

НОВОСТИ КОСМОАВТИКИ

№ 06 (401) 2016



ISSN 1561-1078
9 771561 107002 >

Журнал для профессионалов
и не только

Журнал основан в 1991 г.
компанией «Видеокосмос».
Издается Информационно-
издательским домом
«Новости космонавтики»

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

Редакционный совет:

А. В. Головкин –
заместитель главнокомандующего ВКС –
командующий Космическими войсками,
В. А. Джанибеков –
президент АМКос, летчик-космонавт,
Н. С. Кирдод –
вице-президент АМКос,
В. В. Ковалёнок –
президент ФКР, летчик-космонавт,
И. А. Комаров –
генеральный директор ГК «Роскосмос»,
И. А. Маринин –
главный редактор «Новостей космонавтики»,
В. Б. Непоклонов –
проректор МИИГАиК по научной работе,
Р. Пишель –
глава представительства ЕКА в России,
Б. Б. Ренский –
директор «R&K»,
В. А. Шабалин –
генеральный директор
ООО «Страховой центр «СПУТНИК»

Редакционная коллегия:

Главный редактор: Игорь Маринин
Обозреватель: Игорь Лисов
Редакторы: Игорь Афанасьев,
Александр Ильин, Андрей Красильников,
Сергей Шамсутдинов
Редактор ленты новостей:
Александр Железняков
Специальный корреспондент:
Екатерина Землякова
Дизайн и верстка:
Олег Шинькович, Татьяна Рыбасова
Литературный редактор: Алла Синицына
Распространение:
Валерия Давыдова
Подписка на НК:
по каталогу «Роспечать» – 79189
по каталогу «Почта России» – 12496
по каталогу «Книга-Сервис» – 18496
через агентство «Урал-Пресс» (495) 961-23-62

Юридический адрес редакции:
119049, Москва, ул. Б. Якиманка, д. 40, стр.7
Телефон: +7 (926) 997-31-39

E-mail: nk@novosti-kosmonavtiki.ru
Web: www.novosti-kosmonavtiki.ru

Тираж 8500 экз. Цена свободная
Отпечатано в ООО «МЕДИАКОЛОР»
Подписано в печать 31.05.2016

Журнал издается с августа 1991 г.
Зарегистрирован в Государственном комитете
РФ по печати № 0110293

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

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

В номере:

ГЛАВНОЕ	
2	Маринин И. В России появился гражданский космодром. Первый пуск с Восточного
11	Афанасьев И. Первые птицы летят с востока
18	Авдошкин В., Воронин А. Районы падения отделяющихся частей ракет
ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ	
22	Лисов И. «Шицзянь-10» – китайская версия «Фотона» и «Биона»
26	Лисов И. Первый «Симург» стартовал
28	Кучейко А. Второй радиолокационный «Часовой»
34	Бешиш Д. IRNSS-1G в строю. Система укомплектована полностью
ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ	
36	Красильников А., Хохлов А. Полет экипажа МКС-47. Апрель 2016 года
43	Афанасьев И. Оседлать баржу
47	Журавин Ю. Надувной ВЕАМ. Грузы Spacex CRS-8

12 АПРЕЛЯ - ДЕНЬ КОСМОНАВТИКИ

51	Шамсутдинов С. Празднование 55-летия первого полета
53	Мороз О. «Поехали!». Космическая смена Роскосмоса в Артеке

СУБОРБИТАЛЬНЫЙ ТУРИЗМ

54	Афанасьев И. «Тройной тулуп» Blue Origin
----	---

СРЕДСТВА ВЫВЕДЕНИЯ

56	Афанасьев И. Выбор верхней ступени SLS
----	---

ПРЕДПРИЯТИЯ. ОРГАНИЗАЦИИ

58	Извеков И. 25 лет Российской академии космонавтики имени К.Э. Циолковского
----	---

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

60	Лисов И. К истории возвращаемых спутников Китая
----	---

На обложке: Старт ракеты-носителя «Союз-2.1А» с космодрома
Восточный 28 апреля 2016 года. Фото С. Сергеева

Первый пуск с Восточного



ГЛАВНОЕ

Фото С. Сергеева



В России появился гражданский космодром

28 апреля 2016 г. в 05:01:21.314 по московскому времени (11:01:21 местного времени; 02:01:21 UTC) с единственного стартового комплекса (СК) космодрома Восточный – 371СК14 №1С – со второй попытки был произведен пуск РН «Союз-2.1А» (372РН16 №Р15000-001) с блоком выведения (БВ) «Волга» (14С46 №Р15000-006), произведенными АО «РКЦ "Прогресс"», г. Самара. В результате пуска на орбиту были выведены три аппарата: «Михайло Ломоносов» (произведен в АО «Корпорация ВНИИЭМ», г. Москва, по заказу Московского государственного университета), «Аист-2Д» (АО «РКЦ "Прогресс"») и Автономный модуль научно-технологической аппаратуры (АМ НТА) «Контакт-наноспутник» (он же SamSat-218Д; Самарский государственный аэрокосмический университет совместно с РКЦ «Прогресс») для демонстрации новых технологий.

Это был первый пуск с нового российский космодрома Восточный.

Боковые блоки первой ступени упали в Амурской области в район падения №981. Створки головного обтекателя – в район №983 в Якутии, вторая ступень и хвостовой отсек – в район №985, тоже в Якутии. Третья ступень вышла на низкую околоземную орбиту наклонением 97.30°, высотой 190×216 км и периодом обращения 88.41 мин. По данным Главного информационно-аналитического центра АСПОС ОКП ЦНИИмаш, она сошла с орбиты в результате неуправляемого торможения в атмосфере 30 апреля в интервале между 13:41 и 14:28 ДМВ с центральной точкой прогноза 14:00 ДМВ над 24.7° ю. ш., 7.0° в. д. По информации Стратегического

командования США, сход объекта состоялся 30 апреля в 14:05 ДМВ.

30 апреля поисковые группы ФГУП ЦЭНКИ в Зейском и Тындинском районах Амурской области (район падения №981) обнаружили три боковых блока (Б, В и Г) первой ступени и часть двигательной установки второй ступени в Вилюйском улусе Республики Саха (Якутия), в 94 км к северо-западу от села Кюлекьян (район падения №985). Впервые в российской космической практике для обнаружения фрагментов второй ступени РН применялись радарные следящие системы.

В точках падения были взяты экологические пробы снега и почвы и проведены экспресс-тесты, которые показали, что никакого негативного экологического воздействия на окружающую среду падения отработавших фрагментов РН не нанесло.

1 мая 2016 г. в том же 981-м районе падения нашли последний, четвертый боковой блок (блок Д) РН. В этот же день началась эвакуация боковых блоков из района падения.

Обнаруженные фрагменты будут распилены на более мелкие части и доставлены на специально подготовленную площадку.

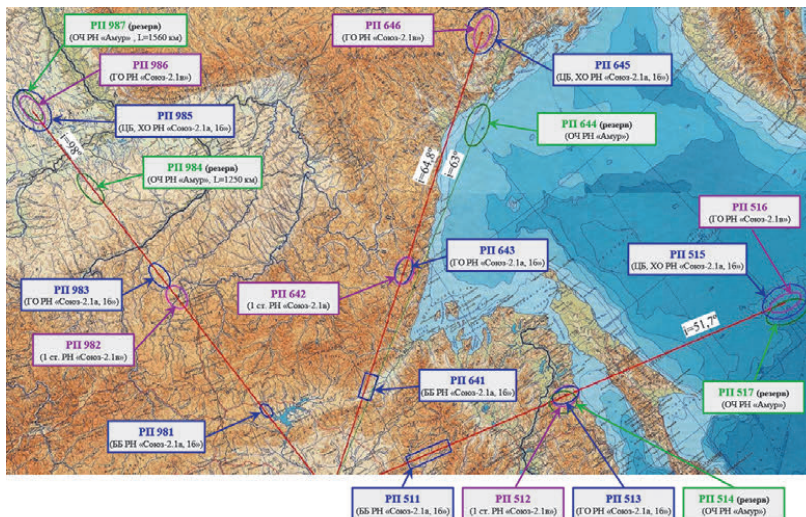
Табл. 1. Циклограмма полета РН «Союз-2.1А» (расчетная)

Команда СУ	Время от старта		Текущее (ДМВ)
	сек	мин: сек	
Старт	0	0	05:01:21
Отделение 1-й ступени	117.74	1:57.7	05:03:19
Сброс ГО	221.67	03:41.7	05:05:03
Отделение 2-й ступени	287.25	04:47.3	05:06:08
Сброс ХО	289.85	04:49.9	05:06:11
Выключение ДУ 3-й ступени	524.17	08:44.2	05:10:05
Отделение ГБ	528.32	08:48.3	05:10:09

ГО – головной обтекатель ДУ – двигательная установка
ХО – хвостовой отсек ГБ – головной блок (БВ «Волга» и три КА)

В ходе этого пуска стационарные антенные системы и Мобильные измерительные пункты (МИП) Восточного командно-измерительного пункта (КИП), входящего в Комплекс средств измерений, сбора и обработки информации (КСИСО), отработали в штатном режиме. Для получения информации по всей траектории полета РН «Союз-2.1А» один из мобильных измерительных пунктов был развернут на удаленной площадке в районе города Зейя. Был также задействован КИП в г. Якутске. Технические средства КСИСО Восточного КИПа принимали телеметрическую информацию с высоким качеством на всех участках полета ракеты до момента отделения головного блока. Впервые тестовая телеметрическая информация с РН «Союз-2.1А» передавалась через спутник-ретранслятор «Луч-5В» на станцию «Клён-Р», расположенную в ЦУП ЦНИИмаш в подмосковном г. Королёве. Отработка этого канала передачи информации позволит принимать телеметрию не только с РН, но и с разгонных блоков, включая участки вне зоны видимости с территории России.

В КСИСО космодрома Восточный входит Восточный командно-измерительный пункт (ВКИП), Мультисервисная система связи и передачи данных наземного автоматизированного комплекса управления КА, Морской измерительный комплекс и ряд привлекаемых командно-измерительных пунктов в различных регионах России. ВКИП включает в себя мобильные измерительные пункты, унифицированный технологический модуль, комплекс антенных систем для приема и передачи телеметрической информации, аппаратно-программные комплексы и другие системы. КСИСО создан специалистами АО РКС и предпринят его интегрированной структуры.



▲ На космодроме Восточный предусмотрены трассы для выведения КА на орбиты наклонением от 51.6° до 98°. Номер района падения включает наклонение орбиты (две цифры) и порядковый номер (третья цифра)

В дальнейшем фрагменты РН перевозят на космодром Восточный вертолетами, откуда по железной дороге их отправят на переплавку.

В поисковых работах вместе со специалистами ЦЭНКИ Роскосмоса, авиационных подразделений и МЧС участвовали представители органов власти Якутии и Амурской области, а также экологи природоохранных организаций.

БВ «Волга» массой 1546 кг (включая топливо) отделился от 3-й ступени на 529-й секунде полета. На 51-й минуте от «контакта подъема» была включена в первый раз его двигательная установка. Оба запланированных включения прошли штатно, и через 2 часа 05 минут 38 сек БВ «Волга» вывел на целевую орбиту три КА.

Таким образом, через 2 часа 05 мин 28 сек после старта БВ «Волга» успешно доставил на орбиту КА SamSat-218Д («Контакт-наноспутник»), а еще через 10 сек – КА «Михайло Ломоносов» и «Аист-2Д». Штатное отделение КА происходило по автономной программе без участия «Земли» и было подтверждено во время ближайшего сеанса связи в 08:05 ДМВ.

Через четыре часа после отделения КА было произведено управляемое сведение с орбиты БВ «Волга» посредством включения его двигательной установки с затоплением несгоревших фрагментов в заданном районе Тихого океана с расчетными координатами 45° ю. ш. (±15°), 132.5° з. д. (±42.5°).

Номера и международные обозначения объектов, найденных Стратегическим командованием США, а также параметры их начальных орбит приведены в табл. 4. Сравнение их с

расчетными из табл. 2 показывает, что пуск прошел полностью успешно.

Госкорпорация «Роскосмос» застраховала этот запуск. Страхование гражданской ответственности было организовано в рамках действующих договоров страхования, заключенных ЦЭНКИ, путем подписания дополнительных соглашений именно для запуска с Восточного. Лимит ответственности страховщиков (Страховой центр «Спутник», «Ингосстрах», СОГАЗ и ВТБ «Страхование») составил 3.6 млрд руб.

Страхование имущественных рисков проведено на основании договора между ГК «Роскосмос» и ООО СК ВТБ «Страхование», заключенного 25 апреля 2016 г. по результатам открытого конкурса. РН «Союз-2.1А» и БВ «Волга» были застрахованы на 1.8 млрд руб, а наземная инфраструктура космодрома – на 3.0 млрд руб.

Табл. 2. Циклограмма полета БВ «Волга» №006 (расчетная)

Операция	Время от КП час:мин:сек	Текущее время (ДМВ)	Цель операции	Параметры орбиты			
				i	Hp, км	Ha, км	P, мин
Первое включение ДУ	00:50:48.32	05:52:09.32	Формирование переходной орбиты	97.272°	237.5	96.0	91.588
Выключение ДУ	00:53:20.72	05:54:41.72					
Второе включение ДУ	01:36:53.32	06:38:14.32	Формирование целевой орбиты	97.272°	481.1	499.0	94.224
Выключение ДУ	01:39:05.02	06:40:26.02					
Отделение АМ НТА «Контакт-наноспутник»	02:05:28.32	07:06:49.32	Отделение КА	97.272°	481.2	499.9	94.229
Отделение МКА «Аист-2Д»	02:05:38.32	07:06:59.32					
Отделение КА «Михайло Ломоносов»	02:05:38.32	07:06:59.32					

Примечание: КП – «контакт подъема».

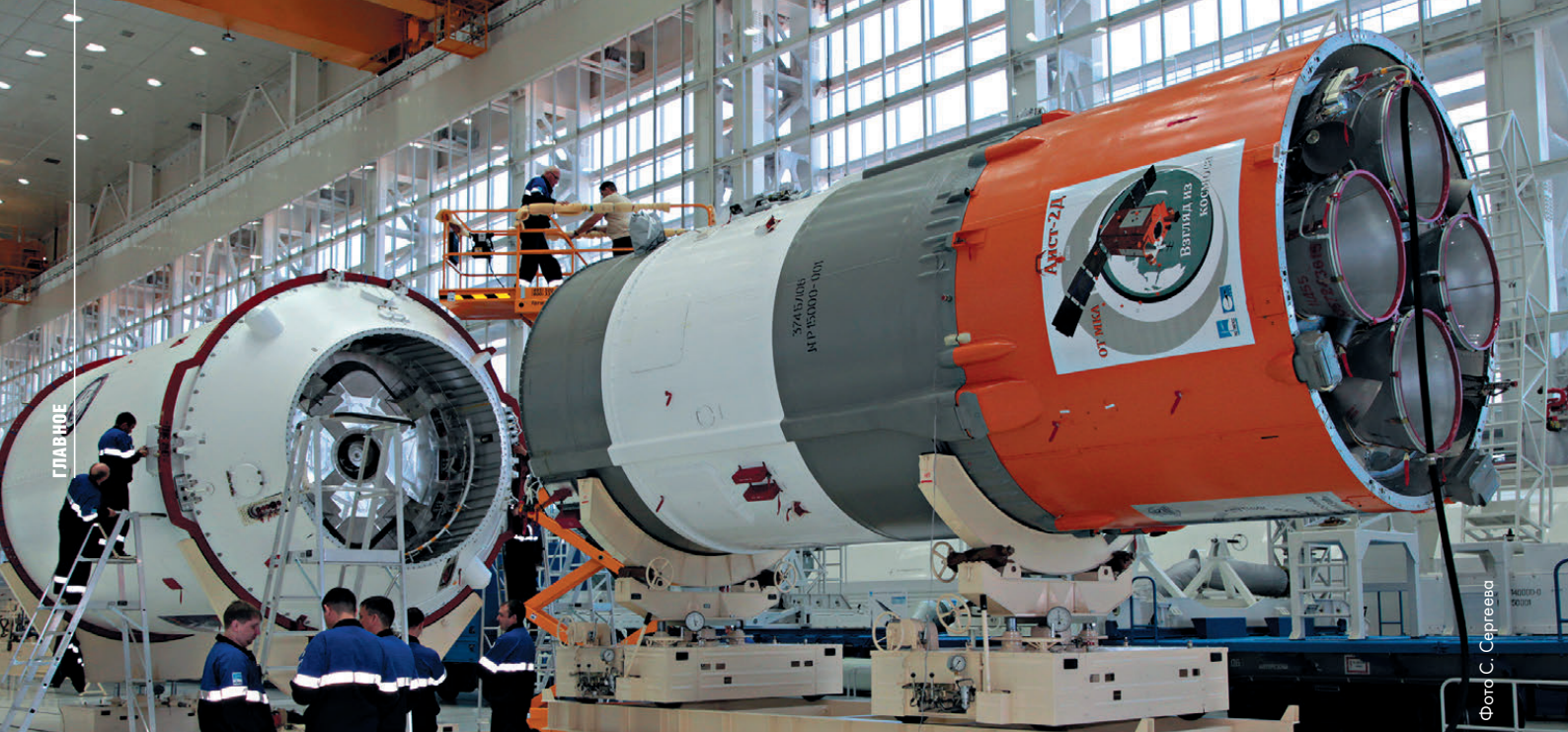
Табл. 3. Затопление БВ «Волга» (время расчетное)

Операция	Время от КП, час:мин:сек	Время московское, час:мин:сек
Третье включение ДУ	06:17:07.32	11:18:28.32
Выключение ДУ	06:19:57.22	11:21:18.22
Вход РБ в атмосферу	06:52:58.92	11:54:19.92
Падение несгоревших фрагментов	07:03:29.92	12:04:50.92

Табл. 4. Баллистические результаты пуска

Наименование	Номер	Межд. обозн.	Параметры начальной орбиты			
			i	Hp, км	Ha, км	P, мин
Ломоносов	41464	2016-026A	97.276°	480.0	500.2	94.243
Аист-2Д	41465	2016-026B	97.275°	480.0	499.9	94.235
SamSat-218Д	41466	2016-026C	97.277°	480.3	500.1	94.230
БВ «Волга»	41468	2016-026E	97.273°	480.2	499.3	94.223
3-я ступень	41467	2016-026D	97.300°	189.7	216.3	88.409

▲ 17 мая была опубликована видеозапись старта и полета РН «Союз-2», сделанная бортовой системой видеоконтроля (БСВК). До первого пуска с Восточного бортовые камеры устанавливались лишь на ракетах, запускаемых с Куру. БСВК разработана и изготовлена ООО «Ижевский радиоавиапром» и включает три камеры на 3-й ступени РН (две направлены вниз, одна – вверх) с размером «картинки» от 320×240 до 2048×1536 и средства передачи изображения по встроенной радиолинии на частотах от 1010.5 до 1042.5 МГц со скоростью до 3.14 Мбит/с.



ГЛАВНОЕ

Фото С. Саргеева

Предстартовая подготовка

21 марта состоялся «сухой вывоз» РН (комплексные испытания стартового комплекса 371СК14 космодрома Восточный). Ровно в шесть утра по местному времени открылись створки МИКа – и оттуда выкатился тепловоз, тянущий специальный «установщик» с покоящейся на нем РН «Союз-2.1А» с БВ «Волга» (но без КА под обтекателем). Согласно графику первого стартового дня, через два с половиной часа ракета была установлена на стартовый стол. В ходе испытаний в 10:50 был произведен наезд на нее МБО (мобильной башни обслуживания). Затем совместный стартовый расчет собрал схему испытаний систем стартового комплекса и РН и провел электрические испытания систем РН. Все испытания прошли штатно.

22 марта продолжались автономные и комплексные испытания систем РН на стартовом комплексе. Затем МБО была отведена со стартового стола. Состоялись генеральные испытания систем РН, при этом вся телеметрическая информация принималась Восточным командно-измерительным пунктом космодрома. Прошли проверки на электромагнитную совместимость бортовых систем ракеты-носителя и систем стартового комплекса, испытания по отбросу кабель-заправочной мачты и верхней кабель-мачты – для отработки операций, выполняемых при пуске ракеты-носителя.

В этот день космодром с рабочим визитом посетила делегация Коллегии Военно-промышленной комиссии (ВПК) во главе с заместителем председателя Правительства Российской Федерации Дмитрием Рогозиным. Члены Коллегии осмотрели объекты пускового минимума космодрома и провели рабочее совещание с руководством Роскосмоса и предприятий ракетно-космической промышленности, входящих в Госкорпорацию «Роскосмос», а также с представителями Спецстроя России о ходе строительства космодрома и о подготовке к первому пуску.

В этот же день на космодроме состоялось заседание Наблюдательного совета Самарского государственного аэрокосмического университета (СГАУ), председателем которого является Дмитрий Рогозин.

23 марта на Восточном прошли испытания заправочных систем стартового комплекса с имитацией заправки баков ракеты-носителя компонентами ракетного топлива.

24 марта сотрудники предприятий ракетно-космической отрасли и совместного расчета отработали режим технологической предстартовой подготовки и операций по отмене пуска.

25 марта – последний день комплексных испытаний. РН была снята со стартовой системы и возвращена в МИК для дальнейших работ, в том числе для сборки космической головной части (ГЧ) с БВ «Волга» и аппаратами «Ломоносов», «Аист-2Д» и «Контакт-наноспутник».

На этом закончились комплексные испытания РН и стартового комплекса. Были прорепетированы все операции подготовки ракеты к пуску непосредственно на старте, а также проверено все оборудование стартового комплекса, за исключением немногих систем, которые относятся непосредственно к заправленной ракете. Именно это оборудование, которое невозможно было проверить во время «сухого прогона», позднее и подвело, не позволив произвести пуск в назначенный день 27 апреля.

4 апреля Государственная комиссия, рассмотрев результаты комплексных испытаний стартового комплекса и подготовки РН «Союз 2.1А», приняла решение о проведении первого пуска 27 апреля 2016 г. в 5:01:21 ДМВ. Вывоз ракеты на стартовый стол назначили на 23 апреля 2016 г. В тот же день специалисты предприятий ГК «Роскосмос» начали предстартовую подготовку всех систем космодрома, РН и КА.

15 апреля на космодроме Восточный сотрудники ФГУП ЦЭНКИ, РКЦ «Прогресс», ВНИИЭМ, а также специалисты МГУ имени М.В. Ломоносова начали сборку космической головной части ракеты-носителя «Союз-2.1А». На блок выведения «Волга» были установлены все три КА – «Ломоносов», «Аист-2Д» и SamSat-218Д. Проводились электрические и механические стыковки аппаратов с блоком выведения «Волга».

18 апреля была осуществлена накатка головной обтекателя – заключительная

операция по сборке космической головной части. После этого космическая головная часть с полезной нагрузкой была перевезена из МИКа КА в МИК РН, где 19 апреля прошла стыковка космической ГЧ с третьей ступенью носителя.

20 апреля в МИКе РН специалисты РКЦ «Прогресс» завершили общую сборку пакета ракеты космического назначения (РКН) в составе: РН «Союз-2.1А», хвостовой отсек, БВ «Волга» и КА «Михайло Ломоносов», «Аист-2Д» и SamSat-218Д.

21 апреля завершились работы по подготовке ракеты к вывозу на стартовый комплекс.

22 апреля состоялось заседание Госкомиссии по результатам подготовки РН и наземной инфраструктуры стартового комплекса, которая приняла решение на вывоз. Операции по вывозу РН «Союз-2.1А», ее установке в стартовую систему, наезд мобильной башни обслуживания на стартовый стол были запланированы с 23:00 ДМВ 22 апреля до 04:00 ДМВ 23 апреля.

Сопредседателями Госкомиссии являлись первый заместитель генерального директора ГК «Роскосмос» Александр Николаевич Иванов и заместитель командующего Космическими войсками ВКС России Андрей Владимирович Ивашина.

▼ Руководитель «совместного расчета» А. Ю. Кошелев



Фото И. Маринина



Фото А. Орлова

23 апреля – первый стартовый день. В 6 утра местного времени (далее приведено местное время, опережающее московское на 6 часов) носитель в полной сборке был вновь вывезен из МИКа и в 8:30 прибыл на стартовый комплекс. Транспортировка ракеты производилась по железнодорожному пути с большой осторожностью. Скорость движения не превышала 5 км/ч, поэтому операция заняла два с половиной часа. После установки РН в стартовую систему и вертикализации в 10:50 был произведен наезд на нее мобильной башни обслуживания. В 11:00 у подножия ракеты состоялось традиционное построение «совместного расчета». Большинство состава этого расчета прибыли для производства запуска с космодрома Байконур. Руководил «совместным расчетом» А. Ю. Кошелев.

После построения, в 11:30 начались работы по подготовке РН к пуску. В частности, была произведена сборка схем термостатирования головной части и РН в целом. В 12:00 снят электротермочехол и собрана схема испытательных систем СК и РН. В это же время транспортно-установочный агрегат, освободившийся от ракеты, отогнали с нулевой отметки на отведенное место. В 15:00 на кабине обслуживания, выдвигающейся из стартового стола непосредственно под сопла двигателей ракеты, началась настройка ловителей отрывных разъемных соединений (необходимо, чтобы они не сгорели при пуске РН).

В 16:00 приступили к работам по контролю стыковки и разобченности цепей, провели комплекс регламентных проверок, проверку пиросредств включения двигателей и автоматики двигательной установки. Одновременно шли автономные проверки БВ «Волга» и трех КА. Около 21 часа все работы первого дня были завершены, и стартовый комплекс сдали под охрану.

24 апреля, во второй стартовый день, и в дальнейшем производилось круглосуточное термостатирование РН и заряд батарей КА «Михайло Ломоносов». В полдень начались проверки БВ «Волга» – как в автономном режиме, так и совместно с РН. В 14:30 стартовая команда приступила к набору готовности для генеральных испытаний, которые начались в

16 часов и завершились к 18 часам. Результаты испытаний положительные. В 18:30 началось приведение стартового комплекса и РН в исходное состояние. В 20 часов СК опустел – осталась лишь охрана.

25 апреля – резервный день. В 9 часов после построения расчета был произведен замер сопротивления изоляции БВ «Волга». Больше никаких работ не производилось.

26 апреля – третий стартовый день. В 7 утра на нулевую отметку прибыл железнодорожный заправщик высококонцентрированной перекиси водорода, которой в тот же день пролили систему заправки. Кроме того, в этот день сняли съемные и установили бортовые батареи и пирозапальные устройства в камеры сгорания ЖРД первой и второй ступеней РН, а также завершили зарядку батарей КА «Ломоносов». К 15 часам работы закончились.

27 апреля – пусковой день. Работы начались в 2 часа ночи по местному времени с построения совместного расчета. Далее все работы производились как на «сухом прогоне». В 3 часа ночи под председательством А. Н. Иванова и А. В. Ивашины состоялось заседание Государственной комиссии, где решили начать заправку РН в 3:30.

В 6:15 завершилась заправка РН кислородом и керосином из подземных хранилищ. После этого вновь состоялось заседание Госкомиссии, которая, рассмотрев результаты произведенных работ, погодные условия, показатели измерения силы ветра на критических высотах, приняла решение производить пуск РН в назначенное время.

В 8:40 начался увод кабины обслуживания в нишу стартового стола. В 9:30 произведен запуск автоматических циклов предстартовой подготовки РН и БВ. В 9:40 была отведена мобильная башня обслуживания.

Всем процессом подготовки РН к первому пуску с нового космодрома Восточного руководил Александр Николаевич Пименов (позывной «Пятый»). После объявления получасовой готовности он передал управление пуском Владимиру Дмитриевичу Инголенко, заместителю начальника Центра организации и контроля испытаний ЦЭНКИ (позывной «Первый»).

В 10:56, за пять минут до пуска, была объявлена минутная готовность. Все шло по плану. Однако примерно за две с половиной минуты до включения двигателей автоматическая система контроля прекратила пусковые операции. «Первый» за полторы минуты до расчетного времени пуска по громкой связи объявил: «Расчету прибыть на нулевую отметку» – и стало понятно, что сегодня пуска не будет. Позже стало известно, что запуск перенесен на резервный день – 28 апреля, в то же время.

Президент России В. В. Путин, специально прибывший на первый пуск с Восточного, был очень недоволен этим сбоем. Тем не менее, несмотря на свою занятость, он решил остаться еще на сутки, чтобы собственными глазами убедиться, что новый космодром в строю. А пока, чтобы не терять времени, он улетел в Благовещенск для решения местных вопросов.

Как объяснил позднее Владимир Путин, «первый пуск отложили на сутки, как оказалось, не из-за самой ракеты – она была в полном порядке, а из-за контрольно-измерительной техники...» По его словам, «вопрос в элементарном, как это часто у нас бывает: либо в кабеле, либо в сварке, либо в самой ракете».



Фото А. Орлова

Тем временем специалисты слили из РН топливо, привели СК в исходное состояние и начали поиск причины автоматической отмены пуска. Рассматривались различные варианты, но в конце концов выяснилось, что в наземной системе управления стартовым комплексом оказался подключенным кабель, не соответствующий технической документации.

Последствия сбоя

К сожалению, человеческий фактор смазал торжество от первого пуска с первого гражданского космодрома страны. И вместо наград за успешный пуск и открытие нового космодрома вице-премьер правительства – председатель Наблюдательного совета Роскосмоса Д. О. Рогозин получил от президента выговор, генеральный директор ГК «Роскосмос» И. А. Комаров – строгий выговор, а генеральный директор НПО автоматики Л. Н. Шалимов – представление о неполном служебном соответствии. Об этом 28 апреля сообщила газета «Коммерсантъ». По информации той же газеты, 30 апреля вице-премьер Дмитрий Рогозин переговорил с Л. Н. Шалимовым по телефону и вызвал его в Москву 6 мая. Однако на следующий день, 1 мая, ТАСС со ссылкой на источник в ракетно-космической отрасли сообщил, что по решению Рогозина Шалимов отстранен от работы до конца расследования причин неисправности при первом пуске на космодроме Восточный.

ТАСС также проинформировал со ссылкой на секретариат Рогозина, что вице-премьер создал специальную комиссию для установления причин сбоя. Ее возглавил член коллегии ВПК, генерал-лейтенант запаса Олег Фролов. Задача комиссии, по мнению информатора агентства, состояла в исследовании как самих причин неудачной попытки, так и в оценке полноты проведенных до пуска испытаний.

4–5 мая комиссия Олега Фролова провела заседание в НПО автоматики в Екатеринбурге, куда к этому времени были доставлены замененные из-за сбоя на стартовом столе кабели и соответствующее оборудование для выявления возможного брака.

13 мая Д. О. Рогозин сообщил, что в одном из кабелей с космодрома был обна-



Фото С. Сергеева

ружен не устраненный конструктивный дефект. «Одна из работниц НПО автоматики обнаружила этот дефект, доложила своему руководству, то доложило наверх, конструктивный дефект был устранен, – процитировало вице-преьера РИА Новости. – Но, как ни странно, он был устранен на всех кабелях, кроме того, на котором был обнаружен. И этот кабель, это мистическая ситуация, был направлен в «литерную» ракету, за которую все должны были головой отвечать, а испытания, было отмечено, были проведены».

Успешный пуск состоялся!

28 апреля в 5:30 утра под сопредседательством А. Н. Иванова и А. В. Ивашины состоялось заседание Госкомиссии, где были рассмотрены результаты поиска причины отмены пуска и проделанная за день и ночь работа по устранению этой причины (замена контрольной аппаратуры). В результате было принято решение провести повторную заправку и пуск в то же время в резервный день, то есть 28 апреля. С этого момента все работы по строгому графику пускового дня. Минут за сорок до пуска на космодром из Благовещенска на четырех вертолетах прилетели президент России и сопровождавшие его лица.

28 апреля пуск состоялся вовремя – в 11:01:21.314 местного времени. Как прореагировал В. В. Путин на этот успех, выяснить не удалось. Журналистов космического пула продержали на крыше пожарной части МЧС, пока президент в автомобильном кортеже не проследовал мимо и не улетел на вертолете в Благовещенск. Зато после этого репортеров перевезли на стартовый комплекс, где мы увидели совсем не радостного и очень озабоченного Д. О. Рогозина, который дал краткое эксклюзивное интервью одной из информационных компаний и уехал.

Произведенный нами осмотр стартового комплекса показал минимальные воздействия на него. Было повалено переносное металлическое ограждение, на некоторых сооружениях сорваны облицовочные алюминиевые панели. В газоотводном канале был виден сорванный с кабины обслуживания и слегка погнутой от удара о бетон защитный металлический «фартук», который закрывает от огненных струй, исходящих из



Фото С. Сергеева



сопел двигателей, нишу, куда убирается эта кабина.

По нашему мнению, это могло произойти по двум причинам. Первая: кабина обслуживания не полностью задвинулась в нишу СК, и между защитным «фартуком» и стеной стартового стола образовалась щель. Туда попала струя от ЖРД ракеты и создала в нише избыточное давление, сорвавшее «фартук». Впрочем, выдвигание и увод платформы в нишу не раз проверялись, и вряд ли испытатели могли не заметить эту оставшуюся щель. Вторая возможная причина – некачественные сварные работы: «фартук» был плохо приварен и при воздействии плазмы двигателей оторвался и упал в газотводный канал. Скорее всего, это опять-таки банальное разгильдяйство.

