многочисленных мелких камешки, вылетающие из-под передних колес носовой опоры, сильно посекали теплозащитную плитку на днище корабля. Посадочную полосу, конечно же, готовили, но посадочный комплекс расположен в казахстанских степях, и сколько полосу не чисти от мелких частиц –

** Ниши шасси не герметичны, поэтому для покрышек использовалась особая резина, не теряющая своих свойств при длительном нахождении в вакууме. Однако она не допускала сильного перепада температур, поэтому внутри ниш поддерживался определенный температурный режим.*



ИЗДЕЛИЯ 1.01, 1.02

(НАПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТА СПРАВА НАЛЕВО)



ИЗДЕЛИЯ 2.01, 2.02, 2.03

(НАПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТА СПРАВА НАЛЕВО)

▲ Носовая стойка шасси орбитальных кораблей 11Ф35

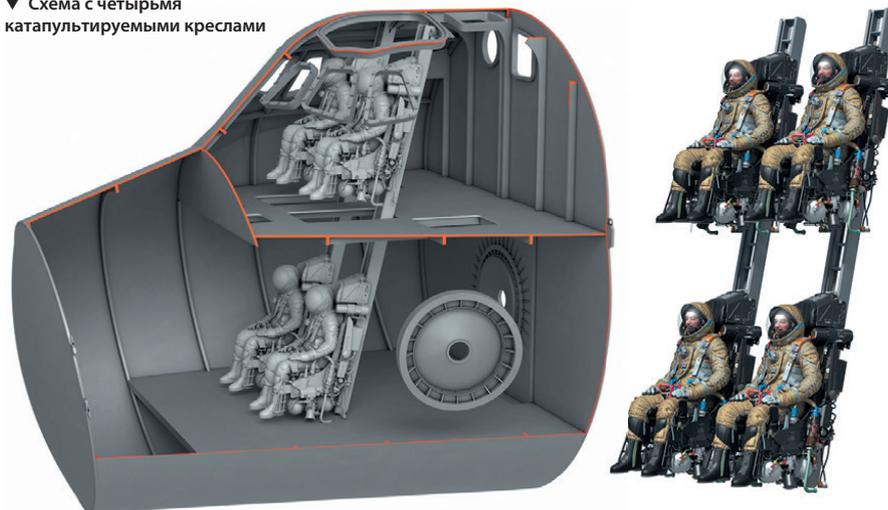
ветер всегда нанесет новые. Для самолетов это не страшно, но для корабля, покрытого хрупкой плиточной теплозащитой, это могло стать критическим. Проблему решили специальным защитным щитком передней стойки по примеру самолетов фронтовой авиации, эксплуатирующихся с обычных аэродромов. Кроме того, носовая стойка получила фару для возможности выполнения ручной посадки в ночное время суток. Помимо этого, были доработаны механизмы запираания новой композиционной створки для более надежной изоляции внутреннего объема ниши передней стойки в условиях космического полета* и на участке спуска в атмосфере.

Существенным доработкам подверглись и стойки основного шасси. Изменилась кинематика шлиц-шарнира, а патрубки с рабочей жидкостью тормозной системы, отвечающей за торможение и противоюзное растормаживание колес, в подвижной части были защищены специальным подвижным коробом, отслеживающим обжатие амортизатора. Кроме того, была изменена кинематика открытия створок и выпуска основных стоек шасси.

Наиболее кардинальным изменениям подвергся модуль кабины, в котором размещался экипаж и оборудование и системы, обеспечивающие его жизнедеятельность и работоспособность.

Корабли первой серии были рассчитаны на экипаж численностью до 10 человек. В первых четырех испытательных полетах экипаж должен был состоять из двух человек, размещенных в специально доработанных катапультируемых креслах К-36М на верхней палубе кабины (в командном отсеке). После завершения испытаний катапультируемые кресла заменялись на обычные, с размещением четырех космонавтов в командном отсеке и до шести человек – «этажом ниже», на средней палубе (в бытовом отсеке).

▼ Схема с четырьмя катапультируемыми креслами



Однако катастрофа «Челленджера» 28 января 1986 г. заставила по-новому взглянуть на вопросы безопасности. В итоге было принято решение уменьшить максимальную численность экипажа на кораблях второй серии до четырех человек, при этом всех их разместить в штатных катапультируемых креслах К-36М на постоянной основе. Для размещения четырех катапультируемых кресел без изменения конструктивно-компоновочной схемы модуля кабины было предложено уникальное решение, не имевшее аналогов в истории авиации, – продлить направляющий рельс катапультируемого кресла из командного отсека вниз, до уровня пола бытового отсека, где навесить на него второе кресло.