В причинах случившегося, безусловно, будет разбираться комиссия О. П. Фролова. Причины выявят и устранят к следующему пуску. Ясно одно: эта неприятность с «фартуком» не привела к какому-либо повреждению оборудования СК. После охлаждения стартового стола кабину обслуживания успешно выдвинули, и номера стартового расчета на ней успешно провели послестартовые операции. Судя по всему, никакого ремонта кабины не потребовалось.



На новые рубежи

Непосредственно на стартовом столе через час после успешного пуска руководитель ГК «Роскосмос» И. А. Комаров дал краткое интервью.

– Игорь Анатольевич, поздравляем с успешным запуском.

– Сегодня для нас действительно солнечный день, и его можно назвать первым днем работы космодрома. Штатно отработала наземная инфраструктура. Мы убедились, что все в порядке на земле – также, как и на ракете-носителе. Это 1860-й пуск ракет-носителей типа «Союз». РН полностью выполнила свою задачу. Сейчас мы ждем результатов работы блока выведения «Волга», который выведет наши космические аппараты на необходимую орбиту.

Пользуясь случаем, хочу поздравить всех участников этого исторического события, всех тех, кто переживал за его исход: работников ракетно-космической промышленности, строителей и вас, уважаемая пресса. Все шло сложно. Тем не менее мы видим, что основные работы у нас завершены с высоким качеством. Поздравляю всех с этим праздником...

– Что будет дальше с космодромом?

– Впереди строительство второй очереди космодрома, работы по стартовому комплексу для «Ангары», и времени расслабляться у нас нет. Завтра-послезавтра начнем выполнение тех задач, которые перед нами поставил президент: готовность наземной инфраструктуры к первому пуску «Ангары» в конце 2021 г. и к первому пилотируемому полету на «Ангаре» в конце 2023 г.

– Когда следующий пуск?

– Следующий запуск с этого космодрома будет через год. Сейчас прошли летные испытания. Госкомиссией выявлены более 20 замечаний и пожеланий усовершенствования систем, которые будут к тому времени учтены. Будут завершены работы по пусковому минимуму, и он будет сдан в эксплуатацию. Кроме объектов пускового минимума, есть достаточно много объектов, с которыми надо работать, чтобы завершить первую очередь. Во второй половине следующего года мы планируем два пуска: «Канопус» и, возможно, «Метеор». Сейчас планы сводятся и скоро будут утверждены. То есть 2017 г. будет более интенсивным. В 2018 и 2019 гг. и по Федеральной космической программе, и по коммерческим программам у нас будет от шести до восьми пусков в год.

– Из-за чего вчера была отмена пуска?

– Был сбой наземной автоматической системы управления, которая прервала программу подготовки к пуску, так как по одному из параметров не пришло подтверждение нормальной работы систем. Специалисты работали почти сутки и убедились, что сами системы работали нормально, а была ненормальная работа одного из кабелей. Были заменены кабели, блок коммутации и другие устройства, которые могли бы хоть как-то повлиять на сегодняшнюю работу. Сегодня в 5:30 состоялась Госкомиссия, которая рассмотрела все варианты и замечания, результаты проведенных работ и проанализировала все меры, которые были приняты. И Госкомиссия единогласно приняла решение идти на заправку и пуск в резервное

время. И, как мы видим, это решение было правильным.

– Когда здесь будет построен аэродром? Ведь невозможно нормально работать, если до аэродрома Благовещенска больше 200 км.

– По плану это 2021 год, но, я думаю, мы будем ускоряться. Эксплуатация аэродрома – дело довольно затратное, а в ближайшие год-два мы будем сильно ограничены в средствах. Основные силы и средства мы бросим на проектирование и подготовку техкомплекса, стартового стола и технических сооружений второй очереди. Но проект аэродрома готов, и думаю, что мы выступим с предложением увеличить финансирование или перераспределения средств, чтобы в ближайшее время начать строительство аэропортового комплекса.

– А когда будет построен город Циолковский? Ведь сейчас готовы только четыре дома?



Фото И. Маринина

– Жилищный комплекс в количестве 21 дома мы рассчитываем достроить до конца года. Далее, возможно, за те же, а может, и более малые деньги мы начнем малоэтажное строительство. Ведь Циолковский – город будущего, и условия жизни здесь должны быть наиболее комфортными и соответствовать середине 21-го века.

Краткая история Восточного

В советское время в этом районе базировалась 27-я ракетная дивизия РВСН, где на боевом дежурстве стояли 60 стратегических ракет РС-10 (УР-100/УР-100К/УР-100У, SS-11). Гарнизонный городок военнослужащих и их семей назывался для секретности Свободный-18 (позже он был переименован в Углегорск, ныне – Циолковский). Дивизию расформировали в 1994 г., но на ее базе директивой министра обороны РФ от 30 ноября 1993 г. был образован 17-й Главный



Фото И. Маринина

Общая площадь зарезервированной для космодрома Восточный территории составляет около 1035 км². Для сравнения: площадь космодрома Байконур – 6717 км², космодрома Плесецк – 1762 км².

центр испытаний и применения космических средств. 1 марта 1996 г. указом президента Б. Н. Ельцина 17-й Главный центр испытаний был преобразован во 2-й Государственный испытательный космодром Минобороны России Свободный. Первым начальником нового космодрома Свободный стал генерал-майор А. Н. Винидиктов, командовавший ранее 27-й дивизией РВСН.

4 марта 1997 г. пуском ракеты-носителя «Старт-1.2» (на базе МБР «Тополь», Московский институт теплотехники) с космическим аппаратом «Звеза» началась история российского космодрома Свободный.

9 февраля 2007 г. после пяти успешных запусков с мобильной ПУ РН «Старт-1.2» указом президента В. В. Путина из-за малой загрузки и недостаточного финансирования 2-й Государственный испытательный космодром Минобороны России Свободный был законсервирован, а воинские части Космических войск, осуществлявшие его эксплуатацию, расформированы.

6 ноября 2007 г. президент В. В. Путин подписал указ «О создании в Амурской области нового космодрома Восточный». 11 июля 2008 г. проект космодрома был одобрен коллегией Федерального космического агентства. Первый камень на месте основания космодрома Восточный был заложен 28 августа 2010 г. при участии (тогда) премьер-министра России Владимира Путина.

В 2011 г. проходило эскизное и техническое проектирование, были назначены руководители работ, выбран подрядчик – Спецстрой. В сентябре 2011 г. приступили к подготовительным строительным работам: создание геодезической разбивочной основы, расчистка полосы отвода от лесной растительности, снятие почвенно-растительного слоя и устройство земляного полотна под железную дорогу первого этапа строительства протяженностью 15 км (общая длина железнодорожной ветки составит не менее

30 км) на перегоне ст. Углегорск – ст. Промышленная-1.

В середине 2012 г. началось полномасштабное строительство инфраструктуры и технологических объектов космодрома. Первый пуск РН планировался на 25 декабря 2015 г., но был отложен на весну 2016 г. из-за срыва сроков ввода в эксплуатацию объектов.

Что дальше?

«Скоро сказка сказывается, да не скоро дело делается...» Первый пуск сделали успешно, а дальше? Если судить по утвержденной Федеральной космической программе 2016–2015 гг., то ближайший пуск с Восточного состоится только в следующем году (2017 г.). Это будет опять РН «Союз-2.1А»: она выведет КА системы оперативного мониторинга техногенных и природных чрезвычайных ситуаций «Канопус-В» № 3.

Табл. 5. План пусков с Восточного согласно ФКП–2025 (без учета коммерческих)

Носитель	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Союз-2.1А	2	2			1		2	2	
Союз-2.1Б			1	3	5	2	1	3	
Ангара-А5			1	1		1		2	1
Ангара-А5П					1	2			
Итого	2	2	2	4	7	3	5	7	1

В таблице показано число пусков РН различных типов и модификаций с Восточного по годам в рамках ФКП 2016–2025 гг. К этим данным наверняка добавятся пуски в интересах Минобороны и коммерческие старты. При этом будет очень много коммерческих запусков на «Союзах», а с 2022 г. все полезные нагрузки «Протона-М» перейдут на «Ангара-А5» с полетами с Восточного.

Зачем России новый космодром?

Последние несколько месяцев мне часто задают один и тот же вопрос: зачем нам нужен Восточный? Вот мое краткое мнение.

◆ Прежде всего, это независимый от других государств выход в космос. Сейчас мы можем выводить на геостационарную орбиту телекоммуникационные КА для гражданских нужд и по программе Минобороны, а также коммерческие нагрузки по договорам

с иностранными государствами и фирмами только с Байконура. Пуски кораблей «Союз» и грузовиков «Прогресс» по международной программе МКС мы можем выполнять только с Байконура. В этих серьезных направлениях мы не должны быть зависимыми от других, пусть и дружественных государств. Опыт с Украиной по ракетам «Зенит», «Днепр», «Рокот» должен всех нас этому научить. Перевод этих задач на Восточный планируется не раньше 2025 г., но, как говорится, лучше поздно, чем никогда.

◆ Второе. Безусловно, наличие космодрома должно привести к улучшению социально-экономической обстановки в Амурской области и всего Дальневосточного региона, развитию местной промышленной базы с привлечением инвестиций и частного капитала и тем самым способствовать сближению Дальнего Востока с Европейской Россией. Мое впечатление от городка Свободный вы прочтете ниже. Такой бедности в европейской части страны я очень давно не встречал. А вот о развитии местной научной и промышленной базы, похоже, все уже забыли. Когда обосновывали место строительства космодрома, приводили тот аргумент, что в Амурскую область будет переведена из Москвы и европейской России часть сборочных производств ракетно-космической техники. Со временем, как предполагалось, здесь должны не только собирать, но и создавать эту технику. Должны открыться филиалы МГТУ, МАИ, МФТИ и других профильных вузов для подготовки местных специалистов, а также средние учебные заведения с соответствующей специализацией. В Циолковском предлагалось создание научного центра со всеми вытекающими последствиями. Было даже вполне разумное предложение Московского космического клуба объявить

Первый этап создания наземной космической инфраструктуры космодрома Восточный в 2012–2015 гг.

❶ Для ракетно-космического комплекса «Союз-2» – создание:

- ◆ стартового и технического комплексов;
- ◆ заправочно-нейтрализационной станции;
- ◆ командно-измерительного пункта и трансформаторных измерительных пунктов;
- ◆ системы телекоммуникационного обеспечения и связи;
- ◆ метеорологического комплекса;
- ◆ метрологического комплекса;
- ◆ экологической лаборатории.

❷ Для объектов социальной, инженерной и транспортной инфраструктуры – создание:

- ❖ жилого города (до 12000 человек);
- ❖ объектов энергоснабжения, теплоснабжения, водоснабжения и канализации;
- ❖ объектов гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России;
- ❖ автомобильных и ж/д дорог;
- ❖ промышленной, строительно-эксплуатационной базы космодрома.

Что из этого перечня построено по программе «пускового минимума», а что отложено – выяснять пока не удалось. О втором и третьем этапах строительства определенно говорить рано, пока не утверждена Федеральная целевая программа развития российских космодромов на следующий десятилетний период. Очевидно, что на Восточном будет построен как минимум один стартовый стол для РН серии «Ангара» и инфраструктура для пилотируемых полетов.

Восточный международным космопортом, облегчить налоговое бремя на эту территорию, привлечь международные инвестиции различных государств и частных фирм для создания офисов, КБ, производств и пр. Но обо всем этом, кажется, забыли... А жаль.

◆ И, наконец, еще один фактор – постепенное сокращение до нуля расходов на аренду космодрома Байконур.

Немного личных впечатлений

Пресс-тур на первый запуск с нового российского космодрома, организованный пресс-службой ГК «Роскосмос», начался общим сбором в 17 часов в терминале «Космос» (рядом с коммерческим терминалом «Внуково-3»). Этот терминал многие годы принадлежал РКК «Энергия», а неподалеку располагалась стоянка одноименной авиакомпании, тоже принадлежавшей РКК «Энергия». Из этого же терминала мы, журналисты, часто летали на самолетах авиакомпании «Протон», принадлежавшей Центру имени М.В. Хруничева, и на военных самолетах с командующими Военно-космических сил. В апреле этого года состоялась передача терминала и авиакомпании ЗАО ПО «Космос» от РКК «Энергия» Госкорпорации «Роскосмос» путем продажи за 1 рубль. Теперь ГК «Роскосмос» имеет довольно большой парк самолетов. Кроме авиакомпании ЗАО ПО «Космос» (один Ту-154М, два Ту-134 и один Ан-12), ей принадлежат и самолеты Центра подготовки космонавтов, базирующиеся на Чкаловском аэродроме.

Работники терминала «Космос» встретили ораву журналистов очень приветливо, с улыбкой провели регистрацию и приняли багаж. Вскоре мы прошли «прозвонку» и заняли свои места в небольшом самолете Ту-134А-3 № 65726, с VIP-салонем на 12 персон и общим салоном на 64 персоны. Этот самолет был построен в 1981 г. для Министерства общего машиностроения, а затем передан в эксплуатацию НПО «Энергия». Свой первый полет он совершил 13 мая 1981 г., в постсоветское время эксплуатировался РКК «Энергия» в лизинге. С августа 2008 г. принадлежит РКК «Энергия».

Совершив рулежку, самолет взмыл в облака, взяв курс на Тюмень. Там, в аэропорту Рошино, через 3 часа 05 минут мы совершили первую посадку для дозаправки. Операция заправки продолжалась полтора часа. Вентиляция в кабине работала лишь тогда, когда с земли к самолету подключали электрический кабель. Было очень душно, но на улице подышать пассажиров не выпускали. Вторая посадка нас ждала в аэропорту Братска через 3 часа 15 минут полета. Заправка заняла час.

И вот, еще через 2 часа 45 минут утомительного полета мы приземлились в аэро-

порту Благовещенска. Несмотря на духоту и почти на 11-часовой ночной перелет, настроение у всех было прекрасным. Немалую роль в этом сыграли бортпроводницы, которые были очень приветливы и кормили нас всю ночь.

Благовещенск посмотреть не удалось: получить багаж, мы сразу погрузились в два автобуса и направились к предполагаемому месту нашего поселения – городу Свободный. До него оказалось около 150 км, и мы их преодолели немногим более чем за 3 часа, вдоволь налюбовавшись дальневосточной природой и удивляясь тому, что дубы не сбросили листву на зиму.

Город Свободный, надо сказать, нас сильно разочаровал... Он походил на большую заброшенную деревню с очень бедными маленькими частными домиками за глухими заборами и немногими пятиэтажными домами в центре. Мусор на улицах убирали только в центре, а на окраинах ветер сметал его в кусты, где за много лет его накопилось немеренно. Пыльно, неуютно, неаккуратно и неухоженно. Такой бедности в европейской части России я не встречал даже в деревнях. За каждым глухим забором лаяла собака, как правило, жутко писклявая. На многих калитках висели таблички с претензией на юмор, но весьма злой.

Нас начали расселять по гостиницам. Первый пункт заселения – отель «Космос» – представляет собой трехэтажное здание из белого кирпича, первый этаж которого занимает магазин. Двор местами покрыт плитами, местами засыпан старой щебенкой. Асфальта нет. Номера оставляли желать лучшего. Вторую группу журналистов заселили в гостиницу «Зая» на центральной площади. Она оказалась еще менее благоустроенной. Отсутствовали одноместные номера, а в душе не было горячей воды.

Особенно «порадовало» сообщение начальника пресс-службы ЦЭНКИ Дмитрия Белкина: он заявил, что всем мест в гостиницах не хватило, и оставшиеся семь человек должны ехать на поселение в г. Шимановск, а до него еще 100 км (!). И это после 16 часов пути! Мы не могли согласиться с этим предложением и ехать в Шимановск отказались категорически. В течение получаса по Интернету удалось найти санаторий на окраине Свободного с одноименным названием, который нас и приютил, обеспечив плюс ко всему трехразовым питанием, двухместными номерами с санузелом и горячей водой, чему потом все наши коллеги страшно завидовали.

Полуживав в санаторской столовой, мы заснули как убитые, чтобы проснуться в 5:30 по местному времени. После плотного завтрака, который в такую рань для нас сделали любезные работницы санатория, мы

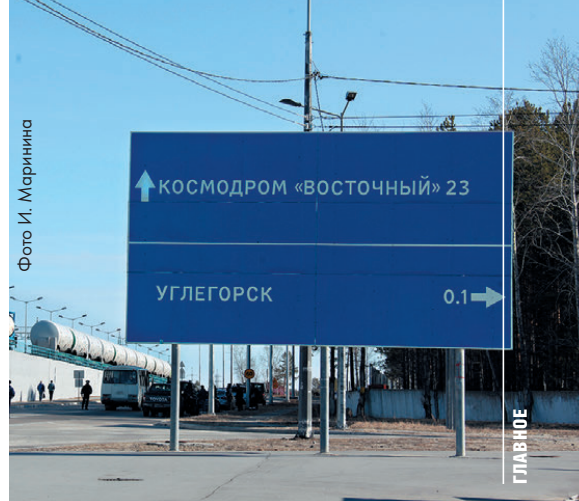


Фото И. Маринина

ГЛАВНОЕ

сели в один из автобусов и поехали наблюдать первый пуск с нового космодрома!

За час мы доехали до закрытого военного городка Углегорск (бывший Свободный-18), неподалеку от которого строится новый город Циолковский. На сегодня сдано в эксплуатацию четыре дома; присвоено название двум улицам – ул. Гагарина и 3-й улице Строителей. Правда, мы этих домов так и не увидели.

Итак, мы оказались на распутье. Справа в 100 метрах – проходная городка Углегорск (вернее Циолковского, но вывеска еще старая). Слева – железнодорожный вокзал станции «Углегорск», уже построенный, но еще не эксплуатирующийся по назначению, а прямо, в 23 км за полицейским кордоном, – долгожданный космодром Восточный. Размяв затекшие ноги, покурив и выпив кофе за 40 руб, мы вновь отправились в путь. По дороге встречались незнакомые, но совершенно новые бело-голубые сооружения космодрома.

Через полчаса нас вместе с вещами высадили у суперсовременного вида из стекла, зеркал и бетона проходной, напоминающей пограничный пропускной пункт. Нам предложили с вещами (а мы выселились из гостиницы в надежде после пуска улететь в Москву) выйти и пройти досмотр. На досмотр и пропуск 60 московских и около 40 местных и китайских журналистов потребовалось около часа. Затем нас снова загрузили в автобусы, провезли 150 метров и выгрузили у входа в новенькое здание пожарного отделения МЧС.

Все журналисты были разделены на две группы и выведены на крыши двух пожарных зданий, где были сооружены специальные деревянные помосты. Поднявшись на помост, мы были сильно разочарованы. Ракета (мобильная башня обслуживания уже была отведена) была еле видна и наполовину скрыта деревьями.

Как потом выяснилось, напрямую от места нашего базирования до ракеты было 3620 метров. Тем не менее – мы отоспались, было тепло, светило солнце – настроение



Фото И. Маринина





Фото И. Маринина

▲ Журналисты у пропускного пункта

было прекрасным. Немаловажную роль в этом сыграл начальник пресс-службы ГК «Роскосмос» Михаил Фадеев. Он легко управлялся с сотней разношерстных и разноаmbициозных журналистов из различных СМИ, и при этом с неизменной улыбкой, доброжелательностью и умением сводить на нет любую напряженность. Во многом именно благодаря ему эта тяжелейшая из-за многочасовых переездов командировка стала незабываемым событием в жизни каждого из нас.



Фото И. Маринина

▲ До стартового комплекса – 3620 метров

шло хорошо. Примерно за 5 мин до пуска была объявлена минутная готовность, но где-то за полторы минуты до заветного контакта подъема прозвучала команда: «Внимание! Стартовым командам прибыть на нулевую отметку». Это означало, что пуск не состоится. Правда, не все СМИ это поняли: многие продолжали смотреть в видоискатели камер, напряженно ожидая взлета ракеты. И только после слов Романа Романенко, что пуск переносится на сутки (ему прозвонили), все расслабились и стали собираться к отъезду. Но спуститься с крыш нам не давали еще около часа, пока кортеж с президентом не проследовал к вертолетам и они не улетели. Позже стало известно, что В. В. Путин решил остаться еще на сутки и проконтролировать вторую попытку запуска, а пока, чтобы не терять время, полетел в Благовещенск заниматься местными проблемами.

Мы вернулись в свой санаторий, где нас приняли с распростертыми объятиями, накормили обедом и ужином. Появились несколько часов свободного времени, и захотелось познакомиться с городом Свободным поближе. Впрочем, первое впечатление не изменилось. Даже прекрасный берег Зеи был усыпан слоями бутылок, пивных банок и прочим мусором.

На следующий день вновь подъем в 5:30. Через час – автобус, через два часа – уже знакомая проходная пожарной части МЧС. Проверки прошли немного быстрее, так как часть представителей прессы не выдержала ожидания и улетела в Москву. Опять – крыша... Ракета... Солнце. Вертолеты президента за 40 минут до пуска... Трансляция...

«Ключ на старт»... «Зажигание»... «Промежуточная»... «Главная»... «Подъем!»... И вот он – долгожданный старт. Все, затаив дыхание, в полной тишине наблюдали сколь-

жение свечи ракеты по яркому голубому весеннему небу. «Ура!» – раздался крики, когда ракета скрылась из виду. Все поздравляли друг друга! Информационщики прижались ушами к трубкам, остальные дождались сообщения: «Есть отделение третьей ступени. Головной блок на опорной орбите. Репортаж закончен» и спустились этажом ниже – отметить открытие нового российского космодрома легким фуршетом. Примерно через час мимо наших крыш промелькнул кортеж пре-



Фото И. Маринина

▲ Космонавт и депутат Роман Романенко

Как только мы влезли на наши (конечно, не наши, а пожарных МЧС) крыши, в небе показались четыре вертолета. Они приземлились метрах в 400 на вертолетных площадках. Вскоре от них отъехал автомобильный кортеж с президентом России.

До пуска оставалось более двух часов. За это время удалось пообщаться с начальником космодрома Плесецк генерал-майором Николаем Нестечуком и космонавтом, депутатом Госдумы от Дальневосточного округа, Героем Российской Федерации Романом Романенко, генеральным конструктором Корпорации ВНИИЭМ Л. А. Макриденко и ректором МГУ В. А. Садовничим.

На крышах была организована радиотрансляция предстартовой подготовки. Все



Фото И. Маринина

▲ В. А. Садовничий, Д. О. Рогозин и И. А. Комаров

зидента, после чего и нам позволили загрузиться в автобусы и отправиться в обратный путь. Сообщение об успешной работе блока выведения «Волга» и отделении всех трех спутников застало нас в пути.

В 19:20 мы были в аэропорту. Однако оказалось, что нас там не ждали... Первоначально наш вылет планировался на 18 часов. Потом по просьбе телевизионных каналов, которым необходимо было время для перегона «картинки» (прямой трансляции организовано не было), авиационная служба Роскосмоса перенесла наш вылет на 20:00 часов, а вот до аэропорта дошло другое время – 19:00. К этому времени пассажиры, то бишь мы, не прибыли, и вылет самолета отложили на неопределенный срок. В результате всех нервных ожиданий и рассмотрения других вариантов возвращения, нас все же посадили в наш же самолет (стоял на дальней стоянке) – и мы вылетели на Москву в 21 час 20 мин. Несмотря на такую задержку и выматывающие взлеты и посадки, обратный путь показался существенно короче. Около 2 ночи по Москве мы прибыли в наш родной терминал «Космос», и вскоре все разъехались по домам с ощущением причастности к самому великому делу жизни – открытию нового космодрома России.



Фото И. Маринина

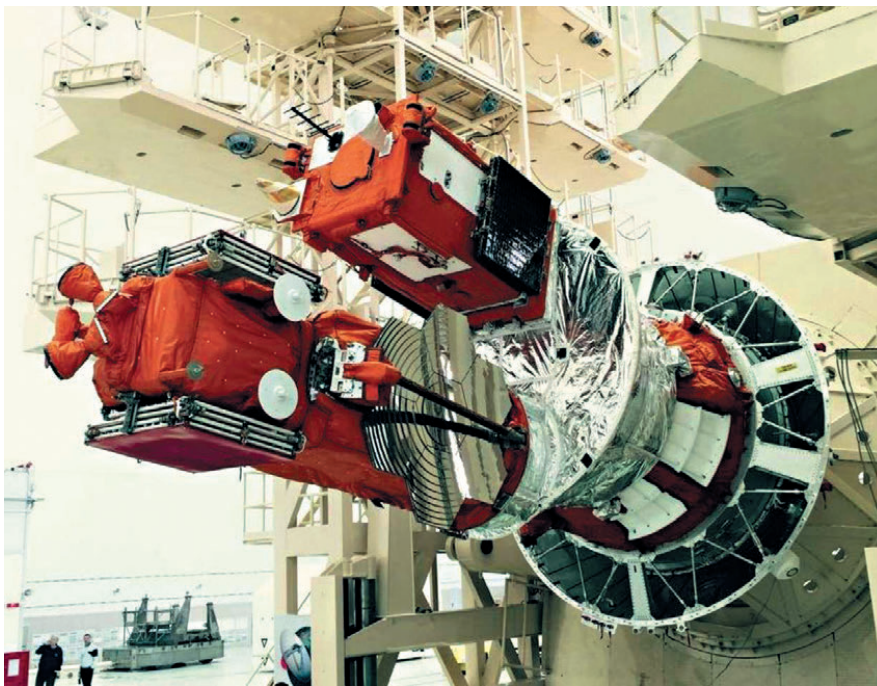
Спутник «Михайло Ломоносов»

Основной полезной нагрузкой для первого запуска с космодрома Восточный был «Михайло Ломоносов» – научно-образовательный спутник, разработанный в рамках международного проекта с участием ученых, аспирантов и студентов из России, Южной Кореи, Испании, Канады, США, Польши, Германии, Италии и Испании.

Аппарат, созданный по заказу Московского государственного университета (МГУ) имени М.В. Ломоносова Акционерным обществом «Научно-производственная корпорация «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электро-механические комплексы» имени А.Г. Ио-сифьяна» (АО «Корпорация ВНИИЭМ»), предназначен для исследования быстропротекающих, или транзиентных, световых явлений (ТСЯ) в верхней атмосфере Земли, поведения заряженных частиц в земной магнитосфере, регистрации космических лучей (КЛ) предельно высоких энергий и изучения гамма-всплесков в оптическом, рентгеновском и гамма-диапазонах длин волн.

В американском каталоге «Михайло Ломоносов» фигурирует под названием MVL-300 как символ того, что его предполагалось изготовить и запустить в 2011 г. на ракете «Днепр» к 300-летию со дня рождения Михаила Васильевича Ломоносова.

Аппарат МЛ10 № 1507001 построен на базе микроспутниковой платформы МСП, впервые использованной при создании спутников дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) «Канопус-В» и БКА разработки Корпорации ВНИИЭМ (НК №9, 2012). Общая масса КА – 646,2 кг, включая научную аппаратуру суммарной массой около 170 кг. Располагаемая среднесуточная мощность системы электропитания – 300 Вт (с возможностью увеличения до 600 Вт на срок



Первые птицы летят с востока

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»

до 10 мин), энергопотребление служебной платформы – 170 Вт, комплекса научной аппаратуры (КНА) – от 143 до 181 Вт. Спутник оснащен трехосной системой ориентации (точность ориентации – 5', точность стабилизации – 0.001°/с).

Командно-телеметрическая система работает в S-диапазоне с командно-измерительными пунктами Москва и Железнодорожск. Радиолиния целевой информации X-диапазона (8.2 ГГц) обеспечивает скорость 122 Мбит/с. В сутки планируется до четырех сеансов с возможностью сброса 3 Гбайт в каждом. Объем запоминающего устройства КНА – 2 Тбайт. Срок активного существования КА – три года.

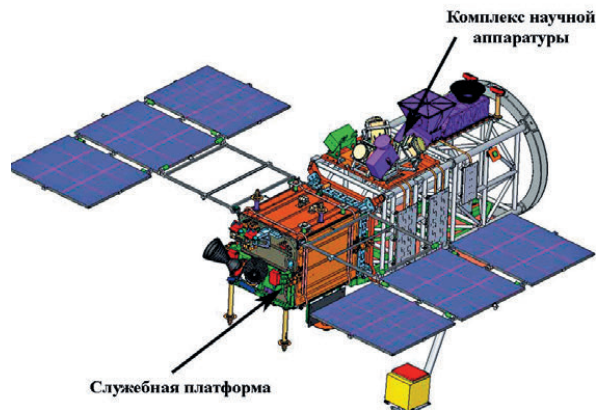
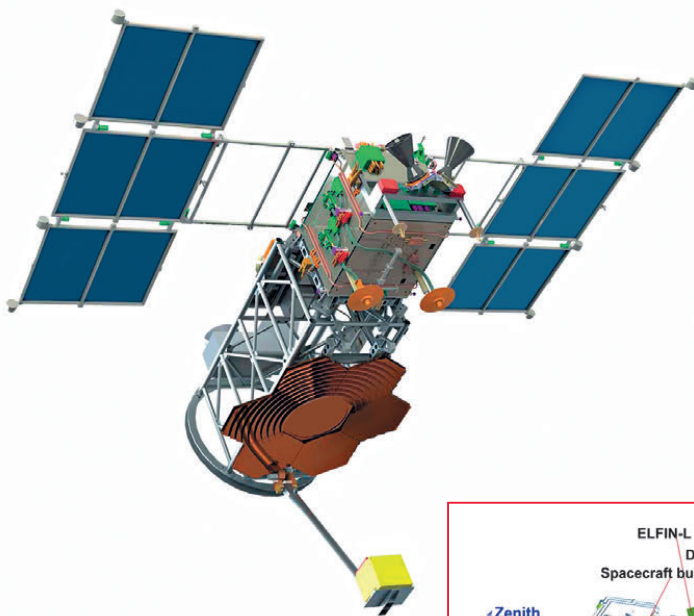
Прием, промежуточное хранение и распространение информации, передаваемой с КА «Михайло Ломоносов», осуществляет наземный комплекс НКП-Л на базе средств приема Научно-исследовательского центра космической гидрометеорологии «Планета» с последующей передачей ее в Центр данных оперативного космического мониторинга Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В. Скобельцына (НИИЯФ МГУ). Все научные данные, полученные КА, будут доступны мировому научному сообществу, занимающемуся вопросами фундаментальной космофизики, астрофизики, атмосферой Земли и другими явлениями.

Спутник будет исследовать процессы, происходящие как в глубинах Вселенной (например, взрывы сверхновых звезд), так и в верхних слоях атмосферы Земли: грозы и сопутствующие им загадочные явления – эльфы, спрайты, «голубые джеты» – все, что относится к неизученным высотным атмосферным разрядам с мегаджоульным энерговыделением. Имеется вполне практический интерес к таким исследованиям, например, со

стороны высотной авиации. «Для того чтобы знать, в каких условиях будут летать самолеты будущего, нам и нужно определить, как в электрическом плане живет верхняя атмосфера Земли, поскольку соответствующие разряды будут представлять опасность для этих полетов», – говорит начальник отдела НИИЯФ МГУ, главный конструктор комплекса научной аппаратуры И. В. Яшин.

Атмосфера Земли является «мишенью» для различных попадающих в нее видов космического излучения, включая космические лучи – заряженные частицы солнечного, галактического и внегалактического происхождения. Частицы высоких энергий порождают в атмосфере каскады вторичных частиц – широкие атмосферные ливни (ШАЛ), регистрируя которые, можно судить о параметрах самих первичных частиц. Но во Вселенной существуют не только заряженные частицы. Объект пристального внимания исследователей в наши дни – галактическое гамма-излучение, и в первую очередь – наиболее энергичные из известных физических процессов: гамма-всплески, которые создают свой «отклик» в атмосфере в виде черенковского излучения.

Однако и этими «бомбардировками» воздействие на атмосферу не ограничивается. Заряженные частицы радиационных поясов, захваченные в магнитное поле Земли, могут «высыпаться» из магнитной ловушки в атмосферу, создавая в ней обширные области ионизации. Энергия частиц поясов достаточно велика: например, в них присутствуют релятивистские электроны с энергиями в несколько мегаэлектронвольт, которые могут проникнуть достаточно глубоко в атмосферу и по скорости ионизации вполне конкурировать с ШАЛ космических лучей.



Все эти события – традиционная сфера исследований ученых НИИЯФ. Но помимо космических факторов, на атмосферу оказывают влияние физические процессы, происходящие совсем близко от поверхности Земли. Открытые в начале 1990-х годов ТСЯ и «земные гамма-всплески», природа которых, возможно, связана с проявлениями атмосферного электричества, – яркий тому пример.

Исследованием всех описанных выше явлений и будет заниматься КА «Ломоносов». На борту спутника установлен комплекс научной аппаратуры для решения следующих задач:

- ◆ исследование космических лучей предельно высоких энергий (10^{19} – 10^{20} эВ) в районе обрезания энергетического спектра, предсказанного Грейзеном, Зацепиным и Кузьминым («ГЗК-обрезание»);

- ◆ регистрация и изучение космических гамма-всплесков – наиболее энергичных процессов во Вселенной в оптическом и гамма-диапазонах.