Таким образом, оба протяженных рельса проходили через оба обитаемых отсека, и на каждом рельсе одно над другим располагались по два катапультируемых кресла. Сначала должны были катапультироваться космонавты с верхней палубы, а вслед за ними – со средней.

Из-за удлинения рельса пришлось отказаться от возможности менять его наклон и иметь два положения кресла космонавта: для этапа выведения и для работы за пультом пилота. Специальные исследования в Институте медико-биологических проблем подтвердили переносимость тренировочным человеком перегрузок на участке выведения при «нормальном» (соответствующем посадочному) положении кресел.

Снижение максимальной численности экипажа с десяти до четырех человек позволило также упростить систему жизнеобеспечения (частично снять агрегаты ассенизационно-санитарного устройства, снизить запасы пищи, воды и расходных материалов, доработать систему газового состава, терморегулирования и т.д.).

Новые корабли получили фактически новую систему отображения информации

Рисунок В. Лукашевича

Рисунок В. Лукашевича

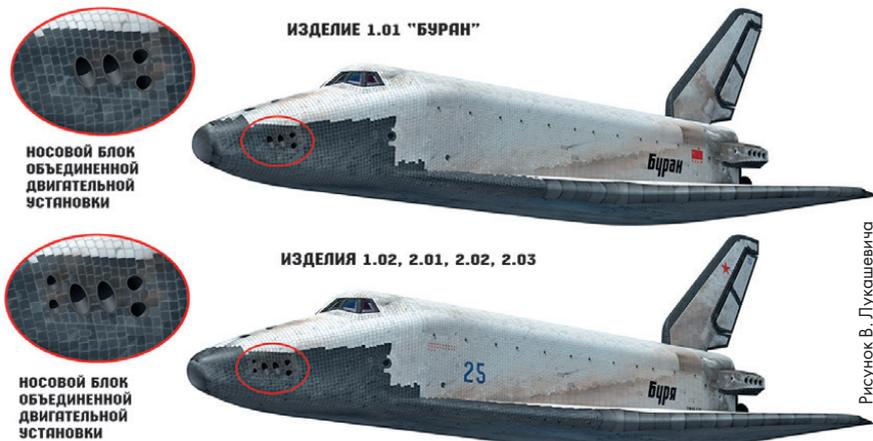


Рисунок В. Лукашевича

▲ Модификация системы управления, помимо отказа от воздушно-реактивной двигательной установки, заметна и на изменении числа и компоновки двигателей точной ориентации в носовом блоке объединенной двигательной установки орбитальных кораблей

и органы управления. Вместо черно-белых дисплейных систем появились цветные многофункциональные индикаторы.

Изменилась и сама конструкция модуля кабины, что позволило снизить его массу. Основной конструктивный материал – свариваемый алюминиевый сплав 1201 – был заменен на 1201Т, с перспективой перехода на новый сплав 1570. Схема крепления модуля кабины внутри носовой части фюзеляжа осталась прежней, но с учетом первого полета «Бурана» была введена система внутреннего обдува стекла в зазоре между носовой частью фюзеляжа и модулем кабины.

Среди доработок систем планера можно отметить установку дополнительных баллонов системы электропитания в средней части фюзеляжа, установку баллонов и блоков управления и контроля ряда систем*, перекомпоновку приборного отсека ПО-4, получившего новый углепластиковый каркас, модификацию агрегатов гидросистемы и вспомогательной силовой установки, перекомпоновку со снижением массы системы наддува и вентиляции планера, новые облегченные баллоны из титана системы наддува и разгерметизации и т.д. Наглядным примером оптимизации бортовых систем является модифицированная система газового состава (СГС) модуля кабины, дополненная новой системой «воздух-воздух». Кислородные баллоны СГС были демонтированы, а кислород для нужд СГС отбирался из запасов системы электропитания.

Бортовая кабельная сеть тоже была доработана и оптимизирована со снижением массы переходом на новые электрические провода МК-26, внедрением новых микропереключателей с улучшенными характеристиками и установкой новых распределительных устройств**.