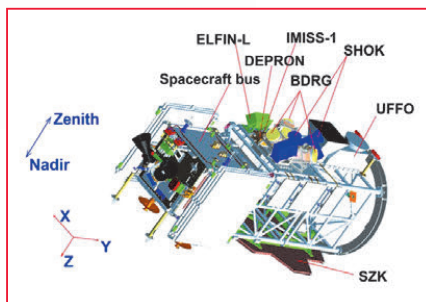
- ◆ исследование ТСЯ в верхней атмосфере, начатых в предыдущих космических проектах МГУ – «Университетский–Татьяна» (НК № 3, 2005) и «Университетский–Татьяна–2» (НК № 11, 2009);

- ◆ наблюдение магнитосферных частиц – возможных источников транзитных и квазистационарных явлений в верхней атмосфере в рентгеновском и оптическом диапазонах.

Главный заказчик научной программы спутника – НИИЯФ МГУ. Один эксперимент на борту «Ломоносова» финансируется в рамках Федеральной космической программы.

Основная научная аппаратура спутника представлена следующими приборами:

- ❶ **Трековая установка ТУС** для наблюдения вспышек в ближнем ультрафиолетовом диапазоне в ночной атмосфере Земли. Данный прибор продолжает научную программу детекторов ультрафиолета ДУФ на двух предыдущих спутниках. ТУС имеет в своем составе зеркало-концентратор площадью 1.8 м^2 с фокусным расстоянием 1.5 м и блок из 256 регистрирующих ячеек размером $15 \times 15 \text{ мм}$. С высоты 500 км прибор обозревает в надире участок атмосферы площадью $80 \times 80 \text{ км}^2$ с шагом в пространстве 5 км и во времени 0.8 мкс .



▲ Научная аппаратура спутника

Ультрафиолетовое излучение в атмосфере возникает как в форме транзитных явлений, так и под воздействием КЛ высоких энергий ($5 \cdot 10^{19}$ эВ и выше). Эти два типа событий сильно отличаются по длительности, профилю и интенсивности, поэтому каждый из них является фоном для второго. Учитывая, что фотоны крайне высоких энергий приходят с частотой порядка одного кванта на 1 км^2 в год, целесообразность наблюдений их из космоса одновременно на большой площади очевидна.

«Трековая камера предназначена для регистрации явлений, имеющих в атмосфере Земли линейные характеристики, например молний и треков, и возникающих от взаимодействия частиц сверхвысоких энергий с атмосферой, – говорит Иван Васильевич Яшин. – На аппарате «Ломоносов» роль оптического усилителя играет зеркало, в фокальной плоскости которого расположена матрица, регистрирующая карту Земли. Картинку площадью несколько тысяч квадратных километров оно проецирует на площадь $30 \times 30 \text{ см}$. На этой площади размещены 256 фотоумножителей, которые «видят» излучение с точностью до одного фотона.

Процесс, имеющий линейные пространственные характеристики, выделяется на

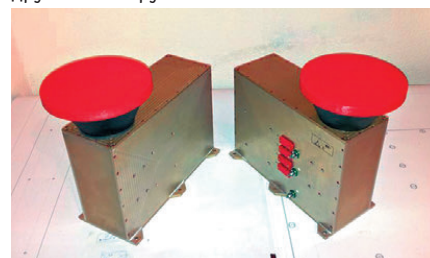
▼ Зеркало телескопа ТУС



фоне других событий, записывается в память устройства, а затем передается на Землю для анализа. Детектор регистрирует вторичные световые явления – фотоны широких атмосферных ливней... Возбужденные атомы дают электромагнитное излучение на границе оптического и ультрафиолетового диапазонов (длина волны 300 – 400 нм), которое регистрирует прибор».

Три следующих комплекса приборов обеспечивают мультиволновые измерения гамма-всплесков, необходимые для понимания природы этих астрофизических источников.

- ❷ Две неподвижные быстрые *широкоугольные оптические камеры* прибора ШОК – первые камеры сверхширокого поля на орбите Земли. Их основное назначение – поиск оптических явлений, связанных с гамма-всплесками, поэтому поле зрения камер находится вблизи зенита и наклоняется на области детектирования всплесков двумя другими инструментами.



▲ Камеры ШОК

Камера ШОК имеет чувствительность до $9^{\text{м}}$. Поле зрения каждой камеры составляет $1000 \text{ кв. градусов}$, а максимальная скорость – 5 – 7 кадров/сек . Фактически камеры непрерывно снимают «фильм», часть которого при регистрации гамма-всплеска может быть передана на Землю. Их «производительность» достигает 7 Гбайт в сутки.

Попутно камеры ШОК могут использоваться для поиска оптических транзитов иного типа: сверхновых и новых звезд, всплесков-«сирот» (не сопровождающихся гамма-излучением), астероидов, объектов ближнего космоса и космического мусора. Фактически на «Ломоносове» будет выполняться апробация комплекса космического автоматического слежения за малыми небесными телами, включая опасные астероидами, и объектами на околоземных орбитах.

«На нем установлена аппаратура, которая связана с нашими роботами-телескопами, это система «Мастер», – говорит ректор МГУ В. А. Садовничий. – Роботы поставлены

от Москвы до Владивостока и на запад до Канар. Они есть даже в Южной Америке. «Кнопка» находится в Москве. Таким образом, мы смотрим с Земли вверх, а со спутника вниз. Идет астероидный контроль, а также наблюдение за космическим мусором, который представляет все большую и большую опасность. Это удивительная система, и она стоит на «Ломоносове»».

❸ **Блок детектирования рентгеновского и гамма-излучения БДРГ** служит для мониторинга и локализации внеземных источников гамма-излучения на небесной сфере, а также вырабатывает триггерный сигнал для камер ШОК. Помимо этого, БДРГ ведет мониторинжные наблюдения транзитных астрофизических явлений («рентгеновские новые», «гамма-репитеры» и др., тайминг мягкого гамма-излучения рентгеновских двойных звезд и пульсаров, патруль солнечного излучения в гамма-диапазоне).

БДРГ имеет в своем составе три идентичных детектора гамма-квантов на диапазон 0.01–3.0 МэВ суммарной площадью 360 см² с полусферическим полем зрения, обладающих чувствительностью 10⁻⁷ эрг/см² и временным разрешением в режиме вспышки 100 мкс. Источники локализуются с точностью 1–3°. Ожидается, что БДРГ будут обнаруживать порядка 100 источников в год.

❹ **Ультрафиолетовый оптический телескоп UFFO** для обнаружения и изучения гамма-всплесков поставлен южнокорейским женским Университетом EWha. Фактически это комплекс из двух приборов – УФ-телескопа SMT (Slewing Mirror Telescope) с быстрым наведением на цель и рентгеновского телескопа UBAT (UFFO Burst Alert and Trigger), обеспечивающего оповещение о вспышке.

Телескоп UBAT с полем зрения 90.2×90.2° с эффективной площадью 191 см² чувствителен к рентгеновским лучам в диапазоне 5–200 кэВ. Детектор с кодирующей маской и сцинтиллятором имеет 48×48 чувствительных элементов. Сбор информации длится 1–64 сек, расчет положения – 0.1 сек. UBAT способен локализовать гамма-всплеск с точностью 10’.

Телескоп SMT апертурой 10 см с фокусным расстоянием 114 см построен по схеме Ричи-Кретьена с дополнительным зеркалом, обеспечивающим наведение на нужную область небесной сферы в пределах зоны 60×60° за 1 сек. Прибор рассчитан на диапазон от 200 до 650 нм (видимый и ближний УФ), поле зрения прибора 17×17’, приемная матрица – 256×256 элементов по 4”. Источник с блеском до 19.5^m определяется с точностью до 0.5”.

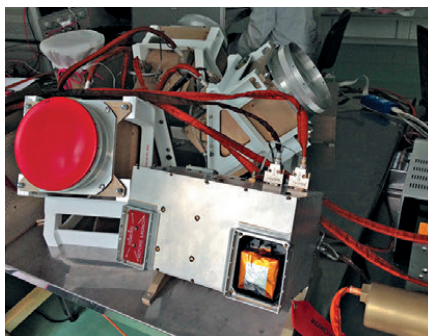
Два следующих прибора имеют целью регистрацию характеристик «обычных» космических частиц.



▲ Телескоп UFFO

❺ **Дозиметр электронов, протонов и нейтронов ДЭПРОН** предназначен для измерения поглощенных доз и спектров линейной передачи энергии от высокоэнергичных электронов, протонов и ядер космического излучения, а также для регистрации потоков тепловых и медленных нейтронов.

В состав прибора входят дозиметр заряженных частиц на полупроводниковом детекторе (две штуки) и детектор тепловых нейтронов на газоразрядном счетчике СИ13Н (две штуки). Полупроводниковый детектор обеспечивает измерение поглощенной дозы в пределах от 10⁻⁵ Гр до 10 Гр, мощности поглощенной дозы от 10⁻⁶ Гр/ч до 10⁻¹ Гр/ч, плотности потока частиц от 1 до 10⁴ на 1 см² в секунду. Счетчики СИ13Н измеряют плотность потока нейтронов с энергией от 10⁻³ до 10² эВ в пределах от 0.1 до 10² на 1 см² в секунду.



▲ Детектор ELFIN-L

❻ **Детектор заряженных частиц ELFIN-L** (Electron Loss and Fields Investigator for Lomonosov) используется для изучения механизмов потерь электронов и протонов. Прибор, разработанный совместно Институтом геофизики и планетарной физики Университета Калифорнии в Лос-Анжелесе и НИИЯФ МГУ, включает магнитометр и детекторы энергичных электронов и протонов с энергиями 50–4000 кэВ и 50–500 кэВ соответственно.

Основная научная цель заключается в исследовании доминирующего механизма потерь энергичных электронов и ионов. Эксперимент на борту «Ломоносова» совпадает по времени с экспериментами на двух американских спутниках RBSP, известных также как Van Allen Probes, и трех спутниках THEMIS, измеряющими захваченные частицы

▼ «Михайло Ломоносов» на предстартовых проверках в МИКе космодрома Восточный

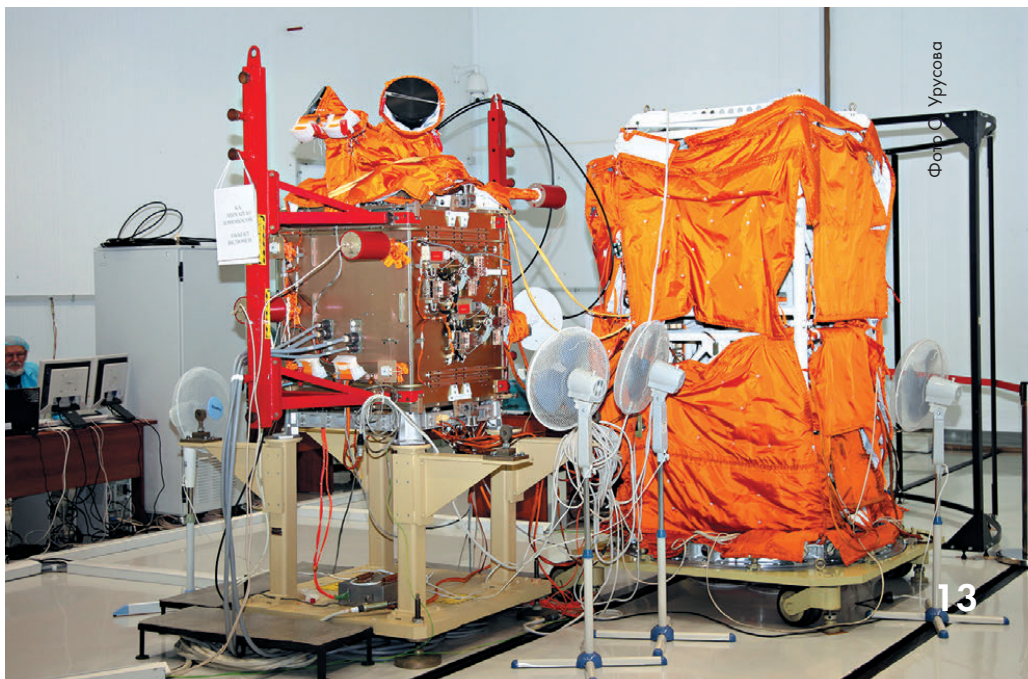


Фото С. Урусова

В. А. Садовничий отметил «колоссальное влияние» проекта на проверку подготовки студентов. На «Ломоносове» в каждый прибор вложен труд студентов и аспирантов, которые участвовали в создании сложнейшей аппаратуры. Более того, начиная с первой «Татьяны» и даже раньше, на первом этапе космических исследований, студенты проходили практикум и работали с информацией, получаемой из космоса, причем этот практикум был для студентов не только МГУ, но и других университетов. Студенты шести факультетов в той или иной форме участвуют в космической программе МГУ.

Корпорация ВНИИЭМ выпустила спутник 22 сентября 2015 г. под планировавшуюся дату запуска в декабре. К февралю 2016 г. аппарат прошел все испытания в условиях, максимально приближенных к космической среде, был упакован в специальный контейнер и отправлен по железной дороге на космодром Восточный. 4 марта железнодорожный состав с аппаратом приняли в Угледгорске, откуда контейнеры транспортировали в МИК космодрома. По словам директора Корпорации ВНИИЭМ Л. А. Макриденко, операции сборки («...на спутник предстоит установить некоторое оборудование, в частности зеркало для ультрафиолетового детектора») и электроиспытаний заняли месяц. 15 апреля аппарат установили на БВ «Волга» в составе космической головной части.

Вскоре после успешного запуска началась проверка бортовых служебных систем «Ломоносова». 5 мая на сайте проекта появилось сообщение: «Специалисты ВНИИЭМ проверяют функционирование всех систем аппарата. В комплексе научной аппаратуры включен прибор БИ. Токи и температуры в норме». На следующий день компания-разработчик подтвердила: «Осуществляется проверка бортовых служебных систем в соответствии с программой летных испытаний, которые планируется завершить в мае настоящего года. По состоянию на 6 мая все системы КА работают в штатном режиме.



Графика РКЦ «Прогресс»

10 мая специалисты МГУ и Корпорации ВНИИЭМ приступили к проверке функционирования комплекса научной аппаратуры. 11 мая прошел первый сброс данных с дозиметра ДЭПРОН, 12 мая – с детекторов БДРГ, а 14 мая были получены первые изображения с камер ШОК как в виде покадровой съемки, так и видеоклипа с высоким временным разрешением. Уже на первых кадрах были зафиксированы десятки пролетающих в непосредственной близости от «Ломоносова» других ИСЗ и объектов космического мусора.

По состоянию на 17 мая все системы КА работали в штатном режиме. К этому дню с положительным результатом прошли тестовые включения ДЭПРОН, БДРГ и детектора микроускорений ИМИСС-1. Все проверенные научные приборы работали штатно, научная информация передавалась в наземный научный комплекс без потерь и искажений. На ближайшие дни планировалось первое включение оставшихся приборов комплекса научной аппаратуры.

МКА «Аист-2Д»

Оптико-электронный аппарат ДЗЗ «Аист-2Д» (изделие 198КС № Р15000-1) разработан специалистами Ракетно-космического центра (РКЦ) «Прогресс» и Самарского государственного аэрокосмического университета (СГАУ) в рамках комплексного проекта «Создание высокотехнологичного производства маломассогабаритных космических аппаратов (МКА) наблюдения с использованием гиперспектральной аппаратуры в интересах социально-экономического развития России и международного сотрудничества», реализуемого по постановлению Правительства РФ от 9 апреля 2010 г. № 218.

МКА «Аист-2Д» предназначен для проведения большого количества научных экспериментов, а также для отработки и сертификации целевой аппаратуры дистанционного зондирования Земли, обеспечивающей аппаратуры и их программного обеспечения для дальнейшего использования в перспективных разработках РКЦ «Прогресс». В разработке приняли участие НПП ОПТЭКС, ПАО «Красногорский завод имени С. А. Зверева», ОАО «Сатурн», ПГУТИ, ООО НИЛАКТ ДОСААФ, ФГУП НИИ КП и др.

Масса платформы спутника примерно 250 кг, а с учетом целевой и научной аппаратуры общая масса МКА «Аист-2Д» («Демонстратор») составляет 531.4 кг. По международной классификации он входит в нишу

«миниспутников». Аппарат выполнен в виде параллелепипеда размерами приблизительно 1.1×1.1×2 м с двумя трехсекционными панелями солнечных батарей, дающих не менее 285 Вт среднесуточно. Ориентация КА трехосная. Система управления разработки НИЛАКТ сопряжена с радиокомплексом, использующим радиолюбительские диапазоны 435 МГц (телеметрия) и 145 МГц (командная радиолония). Радиолюбительский позывной спутника – RS-48.

Аппарат оснащен принципиально новой широкозахватной мультиспектральной оптико-электронной аппаратурой (ОЭА) «Аврора», работающей в оптическом и инфракрасном (ИК) диапазонах. ОЭА «Аврора» массой 72 кг разработана и изготовлена по заказу Министерства образования и науки РФ инженерами публичного акционерного общества «Красногорский завод имени С. А. Зверева» (ПАО КМЗ) из холдинга «Швабе» и предназначена для получения изображений земной поверхности в панхроматическом и в трех спектральных диапазонах при съемке в диапазоне высот от 350 до 700 км.

«Аврора» относится к новому поколению высокодетальной аппаратуры для съемки из космоса, – сообщил генеральный директор АО «Швабе» А. П. Патрикеев. – От зарубежных аналогов она отличается сочетанием высокого разрешения (1.7–2.5 м) с увеличенной полосой захвата (44 км). Наша аппаратура способна с той или иной степенью достоверности различить предметы, обладающие конфигурационными признаками более 1.5 м».

Новинка является функциональным аналогом другой разработки ПАО КМЗ – ОЭА «Геотон-Л1» массой 900–950 кг, установленной на спутниках серии «Ресурс-П». Столь существенное снижение массы объясняется переходом к новой оптической схеме: «Аврора» построена на базе зеркально-линзового объектива массой 45 кг, в то время как «Геотон-Л1» имеет в своей основе линзовый объектив массой 310 кг. Это позволило разработчикам предприятия изготовить корпусную часть новой ОЭА из легкого углепластикового материала и снизить массу составной части аппаратуры – системы приема-преобразования информации.

В составе КА «Аист-2Д» с орбиты высотой 490 км комплекс должен обеспечить разрешение 1.48 м в панхроматическом режиме, в мультиспектральном – 4.5 м в полосе шириной 39.6 км. Информация пере-



Фото РКЦ «Прогресс»

дается по целевой радиолинии X-диапазона со скоростью 64–175 Мбит/с через антенну, установленную на надирной плоскости. Емкость бортового запоминающего устройства – 32 Гбайт.

Разработка ПАО КМЗ будет задействована в решении различных научных и прикладных задач на протяжении трех лет. В будущем Россия планирует создать в космосе сеть МКА для оперативного мониторинга поверхности Земли.

На спутнике также установлена аппаратура для наблюдения Земли в тепловом ИК-диапазоне с разрешением около 120 м с неохлаждаемыми микролометрическими фотоприемниками, которая позволит обнаруживать очаги пожаров в отсутствие видимости в темное время суток и при облачности.

Наконец, «Аист-2Д» оснащен инновационным радиолокатором, разработанным в Поволжском государственном университете телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ) для пассивной локации Земли в новом Р-диапазоне частот (432–438 МГц), что позволяет ему видеть даже то, что находится под землей – в пустыне на глубинах до десятка метров. Связка «радиолокатор – ОЭА» делает бессмысленными маскировочные сети и тому подобные ухищрения.

«Радиолокатор на борту, работая в сочетании с наземной аппаратурой, позволяет наблюдать различные объекты на поверхности Земли, объекты, укрытые листвой деревьев или другой растительностью с пространственным разрешением до 5 м*, – отметил заведующий кафедрой теоретических основ радиотехники и связи ПГУТИ О.В. Горячкин. – Глубина проникновения под поверхность Земли значительно больше, чем у имеющихся сегодня на орбите радиолокаторов, и зависит от влажности и структуры почвы».

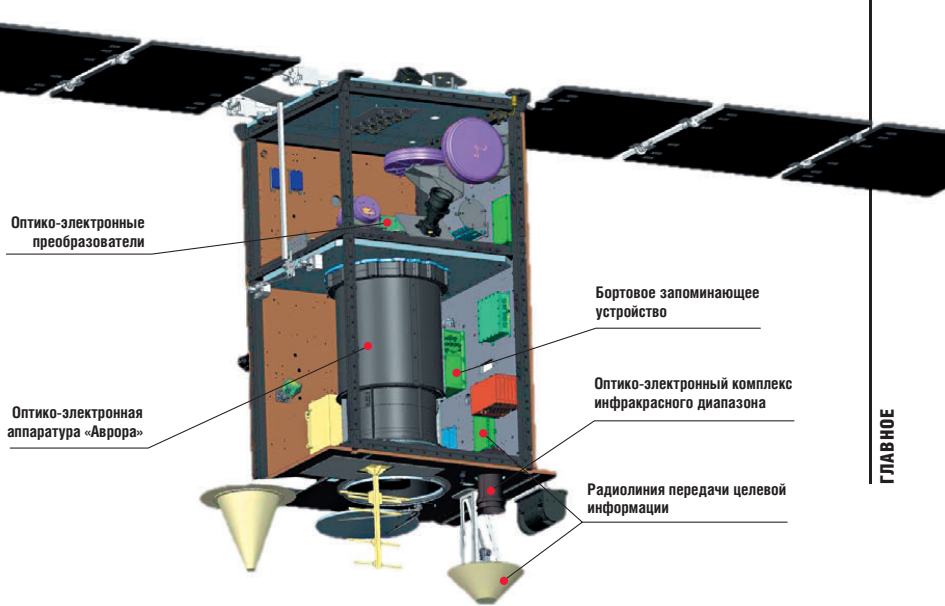
Полученная с «Аиста-2Д» информация будет использоваться хозяйствующими субъектами в различных исследованиях: составление цифровых карт, кадастровый учет территорий, прогнозирование и экологический мониторинг, контроль чрезвычайных ситуаций, составление прогнозов урожая и карт продуктивности, поиск полезных ископаемых и геологоразведка.

По словам генерального директора РКЦ «Прогресс» А. Н. Кирилина, МКА «Аист-2Д» представляет собой своеобразный «научный комбайн»: он будет решать прикладные задачи по съемке территории Земли, а также выполнять программу научных исследований. На спутнике установлено шесть комплектов научной аппаратуры, созданной учеными, студентами и аспирантами Института космического приборостроения (ИКП) СГАУ:

- ❖ масс-спектрометрический датчик ДМС-01, анализирующий собственную внешнюю атмосферу МКА (газовое окружение) для изучения влияния факторов космической среды на качество научных и технологических экспериментов и аэродинамику спутника;

- ❖ датчик частиц ДЧ-01 для изучения процессов постепенного разрушения об-

* По утверждению проректора СГАУ по науке и инновациям А. Б. Прокофьева, радиолокационная аппаратура спутника обеспечивает разрешение до 3–5 м.



разцов поверхностных элементов под влиянием космической среды. Он позволит изучить процессы деградации поверхностных элементов под воздействием потоков высокоскоростных частиц, а также учесть влияние на исследуемые образцы факторов космического пространства, таких как потоки фотонов, ультрафиолетовое излучение и собственная атмосфера спутника. Ученые проанализируют воздействие электронов и протонов на микросхемы памяти, микроконтроллеры, антенные устройства, проверят их радиационную стойкость и эффективность установленной на них защиты;

- ❖ система сброса кинетического момента (магнитная система управления) для решения задачи стабилизации спутника в пространстве;

- ❖ компенсатор микроускорений КМУ-1 для контроля состояния аппарата и компенсации бортовых вращательных микроускорений в низкочастотной части спектра. Работая попеременно со штатной магнитной системой управления движением, КМУ-1 обеспечит ориентацию спутника по вектору магнитного поля Земли;

- ❖ комплекс «Метеор-М» для исследования микрометеоритов и частиц космического мусора;

- ❖ аппаратура «Контакт-МКА» для отработки технологии связи с использованием низковысотных систем спутниковой связи Globalstar. Авторы эксперимента планируют «звонить» на борт с помощью мобильного терминала и получать необходимую телеметрическую информацию о ходе полета.

У разработки интересная предыстория. С 2006 г. РКЦ «Прогресс» в инициативном порядке совместно со СГАУ разрабатывал МКА серии «Аист», финансируемый совместно – из средств предприятия и из средств аэрокосмического университета при поддержке правительства Самарской области.

19 апреля 2013 г. носитель «Союз-2.1А», стартовавший с космодрома Байконур, вывел на орбиту МКА «Аист» №2 в качестве одного из попутных грузов вместе со спутником «Бион-М» №1. 8 декабря 2013 г. новая ракета легкого класса «Союз-2.1В» доставила на орбиту блок выведения «Волга» с МКА «Аист» №1. По словам представителей РКЦ «Прогресс», в настоящее время оба «Аиста» успешно функционируют, информация поступает на предприятие и в СГАУ, где ее обрабатывают студенты и аспиранты.

В проекте «Аист-2» реализуется совершенно иной подход к созданию и использованию МКА: содержание этого проекта значительно шире, чем просто разработка конкретного спутника. Речь идет об организации серийного выпуска нового типа аппаратов ДЗЗ.

В конце 2012 г. РКЦ «Прогресс» совместно со СГАУ приняли участие в конкурсе проектов по созданию перспективных высокотехнологичных производств в самых разных отраслях, организованном в рамках указанного выше постановления Правительства № 218. Проект «Аист-2» победил, и к его реализации приступили с начала 2013 г.

В отличие от экспериментальных аппаратов первой серии, «Аист-2» (197КС) изначально строился под решение задач ДЗЗ, но проектировался как универсальная космическая платформа для мониторинга земной поверхности. На нем может быть установлена либо камера, работающая в оптическом или ИК-диапазоне, либо гиперспектральная аппаратура, в зависимости от этого спутник меняет свою функцию. Кстати, гиперспектральная аппаратура также разрабатывается в рамках проекта по постановлению № 218.

МКА с такими высокими характеристиками при столь скромной массе у нас в стране

В корпусе ЭИК-3 на территории СГАУ, который находится в собственности РКЦ «Прогресс», создан т.н. производственно-испытательный комплекс для сборки и испытаний малых спутников ДЗЗ, первыми из которых стали аппараты типа «Аист-2».

В декабре 2014 г. руководство РКЦ «Прогресс» приняло помещения в ЭИК-3. Последнее полностью готово после масштабнейшей реконструкции, в которую вложены очень существенные средства. Проектом предусмотрено непосредственное обеспечение производственного процесса силами примерно ста человек. Производственные мощности ЭИК-3 позволяют одновременно работать с тремя аппаратами. Основные участки, где будут собирать и испытывать «Аисты-2», включают:

- ◆ чистовую камеру 8-го класса чистоты, предназначенную для сборочных операций, в том числе для работы с аппаратурой ДЗЗ;

- ◆ участок вибрационных динамических испытаний;

- ◆ участок контрольно-проверочных испытаний системы энергоснабжения МКА. В 2015 г. он был оснащен тепловлажными камерами.



до этого не создавались. По словам разработчиков, «совершенно бесспорно, что «Аист-2» не уступает мировым аналогам. Самые «продвинутое» аппараты ДЗЗ разработки и производства РКЦ «Прогресс» – «Ресурс-П» – конечно, обеспечивают разрешение менее 1 м и значительно большую ширину захвата. Но при этом их масса около 6 тонн».

Для приема и обработки информации со спутника «Аист-2Д» создана соответствующая наземная инфраструктура. В РКЦ «Прогресс» в центре получения и обработки информации (ЦПОИ) «Самара» есть обособленное подразделение по получению информации и управлению МКА «Аист» первой серии. Аппаратный комплекс центра будет модернизирован под прием данных от «Аистов-2». Центр по работе с МКА, расположенный в научном корпусе СГАУ, модернизирован и имеет возможность работать с аппаратами «Аист-2».

Разработчики полагают, что в результате запуска «Аиста-2Д» СГАУ и РКЦ «Прогресс» будут располагать не просто еще одним спутником на орбите, но и современной системой получения и обработки космической информации, которую по закону разрешено предоставлять коммерческим пользователям. При этом система должна соответствовать самым современным мировым стандартам по качеству и стоимости. Она будет доступна широкому кругу пользователей. Разработчики рассчитывают, что смогут по потребности наращивать орбитальную группировку и совершенствовать свою геоинформационную систему.

По мнению президента СГАУ профессора В. А. Сойфера, запуск «Аиста-2Д» внесет огромный вклад в развитие университета. «Аист» – отличная платформа, открывающая целую линейку очень интересных и многоцелевых космических исследований. «Габаритные и энергетические характеристики позволяют насытить ее самыми разными

научными приборами, полезными как для народного хозяйства, так и для научных исследований, – подчеркнул Виктор Александрович. – Например, на спутник планируется установить гиперспектральную аппаратуру, которая позволит наблюдать за поверхностью земного шара не только в виде цветной картинки, но и в широком диапазоне длин волн с высоким спектральным разрешением. Это крайне важно для аграрного сектора, экологии, для предупреждения чрезвычайных ситуаций и поиска природных полезных ископаемых».

В. А. Сойфер также отметил, что теперь студенты, магистранты, аспиранты смогут реально отрабатывать алгоритмы управления КА, не выходя за пределы университета, что важно для привлечения новых студентов. «В целом интерес к техническим специальностям в России заметно повышается, – сообщил президент СГАУ. – Каждый год увеличивается число сдающих ЕГЭ по физике. Ожидается, что в этом году физику будут сдавать более 35% школьников. Физика – это основа инженерных наук. Вместе с тем ЕГЭ открыл возможность молодым людям с высокими баллами выбирать любой вуз в любом городе. Зачастую они выбирают Москву, полагая, что в столице легче себя реализовать. И нередко это бывает большой ошибкой».

18 января 2016 г. МКА «Аист-2Д» был выпущен РКЦ «Прогресс» и 20 января авиационным транспортом отправлен на Восточный вместе с блоком выведения «Волга» и спутником SamSat-218Д. 23 января все они были доставлены на космодром.

После выведения на орбиту специалисты РКЦ «Прогресс» начали проверку аппаратуры «Аиста-2Д». С аппаратом была установлена постоянная связь с использованием наземного комплекса управления, расположенного на предприятии. Анализ телеметрической информации, получаемой с борта, показывает, что системы управления движением, терморегулирования, энергопитания работают в штатном режиме, замечаний к их работе нет.

11 мая состоялось первое включение целевой ОЗА «Аврора» и сделан первый высокдетальный снимок земной поверхности. Система приема и преобразования информации целевой аппаратуры и высокоскоростная радиолиния для передачи информации на Землю функционировала штатно. Специалисты РКЦ «Прогресс» проводили работы по настройке ОАЭ.

По состоянию на 24 мая прошло более 130 сеансов связи по управлению и более 20 сеансов по приему целевой информации. Оптико-электронной аппаратурой «Аврора» снято около 300 000 км² земной поверхности, первые снимки опубликованы.

МКА SamSat-218Д

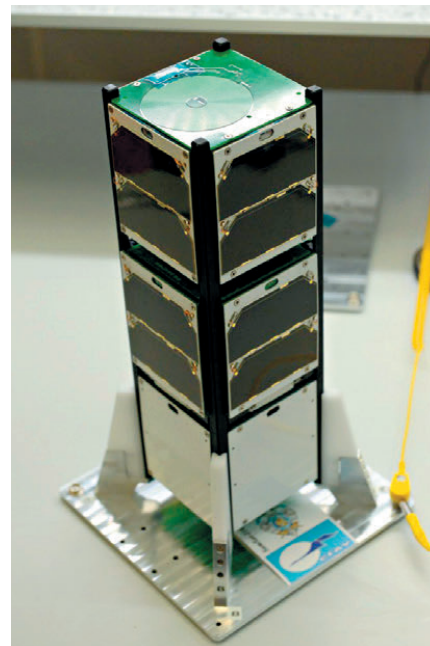
МКА SamSat-218Д (235КС №С001) является российским студенческим наноспутником, полностью спроектированным, изготовленным и подготовленным к запуску студентами и аспирантами межвузовской кафедры кос-

мических исследований Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С. П. Королёва (ныне Самарский национальный исследовательский университет имени С. П. Королёва) с целью решения ряда технологических и образовательных задач. Спутник – технологический прототип универсальной космической платформы нанокласса, предназначенной для проведения в будущем широкого круга фундаментальных и прикладных исследований с привлечением ведущих российских университетов и малых инновационных компаний.

МКА относится к классу наноспутников и выстроен в форм-факторе «тройной кубсат»* (CubeSat 3U): половину платформы занимают служебные системы, обеспечивающие жизнедеятельность МКА, остальная часть отведена под полезную нагрузку. Стартовая масса аппарата составляет 1.82 кг.

Спутник является полнофункциональным КА, имеет систему магнитной стабилизации и высокопроизводительный бортовой вычислительный комплекс управления. Бортовые системы спутника на 75% разработаны и изготовлены магистрантами и аспирантами университета. В это число входят бортовой компьютер, силовые устройства системы стабилизации, антенный блок, панели СБ, интерфейсные платы. Исключение составляют приемопередатчик и системы управления энергопитанием. Кафедра космических исследований планировала осуществить полное импортозамещение бортовых систем, а после летной квалификации разработчики намеревались найти этим комплексующим коммерческое применение.

В первую очередь SamSat-218Д предназначался для отработки алгоритмов ориентации аппаратов класса «нано». Кроме того, он являлся ответной частью комплекса научной аппаратуры «Контакт», размещенной на борту МКА «Аист-2Д». Одной из целей комплекса является отработка технологии организации процессов, происходящих на борту, с мобильного устройства, подключенного к системе связи GlobalStar, минуя центры управления полетом. По плану, разрабатываемая коллективом межвузовской кафедры



* Стандартизованная платформа позволяет реализовать проект в короткий срок (создание такого МКА занимает не более года) при сравнительно небольших расходах на разработку, сборку, испытания и запуск.

космических исследований СГАУ технология позволит создать систему управления аппаратами даже в условиях, когда они находятся вне зоны действия наземных центров.

По мнению руководителя проекта профессора И. В. Белоконова, предложенная технология взаимодействия с МКА очень важна для последующих разработок. «Подобный эксперимент впервые был проведен в 2005 г. на спутнике ТНС-0, – отметил Игорь Витальевич. – Связь через существующие коммерческие низковысотные спутниковые сети крайне перспективна и может быть использована при создании коммерческих и научно-образовательных группировок наноспутников, с помощью которых ученые получают возможность решать задачи, которые зачастую не под силу одиночным аппаратам. В частности, СГАУ участвует в международном проекте QB50, в рамках которого группировка из 50 наноспутников будет изучать геофизическую обстановку в околоземном пространстве».

На спутнике установлен радиомаяк, который передает каждые 150 сек (или 30 сек) слово «SamSat-218Д» в течение 15 сек на частоте 145.870 МГц. Передача ведется кодом Морзе в режиме CW. Для связи с аппаратом выделены радиолобительские полосы частот 145.85–145.89 МГц (космос–Земля) и 435.59–435.61 МГц (Земля–космос).

До передачи в РКЦ «Прогресс» для интеграции с основной полезной нагрузкой аппаратура наноспутника прошла комплекс тестов. В частности, динамические испытания завершились в конце июля 2015 г. Они проходили на вибрационном стенде, где аппарат испытывал нагрузки, аналогичные условиям на этапе выведения. Тестирование проходило на базе кафедры космических исследований, а также Центра испытаний и комплексной отработки систем наноспутников, расположенного в корпусе ЭИК-3 РКЦ «Прогресс» на территории СГАУ. Изготовление и испытания КА завершились 31 августа 2015 г.

Для SamSat-218Д был изготовлен специальный транспортно-пусковой контейнер (ТПК). Его основная задача – защита наноспутника от внешних воздействий при транспортировке, обеспечение запуска в космическое пространство и безударное отделение в заданное время. Универсальный ТПК для аппаратов формата «кубсат» спроектировали и изготовили в Самаре впервые. Это первый опыт разработки, производства и сборки устройства такого типа, реализованный инженерами РКЦ «Прогресс» в сотрудничестве с учеными СГАУ.

Контейнер состоит из трех основных модулей – корпуса, толкателя и крышки, а также снабжен теплоизоляцией для поддержания заданного теплового режима. Корпусные детали – легкосплавные, что обеспечивает ТПК небольшую массу (4.5 кг). Принцип работы контейнера простой и надежный: при получении управляющего сигнала срабатывает пирочка, открывается защелка, потом крышка корпуса – и стартовая пружина плавно выталкивает наноспутник из ТПК.

Перед запуском контейнер прошел транспортные, вибродинамические и другие испытания.

Поскольку основное назначение SamSat-218Д – обучение студентов, на кафедре кос-



мических исследований стремятся обеспечить реальное проектирование МКА каждые два года – в срок подготовки магистров. На кафедре разработан план развития наноспутников, который, помимо SamSat-218Д, включает в себя завершение создания в 2016 г. SamSat-QB50, а в 2017–2018 гг. – МКА наблюдения Земли. Создание наноспутникового ТПК позволит преподавателям и студентам других вузов, которые занимаются фундаментальными исследованиями и созданием научной аппаратуры, на регулярной основе проводить исследования в космосе.

Для управления полетом наноспутника в университете был создан специализированный ЦУП, в котором работают студенты и аспиранты университета.

После запуска 28 апреля «Аист-2Д» и «Ломоносов» исправно вышли на связь, но SamSat-218Д молчал, хотя выход наноспутника из транспортно-пускового контейнера и его перевод в самостоятельный полет на расчетной орбите прошли штатно.

3 мая об отсутствии сигналов сообщил известный российский радиолобитель Д. В. Пашков. «Нельзя исключать, что аппарат попросту не включился по каким-то причинам после отделения, не заработал бортовой компьютер, не заряжаются аккумуляторы, и другие возможные причины», – предположил он.

Были выдвинуты и еще две версии о причинах отсутствия связи: нераскрытие антенн и быстрое вращение, которое не было погашено системой ориентации и стабилизации после выхода КА из контейнера.

4 мая руководитель проекта SamSat-218Д Игорь Белоконов подтвердил ТАСС молчание спутника. «В настоящее время нет достаточных оснований считать, что наноспутник вышел на связь, – заявил он. – Наблюдались фрагментарные слабые сигналы на частоте 145.870 МГц на фоне шумов во время нахождения наноспутника в зоне радиовидимости наземного центра управления, которые с достоверностью нельзя интерпретировать как сигналы со спутника». Игорь Витальевич отметил, что попытки установить связь с КА продолжаются, и добавил, что создатели SamSat-218 могут применить магнитную систему стабилизации, чтобы притормозить вращение аппарата.

Разработчики спутника обратились за помощью к радиолобителям России с просьбой «прослушать» спутник в диапазоне 144 МГц, когда он будет в зоне действия их антенных систем: «Во время прохождения спутника над нашей приемной станцией мы слышим обрывочную морзянку на фоне шума, но не уверены в степени ее достоверности. Обращаемся с просьбой прослушать эфир на вышеупомянутой частоте, записать аудиосигнал и переслать на почту teomant@bk.ru. По всем вопросам, связанным с приемом, готовы предоставить дополнительную информацию, если необходимо. Обработка большого объема данных позволит нам понять характер проблемы (возможно, спутник сильно закрутился при выходе из ТПК) и попытаться оценить скорость вращения».

6 мая «Интерфакс» сообщил, что SamSat-218Д «окончательно перестал подавать признаки жизни». В тот же день в интервью РИА «Новости» генеральный директор АО РКС Андрей Тюлин заявил, что студенты должны делать экспериментальную полезную нагрузку для МКА, а создание систем управления и связи – удел профессионалов. «Мы хотим по программе «Наноспутник» сделать и отдать студентам некоторые служебные системы и модули, – сказал Андрей Евгеньевич. – Чтобы система управления, ориентации, астродатчики были сделаны профессионалами. На отработанных системах отказов меньше, потому что мы уже имеем опыт запуска наноспутника. Ребята молодцы, но получилось то, что получилось – закрутили [спутник]».

10 мая разработчики самарского наноспутника выпустили официальное сообщение «О полете первого российского наноспутника формата Cubesat 3U». В нем подчеркивалось, что выход наноспутника из транспортно-пускового контейнера и его перевод в самостоятельный полет прошли штатно, при этом была успешно решена одна из задач запуска – летная квалификация транспортно-пускового контейнера. В настоящее время спутник находится на сопровождении ЦУПа университета. Продолжаются попытки установления связи, анализируются причины возможных неисправностей и разрабатывается план действий по восстановлению его работоспособности.

Районы падения отделяющихся частей ракет

Для принятия отработанных отделяющихся частей (ОЧ) были открыты новые районы падения (РП): для боковых блоков РН – РП №981 (Амурская область), для створок головного обтекателя (ГО) – РП №983 (Алданский и Олекминский улусы, Республика Саха (Якутия)), для центрального блока (ЦБ) и створок хвостового отсека (ХО) третьей ступени РН – РП №985 (Вилуйский, Верхне-Вилуйский, Жиганский улусы, Республика Саха (Якутия)). Все РП обеспечивают выведение полезной нагрузки на базовое наклонение орбиты в 98°.

Из перечисленных районов падения наиболее проблемным явился РП №985 с точки зрения общественного резонанса, вызванного с подачи некоторых местных СМИ и различных «экологов-общественников». И следует признать, что повод к этому имелся. Именно в этих местах в далеком 1958 г. упали фрагменты третьей ступени РН «Восток» с автоматической межпланетной станцией при попытке запуска с космодро-

ма Байконур к Луне. В 10 км к юго-востоку от границ района падения оказался поселок Кюлекянь (Вторые Кюляты). Когда-то он вырос из основанной русскими купцами фактории по приему пушнины и меновой торговли с огромной территорией от Таймыра до Вилюя. Известие о грядущем открытии района падения (эллипс с размерами осей 150×100 км) вызвало в Кюлекяне эффект потревоженного муравейника. Во все инстанции от жителей посыпались многочисленные письма и обращения – вплоть до прямых звонков по прямой линии в ходе видеоконференций Президента В.В. Путина. Вполне естественно, что на это пришлось реагировать службам ЦЭНКИ, отвечающим за эксплуатацию районов падения.

Было решено задействовать максимальный объем технических средств мониторинга РП, причем делать это в тесной координации с республиканским Министерством природных ресурсов, службами ГО и ЧС, администрациями улусов и наслегов (сельских посе-

лений). Были применены беспрецедентные (по маршруту и по времени) методики поиска. Помимо традиционного инструментария экологического мониторинга окружающей среды использовалась радарная система и аппаратура аэрофотосъемки.

Радарная система Weibel MFTR-240040 (Дания) представляет собой мобильную дуплексную РЛС, которую в транспортном положении можно перевезти в салоне вертолета Ми-8 и развернуть в рабочее состояние силами двух-трех человек. Помимо радиоканала, есть возможность слежения за целью в видимом и инфракрасном диапазоне. Съемочная аппаратура, размещенная на борту вертолета Ми-8, разработки Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского позволила проводить детальную аэрофотосъемку местности с последующей обработкой снимков на предмет выявления изменений, вызванных падением фрагментов ОЧ ракет.

В ходе запуска радарная система смогла уверенно засечь 17 фрагментов центрально-

▼ Надувной модуль полевого лагеря

▼ Радарная система Weibel



Фото А. Савелёнка





▲ Вывоз фрагмента бокового блока из РП №981 на внешней подвеске вертолета Ми-8

го блока, образованных после его разрушения в плотных слоях атмосферы, и спрогнозировать точки их падения. Несколько точек были тут же подтверждены результатами аэрофотосъемки. В одной точке, густом лиственничнике, 30 апреля поисковая группа обнаружила фрагмент камеры сгорания маршевого двигателя РД-108А. Вряд ли это можно считать простым везением – ведь поиск велся целенаправленно, иначе облет огромного РП №985 занял бы несколько дней. Вместе с тем времени было в обрез. Интенсивное таяние снега (при дневных температурах до +17°C) практически за день изменило облик местности до неузнаваемости по сравнению со свежими послепусковыми аэрофотоснимками. А уже 2 мая резко похолодало, и прошедший снегопад вообще скрыл все следы. Поиски пришлось приостановить до схода снежного покрова.

Вокруг поисков фрагментов сложилась несколько анекдотичная ситуация. Своими

«самостоятельными» действиями вышеупомянутые «общественники» добились от республиканских властей второго вертолета для облета РП, дабы не «позволить чужакам (то есть поисковой группе ЦЭНКИ) скрыть результаты падения фрагментов ступени». Как только отгремели последние раскаты от прохождения ударных волн, вызванных пролетом фрагментов ступени со сверхзвуковой скоростью, второй Ми-8 взмыл в воздух из поселка Кюлекьянь и направился в район падения. Вся пишущая и снимающая братия прильнула к иллюминаторам... Вот в поле зрения публики попало лесное озеро: на белом льду отчетливо виднелись темные полыньи с расходящимися лучами – чем не результат пробоин «космическим мусором»? Вот еще озеро – и тоже лунки... Снимки озер мгновенно появились во всеобщем доступе. То, что бьющие со дна озер родники с более теплой водой всегда образуют характерные проталины, уже мало кого интересовало.

▼ Оповещение охотников в районе падения о предстоящем пуске



Правда, после обнаружения уже настоящего фрагмента республиканские СМИ поспешили все же объявить об этом, «забыв» об источнике информации – поисковой группе ЦЭНКИ.

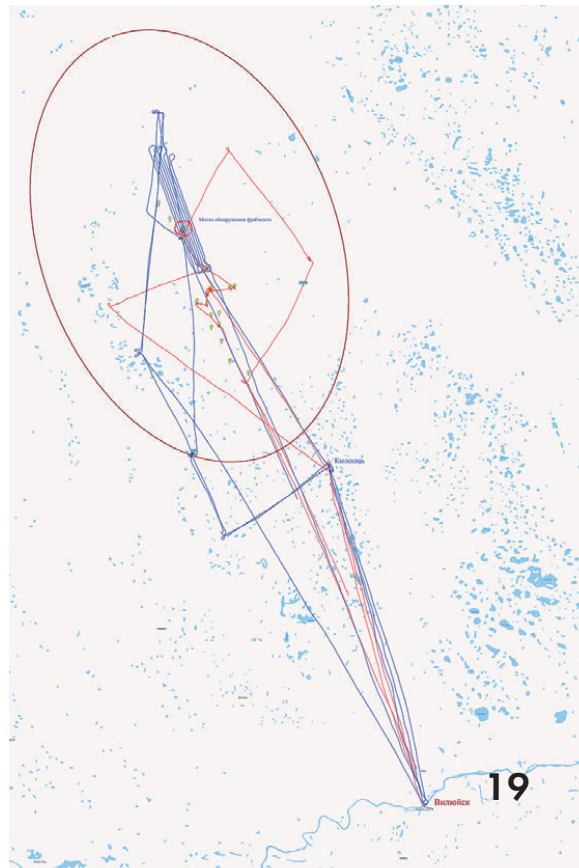
Сам же фрагмент камеры сгорания стараниями главы Вилюйского улуса (района) С.Н. Винокурова, оказывавшего всестороннюю помощь поисковой группе, по праву занял достойное место в краеведческом музее города Вилюйска.

В районе падения №981 в итоге были обнаружены все четыре боковых блока РН. Блоки были частично разделаны и вывезены из РП вертолетом Ми-8 на внешней подвеске в г. Зею, откуда автотранспортом отправлены на космодром. На воздушные поиски во всех районах падения было потрачено немногим более 100 часов летного времени.

▼ Камера сгорания ЖРД РД-108А, найденная в РП №985 30 апреля



▼ Треки облетов РП №985 во время поиска





Стартовое сооружение и мобильная башня обслуживания



Стартовый комплекс



Административное здание СК



Технический комплекс космодрома



Промышленная строительно-эксплуатационная база



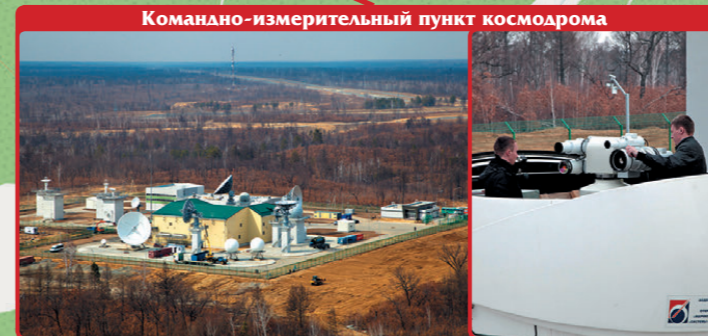
ж/д станция Углегорск



Дорога с космодрома



Жилой комплекс в г. Циолковский



Командно-измерительный пункт космодрома

И. Лисов.
«Новости космонавтики»

«Шицзянь-10» – китайская версия «Фотона» и «Биона»

6 апреля в 01:38:04.160 по пекинскому времени (5 апреля в 17:38:04 UTC) с пусковой установки №603 Центра запусков спутников Цзюцюань был осуществлен пуск РН «Чанчжэн-2D» (CZ-2D №Y36) с китайским возвращаемым научным аппаратом «Шицзянь-10» (实践十号, SJ-10), предназначенным для исследований в области физики жидкости, процессов горения, космической технологии, биологии и биотехнологии. Через 559 секунд аппарат был выведен на орбиту с параметрами:

- наклонение – 42,89°;
- минимальная высота – 237,9 км;
- максимальная высота – 269,4 км;
- период обращения – 89,42 мин.

Внутреннее обозначение пуска было «операция 01-73». В каталоге Стратегического командования США спутник получил номер 41448 и международное обозначение 2016-023A.

18 апреля в 16:30 по пекинскому времени возвращаемый аппарат спутника «Шицзянь-10» успешно приземлился в расчетном районе в Автономной провинции Внутренняя Монголия. В тот же день научная аппаратура была демонтирована и передана постановщикам экспериментов.

К истории проекта

«Шицзянь-10» стал 25-м китайским возвращаемым космическим аппаратом на базе спутника-фоторазведчика «Цзяньбин-1» и его последующих модификаций (см. статью «К истории возвращаемых спутников Китая» на с.60). Он является вторым «конверсионным» спутником этого типа после КА «Шицзянь-8» (SJ-8), летавшего с большим грузом семян в сентябре 2006 г.

Еще в марте 2006 г. Китайская национальная космическая администрация CNSA рассмотрела техническое предложение по спутниковой платформе для второго науч-

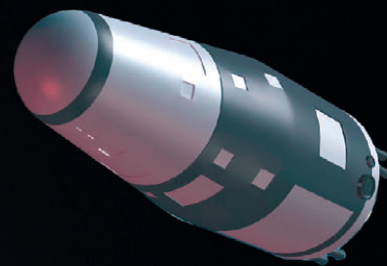
ного полета, и была организована рабочая группа по проекту SJ-10, который предполагалось реализовать в течение 11-й пятилетки (2006–2010).

В марте 2007 г. Комитет оборонной науки, техники и оборонной промышленности подтвердил это и назвал срок запуска – 2009 год. 6 июля было подписано соглашение с французским Национальным центром космических исследований, предусматривающее совместные эксперименты на SJ-10. Однако вследствие реформы CNSA эксперименты в области космической науки так и не были включены в 11-й пятилетний план. Работы по демонстрационной фазе проекта SJ-10 остановились.

31 марта 2010 г. Госсовет КНР одобрил подготовленный Китайской академией наук план «Инновации-2020» и 11 января 2011 г. поручил Китайской АН реализацию стратегических проектов в области космической науки. Это позволило, в частности, возобновить демонстрационную фазу SJ-10. Результаты исследований были представлены 28 августа 2012 г. Национальному центру космической науки Китайской АН как головной организации по проекту. Как следствие, 31 декабря 2012 г. было принято решение о его реализации с запуском аппарата в конце 2015 г. В июле 2014 г. директор Национального центра космической науки У Цзи уточнил дату запуска – 2016 год.

Во главе проекта в целом* стояли главный конструктор Тан Бочан (唐伯昶) и научный руководитель Ху Вэньжуй (胡文瑞) – академик, директор Института механики Китайской АН. Главным кон-

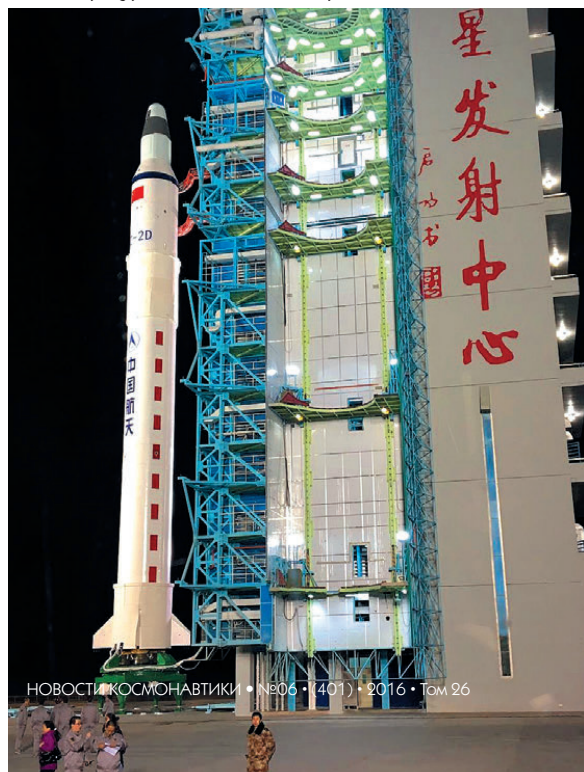
* В соответствии с принятой в Китае практикой, проект состоит из шести систем: ракета-носитель, средства обеспечения запуска, спутник, системы измерения и управления, наземная система обеспечения и прикладная система.



структором спутника был назначен Чжао Хуэйгуан (赵会光), а административным руководителем работ – Цю Цзявэнь (邱家稳). За спутниковую платформу отвечала Китайская исследовательская академия космической техники CAST («5-я академия»), главным по научным экспериментам стал Институт механики Китайской АН, а их обеспечивающую систему поручили Оптическому институту Китайской АН.

Создание SJ-10 осложнил тот факт, что к моменту возобновления проекта команда разработчиков китайских возвращаемых спутников уже не существовала. Тан Бочану пришлось собирать ее заново, и в результате 80% участников работ оказались новичками.

25 декабря 2014 г. началось изготовление летного изделия. В течение мая–июля 2015 г. институты, занятые в программе исследований, поставили 29 блоков научной аппаратуры для 19 запланированных экс-





периментов. Фотографии свидетельствуют о ходе испытаний аппарата: 8 сентября он находился в безэховой камере, 18 сентября – на вибростенде, 23 октября – в барокамере. 5 февраля 2016 г. состоялась заводская приемка КА, а 23 февраля полностью собранный и испытанный спутник был отправлен в Цзюцзянь самолетом Ил-76. Запуск назначили на начало апреля; точная дата старта была названа 31 марта.

Спутник и научная программа

Внешний облик и компоновка КА «Шицзянь-10» унаследованы от возвращаемых спутников фотографической разведки и картографии 2003–2005 годов запуска и научного аппарата «Шицзянь-8» (см. с.60). С функциональной точки зрения КА делится на 11 подсистем, наиболее важными из которых являются полезная нагрузка, конструкция, подсистемы терморегулирования, управления, измерения технических параметров, двигательная, подсистема обеспечения возвращения и посадки.

Спутник SJ-10 со стартовой массой 3375 кг имеет длину 5144 мм при максимальном диаметре 2200 мм. Нижняя цилиндрическая часть длиной 2000 мм – это герметичный приборно-агрегатный отсек, в котором, помимо аппаратуры служебных систем, размещается часть полезной нагрузки. Коническая часть с закруглением радиусом 650 мм подразделяется на отсек тормозного двигателя и возвращаемую капсулу, находящуюся при запуске сверху.

Капсула SJ-10 имеет максимальный диаметр 1550 мм и высоту около 2000 мм, включая днище в форме сферического сегмента с нишей для парашютного контейнера. Она может доставить на Землю до 600 кг полезного груза. Капсула оснащена импульсным радиолокационным ответчиком С-диапазона, способным работать в режиме интенсивного торможения в атмосфере, когда обычная связь с объектом невозможна.

Конечно, это не единственное новшество в проекте «Шицзянь-10» – многие проектные решения были пересмотрены в соответствии со специфическими требованиями к возвращаемому научному КА или из-за невозможности воспроизведения. Например, как сообщил главный конструктор проекта Тан Бочан, старые исполнительные органы системы ориентации – сопла на холодном газообразном азоте – заменили на микро-ЖРД, скомпонованные в четыре блока на нижней плоскости КА.

Были обновлены и измерительные устройства: интегрированный ИК-датчик Земли, интегрированный солнечный датчик, комплект из четырех гироскопических приборов (три рабочих, один запасной). «Эти новые изделия не только дают значительное улучшение характеристик и надежности и увеличивают общую надежность КА, но и за счет интеграции позволяют существенно снизить требуемый объем и вес, – заявил главный конструктор системы управления спутника Чжан И. – А это значит, что в SJ-10 остается больше места [для научной аппаратуры]».

ющий сбрасывать избыток тепла из капсулы и поддерживать необходимую температуру биологических образцов. А чтобы избежать их перегрева в процессе торможения в атмосфере, внутреннюю обшивку капсулы отделили многослойной теплоизоляцией.

Кроме того, было решено изменить район посадки. Полигон с центром в городе Суйнин провинции Сычуань отличался пересеченной местностью, затрудняющей поиск и эвакуацию капсулы, а в последнее время к тому же интенсивно застраивался. Кроме того, он располагался вдали от мест дислокации научных учреждений, поставивших эксперименты, и не обеспечивал быстрой передачи экспериментальных установок разработчикам.

Посадку SJ-10 перенесли на штатный полигон приземления космических кораблей «Шэньчжоу» в пустынном, почти необитаемом хошуне Сыцзыван во Внутренней Монголии. Как следствие, была изменена рабочая орбита: вместо первоначально предусмотренной, наклонением 63° и высотой 220×482 км, была выбрана околокруговая орбита высотой 252 км и наклонением 42.9°.

Ко всему прочему, на новой орбите обеспечивалось более равномерное воздействие атмосферы и меньшие значения микроскоростей. Отсутствие на КА движущихся частей, таких как приводы солнечных батарей, также способствовало созданию благоприятной среды для экспериментов. До полета заявлялось, что уровень микрогравитации на SJ-10 будет ниже 10⁻⁴, что на порядок лучше, чем достигается на пилотируемой космической станции.

Аппарат был оснащен усовершенствованной аппаратурой регистрации динамических условий от 510-го института, обеспечивающей постановщиков информацией об уровне микроскоростей в реальном масштабе времени.

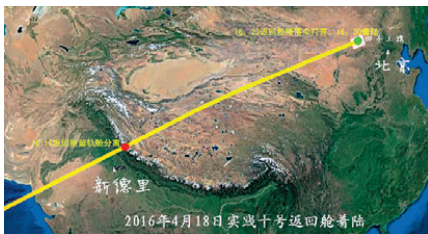
В июле 2015 г. была названа расчетная продолжительность полета – 12 суток для возвращаемой капсулы и 15 суток для остающегося на орбите приборно-агрегатного отсека. Длительность работы последнего

По д в е р г л а с ь модернизации командно-телеметрическая система, в которой применили международный стандарт управления данными. Это дало большую гибкость в мониторинге состояния борта и закладке полетных данных. Реализованы сброс научной информации по двум каналам со скоростью 300 и 150 Мбит/с, возможность видеонаблюдения и телеуправления.

По условиям размещения полезной нагрузки энергопотребление системы возвращаемой капсулы возросло на порядок и достигло 300 Вт. Кроме того, в ней размещалась технологическая установка 510-го института в Ланьчжоу с рабочей температурой до 700°С. Поэтому был введен дополнительный контур системы терморегулирования, позволя-

Состав полезной нагрузки спутника «Шицзянь-10»		
№	Наименование	Постановщик
A1 Физика жидкости		
A1-1	Космический эксперимент по испарению капли и термокапиллярным эффектам на границе жидкость–газ	Лю Цюэнь, Институт механики Китайской АН
A1-2	Вибрационное разделение «жидкой» и «газовой» фаз и динамическая кластеризация в гранулярной среде	Хоу Мэйин, Институт механики
A1-3	Термодинамическое поведение пузырьков пара во время кипения	Чжао Цзяньфу, Институт механики
A1-4	Космический эксперимент по поверхностной волне термокапиллярной конвекции	Кан Ци, Институт механики
A1-5	Исследование по упорядочению коллоидных сред	Ван Юйжэнь, Институт механики
A1-6	Коэффициенты Сорэ в сырой нефти	Антонио Верга, ЕКА; Сунь Чжизвай, Институт механики
A2 Горение		
A2-1	Исследование возгорания вследствие перегрева и горения изоляции проводов, процессов образования сажи и распространения дыма	Кун Вэньцзюнь, Институт технической термодинамики
A2-2/3	Исследование горения частиц угля и угольной пыли и распространения продуктов горения в условиях микрогравитации	Чжан Хай, Университет Цинхуа; Чюй Минхоу, Хуачжунский университет науки и техники
A2-4	Возгорание и горение твердых неметаллических материалов в условиях микрогравитации	Ван Шуанфан, Институт механики
A3 Материаловедение		
A3-1	Плавление, затвердевание и рост кристаллов в космосе	Чжан Синван, Институт полупроводников Китайской АН
B1 Радиационная биология		
B1-1	Молекулярно-биологические механизмы мутагенеза под действием космической радиации	Сунь Ецин, Дальневосточный морской университет
B1-2	Влияние космической радиации на геномную ДНК и ее генетические эффекты	Хан Хайин, Институт биофизики Китайской АН
B1-3	Воздействие космической среды на развитие эмбрионов шелкопряда и механизмы мутаций	Хуан Юнпин, Институт физиологии и экологии растений Китайской АН
B2 Гравитационная биология		
B2-1	Воздействие микрогравитации на биологию растений и передачу гравитропных сигналов в них	Цай Вэймин, Институт физиологии и экологии растений
B2-2	Биомеханика межклеточных взаимодействий при массопереносе в условиях микрогравитации	Лун Мьянь, Институт механики
B2-3	Цветение арабидопсиса и риса в невесомости в условиях фотопериодического воздействия	Чжан Хуэйцун, Институт физиологии и экологии растений
B3 Биотехнология		
B3-1/2	Трехмерная клеточная культура стволовых нервных и кроветворящих клеток	Дай Цзянью, Институт генетики и биологии развития; Чжао Юн, Институт зоологии Китайской АН
B3-3	Начальная стадия развития эмбрионов мышей в космосе	Дуань Эньхуй, Институт зоологии
B3-4	Возможность и молекулярный механизм остеогенетической дифференциации в мезенхимальных стволовых клетках костного мозга человека	Ван Цзинфу, Чжэцзянский университет

Примечания.
 1. Желтым цветом фона выделены возвращаемые эксперименты, голубым – невозвращаемые.
 2. Кан Ци является также главным конструктором научной прикладной системы проекта SJ-10.



определялась исходным зарядом аккумуляторных батарей.

Научную программу полета CNSA начала формировать еще в первой половине 2000-х годов. В конце 2004 г. – начале 2005 г. из более 200 поступивших предложений экспертная комиссия выбрала для реализации 20 экспериментов: 10 – в области физики и 10 – в области биологии. В апреле 2011 г. при возобновлении проекта выпустили повторный запрос, и список исследований был уточнен (две пары экспериментов объединили, один добавили; см. таблицу на с.23).

Из 19 экспериментов 15 проводились впервые в мире. Помимо 11 академических институтов и семи университетов Китая, в число постановщиков вошли ЕКА и отдельные фирмы Канады и Японии. Суммарная масса научной аппаратуры превысила 600 кг.

В возвращаемой капсуле были размещены приборы для проведения 11 из 19 экспериментов: в этот список вошли все эксперименты в области космической биологии, а также печь для выращивания кристаллов и емкости с сырой нефтью. Аппаратура для восьми экспериментов по физике жидкости и процессам горения была установлена в приборно-агрегатном отсеке и не предназначалась для возвращения на Землю.

Эксперименты в области физики жидкости и материаловедения были активированы в начале полета, через два часа после запуска. Биологические эксперименты фактически начинались еще на Земле. Чтобы время, проведенное в земных условиях, было минимальным, часть образцов закладывалась на борт в последний момент. Потенциально опасные эксперименты с горением проводились на заключительном этапе полета, после отделения и посадки капсулы.

Обеспечивающая система PESS (Payload Experiment Support System) представляла собой интерфейс между служебным бортом и приборами. Она включала подсистемы питания научной аппаратуры, управления работой приборов, приема и хранения данных и их передачи на Землю по радиолинии S-диапазона.

Интересная деталь: ссылаясь на аварию российского аппарата «Фобос-Грунт», инициированную попаданием в бортовой ком-

пьютер тяжелой заряженной частицы, разработчики научной аппаратуры специально оценили ее стойкость к подобным «однократным событиям» и приняли меры по радиационной защите процессорных модулей.

Полное описание всех 19 экспериментов заняло бы слишком много места, поэтому расскажем лишь о нескольких наиболее интересных.

Эксперимент по развитию эмбрионов млекопитающих (мышей) в питательной среде проводился в третий раз в истории космонавтики. Впервые его выполнили в 1996 г. в одном из научных полетов «Колумбии». В космос были отправлены 49 двухклеточных эмбрионов, однако добиться их дальнейшего деления и развития не удалось.

Вторую попытку предприняли Дуань Энькуй и его сотрудники из Института зоологии



Китайской АН в 2006 г., разместив аппаратуру на приборно-агрегатном отсеке спутника «Шицзянь-8». В эксперименте участвовали четырехклеточные эмбрионы мышей. Исследователи имели возможность наблюдать за их состоянием в реальном масштабе времени. Деление клеток происходило, но завершить развитие и получить многоклеточный зародыш не удалось.