Общий перечень модифицированных бортовых систем Минобщемаша, устанавливаемых на корабль при изготовлении его планера на Тушинском машиностроительном заводе, состоял из 16 позиций. Значительным доработкам подверглись системы управления, бортового радиотехнического комплек-

са, антенно-фидерных систем и т.д. Например, в системе бортовых измерений было сокращено с 3700 до 1000 количество команд, сигналов и параметров, регистрируемых, обрабатываемых на борту и передаваемых на Землю. Это позволило уменьшить количество датчиков, приборов, локальных коммутаторов, кабелей и других компонентов системы, тем самым снизить габариты и массу оборудования. Кроме того, и оставшиеся приборы частично были заменены на новые и более легкие***.

При проектировании облика кораблей дополнительного заказа ревизии подвергалось все без исключения, вплоть до узлов стыковки с ракетой-носителем – блоком «Ц» (второй ступенью) «Энергии». На «Буране» в трех узлах связи с блоком «Ц» использовались пружинные тарелочные толкатели, при этом после отделения корабля открывшиеся узлы крепления уже ничем не закрывались. Все три узла, воспринимавшие колоссальные нагрузки на участке выведения, размещались на мощных силовых шпангоутах (один спереди на шпангоуте № 7 средней части фюзеляжа и два сзади на шпангоуте № 24 его хвостовой части) и специально никак не защищались от интенсивного температурного нагрева на участке спуска в атмосфере. Проблема нагрева решалась большой теплоемкостью (при высокой теплопроводности) нижней массивной части титановых шпангоутов – на участке воздействия плазмы они успевали поглощать значительную часть тепла, при этом за счет своей большой внутренней массы металла температура на внешней части стыковочного узла не успевала достигнуть критических значений. Такое решение было конструктивно простым, но подвергалось циклическому температурному воздействию нижние пояса главных силовых шпангоутов корабля. Именно поэтому на кораблях второй серии вместо пружинных тарелочных толкателей вводились пороховые (газовые) толкатели с теплозащитными крышками, надежно предохраняющими узлы связи от плазмы на участке спуска корабля с орбиты.

Нововведения и улучшения, предусмотренные для второй серии, особенно в бортовых системах, не удалось в полной мере внедрить на ее первом корабле 2.01. Это было связано с тем, что изготовление части бортового оборудования для комплектации 1.02 запаздывало, и было принято решение использовать, насколько это было возможно, уже готовое оборудование с первого ко-

рабля второй серии – 2.01. Помимо нового носового кока, изделие 1.02 получило новую систему управления, новый киль и новую переднюю стойку шасси.

Таким образом, последний корабль первой серии (1.02) получился переходным ко второй серии, а первый корабль второй (2.01) должен был получить отдельные системы от кораблей первой серии из-за неготовности собственных. Все изменения по силовому каркасу, теплозащите и бортовым системам предполагалось в полной мере внедрить на двух оставшихся кораблях второй серии – изделиях 2.02 и 2.03.

Окончательный облик кораблей второй серии (начиная с изделия 2.02) был утвержден через полгода после полета «Бурана» в документе «Технические требования на разработку изделия 2.02 (с ЗК1). Планер ОК с системами ОК разработки предприятий МАП». Требования утвердил 15 мая 1989 г. главный конструктор НПО «Молния» Глеб Лозино-Лозинский по согласованию (25 мая 1989 г.) с первым заместителем генерального конструктора, главным конструктором НПО «Энергия» Юрием Семеновым.

Вторая серия изначально проектировалась в пилотируемом исполнении, однако усовершенствованные бортовые системы позволяли выполнить самую сложную программу полета в полностью автоматическом режиме, вплоть до стыковки с другим космическим аппаратом и его обслуживания бортовыми манипуляторами. Американские шаттлы даже к 2011 г., в конце 30-летнего периода эксплуатации, после нескольких модернизаций, все равно обладали меньшими эксплуатационными возможностями, чем наши орбитальные корабли второй серии, которые должны были начать летать во второй половине 1990-х годов. Не будет преувеличением сказать, что корабли 11Ф35 «дополнительного заказа» являлись не просто вершиной достижений отечественной авиации и космонавтики – они до сих пор остаются самыми совершенными летательными аппаратами в истории человечества. Увы, «встать на крыло» им не довелось...