Спустя десять лет группа Дуань Энькуя повторила попытку на «Шицзянь-10». Инкубатор изготовили в Шанхайском институте технической физики под руководством Чжана Тао. Около 600 двух- и четырехклеточных эмбрионов мыши были размещены в четырех кюветах с возможностью оперативной фотосъемки через микроскоп. Питательную среду подготовил профессор Ма Баохуа из Северо-западного университета сельского и лесного хозяйства.

Инкубатор разместили в капсуле всего за восемь часов до старта, а за четыре часа провели настройку и первую фоторегистрацию эмбрионов. В полете такая регистрация проводилась каждые четыре часа, а раз в сутки эмбрионы в одной кювете фиксировались для последующего изучения на Земле. Видеонаблюдение показало, что к концу третьих суток полета значительная часть эмбрионов прошла развитие вплоть до образования бластоци-

сты – зародыша с внешней клеточной стенкой (трофобласт) и внутренней клеточной массой (эмбриобласт), готового к имплантации в матке. Продолжительность развития до стадии бластоцисты оказалась примерно такой же, как и в условиях земной тяжести.

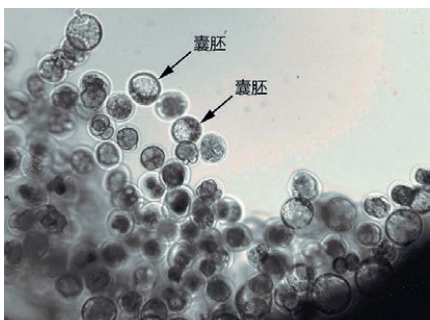
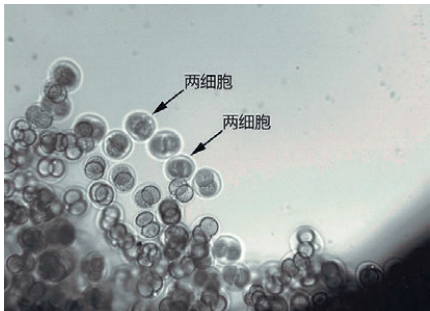
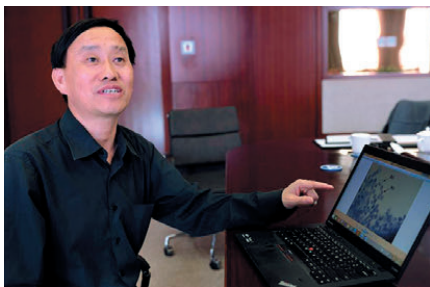
Зародыши не могли протянуть в растворе до окончания 12-суточного полета и должны были вскоре погибнуть. В будущем, если удастся организовать краткосрочный эксперимент, команда Дуань Энькуя надеется подсадить живую бластоцисту в матку мыши и попытаться вырастить «космический» плод.

Хоу Мэйин, исследователь из Института физики Китайской АН, поставила эксперимент по кластеризации «гранулярного газа». Речь идет о модели, в которой небольшие твердые неупругие частицы взвешены в газе. Эта система динамически нестабильна и может вести себя подобно системе газ-жидкость: частицы могут образовывать «капли» или оставлять свободными «пузырьки». Экспериментальная установка, также созданная под руководством Чжана Тао, состоит из двух сообщающихся отсеков, причем одна из стенок вибрирует с высокой частотой и малой амплитудой. Проход между отсеками позволяет имитировать так называемый демон Максвелла в гранулярной среде.

Помимо интересной физики, эксперимент замечателен личностью его автора. Хоу Мэйин – выпускница Тайваньского национального университета, получившая в 1980 г. докторскую степень в Колумбийском университете (США) и работавшая затем в Принстоне, в Университете Индианы, в Национальной лаборатории Комиссии по ядерной энергии Франции и в Университете Лавала в Канаде, ныне трудится в «материальном» Китае.

Единственный эксперимент в области космической технологии включал *плавление и кристаллизацию* в космической печи восьми *отдельных образцов*. Среди них – термоэлектрические полупроводники на базе Bi_2Te_3 , магнитные полупроводники, трехкомпонентные материалы $InAsSb$ и $InGaSb$, специальный сплав типа $Al-Zn-Cu-Mg$, композиты на базе Al_2O_3/Ti . Кроме того, изучались межфазные явления при плавлении сплавов на базе олова и самораспространяющийся высокотемпе-





▲ Дуань Энькуй демонстрирует начальную и конечную стадии развития эмбрионов мышей – от двухклеточного до бластоцисты

ратурный синтез композитов с металлической матрицей. Соисследователем по одному из пунктов являлся представитель Японии.

Совместный эксперимент ЕКА, канадских нефтедобывающих компаний, компаний Total и PetroChina и Института механики имеет целью *определение постоянной термомодификации сырой нефти*, известной как коэффициент Сорле, в невесомости на протяжении 270 часов. Нефть представляет собой сложную смесь углеводородов, которая в местах залегания частично разделяется на фракции под действием температурного градиента. Как следствие, граница жидкой и газовой фракции может смещаться на 100 м по высоте и более. Изучение этого процесса имеет большое значение для прогноза нефтедобычи.

Экспериментальная установка создана бельгийской компанией QinetiQ и имеет в своем составе шесть титановых цилиндрических контейнеров с нефтью под давлением 400 атмосфер. Четыре контейнера содержат по 1 мл нефти из Европы, а еще два – из Китая. Один конец каждого цилиндра нагревается, а второй охлаждается. Перед возвращением в контейнер вводится разделитель, не позволяющий фракциям перемешаться вновь. По результирующему составу фракций определяется коэффициент Сорле.

Полет и посадка

По официальным китайским сообщениям, пуск прошел штатно, начальная орбита КА выглядела вполне разумно, если бы не одна деталь, на которую первым обратил внима-

ние британский эксперт Роберт Кристи. И у спутника, и у оставшейся на почти такой же орбите второй ступени оказалась неожиданной ориентация орбиты: аргумент перигея, то есть угловое расстояние вдоль орбиты от восходящего узла до перигея, составлял 315° .

В предыдущих полетах, в том числе и у картографических спутников со слабо вытянутыми орбитами, этот параметр был близок к 150° , как и следовало ожидать при пуске из Цзюцюаня в юго-восточном направлении: скорость при отделении КА от РН была немного выше местной орбитальной, и это место естественным образом оказывалось перигеем орбиты. В случае же SJ-10 при старте в восточном направлении точка отделения находилась где-то над восточными провинциями Китая, а перигей оказался почти в противоположной точке орбиты, за четверть витка до подхода к экватору с юга.

Казалось маловероятным, что при составлении полетного задания баллистики преднамеренно задали скорость отделения меньше местной орбитальной: при столь низкой орбите это было черевато неприятностями, если у ракеты будет даже небольшой недобор скорости. Быть может, произошло обратное: задана была практически круговая орбита, но ракета недодала порядка 10 м/с, и в результате точка отделения стала апогеем, а перигей оказался примерно на 30 км ниже? Вряд ли: уже 15 мая носитель CZ-2D использовался вновь как ни в чем не бывало.

Китайские официальные лица никак не прокомментировали подозрения о нештатном выведении, а сам «Шицзянь-10» вел себя вполне адекватно. На втором витке 6 апреля в 03:07 и 03:18 на станциях Каши и Санья были получены первые данные о состоянии полезной нагрузки.

За время полета под контролем Сианьского центра управления спутник выполнил три коррекции орбиты. Первая состоялась 9 апреля в 20:24 по пекинскому времени: спутник поднялся с 233.6×265.5 до 238.2×275.7 км, одновременно сместив перигей к экватору. Это можно было воспринять как косвенное доказательство ошибки при выведении, тем более что в двух остальных случаях аппарат корректировал только высоту перигея и не менял ни апогей, ни ориентацию орбиты.

Второй маневр, осуществленный 13 апреля в 17:23, привел к подъему с 237.5×278.2 до 244.8×278.7 км. В третий раз бортовая ДУ включалась 16 апреля в 18:49. В результате высота полета увеличилась с 245.0×279.1 до 252.8×279.7 км. К концу полета аргумент перигея за счет естественной эволюции орбиты достиг 57° , то есть минимальная высота достигалась примерно 15 минут после пересечения экватора в северном направлении, как раз к моменту торможения. Похоже, что нестандартная ориентация первоначальной орбиты была преднамеренной...

Посадка SJ-10 была спланирована 18 апреля в начале 204-го витка по стандартной трассе, многократно опробованной в полетах по пилотируемой программе и проходящей через наземные станции Свакопмунд (Намибия), Малинди (Кения) и Карачи (Пакистан).

В 16:15 пекинского времени при пересечении границы Пакистана и Китая в Тибете прошел разворот КА в надр и состоялось отделение капсулы от приборно-агрегатного отсека. Центр управления в Сиане через наземную станцию передал капсуле уставку, уточняющую момент схода с орбиты. Тормозной двигатель сработал, изделие резко пошло на спуск и зарылось в атмосфере где-то над Цинхэем.

В 16:19 капсулу засекала радиолокационная станция Баян-Обо к северу от Баотоу. В 16:23 после снижения до 10 км прошел отстрел крышки парашютного отсека и ввод парашютной системы, заработал поисковый радиомаяк. Вертолеты поисково-спасательной службы обнаружили капсулу в воздухе, наземные средства выдвинулись к ожидаемой точке приземления в хошуне Сыцзыван – $42^\circ 08' 39''$ с. ш., $111^\circ 13' 35''$ в. д.

В 16:30 обгоревшая капсула КА «Шицзянь-10» под парашютом площадью 120 м² приземлилась с вертикальной скоростью около 15 м/с и легла на бок, ожидая поисковиков.

Оценив место приземления и найдя капсулу в целости, поисковый отряд официально передал ее команде CAST. С места посадки вертолетом Ми-171 она была доставлена в полевой лагерь и около 19:00 того же дня вскрыта в рабочем ангаре. Блоки научной аппаратуры демонтировали и передали ученым для немедленного изучения.

Работа приборно-агрегатного отсека завершилась к 26 апреля, и Китайская АН подвела итоги. Три наземные станции Института дистанционного зондирования и цифровой Земли обеспечили прием 100% научной информации в течение всего полета: суммарно 460 Гбайт в реальном масштабе времени и 545 Гбайт в записи. Прием осуществлялся на 149 витках, из которых станция Миюнь в районе Пекина работала на 75 витках, станция Каши – на 43 и Санья – на 31.

Еще до старта Чжао Хуэйгуан сообщил репортерам, что в 13-й пятилетке (2016–2020 гг.) планируются работы над новым поколением возвращаемых научных спутников. Заинтересованность в их использовании выразили ЕКА и некоторые другие космические агентства.

▼ Космический рис из эксперимента В2-3





Первый «Симург» стартовал

И. Лисов.
«Новости космонавтики»

По сведениям «Коммерсанта», пуск ракеты был зафиксирован наземными средствами СПРН, в частности радиолокационной станцией типа «Воронеж-ДМ» в Армавире, а также станцией «Воронеж-М» в Орске, которая работает в тестовом режиме и занимается сопровождением баллистических целей.

20 апреля Билл Гертц в сетевом издании Washington Free Beacon представил версию американских военных источников. По его данным, разведывательные службы США оценили проведенный во вторник 19 апреля пуск ракеты «Симург» (Simorgh) как частично успешный, хотя она и не достигла орбиты. В каталог Стратегического командования США не было внесено никаких новых космических объектов.

Представитель Минобороны США, знакомый с отчетом об испытании, заявил: «Это был или неудачный пуск, или испытание третьей ступени». Если справедлива вторая версия, отметил он, то выведение спутника на орбиту не предполагалось.

Версия об испытании ракеты в баллистическом варианте заслуживает внимания, но вряд ли ее цель названа правильно, тем более что третьей ступени у «Симурга» просто нет.

Следует отметить, что предстоящие пуски РН «Симург» и их программа не скрывались Ираном. Более того, иранские СМИ, как обычно, активно рекламировали их – но ровно до момента, когда нужно было сообщить о реальном событии.

Макет ракеты-носителя «Симург», известной также как «Сафир-2А», был впервые продемонстрирован публике в феврале 2010 г. Тогда было объявлено, что эта ракета высотой 26 м и стартовой массой 87 т способна вывести спутник в 100 кг на круговую орбиту высотой 500 км. Первый пуск «Симурга» первоначально планировался на 2012 год. С тех пор на выставках, приуроченных к годовщинам Исламской революции в

феврале 1979 г., демонстрировался целый ряд спутников, рассчитанных на запуск этим носителем (см. таблицу в *НК* № 4, 2015).

В 2010 г. на полигоне Семнан началось и в 2015 г. находилось в стадии завершения строительство и оснащение современного стартового комплекса примерно в 2.3 км восточнее первой площадки, с которой запускались ракеты «Сафир». Этот новый объект, собственно, и называется Космическим центром имени имама Хомейни (IKSC). Судя по спутниковым снимкам, комплекс включает в себя пусковую установку с двумя газоотводами, стационарную кабель-заправочную мачту и мобильную башню обслуживания высотой около 40 м, отводимую перед стартом по рельсовому пути.

22 августа 2015 г. президент Рухани осмотрел выставку ракетной техники, включая ракеты-носители «Сафир» и «Симург». Иранское телевидение дало подробный репортаж об этом событии, впервые продемонстрировав не выставочный макет последней, а реальное «железо»: первую ступень с четырехкамерным маршевым двигателем и отдельно ее хвостовой отсек, вторую ступень с маршевым и четырьмя рулевыми двигателями, конический адаптер и головной отсекатель.

До этого солидарное мнение экспертов, основанное на продемонстрированных макетах «Симурга», состояло в том, что это иранский клон северокорейского трехступенчатого носителя «Ынха-3», который к настоящему времени успешно вывел на орбиту два спутника. Сообщалось, что первая ступень «Симурга» выполнена в диаметре 2.4 м и имеет четыре маршевых двигателя суммарной тягой 143 тс, а вторая имеет диаметр 1.5 м и оснащена двигателем тягой 7.2 тс.

Однако 22 августа зрителям была продемонстрирована двухступенчатая ракета, и такой же она была заявлена на проходившем одновременно в Жуковском аэрокосмическом салоне МАКС-2015. Приведенные

31 фарвардина 1395 года хиджры в 14:03 по тегеранскому времени (19 апреля 2016 г. в 09:33 UTC) со стартового комплекса Космического центра имени имама Хомейни был осуществлен первый пуск иранского носителя «Симург». Старт состоялся в присутствии президента Ирана Хасана Рухани. Факт испытания, его цели и результат не были объявлены Ираном.

Иван Сафронов-младший сообщил в тот же день в онлайн-версии газеты «Коммерсантъ» со ссылкой на источники в военных кругах об успешном испытательном пуске в Иране баллистической ракеты. По словам источников, пуск состоялся в 12:33 по московскому времени с ракетного полигона Семнан в пустыне Дешт-е-Кевир и, по предварительным данным, был успешным – головная часть ракеты упала в южной части Ирана. Один из собеседников добавил, что российские специалисты занимаются определением типа ракеты и ее потенциальных характеристик.

Билл Гертц отметил, что в Пентагоне проведенный испытательный пуск расценивают как ключевой элемент усилий Тегерана по созданию ракет дальнего действия. Представитель Госдепартамента США Джон Кёрби не подтвердил информацию об испытаниях, но заявил, что они не соответствуют резолюции Совета безопасности ООН. Резолюция 2231, о которой идет речь, была принята в июле 2015 г.: она запрещает Ирану пуски ракет, способных нести ядерную боеголовку, в течение ближайших восьми лет.

В середине апреля адмирал Билл Гортни (Bill Gortney), командующий Северным командованием США, на слушаниях в комитете Палаты представителей заявил, что Иран продолжает разработку ракет дальнего действия. Ссылаясь на успешные запуски иранских спутников носителем первого поколения и заявленные планы пусков «Симурга», адмирал Гортни заявил, что при наличии политического решения Иран сможет развернуть межконтинентальную ракету к 2020 г.



▼ Президент Ирана Хасан Рухани и министр обороны Хусейн Дехкан на фоне «Симурга»



данные по «Симургу» несколько отличались от реконструкции на базе «Внхи». Было заявлено, что двухступенчатый «Симург» имеет 27 м в длину при диаметре корпуса первой ступени 2,5 м, тяга четырех двигателей первой ступени равна 130 тс, а грузоподъемность ракеты составляет от 100 до 350 кг.

23 августа министр обороны и снабжения Вооруженных сил Ирана бригадный генерал Хусейн Дехкан заявил, что причиной значительного отставания программы от заявленного графика является недостаточное бюджетное финансирование в период с 1390 (2011) года и ничего более. Он сказал, что уже в текущем году иранского календаря будет проведено летное испытание первой ступени нового носителя, и добавил, что вторая ступень была испытана ранее.

25 января 2016 г. министр обороны Дехкан, выступая в комитете по национальной безопасности и внешней политике Меджлиса, заявил, что запустит новый спутник «Симург» на орбиту высотой 500 км, чтобы отметить 37-ю годовщину революции. По крайней мере, так понял его депутат Меджлиса Мохаммад Асафари, пересказавший слова министра агентству IRNA. Пуска не случилось; вместо этого очередной макет «Симурга» с оранжевым обтекателем был продемонстрирован на параде 11 февраля.

23 февраля американский эксперт Джеффри Льюис спрогнозировал иранский пуск на 1–2 марта. Он основывался на двух

основных источниках: спутниковом снимке IKSC от 15 февраля, который показал стартовый комплекс в достроенном виде с мобильной башней обслуживания над пусковым устройством, и предупреждениях для летчиков о закрытии на 1–2 марта воздушной зоны O1D90, тянущейся от стартовых комплексов Семнана на юго-восток.

Утверждая это, Льюис сослался также на сообщение агентства IRNA от 3 февраля 2016 г. на фарси, в котором, однако, говорилось совершенно иное, а именно – что первый испытательный пуск с IKSC планируется в месяце фарвардин 1395 г., то есть в период с 20 марта по 19 апреля 2016 г. Этот прогноз принадлежал главе Национального космического центра Манучехру Мантеки, который сделал его в телевизионном выступлении 2 февраля.

12–14 марта ведущие американские СМИ утверждали, что старт может произойти «с минуты на минуту». Но его опять не случилось, а 15 марта Мантеки еще раз подтвердил, что Иран намерен произвести пробный пуск ракеты-носителя «Симург» в марте или апреле. Он сообщил агентству Tasnim, что «согласно имеющимся планам по подготовке ракет, будут проведены два пробных испытания и окончательный пуск». Первый состоится в конце марта – начале апреля (то есть в месяце фарвардин); второй – в августе–сентябре (то есть в течение месяца шахривар). После них, в январе или феврале

2017 г., пройдет финальный запуск со спутником «Толоу», отметил Мантеки.

Таким образом, проведенный 19 апреля пуск состоялся в анонсированный срок и полностью укладывается в логику испытаний, заявленных Ираном: вероятно, это действительно был суборбитальный пуск, в котором испытывалась новая первая ступень носителя.

10 мая, не упоминая о проведенном испытании, глава Иранского космического агентства Мохсен Бахрами заявил, что в скором будущем Иран запустит спутник «Месбах» («Факел») собственной разработки и что в процессе изготовления находится следующая версия этого спутника «Месбах-2» и спутник «Нахид» («Вестник»). Первый из них предназначен для ретрансляции данных в режиме «почтового ящика», второй – для съемки Земли с низким разрешением.

Бахрами также объявил, что Иран изготавливает и намерен вскоре запустить в космос спутники «Амир Кабир», «Зафар» («Победа») и «Дусти» («Дружба»). Последний был впервые продемонстрирован публике в рамках Дня космической техники 3 февраля 2016 г.

Судя по заявленным параметрам, 50-килограммовые «Нахид» и «Дусти» могут быть запущены существующим носителем «Сафир». Остальные перечисленные аппараты, а также не упомянутые спутники «Парс-2» и «Масуд-2» для съемки Земли требуют ракеты класса «Симург».

Ваш космический брокер

Второй радиолокационный «Часовой»

25 апреля в 18:02:13.146 по местному времени (21:02:13 UTC, 26 апреля в 00:02:13 ДМВ) со стартового комплекса ELS Гвианского космического центра в Куру (Французская Гвиана) стартовыми расчетами компании Arianespace при поддержке специалистов ракетно-космической отрасли России осуществлен запуск российской ракеты-носителя «Союз-СТА» (372PH21A № P15000-005, 14-я машина 135-й серии производства РКЦ «Прогресс») с разгонным блоком «Фрегат-М» (14C44 №133-08 производства НПО имени С. А. Лавочкина).

В результате пуска VS14 на орбиту выведены европейский спутник ДЗЗ Sentinel-1В и четыре попутных КА: миниспутник MicroSCOPE Национального центра космических исследований Франции CNES и три университетских наноспутника класса «кубсат», отобранные по программе FYS (Fly Your Satellite!).

Первоначально старт был назначен на 22 апреля, но трижды переносился на сутки – дважды по метеоусловиям и в третий раз из-за технической неисправности инерциального измерительного блока в системе управления «Союза» – и наконец успешно был осуществлен с четвертой попытки в начале стартового окна. Трасса выведения проходила в северном направлении над Атлантическим океаном.

После отделения от третьей ступени разгонный блок «Фрегат-М» в течение четырех часов штатно выполнил четыре включения двигательной установки с целью выведения пяти спутников тремя группами на три различные целевые орбиты:

- ◆ Sentinel-1В массой 2164 кг – на круговую орбиту высотой около 690 км;
- ◆ три европейских образовательных наноспутника массой по 1 кг – на целевую эллиптическую орбиту;



Фото Arianespace



◆ научно-исследовательский КА MicroSCOPE массой 303 кг – на круговую орбиту высотой около 711 км.

На промежуточной орбите помимо трех наноспутников была отделена проставка ASAP-S с неотделяемым макетом спутника Norsat-1, который не успели подготовить к запуску.

Баллистическая схема выведения описана в табл. 1. Через 4 часа 16 минут после старта в результате пятого включения ДУ буксир «Фрегат-М» был сведен с орбиты в соответствии с рекомендациями ООН по предотвращению образования космического мусора.

Номера спутников и их международные обозначения в каталоге Стратегического командования США, а также параметры начальных орбит приведены в табл. 2. Высоты указаны относительно сферы радиусом 6378,14 км.

Табл. 1. Баллистическая схема полета

Время от старта, час:мин:сек	Событие
0:00:00	Старт
0:01:58	Отделение ускорителей (1-й ступени)
0:03:39	Сброс головного обтекателя 81КС №Р15000-029
0:04:48	Отделение центрального блока (2-й ступени)
0:09:24	Отделение 3-й ступени
0:23:35	Отделение КА Sentinel-1 после первого включения РБ «Фрегат-М» продолжительностью около 11 мин
2:00	Второй импульс РБ продолжительностью 13 сек
2:48:11	Отделение трех наноспутников
3:30:17	Третий импульс РБ продолжительностью 12 сек
3:54	Четвертый импульс РБ продолжительностью 16 сек
4:00:52	Отделение КА MicroSCOPE
4:16	Пятый импульс РБ продолжительностью 29 сек для сведения с орбиты

Табл. 2. Обозначения и орбиты спутников

Наименование	Номер	Межд. обознач.	Параметры начальной орбиты			
			i	Нр, км	На, км	Р, мин
Sentinel-1B	41456	2016-025A	98.19°	687.3	708.0	98.78
MicroSCOPE	41457	2016-025B	98.24°	704.1	721.7	99.10
OUFIT-1	41458	2016-025C	98.22°	449.4	681.9	96.01
e-st@r-II	41459	2016-025D	98.22°	449.4	681.8	96.01
AAUSat-4	41460	2016-025E	98.22°	449.3	681.8	96.01

Для приема телеметрии на первых витках после запуска привлекались средства слежения центра Куру, две станции в Канаде – Сент-Юбер и Инуик, станции в Люкноу (Индия), на о-ве Маврикий, на Шпицбергене (Свальбард) и в Антарктиде (норвежский пункт Троль).

Запуск прошел успешно. В течение 10 часов шли операции по ориентации КА Sentinel-1B, раскрытию панелей солнечных батарей и антенны радиолокатора с синтезированной апертурой (РСА). 28 апреля, через трое суток после запуска, включили РСА и получили первые изображения Баренцева моря и архипелага Шпицберген.

Директор Европейского космического агентства Йохан-Дитрих Вёрнер (Johann-Dietrich Woerner) заявил, что запуск КА Sentinel-1B позволит «сформировать первую группировку из двух спутников по программе Copernicus». Разведенные в плоскости орбиты на 180° по фазовому углу, два спутника позволят вдвое сократить период просмотра Земли.

Специалисты ЕКА планируют в середине июня синхронизировать полет двух радарных спутников на солнечно-синхронной орбите высотой 696 км с пересечением экватора в восходящем узле в 18:00 по местному времени. Распространение радиолокационных изображений (РЛИ) начнется после калибровки радиолокатора в сентябре, а оперативная эксплуатация спутника – в конце 2016 г.

Общая масса полезной нагрузки в пуске VS14 составила 3099 кг. Он стал 14-м стартом РН «Союз» с полигона Куру и 40-м стартом по программам компании Arianespace (еще 26 запусков выполнено с космодрома Байконур при посредничестве компании Starsem). Всего начиная с 1957 г. с разных полигонов мира запущено 1855 ракет семейства Р-7/«Союз» – рекордный послужной список!

Для компании Arianespace этот пуск стал третьим из 12 запланированных на 2016 г. стартов ракет трех классов – Ariane 5, «Союз-СТ» и Vega. Специалисты Arianespace особо отметили гибкие возможности РН «Союз» в связке с буксиром «Фрегат-М», который обеспечил разведение пяти спутников на три разные целевые орбиты и отделение полезных грузов в заданной ориентации.

Радарный спутник-близнец

Новый спутник является конструктивным аналогом КА Sentinel-1A, который стартовал 3 апреля 2014 г. (НК №06, 2014 г.) и стал первым аппаратом программы прикладных сервисов применения данных ДЗЗ Copernicus (ранее была известна как GMES – Global Monitoring for Environment and Security). Программа реализуется совместно с ЕКА и Еврокомиссией с 2008 г. и включает космический сегмент (спутники серии Sentinel – «Часовой»), сеть наземных, морских и воздушных измерительных датчиков, инфраструктуру обработки данных, а также информационные пользовательские сервисы.

Эксплуатационная фаза программы, начавшаяся в 2014 г., охватывает шесть тематических областей: мониторинг суши, океана и атмосферы, смягчение последствий чрезвычайных ситуаций, обеспечение безопасности и оценку последствий изменения климата.

По существующему законодательству Европы данные спутников серии Sentinel находятся в свободном бесплатном доступе, что, как предполагается, должно дать толчок развитию прикладных пользовательских сервисов в сегменте малого и среднего бизнеса.

Радарные спутники Sentinel-1A и -1B призваны поставлять оперативную космическую информацию для пяти тематических задач программы Copernicus:

- ◆ мониторинг суши (лесных и сельскохозяйственных площадей);
- ◆ мониторинг океанов (прогноз опасных метеоявлений, обнаружение нефтяных загрязнений и причастных к ним судов, контроль ледовой обстановки);
- ◆ обеспечение безопасности (контроль зон нелегального рыболовства, пиратства и трансграничной миграции);
- ◆ смягчение последствий чрезвычайных ситуаций;
- ◆ оценка последствий изменения климата (наблюдение за ледяными покровами Арктики и Антарктиды и пр.).

Аппараты Sentinel-1A и -1B разработаны итальянским отделением компании Thales Alenia Space (TAS) в кооперации с 60 аэрокосмическими фирмами Европы (подробнее – в НК №6, 2014, с.35-38). Сумма контракта на изготовление двух КА составила 420 млн евро (без стоимости запусков). Контракт на разработку второй пары спутников Sentinel-1C/1D, заключенный в декабре 2015 г., стоит 402 млн евро. Следует отметить, что интересы крупнейших космических игроков тщательно сбалансированы в программе: контракт на изготовление РСА выполняют британский и германский филиалы крупной аэрокосмической корпорации Airbus DS.

Спутник создан на базе среднеразмерной итальянской платформы PRIMA, состоящей из модулей служебных подсистем, двигательной установки и модуля полезной нагрузки. Космическая платформа имеет форму параллелепипеда размерами 1.3х1.3х3.4 м и обеспечивает трехосную ориентацию с точностью ≤0.01° (измерение ориентации осей с точностью ≤0.003°).

Начальная масса КА на орбите – 2164 кг, расчетный срок существования – 7.25 лет, запас расходуемых материалов рассчитан на 12 лет, надежность КА – 0.998. Длительность автономной работы КА без радиоконтакта с Землей составляет 96 часов.

Электропитание обеспечивают две крупноразмерные панели солнечных батарей (7.4х1.7 м каждая) на основе арсенида галлия GaAs мощностью 6140 Вт в начале и 5900 Вт в конце срока эксплуатации, а также литий-ионные аккумуляторные батареи емкостью 324 А·ч. В состав двигательной установки на гидразине входят 14 микродвигателей тягой по 1 Н.

На спутниках установлен многофункциональный радиолокатор C-SAR, работающий

в диапазоне частот С (частота – 5.405 ГГц, длина волны – 5.5 см), традиционном для европейских и канадских аппаратов с РСА.

Радиолокатор общей массой 945 кг состоит из блока электроники и крупногабаритной фазированной активной решетки (ФАР) размером 12.3×0.82 м. Активная ФАР массой 880 кг обеспечивает электронное сканирование лучами в двух плоскостях, а также прием и передачу сигналов с одним и двумя видами линейной поляризации. Ширина спектра радиосигнала РСА изменяется по программе до максимального значения 100 МГц, при котором обеспечивается наилучшее пространственное разрешение 5 м. Длительность импульса меняется в пределах 5–100 мкс, частота повторения импульсов – 1–3 кГц, коэффициент шума приемника составляет 3.2 дБ. В состав АФАР с волноводно-щелевыми излучателями входят 14 панелей с 280 приемопередающими модулями. Пиковая мощность излучения каждого модуля составляет 15 Вт, номинальный рабочий цикл РСА – 25 минут/виток.

РСА C-SAR снимает с правой стороны относительно трассы полета КА (отметим, что некоторые КА с РСА могут изменять ориентацию антенны для съемки по обе стороны от трассы полета для увеличения ширины полосы обзора).

Радиолокационные изображения с борта КА передаются на приемные станции по радиолинии на частоте 8180 МГц со скоростью 520 Мбит/с (два канала по 260 Мбит/с с поляризационным разделением). В радиопередающей системе, изготовленной французским отделением TAS, предусмотрены две радиолинии с усилителями на ЛБВ с выходной мощностью 60 Вт и бортовая антенна с шириной диаграммы направленности ±64° (ЭИИМ составляет 18.45 дБ·Вт).

Для обеспечения заданной степени помехоустойчивости и защищенности информации применяются коды Рида-Соломона, квадратная фазовая модуляция O-QPSK и шифрование данных по стандарту AES.

Для глобальной съемки объектов используется бортовое запоминающее устройство емкостью более 1410 Гбит (SD-RAM). Команды и телеметрия передаются в диапазоне S (2.0–2.4 ГГц) со скоростями 64 кбит/с (команды) и 128 кбит/с – 2 Мбит/с (телеметрия).

Два аппарата Sentinel-1 оснащены аппаратурой лазерной межспутниковой связи с бортовыми терминалами LCT (Laser Communications Terminal) для ретрансляции данных через геостационарные спутники системы EDRS со скоростью до 1.8 Гбит/с. Бор-



Фото Airbus

Характеристики режимов съемки РСА C-SAR

Режим съемки	Пространственное разрешение, м (дальность x азимут) / класс	Межпиксельный интервал, м (дальность x азимут)	Эквивалентное число усредненных РЛИ (ENC)	Полоса обзора	Поляризация
Маршрутный SM	9×9 / FR 23×23 / HR 84×84 / MR	4×4 10×10 40×40	3.9 34.4 464.7	80 км	ВВ+ВГ или ГГ+ГВ ВВ или ГГ
Обзорный интерферометрический IW	20×22 / HR 88×89 / MR	10×10 40×40	4.9 105.7	250 км	ВВ+ВГ или ГГ+ГВ; ВВ или ГГ
Сверхширокий обзорный EW	50×50 / HR 93×87 / MR	25×25 40×40	3 12	до 410 км	ВВ+ВГ или ГГ+ГВ; ВВ или ГГ
Волновой WV	52×51 / MR	25×25	139.7	20×20 км ² через 100 км	ВВ или ГГ

товой терминал лазерной связи LCT массой 50 кг включает лазерный передатчик мощностью 2.2 Вт (длина волны – 1.064 мкм) и оптический телескоп с апертурой 135 мм.

Первые тестовые сеансы связи через лазерный ретранслятор, установленный на геостационарном КА связи Alphasat, состоялись в ноябре 2014 г.

РСА C-SAR работает в четырех режимах: маршрутный Stripmap (SM); обзорный интерферометрический Interferometric Wide-swath (IW); сверхширокий обзорный Extra Wide Swath (EW) и режим съемки параметров волн Wave (WV).

Маршрутный режим SM предназначен для детальной съемки зон чрезвычайных ситуаций с наилучшим пространственным разрешением 5×5 м² в полосе захвата шириной 80 км. В маршрутном режиме РСА может использовать один из шести лучей S1...S6 для охвата объектов в полосе обзора шириной 400 км.