Второй летный корабль, почти полностью подготовленный ко второму полету, после развала СССР достался в наследство Казахстану. По последним сведениям, его планируют выставить в качестве экспоната в новом технопарке Астаны. Планер первого корабля второй серии (изделия 2.01) был изготовлен и после долгого хранения в НПО «Молния» сейчас находится на территории Лётно-исследовательского института в городе Жуковский.

Последующие два корабля (2.02 и 2.03) были изготовлены только в виде отдельных агрегатов, которые после закрытия программы «Энергия-Буран» не сохранились. Правое крыло со стойкой шасси от изделия 2.02 находится в составе корабля, который долгое время стоял в Парке культуры и отдыха имени Горького, а затем был перевезен на территорию ВДНХ. Добавим, что в этой сборке используется фюзеляж опытного изделия 0.11, изготовленного для статических прочностных испытаний силового каркаса кораблей второй серии.

На этом история отечественных многоэтажных крылатых космических кораблей закончилась. Хочется надеяться, что не навсегда...

* Системы терморегулирования, системы наддува и разгерметизации и др.

** Два РУ-8 заменены на РУ-7А.

*** Например, вместо блоков БИТС2-4 на кораблях первой серии изделия второй серии получили БИТС2-10.

25 октября на 90-м году жизни скончался выдающийся организатор производства и руководитель предприятий отечественной ракетно-космической промышленности Вахтанг Дмитриевич Вачнадзе.

Вахтанг Вачнадзе родился 20 июня 1929 г. в белорусском городе Бобруйске, где проходил службу его отец – военный летчик. Незадолго до начала Великой Отечественной войны семья переехала в Тбилиси.

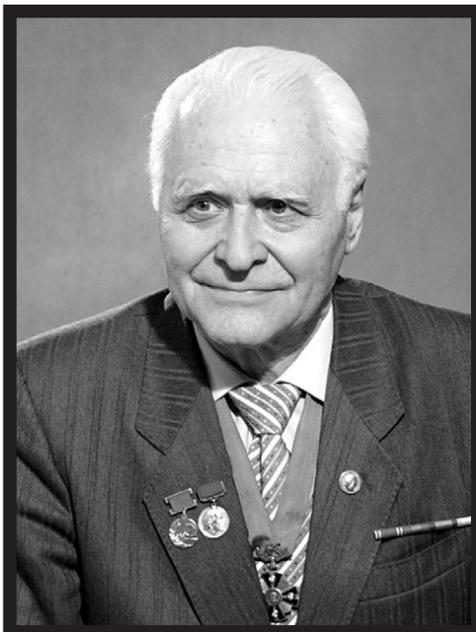
В 1947 г. будущий строитель ракет и космических аппаратов окончил школу с золотой медалью и поступил в Московский авиационный институт (МАИ). Успешно завершив обучение на двигательном факультете, с дипломом инженера-механика в 1953 г. он по распределению попал на завод № 88 (ныне – Завод экспериментального машиностроения (ЗЭМ) Ракетно-космической корпорации «Энергия» имени С.П. Королёва) в подмосковном Калининграде и начал работать мастером цеха № 5. А уже через полгода руководство завода, заметив теоретические знания и организаторские способности молодого инженера, назначило его помощником начальника цеха по технической части – начальником технического бюро.

В 1956 г. Вачнадзе уже возглавлял этот цех, став самым молодым начальником цеха в истории завода. При его активном участии на предприятии изготавливались ракетные двигатели конструкции А.М. Исаева для крылатых и зенитных ракет, в том числе применявшихся в системе противоздушной обороны Москвы. Вместе с М.В. Мельниковым и Б.А. Соколовым он участвовал в создании рулевых ракетных двигателей для межконтинентальной баллистической ракеты Р-7, маршевых двигателей для третьей ступени космической ракеты, обеспечившей первые запуски автоматических станций к Луне.

В.Д. Вачнадзе – один из разработчиков кораблей «Восток», «Восход» и «Союз», обеспечивших первые пилотируемые полеты и выход человека в космос, активный участник лунных проектов УР-500К – Л-1 и Н-1 – Л-3, а затем и программ орбитальных станций «Салют», «Мир», создания разгонных блоков Д и ДМ, грузовых кораблей «Прогресс». Под его руководством ЗЭМ осуществлял производство ракетных двигателей 11Д33 и 11Д58 для разгонных блоков Л, Д и ДМ.

В 1964 г. по приказу главного конструктора С.П. Королёва на заводе было организовано арматурно-двигательное производство, начальником которого назначили Вахтанга Дмитриевича. С 1966 г. он стал первым заместителем директора и главным инженером завода. Под его руководством выполнено масштабное техническое перевооружение и реконструкция подразделений завода. В этот период были разработаны и внедрены в производство технологические процессы по основным агрегатам пилотируемого корабля «Союз», в цехах появились станки с программным управлением, разрабатывались стандарты повышения качества и надежности, был внедрен поточно-позиционный метод сборки изделий и агрегатов, который используется и сегодня.

В 1974 г. В.Д. Вачнадзе перевели в Министерство общего машиностроения СССР



Вахтанг Дмитриевич Вачнадзе

20.06.1929 – 25.10.2018

на должность начальника третьего Главного управления, одновременно назначив членом коллегии министерства. На это управление возлагались ответственные задачи курирования космических программ в области пилотируемых полетов, космической связи, телевидения, навигации и других народно-хозяйственных направлений. На этом посту В.Д. Вачнадзе успешно трудился в течение трех лет.

В 1977 г. в связи с началом работ по проектированию и созданию многоцветной космической системы «Энергия-Буран» Вахтанга Дмитриевича назначили генеральным директором Научно-производственного объединения (НПО) «Энергия» имени С.П. Королёва. Он контролировал все этапы создания изделий, особое внимание уделяя самым трудоемким и «узким» местам производства. Параллельно он возглавлял оперативно-техническое руководство по созданию центрального кислородно-водородного блока ракеты-носителя «Энергия» на заводе «Прогресс» в г. Куйбышеве (сейчас – Самара), а также руководил работами по производству объединенной двигательной установки орбитального корабля «Буран».

Систему «Энергия-Буран» конструктор ракетной техники считал главным делом своей жизни. Рассказывая о чувствах, пережитых во время первого и, как выяснилось позже, последнего полета «Бурана», Вахтанг Дмитриевич не сдерживал волнения: «Могу сказать, что мы были сверхсчастливыми. Мы сидели специально на Байконуре, когда опускался корабль «Буран». Появилась точка... Вдруг корабль опустился... Вся жизнь прошла в таких счастливых минутах, когда ты борешься, работаешь круглые сутки – и вдруг все получилось».

Помимо производственных, гендиректор НПО «Энергия» занимался и социальны-

ми вопросами. За 14 лет его работы генеральным директором в объединении были построены многие социальные объекты. Среди них – санаторий «Крепость» в г. Кироводске, здание медсанчасти, комбинат питания, большой социально-бытовой комплекс на космодроме Байконур.

С 1991 г. В.Д. Вачнадзе работал научным консультантом РКК «Энергия», некоторое время в должности генерального директора возглавлял коммерческо-технический Центр космонавтики Головного конструкторского бюро НПО «Энергия». Под его руководством на ЗЭМе был создан Центр развития технологий и подготовки кадров, который привлекает огромный интерес, поскольку в нем представлены все основные этапы создания отечественной ракетно-космической техники. С историей разработки этой техники здесь знакомятся и проходят обучение студенты многих технических вузов г. Москвы, учащиеся колледжа и школьники г. Королёва, пришедшие на предприятие молодые специалисты.

Кандидат технических наук, действительный член Российской академии космонавтики имени К.Э. Циолковского, автор многих статей и нескольких книг, популяризирующих ракетно-космическую технику, рассказывающих о ее истории и перспективах, В.Д. Вачнадзе был убежден, что именно космонавтика призвана сохранить земную цивилизацию.

Заслуги Вахтанга Дмитриевича отмечены государством. В 1960 г., благодаря работам по достижению второй космической скорости, облету Луны и фотографированию ее обратной стороны, он стал лауреатом Ленинской премии, а в 1989 г. за участие в создании станции «Мир» был награжден Государственной премией. Он неоднократно избирался депутатом Горсовета и возглавлял комиссию по промышленности, транспорту и связи. С 1977 по 1991 г. В.Д. Вачнадзе был председателем Совета директоров Калининграда, почетным гражданином которого он стал в 2003 г., и депутатом Московского областного совета народных депутатов. Награжден орденами Ленина, Октябрьской революции, Трудового Красного Знамени, «Знак Почета». – И.Б.



Фото В. Егорова