Обзорный интерферометрический режим IW применяет технологию многолучевого сканирования поверхности TOPSAR (Terrain Observation with Progressive Scans SAR – модификация известного метода многолучевого сканирования ScanSAR) для сочетания высокого пространственного разрешения 5×20 м² и широкой полосы захвата до 250 км. Режим IW применяется для контроля морских акваторий и землеобзора (лесное и сельское хозяйство), в том числе для определения деформации земной поверхности методом интерферометрической съемки INSAR в районах, подверженных землетрясениям, оползням и селям. Задача съемки INSAR требует поддержания заданного периода повторения трасс с целью последующего извлечения из РЛИ фазовой информации, поэтому параметры орбиты КА поддерживаются с точностью ±50 м (СКО) относительно опор-

ной траектории. Период многопроходной съемки INSAR составляет 12 суток для одного спутника и 6 суток для пары Sentinel-1A/-1B.

Сверхширокий обзорный режим EW также использует технологию многолучевого сканирования поверхности TOPSAR для съемки с пространственным разрешением 20×40 м² в полосе захвата шириной 400 км (дальность-азимут). Обзорный режим применяется для контроля морских акваторий (детектирование судов и нефтяных загрязнений) и съемки ледяного покрова полярных зон.

Волновой режим WV служит для определения характеристик океанских волн (направление, высота, скорость), необходимых для глобальных моделей численного прогнозирования погоды. Волновой режим обеспечивает съемку с пространственным разрешением 5 м в небольших ячейках размером 20×20 км², которые следуют с интервалом 100 км.

Продукты второго уровня обработки (GRD) поставляются в трех классах пространственного разрешения – детальный FR (Fine Resolution), высокий HR (High Resolution) и средний MR (Medium Resolution). В режимах SM, IW и EW применяются процедуры сглаживания РЛИ для уменьшения спекл-шумов путем некогерентного суммирования нескольких наблюдений. Пространственное разрешение синтезированных таким образом РЛИ ухудшается в несколько раз (см. таблицу).

Наземный комплекс Sentinel-1 является составной частью наземного сегмента программы Copernicus и включает сегмент управления полетом FOS (Flight Operations System) и сегмент полезной нагрузки PDGS (Payload Data Ground Segment). В сегмент управления полетом FOS входит сеть наземных станций командно-телеметрического контроля и центр управления полетом.

Сегмент полезной нагрузки PDGS включает станции приема информации, центры обработки и архивирования данных и другие компоненты.

Первые результаты программы Sentinel-1

Продукты КА Sentinel-1 свободно распространяются через веб-сервер программы Copernicus Scientific Data Hub (SciHub), на котором зарегистрировано около 30 000 клиентов. За два года эксплуатации КА Sentinel-1A в архив поступило около 0.5 млн РЛИ, зафиксировано 4 млн скачиваний информации общим объемом 4.71 Пбайт (4.71×10¹⁵ байт). Для обработки данных КА серий Sentinel специалисты могут использовать свободно распространяемый программный комплекс SNAP.



▲ Синтезированный радарный снимок Москвы, выполненный КА Sentinel-1A, 16.03.2016 г.

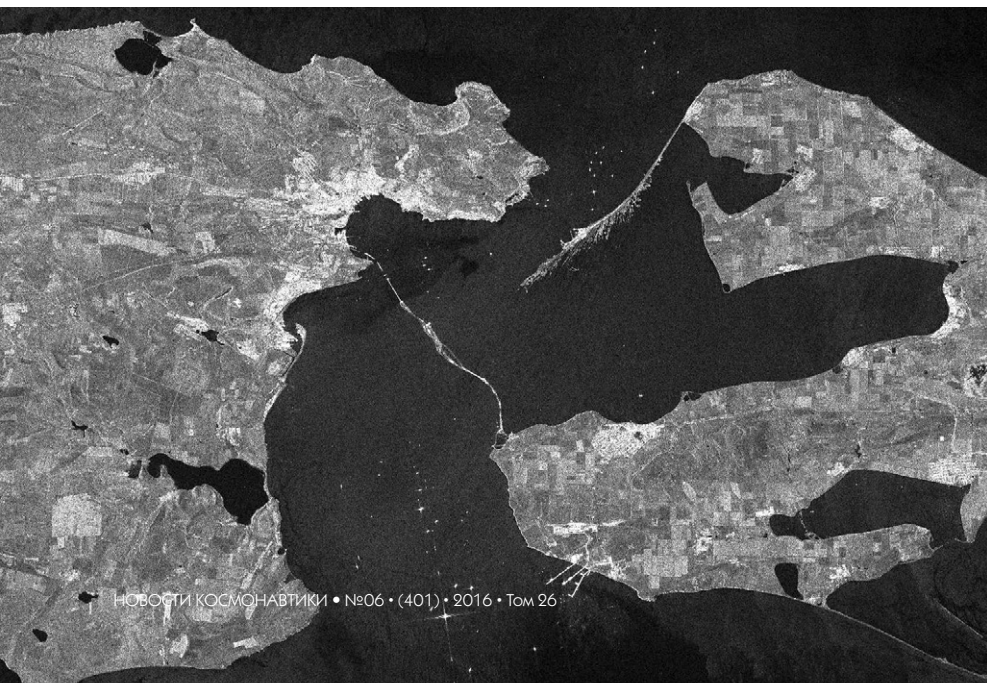
По соглашению Государственного департамента США с Еврокомиссией космическое агентство США NASA создает копию архива данных КА Sentinel для свободного распространения среди пользователей продуктов ДЗЗ системы EOSDIS. В соответствии с соглашением архив приемного центра NASA в штате Аляска (Alaska Satellite Facility, ASF) начал распространять данные КА Sentinel-1A в США.

Наиболее значимые результаты обработки РЛИ спутника Sentinel-1A относятся к мониторингу океанов и полярных областей Земли, а также последствий ЧС, прежде всего землетрясений, извержений вулканов, паводков и половодий. В течение двух лет на основе технологии интерферометрической съемки ученые изучали тектонические последствия землетрясений в долине Напа в штате Калифорния, США (август 2014), в Непале (апрель 2015), в Кумамото в Японии,

(апрель 2016), извержения вулкана Кальбуко в Чили (апрель 2015) и др. Съемка района землетрясения в Напа стало первым после запуска спутника практическим применением РЛИ Sentinel-1A для интерферометрических измерений смещения тектонических плит. В результате удалось получить детальную карту не только сдвига тектонических плит во время основного сейсмического события, но и небольших подвижек почвы, происходивших в течение недели после землетрясения. Ущерб, который нанесло землетрясение в долине Напа, оценили в 1 млрд долларов.

Обработка РЛИ Sentinel-1A совместно с другими данными ДЗЗ, прежде всего альтиметрических датчиков, позволила оценить процессы сокращения толщины ледников в Арктической зоне и в Антарктиде. Так, летом 2015 г. спутник обнаружил образование огромного айсберга площадью 12,5 км² –

▼ Керченский пролив, 12.03.2016 г. Снимок Sentinel-1A



самого крупного за историю наблюдений в Арктике, отколовшегося от ледника Якобсхавн в Гренландии. Другие тематические отрасли – мониторинг зон производства продукции аквакультуры (проект SMART – Sustainable Management of Aquaculture through Remote sensing Technology), смещений почвы в зонах городской застройки, контроль лесных и сельскохозяйственных площадей.

Самые большие ожидания от работы системы КА Sentinel-1A/1B связаны с возможностью частого и детального наблюдения за сейсмоопасными зонами и районами вулканической активности.

О перспективах системы

Совместная оперативная эксплуатация пары КА Sentinel-1A/1B начнется в конце 2016 г. – начале 2017 г. Двухспутниковая система обеспечит высокую частоту обзора и производительность съемки. Для дальнейшей замены спутников начато изготовление следующей пары КА Sentinel-1C/1D, которые намечается вывести после 2021 г. Новые аппараты будут дополнительно оснащены приемниками сигналов идентификации судов АИС для контроля судоходства.

Микроскоп для Эйнштейна

Франко-германский научно-исследовательский мисспутник «Микроскоп» MicroSCOPE (Micro-Satellite à traînée Compensée pour l'Observation du Principe d'Equivalence – «микроспутник с компенсацией возмущений для исследования принципа эквивалентности») имеет своей задачей проверку с высокой точностью эквивалентности гравитационной и инертной массы, постулированной Альбертом Эйнштейном при создании общей теории относительности. Как известно, через гравитационную массу описывается гравитационное взаимодействие тел; инертная масса – это мера «податливости» тела к действию на него внешней силы любой природы. Приобретаемое ускорение не зависит от природы тела только в том случае, если инертная и гравитационная массы равны. Ньютон впервые отметил, что они отличаются не более чем на 0.1%. Лоран Этвэш в начале XX века установил эквивалентность с точностью 10⁻⁸, а к настоящему времени различий не выявлено вплоть до 10⁻¹³. Цель эксперимента MicroSCOPE – подтвердить эквивалентность гравитационной и инертной массы до 10⁻¹⁵. В том же случае, если будет выявлено их неравенство, придется пересматривать основы физической картины мира, сложившейся за последние 100 лет.

Идея эксперимента состоит в высокоточном измерении относительного ускорения двух пробных масс различного состава в свободном орбитальном движении вокруг Земли с компенсацией всех негравитационных сил. Преимуществом по сравнению с наземными экспериментами является отсутствие сейсмических помех и продолжительные циклы измерений, превышающие период обращения спутника.

Проект MicroSCOPE был выдвинут департаментом физических измерений французского Национального центра аэрокосмических исследований и разработок ONERA (Шатильон) и Обсерваторией Лазурного

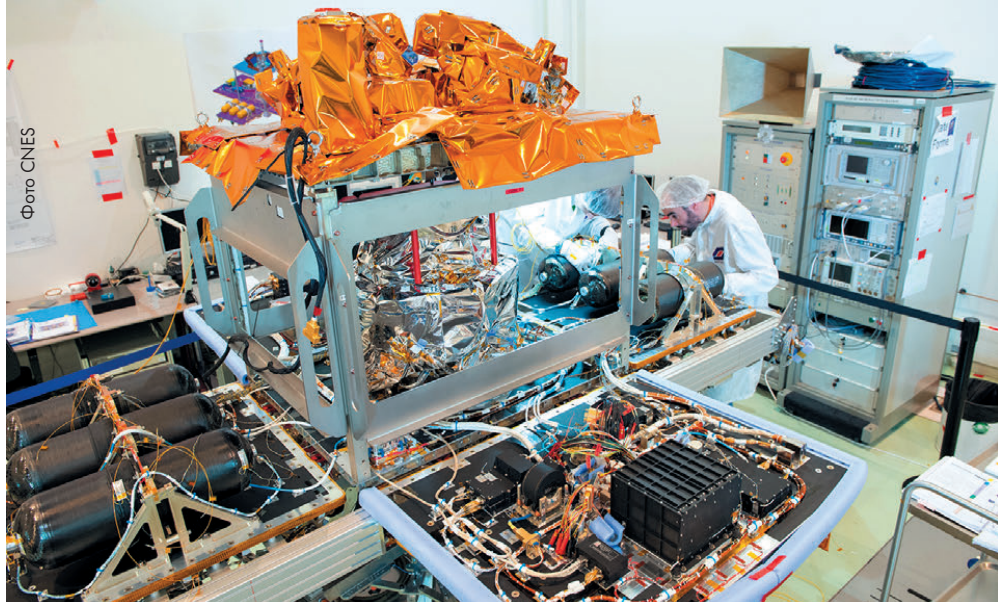
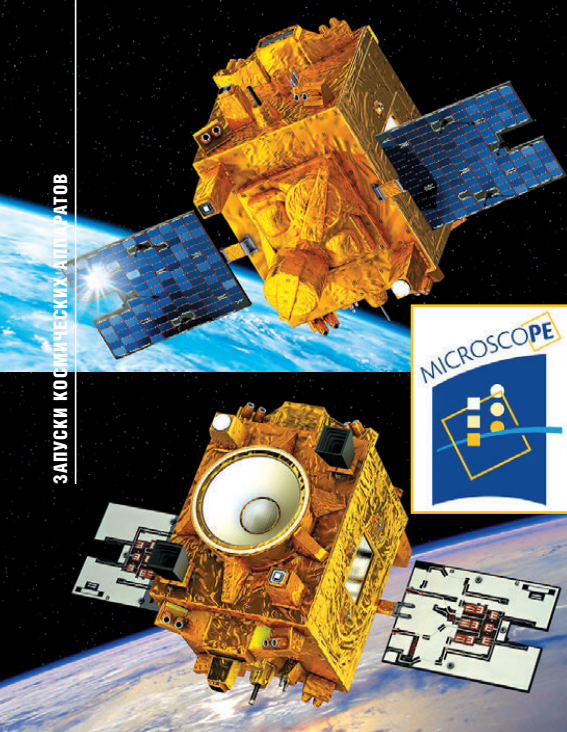


Фото CNES

берега Оса (Грасс). Национальный центр космических исследований Франции CNES одобрил в июне 2004 г. реализацию проекта стоимостью 70.4 млн евро и согласился внести 90% указанной суммы. В 2009 г. было достигнуто соглашение между CNES и ЕКА о создании и запуске одноименного КА, и в декабре 2011 г. CNES приступил к его изготовлению. В июне 2012 г. CNES и Arianespace подписали соглашение о попутном запуске спутника. К настоящему времени стоимость проекта выросла до 130 млн евро.

Научный руководитель проекта – Пьер Тубуль (Pierre Touboul, ONERA), менеджер от CNES – Мишель Баш (Michel Bach). ONERA предложило способ высокоточных измерений ускорений пробных масс с помощью электростатических акселерометров и является разработчиком полезной нагрузки и наземного центра данных. Обсерватория Оса участвует в измерениях и обработке

▼ Полезная нагрузка T-SAGE



Фото CNES

данных. Другими участниками проекта являются Центр космических технологий и микрогравитации ZARM (Университет Бремена, ФРГ), который предоставил полигон для испытаний акселерометров, и Национальный метрологический институт Германии PTB (Брауншвейг), изготовивший пробные массы. Предполагалось, что вкладом ЕКА станут электрореактивные микродвигатели регулируемой тяги типа FEPP (Field Emission Electric Propulsion) от итальянской компании ALTA, но, как и в случае проекта LISA Pathfinder (НК №2, 2016), дело кончилось экстренным переходом на микродвигатели на сжатом азоте от итальянской компании SELEX.

Миниспутник массой 303 кг изготовлен CNES на базе космической платформы Mugiade. Его геометрические размеры – 1380×1040×1580 мм. Электропитание обеспечивают две панели солнечных батарей площадью 1.6 м² и мощностью 140 Вт. Спутник в полете стабилизирован по трем осям или вращением относительно оси, направленной по нормали к плоскости орбиты, с точностью 10 мкрад. Система связи, передачи команд и телеметрии работает в S-диапазоне со скоростью передачи 625 кбит/с (научная информация) и 1 кбит/с (команды и телеметрия), на борту установлено запоминающее устройство емкостью 1 Гбит. Работа КА рассчитана на два года, включая 18 месяцев научных измерений.

Полезная нагрузка T-SAGE (Twin Space Accelerometer for Gravity Experiment) состоит из двух дифференциальных электростатических акселерометров SU-EP и SU-Ref, созданных центром ONERA на базе акселерометров из программы КА CHAMP и GRACE. Каждый акселерометр измеряет относительные ускорения двух концентрических цилиндрических пробных объектов равной массы. В контрольном приборе SU-Ref материал обоих объектов одинаковый – платино-родиевый сплав. Экспериментальный акселерометр SU-EP содержит внутренний цилиндр из платино-родиевого сплава, а внешний – из сплава титана, алюминия и ванадия. Если принцип эквивалентности справедлив, то датчики должны фиксировать одинаковые ускорения двух тел в обоих случаях. (Технически в эксперименте определяется разность отношений гравитационной массы к инерциальной для двух объектов.)

Измерительная аппаратура массой 34 кг размещена в геометрическом центре спутни-

ка, чтобы свести к минимуму гравитационное воздействие его конструкции. Отсутствие движущихся частей (в том числе активной системы терморегулирования) позволяет добиться низких уровней механических возмущений. Температура акселерометров поддерживается с точностью 5 мК.

Важнейшую роль в эксперименте играет система управления ориентацией DFACS (Drag-Free Attitude Control System), обеспечивающая компенсацию всех негравитационных сил – торможения в верхних слоях атмосферы и т.п. В ее состав входят звездные и солнечные датчики, акселерометры, аппаратура спутниковой навигации на основе приемника сигналов Galileo/GPS. Текущее положение КА определяется с точностью до 7 м. Для имитации условий свободного падения и компенсации микровозмущений спутник использует двигательную установку, состоящую из двух четверок микродвигателей переменной тяги (от 1 до 300 мкН с шагом 0.2 мкН) и запаса сжатого азота (суммарно 16.5 кг в шести баках при давлении 325 атм). При этом обеспечивается уровень остаточных микроускорений не выше 10⁻¹² м/с².

Гравитационное ускорение пробных тел модулируется изменением ориентации КА. Программа предусматривает повторяющиеся циклы измерений, состоящие из 120 витков инерциальной ориентации (при этом угловая скорость КА относительно направления на центр Земли равна угловой скорости обращения) и 20 витков принудительной закрутки. Угловая скорость КА поддерживается с точностью 10⁻⁹ рад/с, угловое ускорение не превышает 10⁻¹¹ рад/с².

Буксир «Фрегат-М» доставил КА MicroSCOPE на солнечно-синхронную орбиту условной средней высотой 713 км (самую высокую в групповом запуске) в целях снижения возмущающих воздействий атмосферы. Между тем в соответствии с одобренными рекомендациями ЕКА срок баллистического существования КА после завершения эксплуатации не должен превышать 25 лет. Для последующего свода с орбиты на борту миниспутника установлена пассивная система торможения IDEAS (Innovative DEorbiting Aerobrake System), состоящая из двух разворачиваемых парусов длиной по 4.5 м, увеличивающих отношение площадь/масса КА. Система торможения общей массой 12 кг состоит из двух развер-



Фото: Аргентина

▲ Пусковой контейнер с кубсатами на диспенсере ракеты-носителя

тываемых мачт с парусами общей площадью 6.3 м² из алюминизированной каптоновой мембраны и системы наддува сжатым азотом, которая активируется после завершения двухлетнего эксперимента.

Управление полетом осуществляет CNES, обработку научных данных – центр ONERA.

Три попутчика

Программу *Fly Your Satellite!* (FYS) реализует департамент образования Европейского космического агентства в целях развития сотрудничества с университетами Европы и привлечения талантливых специалистов в космическую отрасль. С 2008 г.

отобрано 20 проектов образовательных наноспутников класса «кубсат», которые запускаются попутными нагрузками в ходе стартов одноразовых ракет или с борта МКС. Три наноспутника массой по 1 кг были установлены в пусковом контейнере компании Tuvak International и последовательно отстрелены на эллиптической полярной орбите высотой 450×682 км. Все три наноспутника успешно передали сигналы на приемные станции.

Наноспутник *OUFIT-1* (Orbital Utility For Telecommunications / Technology Innovations 1) изготовлен студентами Льежского университета (Бельгия) из стандартного набора компонентов компании Pumpkin для наноспутников типоразмера 1U (масса около 1 кг, размеры 10×10×10 см). Наноспутник *OUFIT-1* стал первым студенческим спутником Бельгии, первым бельгийским КА класса

«Кубсат» и первым КА, полностью разработанным, изготовленным и управляемым из Бельгии.

В состав служебных подсистем входят: система управления на основе 16-битового микропроцессора TI MSP430 с операционной системой реального времени FreeRTOS, пассивная система магнитной ориентации, система электропитания мощностью 3.1 Вт с фотоэлементами на пяти гранях корпуса и литий-полимерными аккумуляторными батареями.

Основная полезная нагрузка – впервые выведенный на орбиту ретранслятор цифровой радиоловительской связи D-STAR (Digital Smart Technologies for Amateur Radio). Радиоловительский цифровой стандарт передачи речи и данных D-STAR разработан в Японии с целью развития цифровых радиоловительских технологий. D-STAR-совместимые трансиверы могут работать на радиоловительских частотах 144 МГц, 430 МГц и 1200 МГц с цифровыми протоколами, а также в сетях с интернет-соединениями для маршрутизации потоковых, голосовых и пакетных данных с использованием радиоловительских позывных.

Дополнительными нагрузками КА *OUFIT-1* являются новые арсенид-галлиевые фотоэлементы, поставленные компанией Azur Space Solar Power GmbH и имеющие эффективность 30%, а также цифровая система управления электропитанием филиала Thales Alenia Space ETCA в Шарлеруа.

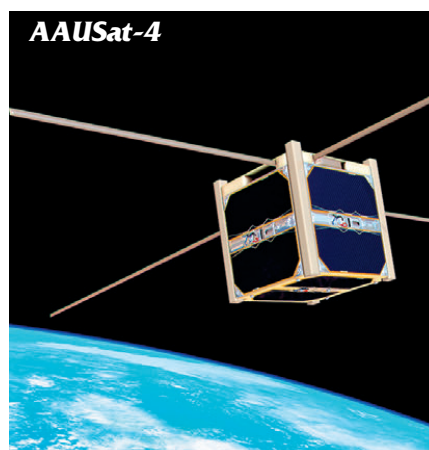
Наноспутник передает телеметрию на частоте 145.950 МГц (скорость 9600 бит/с, модуляция FSK, протокол пакетной передачи AX.25), радиомаяк работает на частоте 145.980 МГц. Ретранслятор D-STAR функционирует на частотах 435.045 МГц/145.950 МГц («Земля-КА»/«КА-Земля»), скорость пе-

редачи – 1.2 кбит/с и 3.6 кбит/с (речевые данные, кодирование речи через устройство AMBE), модуляция GMSK.

Наноспутник *e-st@r-II* (*Educational Satellite @ politecnico di torino*) изготовлен студентами Политехнического университета Турина (Италия). Его массогабаритные размеры соответствуют форм-фактору 1U. Основные задачи: орбитальные испытания автономной системы пространственной ориентации и отработка элементов бортовых подсистем на основе электронных компонентов «бытовых» серий (COTS).

Кубсат *e-st@r-II*, являющийся уже вторым туринским наноспутником, изготовлен из набора компании Pumpkin, состоящего из стандартных компонентов: системы электропитания мощностью 3 Вт, микропроцессора FM430 с SD-картой емкостью 2 Гбайт, системы УКВ-радиосвязи с протоколом пакетной передачи данных AX25. Система автономной ориентации разработана на основе процессора ARM9. Наноспутник передает данные на частоте 437.485 МГц со скоростью 1200 бит/с и модуляцией AFSK.

Наноспутник *AAUSat-4* (Aalborg University Satellite) массой 1 кг, созданный студентами Ольборгского университета в Дании, имеет стандартные размеры для форм-фактора 1U и предназначен для испытаний приемника сигналов автоматической идентификации судов АИС на частоте 162 МГц.



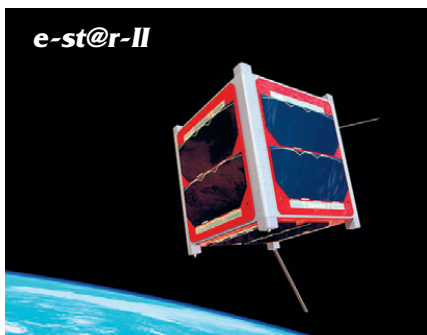
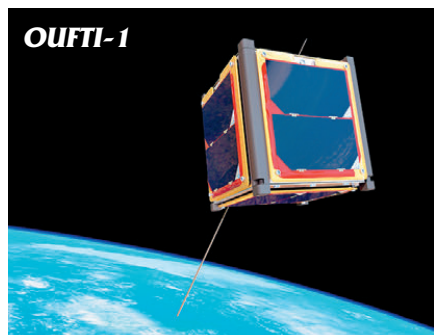
Электропитание обеспечивают панели солнечных батарей и литий-ионные аккумуляторные батареи емкостью 2.2 А·ч. В систему трехосной ориентации входят трехстепенные гироскопы, магнитометры и магнитные катушки. Для управления и связи задействована радиолния УКВ-диапазона, работающая на частоте 437.425 МГц.

Приемник сигналов АИС разработан на основе программно-определяемой радиосистемы SDR, в которой применен 16-битовый сигнальный процессор для аналого-цифрового преобразования и записи сигналов на CD-карту с дальнейшей передачей данных по радиолнии.

В ходе орбитальных испытаний кубсат *AAUSat-4* был ориентирован по трем осям, символьная скорость передачи данных поэтапно увеличена с 2400 до 9600 бит/с, получена информация АИС. Объем данных, принимаемых за сеанс, составляет 20 кбайт. Судя по результатам тестов, расчетный срок эксплуатации наноспутника может составить 7 лет (!).



fly your satellite!



IRNSS-1G в строю

Система укомплектована полностью

В каталоге Стратегического командования (СК) США аппарат получил номер **41469** и международное обозначение **2016-027A**. Этот полет стал 35-м для семейства ракет PSLV (Polar Satellite Launch Vehicle), 52-м индийским запуском и третьим в 2016 г. – причем во всех трех пусках этого года на орбиту вывелись аппараты типа IRNSS.

Точно по расписанию

В январе, после запуска пятого аппарата системы, старт IRNSS-1G намечали на 31 марта. Однако в конце февраля, когда была подтверждена дата запуска шестого спутника – IRNSS-1F (10 марта), выяснилось, что подготовить два аппарата в такой короткий срок довольно трудно, – и седьмой решили перенести на апрель.

В понедельник 11 апреля IRNSS-1G привезли в Шрихарикоту из Спутникового центра ISAC в Бангалоре. Обратный отсчет начался 26 апреля за 51 час 30 мин до старта, назначенного на 28 апреля в 12:50 утра по местному времени. После заправки окислителем и горючим четвертой и второй ступени ракеты прошли штатные проверки всех систем, была отведена мобильная башня обслуживания. В 12:38 подготовка к запуску перешла в автоматический режим.

Ровно в 12:50 произошло зажигание главного двигателя твердотопливной первой ступени, и через 0.4 сек активизировались почти одновременно две пары ускорителей наземного включения, проработавшие до отметки T+69.9 сек. Третья пара включилась в T+25 сек и была сброшена в T+92 сек. В T+110.0 сек на высоте около 56 км отделилась первая ступень. Двигатель Vikas второй ступени, работающий на топливе UH25 (несимметричный диметилгидразин с добавкой 25% гидразингидрата) и тетроксиде азота в качестве окислителя, включился еще через 0.2 сек.

В T+199.8 сек был сброшен головной обтекатель, а в T+261.3 сек отделилась вторая ступень. В T+262.4 воспламенилась третья, твердотопливная, проработавшая около 70 сек. Она отделилась на отметке T+662.8 сек. Зажигание двух двигателей четвертой ступени, использующих монометилгидразин в качестве топлива и окислитель MON3 (смесь оксидов азота), произошло в T+673.5. В результате включения длительностью около 8.5 мин полезная нагрузка была доставлена на расчетную геопереходную орбиту субсинхронного типа.

После успешного отделения были автоматически развернуты солнечные панели аппарата, и Центр управления полетами IRSO в Хасане (штат Карнатака) установил над ним контроль. В последующие дни были предприняты четыре маневра для до-

стижения нужной орбиты: один – в перигее и три – в апогее, для которых использовался основной жидкостный двигатель спутника LAM (Liquid Apogee Motor). Маневры состоялись:

◆ 29 апреля в 13:05 по местному времени – для поднятия апогея; длительность – 1147 сек; результат: орбита – 318×35903 км, наклонение – 17.86°, период – 635 мин;

◆ 30 апреля в 04:52:17 – для поднятия перигея; длительность – 1581 сек; результат: орбита – 7750×35803 км, наклонение – 10.77°, период – 783 мин 35 сек;

◆ 1 мая в 06:59:07 – для поднятия перигея; длительность – 1609 сек; результат: орбита – 35813×29050 км наклонением 5.72° и периодом 1268 мин 09 сек;

◆ 3 мая в 01:27 – для поднятия перигея; длительность – 231 сек; результат: орбита – 35211×35811 км наклонением 5.1° и периодом 1422 мин 04 сек.

К 16 мая индийский аппарат был стабилизирован в позиции 129.5° в.д. Как сообщает ISRO, в течение нескольких месяцев вся группировка навигационных спутников будет проходить тестирование систем и подтверждение производительности. Ожидается, что в июле система уже будет функционировать в штатном режиме.

Характеристики аппарата

Как и все предшественники, IRNSS-1G создан на платформе I-1K. Его стартовая масса составляет 1425 кг (сухая масса – 598 кг, топливо – 827 кг), габариты 1.58×1.50×1.50 м. Двигательная система включает в себя основной ЖРД LAM на двухкомпонентном топливе (азотный тетроксид и несимметричный диметилгидразин) тягой 440 Н и

Д. Бецц специально для «Новостей космонавтики»

28 апреля 2016 г. в 12:50 по местному времени (07:20 UTC) с первой стартовой площадки Космического центра имени Сатиша Дхавана (Satish Dhawan Space Centre) в Шрихарикоте состоялся пуск ракеты-носителя PSLV-C33 (вариант XL) с седьмым аппаратом Индийской региональной навигационной спутниковой системы (IRNSS). Этот запуск завершил развертывание группировки первого поколения. После ввода спутника в сторой Индия будет иметь собственную полностью функциональную навигационную систему.

По сообщению Индийской организации космических исследований (ISRO), через 19 мин 42 сек после старта IRNSS-1G вышел на переходную эллиптическую орбиту с параметрами, близкими к расчетным (приведены в скобках):

- наклонение – 17.84° (17.86±0.2°);
- высота в перигее – 280 км (284±5);
- высота в апогее – 20637 км (20657±675);
- период обращения – 361.2 мин.



Фото ISRO



Фото ISRO

12 небольших двигателей тягой по 22 Н, входящих в состав системы управления ориентацией. В рабочем режиме трехосную ориентацию обеспечивают маховики и магнитные катушки, ее определение осуществляется с помощью звездных и солнечных датчиков. Энергия, которую производят две солнечные батареи общей мощностью 1660 Вт, запасается в аккумуляторе емкостью 90 А·ч.

Основная полезная нагрузка состоит из двух блоков: аппаратура, передающая навигационные сигналы (ее высокую точность обеспечивают «атомные часы» – рубидиевый стандарт частоты), и оборудование для определения дальности и вычисления параметров орбиты с помощью транспондера S-диапазона и лазерных угловых отражателей (Corner Cube Retro Reflector). Расчетный срок службы каждого аппарата составляет 12 лет.

«Большой подарок» для индийского народа

Индийское правительство одобрило проект в мае 2006 г., планируя ввести в строй всю группировку аппаратов к 2015 г. Однако уже первый спутник был выведен чуть позже, чем предполагалось, и в дальнейшем сроки сместились на конец 2015 г., а затем – на первую половину 2016 г.

ISRO разработало IRNSS как независимую и автономную региональную навигационную систему. Базовый состав космического сегмента включает семь КА (сейчас уже заказаны четыре запасных, повышающих эффективность и точность работы системы). Оптимальное сочетание широкого охвата и точности позиционирования при минимальном количестве аппаратов достигается сочетанием орбит двух типов: трех квазигеостационарных с точками стояния 32.5°, 83° и 129.5° в.д. и двух наклонных геосинхронных с центрами над 55° и 111.75° в.д. (на каждой такой «восьмерке» находится по паре спутников).

Премьер-министр Индии Нарендра Моди (Narendra Modi), который наблюдал запуски IRNSS-1G из южного блока здания правительства в Нью-Дели, сердечно поблагодарил и поздравил ученых ISRO в ходе видеоконференции. «Этим успешным запуском мы определяем наши собственные пути, созданные нашими технологиями. Это большой подарок от ученых простым людям», – сказал он, добавив, что затраченные усилия будут приносить пользу не только Индии, но и коллегам из Ассоциации регионального сотрудничества Южной Азии.

Тогда же, после успешного выведения завершающего звена группировки, премьер-министр объявил о переименовании системы IRNSS. Она получила название NavIC (Navigation Indian Constellation – индийское навигационное созвездие) и была «с гордостью посвящена индийскому народу».

Помимо космического, имеются наземный и пользовательский сегменты систе-

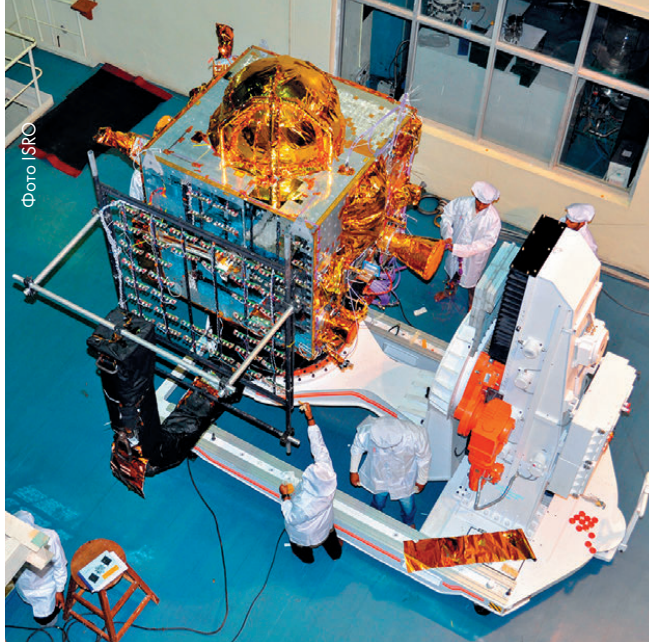


Фото ISRO

Орбитальная группировка спутников IRNSS

Аппарат	Дата запуска	РН	Тип орбиты	Параметры			
				I, °	Нр, км	На, км	Р, мин
IRNSS-1A	2 июля 2013 г. (НК №9, 2013)	PSLV-C22	Наклонная геосинхронная, центр «восьмерки» 55° в.д.	28.22	35701	35870	1436.04
IRNSS-1B	4 апреля 2014 г. (НК №9, 2013)	PSLV-C24	Наклонная геосинхронная, центр «восьмерки» 55° в.д.	29.79	35698	35872	1436.02
IRNSS-1C	16 октября 2014 г. (НК №9, 2013)	PSLV-C26	Квазигеостационарная, точка стояния 83° в.д.	3.79	35709	35862	1436.03
IRNSS-1D	28 марта 2015 г. (НК №9, 2013)	PSLV-C27	Наклонная геосинхронная, центр «восьмерки» 111.75° в.д.	29.78	35695	35877	1436.07
IRNSS-1E	20 января 2016 г. (НК №9, 2013)	PSLV-C31	Наклонная геосинхронная, центр «восьмерки» 111.75° в.д.	28.20	35702	35874	1436.17
IRNSS-1F	10 марта 2016 г. (НК №9, 2013)	PSLV-C32	Квазигеостационарная, точка стояния 34° в.д.	4.96	35695	35879	1436.11
IRNSS-1G	28 апреля 2016 г. (НК №9, 2013)	PSLV-C33	Квазигеостационарная, точка стояния 129.5° в.д.	5.04	35774	35799	1436.09

Примечание. Параметры орбит приведены на 25 мая 2016 г.

мы. Создается и внедряется ряд мобильных приложений, в том числе для персональной навигации. Управление аппаратами, определение дальности и орбит, контроль сигналов и текущего состояния навигационной системы на данный момент осуществляют 13 станций измерений дальности и мониторинга IRIMS (Indian Range and Integrity Monitoring Station), а также Центр точного времени сети IRNWT (IRNSS Network Timing Centre), навигационный центр INC (IRNSS Navigation Centre) и Центр управления спутниками SCF (Spacecraft Control Facility). В ближайшее время планируется ввести в строй еще две станции IRIMS, а также дублирующие центры IRNWT, INC и SCF.

Пользовательский сегмент включает в себя, в частности, специальные двухчастотные навигационные приемники для сигнала

IRNSS, совместимые с другими системами (GPS, ГЛОНАСС, Galileo) и поддерживающие возможность коррекции ионосферных искажений.

Навигационная система будет предоставлять два вида услуг: стандартный сервис SPS (Standard Positioning Service), доступный всему населению, и специальный RS (Restricted Service) для авторизованных пользователей. Оба сервиса работают в диапазонах L5 (1176.45 МГц) и S (2492.08 МГц). Навигационные сигналы S-диапазона транслируются через фазированную антенную решетку, что обеспечивает необходимый охват и уровень сигнала.

При полностью развернутой спутниковой группировке точность определения местоположения должна быть лучше 10 м над территорией Индии и границами с ней стран и около 20 м над Индийским океаном в радиусе 1500 км вокруг полуострова Индостан.

Основные задачи, для решения которых будет использоваться эта система, включают в себя:

- ◆ поддержка наземной, воздушной и морской навигации;
- ◆ ликвидация последствий

стихийных бедствий;

- ◆ отслеживание и управление транспортными потоками;
- ◆ интеграция с мобильными телефонами;
- ◆ определение точного времени;
- ◆ картографирование и предоставление геодезических данных;
- ◆ наземная навигационная помощь для туристов и путешественников;
- ◆ визуальная и голосовая навигация для водителей.

Разработку IRNSS индийские СМИ оценивают в 14.2 млрд рупий (211 млн \$, 13.9 млрд рублей по курсу на 25 мая 2016 г.). Эта сумма включает подготовку и запуск спутников, а также создание связанного с ними наземного сегмента.

По материалам ISRO



Фото ISRO

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

Полет экипажа МКС-47

Апрель 2016 года

ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

Экипаж МКС-47:

Командир – Тимоти Копра
Бортинженер-1 – Алексей Овчинин
Бортинженер-2 – Олег Скрипочка
Бортинженер-3 – Джеффри Уильямс
Бортинженер-4 – Юрий Маленченко
Бортинженер-6 – Тимоти Пик

В составе станции
на 01.04.2016:

ФГБ «Заря»
Node 1 Unity
СМ «Звезда»
LAB Destiny
ШО Quest
СО «Пирс»
Node 2 Harmony
АРМ Columbus
JPM Kibo
МИМ-2 «Поиск»
Node 3 Tranquility
Cupola
МИМ-1 «Рассвет»
РММ Leonardo
«Союз ТМА-19М»
«Союз ТМА-20М»
«Прогресс МС»
Cygnus (ОА-6)

Второй «Прогресс МС»

1 апреля Алексей Овчинин и Юрий Маленченко проконсультировались с подмосковным ЦУП-М по особенностям выполнения стыковки грузового корабля «Прогресс МС-02» со станцией. 2 апреля космонавты подготовили бортовые системы российского сегмента станции к прибытию грузовика и протестировали канал передачи телевизионной «картинки» через американские средства связи.

В 17:57:45 UTC «Прогресс МС-02» в автоматическом режиме причалил к агрегатному отсеку Служебного модуля «Звезда». После проверки герметичности в 21:11 были открыты переходные люки. Экипаж смонтировал быстросъемные винтовые зажимы на стык между МКС и кораблем и взял в грузовике пробы воздуха пробоотборником АК-1М. «Прогресс» законсервировали и проложили в него воздуховод. Затем началась разгрузка корабля: в первую очередь – срочных и американских грузов.

4 апреля космонавты почистили пылесосом приводы механизмов герметизации крышек люков агрегатного отсека модуля «Звезда» и «Прогресса МС-02». Печатная и

электронная бортовая документация была заменена на доставленную грузовиком.

7 апреля «Земля» проверила герметичность магистралей системы дозаправки и комбинированной двигательной установки «Прогресса МС-02». Через два дня были надуты и вскрыты баки системы дозаправки. 25 апреля ЦУП-М проверил герметичность магистралей заправочных устройств горючего грузовика. На следующий день баки низкого давления Функционально-грузового блока «Заря» были дозаправлены 174 кг горючего и 323 кг окислителя из баков системы дозаправки «Прогресса МС-02».

14 апреля атмосфера МКС была пополнена воздухом на 10 мм рт. ст. из баллонов второй секции средств подачи кислорода корабля «Прогресс МС». На следующий день экипаж попытался перекачать урину из трех станционных емкостей в опустевший второй водяной бак системы «Родник» «Прогресса МС», однако эту работу не удалось выполнить полностью из-за пониженной скорости перекачки. Повторная попытка 19 апреля прошла штатно.

21 апреля экипаж перекачал питьевую воду из первого бака системы «Родник»

«Прогресса МС-02» в четыре станционные емкости. 25 апреля в обратном направлении отправилась урина из четырех емкостей.

15 апреля космонавты перелили конденсат из двух американских емкостей CWC в три российские емкости с целью его дальнейшей переработки через блок перекачки в системе регенерации воды из конденсата атмосферной влаги CPB-K2M.

В этом месяце продолжились испытания модернизированных систем первого корабля новой серии «Прогресс МС». 14 апреля тестировалась передача в ЦУП-М телеметрической информации с малогабаритной бортовой информационно-телеметрической системы МБИТС-ТКМ грузовика через единую командно-телеметрическую систему на различных скоростях прямого и обратного каналов.

20 апреля испытывались телевизионные системы «Прогресса МС» (резервный комплект) и модуля «Звезда» в режиме межбортовой радиолинии. При этом данные с модуля выдавались и принимались на грузовике, а вот обратной реакции зафиксировано не было. Кроме того, в этот день не удалось получить телеметрию с «Прогресса МС» через спутник-ретранслятор «Луч-5В».

20 апреля также отличился и «Прогресс МС-02»: при задействовании основного комплекта системы МБИТС-ТКМ с корабля поступала необработанная телеметрия. Проблему решил переход на резервный комплект МБИТС-ТКМ. Выяснилось, что в системе неработоспособен основной комплект модуля сбора сообщений МСС-1.

27 апреля экипаж сменил блок преобразования сигналов на рабочем месте системы телеоператорного управления (ТОРУ) в модуле «Звезда». На следующий день без замечаний прошел тест ТОРУ.



Съемка районов посадки нового корабля

В апреле Алексей в рамках эксперимента «Сейсмопрогноз» (отработка методов мониторинга электромагнитных и плазменных предвестников землетрясений, чрезвычайных ситуаций и техногенных катастроф) регулярно архивировал информацию с жесткого диска модуля контроля и сбора данных одноименной аппаратуры, расположенной на внешней поверхности модуля «Звезда».

В интересах эксперимента «Визир» (исследование методов регистрации текущего положения и ориентации переносной научной аппаратуры пилотируемых космических комплексов) Алексей и Юрий вместе с Олегом Скрипочкой через иллюминатор №6 модуля «Звезда» проводили наблюдения и съемки при помощи ультразвуковой угломерной аппаратуры СКПФ-У: роуши в форме гитары в Аргентине, озера Иаканга, островов Сан-Паулу и Ньюфаундленд, канадской провинции Нью-Брансуик и городов Сакраменто, Реддинг и Медфорд.

21 апреля экипаж заснял интерьер и панельное пространство Малого исследовательского модуля «Рассвет» для оценки возможности размещения аппаратуры эксперимента «Визир». 26 и 29 апреля Скрипочка заменил программное обеспечение и выполнил калибровку и юстировку системы координатной привязки изображений с использованием инфракрасных датчиков СКП-И.

14 апреля в ходе эксперимента «Ураган» (наблюдение и фотосъемка Земли для выявления природных катаклизмов) Олег снимал вулкан Килиманджаро. Спустил две недели он отремонтировал видеоспектральную систему с использованием запасных частей, доставленных на «Прогрессе МС-02», и провел тестовую съемку.

25 апреля Маленченко в интересах эксперимента «Релаксация» (регистрация спектральной яркости поверхности Земли и атмосферы) с использованием спектральной ультрафиолетовой системы «Фиалка-МВ-Космос» наблюдал остров Виктория.

В этом месяце Алексей и Юрий начали новый эксперимент «Дубрава» – по мониторингу лесных экосистем. С помощью фото- и видеоспектральной системы, установленной на иллюминаторе №9 модуля «Звезда», снималось Теллермановское опытное лесничество в Воронежской области.

14–18 апреля космонавты фотографировали сухопутные районы посадки возвращаемого аппарата перспективного пилотируемого транспортного корабля «Федерация» – на территории России, Нидерландов и Великобритании. Правда, 15 апреля съемке помешала высокая облачность.

В период с 11 по 16 апреля в рамках эксперимента EarthKAM по запросам учащихся образовательных учреждений с использованием цифрового фотоаппарата Nikon D2X через иллюминатор модуля «Звезда» в автоматическом режиме снималась земная поверхность. Перед этим, чтобы съемка стала возможной, Алексей Овчинин установил и включил оборудование, заменил аккумуляторные батареи и объективы, выключил и уложил аппаратуру на хранение.

1 апреля Тимоти Пик заменил аккумуляторную батарею и жесткий диск в ноутбуке, отвечающем за управление расположенным снаружи станции магнитным спектрометром AMS-02. Затем он загрузил новое программное обеспечение (ПО) на жесткий диск.

6 апреля возникли проблемы с ПО аппаратуры Meteor для наблюдения метеорных потоков. На следующий день Джеффри Уилльямс попытался их решить, но безуспешно. Несмотря на это, он начал устанавливать аппаратуру на иллюминаторе Лабораторного модуля Destiny. Ученые надеялись, что первым объектом «Метеора» станет пик метеорного потока Лириды, приходящийся на 22 апреля. Однако сообщений об окончании монтажа аппаратуры и ее годности к наблюдениям не поступало.

Meteor предназначен для получения информации о физических и химических свойствах метеорных пылевых частиц: размер, плотность, химический состав. Изучение метеорной пыли предоставит данные о природе комет и астероидов, породивших эти метеорные потоки.

«Дракон» и «Лебедь» вместе на станции

В начале месяца на американском сегменте МКС готовились к приему корабля Dragon (полет SpX-8), главным грузом которого был надувной модуль BEAM в сложенном состоянии.

4 апреля хьюстонский ЦУП успешно проверил работу блока связи УКВ-диапазона CUCU и панели управления кораблем ССР. 6 апреля «Земля» протестировала мобильную систему обслуживания с дистанционным манипулятором SSRMS и перевела последний в положение для ловли «Дракона».

9 апреля в ходе автономного полета корабля Dragon сбойнул сервер новой командно-телеметрической системы МСС-21 в ЦУП-Х, из-за чего отсутствовала возможность выдачи команд на грузовик. Пришлось оперативно перейти на старую проверенную временем систему.

10 апреля в 11:22:48 UTC Пик захватил «Дракона» манипулятором SSRMS, после

чего наземные специалисты дистанционно подвели и в 13:57 присоединили корабль к нижнему порту Узлового модуля Harmony. Стяжка болтов закончилась в 14:47. После прихода «Дракона» масса станции возросла до 428 753 кг.

Впервые в истории на МКС одновременно находились грузовики Dragon и Cygnus – раньше им приходилось делить нижний порт модуля Harmony. Кроме того, опять-таки впервые в истории, на МКС одновременно пребывали шесть кораблей – четыре грузовых и два пилотируемых.

Во время ловли «Дракона» возникла проблема со слабой фиксацией натяжения механизмов в конце захвата-эффекторе манипулятора. Пришлось послать повторную команду на фиксацию.

11 апреля в 08:20 экипаж открыл люк в Dragon, взял в нем пробы воздуха с помощью пробозаборника АК-1М и затем проложил воздуховод. После этого началась разгрузка корабля, рассчитанная не на один день.

Параллельно астронавты продолжали разгрузочно-погрузочные работы на корабле Cygnus. Он хоть и прибыл на МКС раньше «Дракона», но покинет ее позже (14 июня против 11 мая).

12 апреля SSRMS шагнул с модуля Harmony на модуль Destiny для осмотра «кузова» корабля Dragon и находящегося в нем надувного модуля BEAM. На следующий день Джеффри установил видеокамеру CBCS на задний порт модуля Tranquility, куда предстояло пристыковать BEAM.

16 апреля специалисты ЦУП-Х с использованием манипулятора SSRMS в 06:15 вынули модуль BEAM из негерметичного отсека «Дракона» и в 09:36 установили его на модуль Tranquility. Предполагается, что BEAM пробудет на станции два года, а его надув намечается на 26 мая.

19 апреля «отличившийся» в январском выходе (и не только в нем) скафандр EMU №3011 (НК №3, 2016, с.10-11) подготовили к возврату на Землю в спускаемой капсуле «Дракона»: очистили контуры водяного охлаждения и упаковали.





◀ Юрий Маленченко и Джеффри Уилльямс открыли люк прибывшего «Дракона»

В тесте «Перемещение жидкостей» (исследование механизмов регуляции распределения жидких сред в организме и их влияния на изменения внутричерепного давления и функции зрительного анализатора в условиях длительного космического полета и отрицательного давления на нижнюю часть тела), помимо россиян, участвовал Джеффри Уилльямс. В рамках эксперимента 21 апреля после взятия проб воды из бортовой кухни Алексей принял радиоизотопный маркер. Затем дважды в этот день у него брали пробы крови, слюны и мочи.

27 апреля Овчинин исследовал строение глаз у Уилльямса с помощью оптической когерентной томографии и ультразвука. На следующий день они помогли друг другу определить давление церебральной и кохлеарной жидкостей, измерить внутричерепное давление неинвазивным методом, а также артериальное давление крови.

В интересах «Коррекции» (изучение эффективности фармакологической коррекции минерального обмена в условиях длительного воздействия микрогравитации) экипаж регистрировал количество принятой пищи, медицинских препаратов и жидкости после завтрака, обеда и ужина, а также брал пробы венозной крови, обрабатывая их в центрифуге «Плазма-03».

Еще в марте на корабле «Союз ТМА-20М» в рамках эксперимента БИМС был доставлен телемедицинский стоматологический комплект, в который вошли эндоскоп, чехол, штапель, салфетки и носитель информации. 19 и 22 апреля Овчинин и Скрипочка провели друг другу стоматологический осмотр.

Тем временем на американском сегменте станции 1 апреля в ходе эксперимента Sprint (оценка эффективности тренировок с высокой интенсивностью для компенсации потерь мышечной и костной ткани и изменений сердечно-сосудистой системы) Уилльямс выполнил упражнения на велозргометре CEVIS в модуле Destiny с измерени-

Прием у стоматолога

6 апреля Маленченко в интересах эксперимента «Матрешка-Р» (исследование радиационной обстановки на трассе полета и на борту МКС) инициализировал пузырьковые детекторы «бэбл-дозиметр» и разместил их на экспонирование в модулях «Пирс» и «Рассвет». Спустя неделю он собрал дозиметры и снял с них показания.

В эксперименте «Дан» (исследование взаимосвязи между изменениями давления в сонной артерии и изменением чувствительности центрального дыхательного механизма) россияне определяли друг у друга время задержки дыхания на выдохе и вдохе при нахождении в пневмовакуумном костюме «Чибис-М» со снятием электрокардиограммы и измерением артериального давления. Костюм также применялся в «Биокарде» (изучение механизма перестройки в электрофизиологии сердца при воздействии отрицательного давления на нижнюю часть тела в условиях длительной микрогравитации).

В ходе исследования «Пилот-Т» космонавты оценили надежность своей профессиональной деятельности в длительном космическом полете. В рамках «Контента» (дистанционный мониторинг психофизиологического состояния космонавтов, а также внутригруппового и межгруппового взаимодействия на основе количественного анализа по связи с ЦУП-М) они заполняли опросник «Социальная карта». Анкета также задействовалась во «Взаимодействии-2» (изучение закономерностей поведения экипажа в длительном космическом полете).

Во время «Кардиовектора» экипаж помогал ученым исследовать влияние факторов

космического полета на пространственное распределение энергии сердечных сокращений и роль правых и левых отделов сердца в приспособлении системы кровообращения к условиям длительной невесомости. Для измерений использовалась одноименная аппаратура и сфигноманометр «Тензоплюс».

Предметом «Удода» было изучение возможности коррекции гемодинамических изменений в невесомости с помощью отрицательного давления на вдохе, а «Альгометрии» – комплексное исследование изменений порога болевой чувствительности в длительном космическом полете.

В «Мотокарде» (исследование механизмов сенсомоторной координации в невесомости) задействовалась российская бегущая дорожка БД-2 в модуле «Звезда». В ходе «Космокарда» (изучение влияния факторов космического полета на электрофизиологические характеристики миокарда и на их связь с процессами вегетативной регуляции кровообращения) у космонавтов в течение суток записывалась ЭКГ и измерялось артериальное давление.

▼ Тим Пик и Алексей Овчинин закрашивают свои имена на эмблеме «Лиги нелетавших астронавтов»



Изменения в программе

В конце апреля по просьбе американской стороны для увеличения эффективности работы экипажа были внесены изменения в программу полета МКС. Во-первых, посадку пилотируемого корабля «Союз ТМА-19М» отложили с 5 на 18 июня. Во-вторых, запуск корабля «Союз МС» отодвинули с 21 на 24 июня. В третьих, как следствие, старт грузового корабля «Прогресс МС-03» был сдвинут с 4 на 7 июля. Таким образом, длительность непрямой ротации экипажей на станции сократилась с 16 до 6 суток.

ем потребляемого кислорода и снятием ЭКГ. 12 апреля он обновил программное обеспечение системы Ultrasound 2 для ультразвуковых обследований, а на следующий день помог Тимоти Копре сделать УЗИ бедра и голени для оценки изменения объема мышц.

4 апреля Пик подготовил оборудование европейского эксперимента MARES (исследование вопросов профилактики атрофии опорно-двигательных мышц в невесомости). На следующий день при тестировании он столкнулся с проблемами в ПО.

С 4 по 8 апреля Джеффри носил прибор Actiwatch и с 7 апреля в течение суток – электрокардиограф Холтера в рамках японского эксперимента Biological Rhythms по изучению суточных биоритмов.

В апреле Уильямс, Копра и Пик заполнили специальное приложение на планшетных компьютерах iPad для эксперимента Dose Tracker. В этом исследовании астронавты регистрируют все лекарства, которые они принимают на борту станции – с целью последующего определения их эффективности и возможных побочных эффектов в условиях космического полета.

11 апреля британец исследовал кожу в ходе европейского эксперимента Skin-B (изучение ускоренного старения кожи в невесомости). Он измерил уровень гидратации наружного слоя кожи, ее барьерную функцию и топографию.

В этом месяце астронавты регулярно выполняли интерактивные задания на планшете iPad в интересах эксперимента Fine Motor Skills (исследование адаптации мелкой моторики к условиям невесомости).

12 и 15 апреля Уильямс в ходе японского эксперимента Multi-Omics (оценка воздействия условий космического полета и пребиотиков в кишечнике на иммунную функцию астронавтов) брал образцы своей слюны и укладывал их в морозильник MELFI.

13–15 апреля два Тимоти измерили артериальное давление, проверили остроту зрения и сделали УЗИ глаз в рамках эксперимента Ocular Health (изучение причин ухудшения зрения во время длительных полетов в космосе).

15 апреля астронавты прошли компьютерные тесты по оценке когнитивных функций (эксперимент Cognition). 18 апреля они выполнили обследование для эксперимента IPVI по изучению влияния изменения внутричерепного давления в невесомости на зрение астронавтов.

22 апреля Пик начал десятидневную сессию европейского эксперимента Energy, призванного оценить энергетические затраты человека и необходимый объем еды во время космического полета. В течение этого периода он носил на руке специальный монитор, регулярно делал оценку потребления кислорода, брал пробы принимаемой питьевой воды и анализы.

18 апреля экипаж провел общую тренировку по оказанию первой медицинской помощи. 22 апреля астронавты выполнили тест на ноутбуке по эксперименту Neuromapping, оценивающему изменения в функционировании головного мозга в космическом полете. Задания делались в двух положениях: в пристегнутом состоянии и в свободном плавании.



Первый филиппинский «малыш» в полете

4 апреля Джеффри открыл внешний люк шлюзовой камеры японского Экспериментального модуля Kibo и выдвинул наружу стол, на который в конце марта был положен адаптер EFU с демонстрационным блоком маховика навигационной системы SIGI. При помощи японского дистанционного манипулятора JEM RMS наземные специалисты взяли адаптер с блоком и установили его на узел EFU №5 внешней платформы JEF. После этого Уильямс задвинул стол обратно в шлюз и закрыл внешний люк.

18 апреля астронавты поставили на стол многоцелевую экспериментальную платформу MPEP. 21 апреля на платформе смонтировали пусковой контейнер JSSOD-M1, внутри которого находился первый филиппинский микроспутник Diwata-1.

27 апреля экипаж открыл внешний люк шлюзовой камеры и выдвинул наружу стол с платформой MPEP. Наземные специалисты с помощью манипулятора JEM RMS с насадкой SFA взяли платформу и перевели ее в положение для запуска «малыша». 50-килограммовый Diwata-1 «выпорхнул» из контейнера JSSOD-M1 в 11:45 UTC. Затем платформа была возвращена на стол, стол задвинули в шлюз и люк закрыли.

К настоящему времени с использованием манипулятора JEM RMS запущены 107 спутников, в том числе 13 – из контейнеров JSSOD, 91 – из контейнеров NRCSO и три – с пусковой системы SSIKLOPS.

Между тем 18 апреля по командам с Земли канадский манипулятор SSRMS шагнул с модуля Destiny на мобильную базовую систему MBS, после чего транспортер вместе с MBS и SSRMS переместился по американской поперечной ферме из рабочей точки WS6 в точку WS2. В новой позиции камеры манипулятора помогли специалистам оценить достаточность зазора между узлом вращения SARJ на секциях S3/S4 фермы и правой тележкой CETA при движении транспортера в точку WS1.

20 апреля ЦУП-Х протестировал датчик момента/силы на концевом захвате-эффекторе плеча В манипулятора, и затем SSRMS экипировался ловкой насадкой Dextre. После этого была продолжена санкционированная в феврале отработка операций по замене буферных батарей в канале электропитания 1А и 3А на секции S4 (HK №4, 2016, с.13-14; №5, 2016, с.19).

Поначалу, как и в феврале, насадке Dextre не удалось взять инструмент ROST с помощью инструмента OTCM-1. 21 апреля «Земля» протестировала OTCM-1 и дистанционно осмотрела его с помощью видеокамеры. При этом два проверочных захвата воображаемой цели проходили нормально, а на третьем инструмент уходил в безопасный режим. У аналогичного OTCM-2 такого не наблюдалось.

Несмотря на это ЦУП-Х решил продолжить мучения с OTCM-1. И, как говорится, «кто не рискует, тот не пьет шампанского»: 23 апреля при пятой попытке OTCM-1 сумел взять ROST и вынуть его из держателя.

Теперь манипулятору с насадкой, управляемому наземными специалистами, предстояло на каждой буферной батарее канала электропитания 3А на секции S4: полностью выкрутить вторичные болты Н1, стронуть основные болты Н2 и снова завернуть Н2, но не слишком затягивать.

По итогам 25 апреля на двух батареях (3А1-1 и 3А2-2) проблем с болтами не возникло, а на двух других (3А2-1 и 3А1-2) не удалось выкрутить болты Н1, и поэтому к страгиванию болтов Н2 не приступали. Еще на двух батареях (3А3-1 и 3А3-2) получилось выкрутить Н1, но на страгивание Н2 отведенного времени не хватило. 26 апреля «Земля» рассчиталась с болтами батарей 3А2-1, 3А3-1 и 3А3-2, а вот болт Н1 на батарее 3А1-2 так и не удалось вывернуть.

28 апреля связка SSRMS и Dextre приступила к аналогичным действиям на батареях канала 1А. В результате без замечаний прошли операции с болтами на батареях 1А1-1, 1А2-1, 1А2-2, 1А3-1 и 1А3-2, хотя на батарее 1А2-2 пришлось дать максимальный крутящий момент для страгивания болта Н2. Батарее 1А1-2 было заранее решено не трогать из-за затруднительного доступа к болтам.

29 апреля ЦУП-Х должен был попробовать стронуть болт Н1 на батарее 3А1-2, но о результатах сего действия NASA не сообщило.

Станция маневрирует

13 апреля в 12:20:00 UTC с помощью восьми двигателей причаливания и ориентации корабля «Прогресс МС-02» была осуществлена коррекция орбиты МКС. Двигатели проработали 254 сек и выдали импульс на разгон величиной 0.5 м/с. При этом задействовалось топливо из первой секции комбинированной двигательной установки корабля. В резуль-

тате станция перешла на орбиту наклонением 51.62°, высотой 403.5×422.9 км и периодом обращения 92.59 мин.

Целью маневра было обеспечить баллистические условия для приземления «Союза ТМА-19М» 5 июня и запуска «Союза МС» 21 июня. Однако в конце апреля эти даты были изменены (см. «Изменения в программе» на с.??), поэтому баллистикам ЦУП-М пришлось поменять дальнейшую стратегию поддержания высотного профиля полета МКС.

Новоселье в мышинном домике

2 апреля в рамках эксперимента PCG (кристаллизация биологических макромолекул и получение биокристаллических пленок в условиях микрогравитации) россияне передали на американский сегмент доставленные «Прогрессом МС-02» две сумки-контейнера с 38 образцами монокристаллов белков, которые будут экспонироваться в стойке PCRF в модуле Kibo (НК № 5, 2016, с.27).

Еще две сумки-контейнера с белками привез «Дракон». 11 апреля Пик поместил их на месяц в морозильник FROST при температуре 4°C. Эти сумки планируется спустить на Землю тем же «Драконом» в мае. По задумке ученых, выращенные протеины поспособствуют разработке препаратов для лечения гриппа, болезни Альцгеймера, мышечной дистрофии и периодонтита.

Апрельский «Прогресс МС-02» также доставил на МКС образцы для следующих биотехнологических экспериментов:

- ◆ «Конъюгация» (разработка новых рекомбинантных штаммов-продуцентов, актуальных для медицины белков, с использованием техники бактериальной конъюгации и мобилизации плазмид);

- ◆ «Константа-2» (выявление наличия и характера влияния факторов космического полета на активность модельного ферментного препарата по отношению к специфическому субстрату);

- ◆ «Структура» (получение кристаллов протеинов с высокосовершенной кристаллической структурой);

- ◆ «Кальций» (изучение влияния микрогравитации на растворимость фосфатов кальция в воде);

- ◆ «Фаген» (определение влияния совокупного солнечного и галактического излучения на генетический аппарат бактериофагов в условиях космического полета).

1 апреля Уилльямс установил в инкубатор CBEF увлажнитель воздуха для подготовки к японскому эксперименту Cell Mechanosensing 3 по изучению явления мышечной атрофии в невесомости на клетках крыс и африканских когтистых лягушек. 11 апреля он поместил образцы в CBEF и установил флуоресцентный микроскоп в многоцелевую стойку малых полезных грузов MSFR для того, чтобы «Земля» могла дистанционно наблюдать за клетками.

12 апреля Джеффри вынул один из контейнеров с клетками и установил его в микроскоп. Назавтра последовали еще два контейнера, однако камера в микроскопе перестала передавать изображение. Оказалось, что мешает тепловая емкость, которая загорает свет и затеняет картинку. 18 апреля по окончании сессии эксперимента экипаж вынул контейнеры с клетками из инкубатора CBEF, а 29 апреля – карту памяти из стойки MSFR, а также снял и разобрал микроскоп.

10 апреля в европейском Лабораторном модуле Columbus Пик подготовил инкубатор Kubik к эксперименту Spheroids (исследование влияния микрогравитации на функции эндотелиальных клеток в образовании кровеносных сосудов, их быстром увеличении и апоптозе – запрограммированной смерти). 11 апреля он взял контейнеры с образцами из «Дракона» и поместил их в Kubik. В последующие два дня британец контролировал температуру и питание инкубатора, а 13 апреля уложил контейнеры в морозильник MELFI.

20 апреля в интересах эксперимента Plant Gravity Sensing-3 экипаж поместил емкость с семенами в MELFI. Задача исследования – изучение различий в росте растений при земной гравитации, имитируемой в цен-

трифуге, и в невесомости. 22 апреля семена были уложены в инкубатор CBEF.

5 апреля Скрипочка и Копра ознакомились с оборудованием эксперимента Rodent Research-3 (получение характеристик биологических и молекулярных процессов, связанных с регенерацией тканей у грызунов) и установили мышинный домик Habitat в стойке Express в модуле Destiny.

7 апреля Копра подготовил к эксперименту перчаточный бокс MSG, смонтировал в нем фильтры, крышки и платы. В День космонавтики два Тимоти перенесли грызунов из «Дракона» в домик Habitat. 13 апреля «Земля» обнаружила повышенную температуру (31°C вместо 27°C) в комнатах 1 и 3 домика и выключила в них внутреннее освещение и камеры – температура снизилась.

В последующие дни Скрипочка и Копра убирала комнату Habitat и пополняла их пищей и водой. 20 апреля оба Тимоти перенесли часть мышей в бокс MSG для взятия у них образцов тканей и затем вернули их обратно в домик.

Фотографии Гагарина из космоса

7 апреля Олег смонтировал в модуле «Поиск» аппаратуру эксперимента «Кулоновский кристалл» (изучение динамики системы заряженных частиц в магнитном поле в условиях микрогравитации). В последующие дни он устанавливал сменные контейнеры в блок электромагнита, управлял его работой и вел видеозапись поведения дисперсной среды в ампуле. 21 апреля аппаратура была демонтирована и уложена на хранение.

12–13 апреля в интересах эксперимента «О Гагарине из космоса» (пропаганда достижений отечественной космонавтики с борта МКС по системе радиоловительской связи) Юрий обеспечивал передачу с МКС на наземные приемные станции радиоловителей всего мира фотографий, посвященных жизни и деятельности Юрия Гагарина. 14–15 апреля Олег использовал радиоловительскую связь для передачи видео медленной развертки в рамках эксперимента «Интер-МАИ-75».

С праздником!

12 апреля, в День космонавтики, в ходе телемоста Президент России Владимир Путин пообщался с экипажем МКС.

Путин: Дорогие друзья, добрый день! Прежде всего хочу всех вас поздравить с праздником. В России отмечается День космонавтики. В то же время сегодня мы отмечаем юбилей первого полета человека в космос. Полет легендарный – полет Юрия Алексеевича Гагарина. Вы встречаете этот праздник на работе. Хочу пожелать вам успехов.

Маленченко: Спасибо большое, Владимир Владимирович, за поздравления. Для нас очень ответственно находиться на борту орбитальной станции, особенно в сегодняшний день. С удовлетворением наблюдаем, что весь опыт, который накоплен с полета Юрия Алексеевича Гагарина, сохранен и приумножен. Сегодня мы научились делать многое и успешно это выполняем в рамках международной программы МКС с нашими друзьями и партнерами. Сейчас передаю слово Тимоти Копре.

Копра: Добрый день! Поздравляю всех с праздником! Это историческое событие.

Путин: Хочу еще раз пожелать успеха тем, кто находится сейчас на орбите, работает



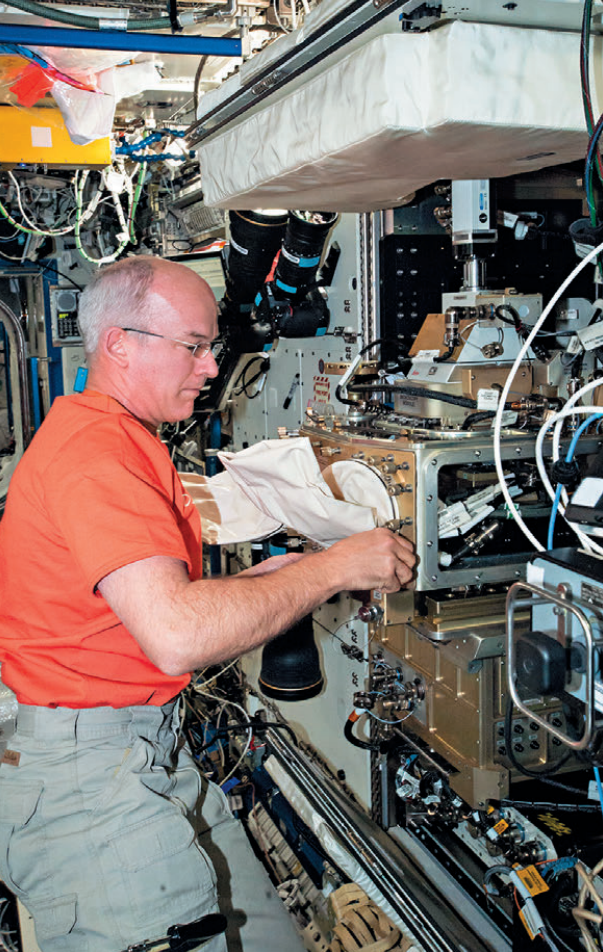
там. Хотел бы отметить в этой связи, что нам приятно, и мы придаем этому большое значение, что, несмотря ни на какие сложности, с которыми мы сталкиваемся на Земле, люди в космосе работают плечо к плечу, рука об руку, помогают друг другу, выполняют важнейшие задачи, которые стоят не только перед нашими странами, но и перед всем человечеством. И это очень важное направление нашего сотрудничества с США, собственно говоря, как и с другими странами.

Маленченко: Благодарны за внимание, которое уделяется космическим программам, очень рады нашему сотрудничеству. Уверены: все, что делается здесь, обязательно будет востребовано на Земле и принесет пользу всем людям на планете.

Путин: Мы будем за вас переживать, болеть и ждать вашего возвращения на родину. Всего самого доброго.

В этот же день космонавты поговорили с пресс-центром ТАСС. Скрипочка сказал, что будет следить за выступлениями сборной России летом на Чемпионате Европы по футболу во Франции: «Смотреть матчи Чемпионата Европы в прямом эфире на МКС не получится. Но мы постоянно получаем спортивные новости, максимум на следующий день, а порой и в тот же день. Так что за выступлением сборной России на Евро-2016 мы будем следить».

Овчинин сообщил, что экипаж станции отметит День космонавтики совместным ужином: «Мы надеемся, что вечером всем экипажем соберемся за праздничным ужином. Чего-то сверхъестественного на столе не будет – добавятся свежие фрукты и овощи, которые пришли на грузовом корабле. У нас есть дробленая брусника с сахаром. Очень хорошо с чаем идет».



▲ Настройку микроскопа LMM ведет Джеффри Уильямс

Исследуем деформацию корпуса модулей

В апреле Алексей регулярно контролировал показания установленной в модуле «Звезда» аппаратуры эксперимента «Отклик» (регистрация ударов метеороидных и техногенных частиц по внешним элементам конструкции станции с помощью пьезоэлектрических датчиков). А Олег в рамках эксперимента «Идентификация» (исследование динамики конструкции МКС при различных внешних силовых воздействиях с учетом изменения модульного состава станции) перезаписывал на лэптоп RSE-1 результаты измерений цифрового трехкомпонентного измерителя микроускорений ИМУ-Ц после различных динамических операций.

11 апреля Юрий в интересах эксперимента «Бар» (измерение параметров фоновой среды и проведение инспекции микросостояния поверхности модулей) измерял акустический фон анализатором ультразвука АУ-1 в режиме облета панелей интерьера в модуле «Звезда».

19 апреля Овчинин в ходе эксперимента «Среда-МКС» (изучение характеристик МКС как среды исследований) установил фотоаппараты на иллюминаторы №8 и №9 модуля «Звезда» для автоматического наблюдения на световом участке орбиты за деформацией корпусов модулей российского сегмента.

1 апреля Пик установил на аппаратуру эксперимента Strata-1 японский датчик измерения вибраций и ускорений SAMS-2. При попытке включить питание аппаратуры произошло ее отключение из-за перегрузки по току в канале питания стойки Express-8 в модуле Destiny. И только 28 апреля экипаж сумел начать эксперимент Strata-1, увеличив допустимый ток с 5 до 15 А. Цель эксперимента –

изучение свойств и поведения реголита на малых безатмосферных космических телах перед будущими пилотируемыми экспедициями к астероидам.

В течение месяца Копра и Пик снимали видео о своей ежедневной рутинной рабочей деятельности для эксперимента Habitability. Этот эксперимент поможет определить достаточный объем обитаемых модулей для длительных космических полетов.

4 апреля Копра смонтировал в перчаточном боксе MSG оборудованном итальянского эксперимента ARTE по изучению работы тепловых трубок нового типа в невесомости, которые предназначены для космических систем терморегулирования. 5 апреля он подготовил аппаратуру для эксперимента FLEX-2, исследующего горение капель топлива в невесомости.

13 апреля Уильямс провел вторую сессию эксперимента Gecko Gripper (изучение клейких устройств захвата, которые аналогичны лапам гекконов, для различных поверхностей на космических объектах).

18 апреля экипаж настроил микроскоп LMM для эксперимента Advanced Colloids по исследованию диффузионного переноса коллоидных частиц. 21 апреля началась новая сессия европейского эксперимента Magvector (исследование взаимодействия между

движущимся магнитным полем и электрическим проводником) с автоматической передачей данных специалистам на Землю.

29 апреля британец управляет ровером в Лондоне с помощью специального ПО на лэптопе в рамках европейского проекта METERON, моделирующего управление планетоходами с орбитальных пилотируемых кораблей.

Тестирование системы связи C2V2

1 апреля, как и двумя днями ранее, дважды в сутки космонавтам приходилось перезапускать блок размножения интерфейсов в модуле «Звезда» из-за потери связи с лэптопами и научной аппаратурой. Тем временем астронавты почистили впускной фильтр в переднем левом воздуховоде вентиляции в модуле Destiny. Дело в том, что за прошедший год скорость потока воздуха в нем снизилась с 0.06 до 0.02 м³/с.

1 апреля Копра выполнил очистку контуров водяного охлаждения выходных скафандров EMU №3005 и №3008 и модуля Quest. Он взял образцы воды из скафандров для спуска на Землю с целью анализа эффективности очистки.

1 апреля ЦУП-Х включил и протестировал два связанных блока единой системы связи и навигации C2V2, установленные в марте в модуле Destiny. Напомним, система C2V2 предназначена для обеспечения приращения пилотируемых и грузовых кораблей к американскому сегменту МКС. Тесты связанных блоков возобновились 25 апреля и продолжатся до 6 мая.

2 апреля в 19:20 UTC отключилась система кондиционирования воздуха СКВ-2 в модуле «Звезда» из-за срабатывания защи-

ты по току в блоке питания компрессорной установки. В предыдущий раз такое произошло совсем недавно – 23 марта. Как и тогда, СКВ-2 попросту включили снова. Еще раз защита по току сработала 23 апреля в 08:18.

4 апреля в 11:12 вырубился газоанализатор МСА в модуле Tranquility. Перезапустить его не удалось. Специалисты выяснили, что в газоанализаторе отказал блок управления данными, проработавший 15 (!) лет. 7 апреля экипаж сменил его на запасной. Правда, на следующий день не удалось откалибровать МСА, потому что оказалось, что нужно обновить коэффициенты в постоянном запоминающем устройстве.

4 апреля Юрий и два Тимоти примерили размещение в индивидуальных креслах-ложементах «Казбек-УМ» в спускаемом аппарате корабля «Союз ТМА-19М»: зазоры были в пределах нормы. Кроме того, Маленченко почистил от пыли сетку корабельного блока вентилятора и нагревателя.

6 апреля экипаж провел комплексную тренировку по действиям в аварийных ситу-



Предприятие «Российские космические системы» (РКС) разработало и изготовило технологический наноспутник THC-0 №2, который, как и его предшественник THC-0 №1 (НК №4, 2005, с.28; №5, 2005, с.21-23), планируется доставить на МКС грузовым кораблем «Прогресс» в первом квартале 2017 г. и запустить вручную во время российского выхода в открытый космос.

«Летный образец THC-0 №2 уже передан в РКК «Энергия», где проводится подготовка и оформление документации на космический эксперимент, – сообщил главный конструктор спутника Олег Панцырный. – В ближайшее время планируется обучение экипажа правилам работы с космическим аппаратом на борту МКС при подготовке его к запуску и при выходе в открытый космос».

Габариты THC-0 №2 составляют 200×650 мм, масса – 4.8 кг, расчетный срок активного существования спутника – три месяца.

Наноспутник предназначен для экспериментальной отработки в условиях космического полета новых технологий управления спутниками дистанционного зондирования Земли и применения миниатюрных бортовых устройств и приборов, в том числе новых оптических датчиков системы ориентации, разработанных в РКС. Аппаратура THC-0 №2 смонтирована на сотовой панели, образующей каркас. Связь с «малышом» и управление будут поддерживаться с помощью системы спутниковой связи Globalstar и дополнительного канала связи в УКВ-диапазоне.

По сравнению с предшественником THC-0 №2 отличается усовершенствованной конструкцией; питанием от солнечных и аккумуляторных батарей; расширенными функциями модернизированной бортовой вычислительной машины со снижением уровня ее энергопотребления при значительном увеличении вычислительных ресурсов.

Марафон на орбите

24 апреля Тимоти Пик принял участие в Лондонском марафоне: на бегущей дорожке Colbert в модуле Tranquility он пробежал 42 км за 03:35:21, параллельно наблюдая за прямой трансляцией мероприятия в столице Великобритании на планшете iPad. Результат оказался хуже показанного им на том же марафоне в 1999 г. (03:18:50). После марафона британец пошутил, что за это время МКС обогнала его на 100 тыс км.

Незадолго до забега Пик рассказал, что усиленно готовился к нему на станции, несколько раз пробежав половину марафонской дистанции. Это помогло ему привыкнуть к ремням, притягивающим астронавта к дорожке в невесомости, но натирающим плечи и поясницу.

В марафоне также участвовала команда специалистов ЕКА и Космического агентства Великобритании. В частности, в ее составе был врач и техник Джонатан Скотт из подразделения ЕКА в немецком Кельне, который под лозунгом «Разделим немного тяготы Тима Пика» пообещал пробежать марафонскую дистанцию в копии российского скафандра «Сокол-КВ-2». Хм...

Отметим, что Пик не был первым марафонцем в космосе. 16 апреля 2007 г. Сунита Уильямс заочно участвовала в Бостонском марафоне, преодолев 42 км за 4 час 23 мин.

ациях на МКС, отработав с использованием бортового тренажера сценарии пожара в рабочем отсеке модуля «Звезда» и разгерметизации в модуле Unity.

8 апреля россияне заменили по истечении ресурса датчики – сигнализаторы дыма ДС-7А в системе пожаробнаружения «Сигнал-ВМ» модуля «Звезда». Они также сменили неисправную сменную панель насосов во внутреннем гидравлическом контуре 2-1 системы терморегулирования модуля «Заря».

11 апреля была заменена емкость с консервантом и шланг в ассенизационно-санитарном устройстве модуля «Звезда»,

15 апреля – мочеприемник и фильтр-вставка. 17 апреля в 16:45 экипаж доложил о загорании транспаранта «Проверь разделитель» и, выполнив пункты бортовой документации, заставил его погаснуть. 22 апреля зажегся транспарант «Консервант некачественный» – и для снятия отказа космонавты опять воспользовались подсказками в бортовой документации.

11 апреля экипаж сменил ручные огнегасители ОКР-1 в модулях «Звезда» и «Рассвет». В этот день в 15:10 было зафиксировано отключение системы удаления углекислого газа «Воздух» вследствие отказа блоков вакуумных клапанов БВК-1 и БВК-3. Через некоторое время систему перезапустили.

12 апреля астронавты разбирались с причиной отсутствия поступления телевизионного сигнала высокой четкости с кодера в модуле Harmony. Они переподстыковали кабель данных между кодером и камкордером и перезапустили кодер – безуспешно. 18 апреля экипаж сменил видеокабель – и все заработало.

14 апреля астронавты проверили функционирование четырех новых анализаторов продуктов горения CSA-CP, доставленных на «Лебедь», и установили два из них в модулях Unity и «Звезда». В этот же день космонавты сменили отказавшую в марте центральную вычислительную машину в третьем канале бортовой вычислительной системы модуля «Звезда». Новую ЦВМ привезли на «Прогрессе МС-02».

15 апреля россияне занимались ремонтом бегущей дорожки БД-2 в модуле «Звезда»: заменили узлы поворотных роликов и шнур притяга и проверили натяжение приводного ремня главного двигателя и полотна дорожки. При этом было обнаружено некорректное перемещение каретки на передний упор. Замечание, правда, впоследствии самоустранилось.

15 апреля ЦУП-Х зафиксировал повышенную температуру в модуле Harmony и связал это с нагревом корпуса пристыкованного к нему корабля Dragon. 20 апреля при проведении разряда отключенной аккумуляторной батареи № 1 в системе электропитания модуля «Звезда», как и в марте, не сработал датчик предельного разряда. По рекомендации специалистов режим циклирования батареи был прерван.

21 апреля система NORS (НК № 1, 2016, с.9) была впервые использована для наддува атмосферы станции кислородом. В тот же день астронавты сменили воздушный клапан ASV 104 в системе удаления углекислого газа CDRA в модуле Destiny, который в январе–феврале по причине залипания не доходил до заданного положения.

22 апреля россияне заменили блок силовой коммутации БСК-2 в системе управления бортовой аппаратурой модуля «Звезда». 25 апреля они обработали элементы конструкции и корпуса модулей «Заря» и «Звезда» обеззараживающим препаратом «Фунгистат» для защиты от появления плесени и микробов.

26–28 апреля по истечении ресурса были заменены сменные элементы магистралей откачки конденсата в системе обеспечения теплового режима модуля «Звезда».

В конце месяца американская сторона занялась разделением межмодульной вентиляции между российским и американским сегментами. Это делалось для того, чтобы определить стабильные значения содержания углекислого газа в атмосфере обоих сегментов. В будущем NASA желает поддерживать в американском сегменте парциальное давление CO₂ на уровне ниже 3 мм рт. ст. с помощью только одной системы CDRA (либо в модуле Destiny, либо в модуле Tranquility) и без использования экспериментальной системы Amine Swingbed.



Оседлать баржу

8 апреля в 16:43:32 EDT (20:43:32 UTC) с комплекса SLC-40 Станции ВВС «Мыс Канаверал» стартовая команда компании Space Exploration Technologies Corporation (SpaceX) при содействии военнослужащих 45-го космического крыла ВВС США осуществила пуск FH Falcon 9 FT (Full Thrust) № F9-023 с автоматическим грузовым кораблем Dragon (миссия CRS SpX-8 – Commercial Resupply Services SpaceX-8).

Старт и полет носителя прошли штатно, примерно через 10 минут корабль отделился от последней ступени ракеты и вышел на околоземную орбиту с параметрами:

- наклонение – 51.66°;
- высота в перигее – 204.5 км;
- высота в апогее – 358.0 км;
- период обращения – 90.09 мин.

В каталоге Стратегического командования США корабль получил номер **41452** и международное обозначение **2016-024A**.

В данной миссии впервые удалось успешно посадить первую ступень ракеты на плавучую платформу ASDS (Autonomous spaceport drone ship) под названием Of Course I Still Love You («Конечно, я все еще люблю тебя»).

Подготовка, пуск и приземление

Миссия CRS-8 первоначально планировалась на сентябрь 2015 г. Вследствие аварии ракеты Falcon 9 v.1.1(R) в миссии CRS SpX-7 (HK №8, 2015, с. 12-19), причины которой необходимо было выяснить и устранить, пуск был отложен до ноября, перенесен на декабрь, а затем и на 2016 год. В середине января говорили, что старт состоится «не ранее 20 марта». Затем он был отложен на 8 апреля и состоялся в назначенный день.

Последние приготовления начались за сутки до планируемого старта. За это время стартовая бригада реализовала «уникальную возможность» корабля, которая позволяет «в последний момент» (в течение дня перед стартом) загрузить в Dragon часть специальных грузов. Таковыми в данной миссии стали эксперимент с 20 мышами для

исследования механизма потери костной и мышечной массы, свежие продукты питания для экипажа, а также важные образцы для биологических исследований.

Ракету вывезли на старт в день запуска в 09:00 по местному, после чего начался восьмичасовой обратный отсчет. В T-4 часа сотрудники полигона начали мониторинг стартового коридора с целью не допустить случайного захода в него каких-либо транспортных средств. К моменту T-3 часа люди покинули район старта, и дальнейшие операции, в первую очередь заправка, проводились полностью автоматически. Из-за использования переохлажденных компонентов ракетного топлива время заливки жидкостей в заохлажденные баки было максимально сжато, что сделало окончание предстартового отсчета богатым на события.

В T-38 мин прошел опрос стартовой команды на предмет готовности систем, включилась циклограмма заправки – и единое «готов» (GO) было сигналом к началу автоматизированной последовательности операций обратного отсчета. С T-35 мин начался кратковременный период быстрой заправки: в баки носителя было залито более 500 т жидкого кислорода (окислитель), охлажденного до -207°C, и керосина RP-1 (горючее), охлажденного до температуры -7°C. Поскольку плотность жидкого кислорода быстро уменьшается по мере разогрева окислителя, ракету необходимо пускать вскоре после того, как уровень компонентов в баках достигнет полетного значения – иначе невозможно сохранить рабочий запас топлива и избежать заметных изменений его температуры и плотности. Пока топливо быстро заполняло баки ракеты, Dragon перешел на бортовое питание и настроил свою систему управления полетом для старта.

Представители SpaceX подчеркивали, что при обратном отсчете не возникло никаких проблем и циклограмма перешла в завершающую фазу. Если у большинства ракет после заправки всех баков остается запас времени до старта в течение нескольких минут или даже часов, то у Falcon 9 FT все на-

оборот: быстрая заливка бака жидкого кислорода для достижения полетного уровня завершилась всего за две минуты до старта. Носитель был готов.

Прошла готовность заохлажденных двигателей, обе ступени переключились на бортовое питание. Введена была система аварийного прекращения полета FTS (Flight Termination System), дренаж закрыт и баки наддуты. Бортовой компьютер взял под свой контроль операции по пуску в момент T-1 мин. Команда «зажигание» поступила за три секунды до T=0.

Ракета взлетела ровно в 20:43:32 UTC – в тот момент, когда вращение Земли расположило мыс Канаверал в плоскости орбиты космической станции. Под действием 776 тс стартовой тяги Falcon 9 поднимался строго вертикально в течение первых 15 секунд полета, а затем начал отработывать программу изменения тангажа и крена. Носитель прошел зону максимального скоростного напора в T+71 сек. Телеметрия подтвердила хорошее состояние систем. Баржа «Of Course I Still Love You», расположенная в 300 км от места старта, стала получать сигналы с ракеты примерно на 80-й секунде полета.

В момент T+2 мин началось плавное дросселирование всех девяти двигателей Merlin 1D первой ступени для ограничения продольных перегрузок. Двигательная установка ступени выключилась в T+159 сек – когда носитель поднялся на высоту 68 км и разогнался до скорости, соответствующей числу M=5.45. Спустя 4 секунды четыре пневмоторката разделяли ступени ракеты. Двигатель Merlin Vacuum (MVAC) второй ступени включился в T+161 сек, развивая пусковую тягу до 95 тс.

Основной заявленной целью миссии было выведение на орбиту корабля Dragon. Между тем, как обычно бывает во время полета, в котором намечается спасти первую ступень, основное внимание публики и специалистов было приковано именно к этому процессу. Оставим же пока вторую ступень, продолжавшую разгонять полезную нагрузку, и обратим внимание на отработавший «бустер».



Энергетика первой ступени в данном полете вполне допускала приземление в «Посадочной зоне № 1» (Landing Zone 1) на станции ВВС «Мыс Канаверал», но в SpaceX решили сделать еще одну – пятую по счету – попытку посадить изделие на корабль-дрон. Такое упорство объясняется просто: посадка ступени в море в значительно меньшей степени снижает полезную нагрузку ракеты, нежели возвращение в район космодрома – двигателям не нужно разворачивать на 180° уже немалый вектор скорости. Особенно актуален этот способ будет для перспективного супертяга Falcon Heavy, чей центральный блок улетает от места старта гораздо дальше, чем боковые ускорители.

Беспилотное судно «Of Course I Still Love You» прошло ремонт после мартовской встречи со ступенью в миссии SES-9. Тогда ракета, на борту которой оставалось слишком мало топлива для всех положенных маневров торможения, не смогла погасить всю свою вертикальную скорость. Удар был силен и сопровождался взрывом: ступень пробила отверстие в стальной палубе (НК № 5, 2016, с. 32-33).

В этот раз остаток топлива был гораздо больше. Три двигателя первой ступени успешно запустились повторно в T+260 сек, выполнив маневр back burn продолжительностью 38 секунд для уменьшения дальности полета, а в T+418 сек включились вновь, чтобы замедлить вход в атмосферу для снижения аэродинамических и тепловых нагрузок. Включение продолжалось около 24 секунд и обеспечило попадание в район расположения судна-дрона.

При возвращении в атмосферу ступень развернула четыре решетчатых руля (каждый имеет две степени свободы и позволяет обеспечить управление аппаратом по трем осям при снижении в атмосфере со все возрастающей плотностью), вносящих большой вклад в достижение требуемой точности посадки.

В результате аэродинамического торможения в верхних слоях атмосферы скорость движения ступени замедлилась до величины чуть меньше звуковой. В T+485 сек включился один центральный ракетный двигатель, который окончательно затормозил и при глубоком дросселировании и отклонении в карданном подвесе направил ракетную ступень в центр характерного логотипа SpaceX, нарисованного на палубе корабля-дрона. Раскрытие посадочных опор было подтверждено контуром голосового управления Launch Team Voice Loop и бортовым видео в реальном масштабе времени из посадочной зоны.

Первая ступень по дуге снижалась к посадочной барже и быстро тормозилась за счет работы двигателя. «Ноги» зафиксировались на месте всего за несколько секунд до касания. Несколько напряженных мгновений прошли в ожидании: устоит ли огромная ракета в вертикальном положении? «"Of Course I Still Love You", мы имеем Falcon 9 на борту!» – сообщила стартовая команда. Все дружно выдохнули, а специалисты на катерах направились

в сторону баржи, чтобы «немедленно начать операции по дезактивации» и закреплению ступени после посадки. Трудно передать ликование, с которым было встречено это сообщение! Мечта научных фантастов, столь ярко представленная в советском фильме «Небо зовет» 1959 года, осуществилась: впервые в мире ступень орбитального носителя совершила мягкую посадку на судно!

Это было уже второе успешное приземление ступени SpaceX после знаменательной посадки на сушу во время миссии OG2 в декабре 2015 г. (НК № 2, 2016, с. 58-66). Специалисты планируют провести детальную инспекцию изделия после возвращения в порт и выполнить некоторое количество огневых стендовых испытаний (ОСИ) перед повторным полетом, который намечен на июнь.

Пока первая ступень садилась на судно-дрон, вторая заканчивала свою работу, выводя в режиме терминального наведения Dragon на заданную орбиту. Выключение двигателя MVAC было подтверждено в T+595 сек, а отделение корабля произошло в T+639 сек. После отделения колебания конструкции были быстро успокоены, и Dragon сбросил обтекатели панелей солнечных батарей, развернув «крылья» примерно в T+12 мин. Камеры, установленные на его борту, подтвердили, что обе панели полностью раскрылись, и Центр управления полетами (ЦУП) компании SpaceX в Хоторне взял миссию под свой контроль. Успех стал полным, когда вторая ступень выдала на остатках топлива второй импульс и сошла с орбиты.

NASA поздравило компанию SpaceX и ее главу Элона Маска. «Вот так надо приземлять и отправлять Dragon на МКС!» – говорится в твиттере агентства.

Перспективы

По горячим следам состоялась послепусковая пресс-конференция. В ней участвовали менеджер программы МКС из Космического центра имени Джонсона Кирк Шизрман, руководитель и главный конструктор SpaceX Элон Маск (Elon R. Musk) и вице-президент SpaceX по надежности Ханс Кёнигсманн (Hans Koenigsmann). Они ответили на многочисленные вопросы журналистов и сообщили немало интересной информации о планах и перспективах компании.

«Сегодня прекрасный день!.. Мы стали свидетелями великолепного [пуска]. Я имел удовольствие быть в ЦУПе компании SpaceX и могу сказать: ребята, а вместе с ними и я, были восхищены... После запуска я говорил по телефону с Хьюстоном, и там тоже все были очень рады. Мы очень довольны, что наш груз на Dragon достиг орбиты. Все параметры в норме, и МКС готова принять груз... Передаю слово нашим коллегам из SpaceX», – заявил в начале мероприятия Кирк Шизрман.

Элон Маск рассказал о значении выполненной миссии: «Необычное заключалось в том, что ракета приземлилась – вместо того, чтобы пробить дыру в корабле или опрокинуться, поэтому мы очень рады этому. Почему это важно? Потому что около половины наших миссий должны приземляться в океан. Все полеты на геостационарную орбиту или с достижением второй космической ско-



рости, скорее всего, потребуют посадки на корабль».

Ханс Кёнигсманн коротко объявил о нормальной работе систем корабля Dragon, после чего посыпались вопросы прессы. Относительно повторного использования только что приземлившейся ступени ответил Элон Маск: «Думаю, это вполне вероятно. После возвращения ступени в порт мы выполним серию тестовых прожигов. Надеемся сделать это здесь, на побережье, вместо того, чтобы везти ступень в Техас, а потом обратно. Наш план прожечь ее 10 раз подряд на земле. Если все пойдет хорошо, она [вновь] получит сертификат летной годности. Мы надеемся запустить ступень в орбитальную миссию скоро, через месяц-два... в июне».

Журналисты тут же поинтересовались: ожидаемый второй полет ступени будет выполнен в составе испытательного носителя или под конкретный заказ? «Мы полагаем, что [на запуск с повторным использованием ступени] заказчик найдется, мы ведем переговоры».

Затем главный конструктор фирмы ответил на вопрос о значении первой успешной посадки на судно-дрон: «Мы собирались вчера и делали ставки на удачную посадку. Они были 2:1. Мы были почти уверены, что эта миссия сработает. Но, конечно, всегда есть шанс неудачи. У нас подход такой, что всегда надо знать причину [аварии]. Мы зна-

ли, что предыдущие причины были устранены, и если бы запуск оказался неудачен, то в этом были бы виноваты новые, неизвестные пока причины. Правда, я должен заметить, что причин может быть много. Надо сказать, это был прекрасный день. По-прежнему садиться на корабль очень сложно. На видео это выглядит гладко, а на самом деле мишень очень маленькая, и она двигается, крутится, наклоняется. Маленькая точка и все время лавирует... Я думаю, это большое достижение – еще один шаг в сторону Марса. Чтобы открыть доступ к Марсу, нам нужна полная и быстрая многоэтапность. После того, как мы сделаем это для первой ступени, думаю, это окажет большое влияние на цену. Потребуется несколько лет, чтобы многократность применения стала легкой и эффективной. Впрочем, фактически уже доказано, что это может работать. Возможно, конечно, несколько неудач в будущем, но мы это все сгладим, сделаем рутинной. В будущем мы хотим, [чтобы ступень требовалось] привезти, помыть, заправить и запустить!»

Говоря о судьбе ступени ракеты F9-021, успешно приземлившейся на сушу в прошедшем декабре, глава SpaceX сказал: «В течение



следующих месяцев мы поставим ее перед входом в наш офис. Он находится недалеко от аэропорта, и, чтобы поставить ступень как памятник, нам нужно разрешение властей* – это будет самый высокий объект в округе».

Один из журналистов спросил о допустимом крене баржи при посадке, а также о пла-

нируемом темпе запусков. «Это раньше была баржа, но мы добавили двигатели, системы управления, все-таки корректнее называть ASDS кораблем**... – ответил Элон Маск. – Сегодня наклон был 2–3°, очень неплохо. Максимум мы можем легко удвоить это значение, может быть, и утроить. Поэтому, думаю, лимит 8–9°. Кроме того, сегодня была вертикальная качка, когда корабль ходит вверх и вниз. В общем это непросто, примерно как посадка на авианосец вместо аэродрома. Кстати, оба объекта целятся в абсолютную позицию. Корабль целится по GPS с точностью около одного метра, и там четыре мотора, каждый может вращаться на 360°, и они постоянно работают, чтобы удерживать точку. По поводу темпа запусков – да, он будет расти, и команда наша будет расти на треть или на четверть. И тогда мы сможем пускать ракеты каждые две-три недели».

Глава SpaceX уточнил и способ фиксации севшей ступени на палубе судна-дрона: «Потенциально там дуют сильные ветра, и много чего еще может произойти. У нас есть стальные башмаки, которые мы привариваем к палубе».

Прозвучал и такой вопрос: почему, судя по кадрам трансляции, ступень была наклонена при посадке? Причиной этого Маск назвал сильный ветер скоростью около 80 км/ч.

Представителей СМИ интересовало: часто ли будут выполняться посадки на сушу и когда состоится следующая? «Мы ожидаем, что 50% будет на землю и 50% на воду, – пояснил Маск. – Мы проводим небольшие изменения (в доли процента), которые помогают достичь профиля полета, требуемого для возвращения на землю. Со временем мы надеемся, что океанские посадки уменьшатся с половины до трети или четверти. Конечно, намного легче запустить повторно ракету, которая садилась на землю. Следующая посадка на землю планируется через три месяца. Перед ней и после нее – в океане, поскольку это будут высокоскоростные геостационарные миссии. Это будут очень сложные посадки, потому что летим очень высоко. Проблемы



* Имеется в виду Федеральная авиационная администрация FAA (Federal Aviation Administration).

** Наверное, все-таки судном. Автору нравится следующее определение, найденное на просторах Интернета: «Все плавательные средства строятся для определенной цели. Судно – это плавсредство, сооруженное человеческими руками и предназначенное для мореплавания. Корабль – частный случай судна, предназначенный только для военного мореплавания. Он определяется наличием внешних знаков (флагов, бортовых номеров), находится под командованием военного офицера и имеет экипаж, который подчиняется воинской дисциплине».

с высокоскоростными посадками – это не только скорость, но и большой нагрев... Кинетическая энергия растет как квадрат скорости, а нагрев – как куб скорости. Ракета будет пытаться расплавиться».

Комментируя вопрос кратности использования матчасти, Маск сказал: «Некоторые аспекты ступени не имеют влияния на количество запусков. Наверное, можно делать тысячу миссий. Почти вся [матчасть] ступени будет работать отлично в течение 20 миссий, а с небольшим ремонтом можно достичь и ста полетов!»

Маск также сообщил о намерении спасти довольно дорогой – несколько миллионов долларов – композитный головной обтекатель. Предполагается, что его створки будут тормозиться парашютами, а затем они будут подхватываться и сажаться вертолетами.

Далее последовал рассказ о некоторых подробностях сверхтяжелого носителя Falcon Heavy: «Есть большой «вау-эффект» (hype) от этой ракеты. Наверное, мы должны были назвать ее Falcon-27, поскольку она имеет много двигателей, работающих одновременно, и в три раза больше событий разделения. При этом возможности по выведению полезных грузов потрясающие. Большой потенциал, особенно насчет высокоорбитальных и геостационарных спутников, которые сейчас может запускать только Ariane 5, если это очень тяжелый спутник. Так что это будет очень важная миссия, показывающая, что мы можем запускать самые большие спутники в мире. Если Falcon Heavy успешно достигнет орбиты, это будет самая мощная ракета после шаттла и «Сатурна-5», а также самый грузоподъемный современный носитель – до того, как начнет летать SLS».

Рассказывая о перспективах пилотируемых полетов, глава SpaceX предположил, что «первые тесты с космонавтами на борту, скорее всего, пройдут в следующем году... Мы почти закончили Dragon 2 и предложим автоматический полет, а потом миссию с астронавтами. Мы будем очень осторожны: надо убедиться, что все вещи настолько безопасны, насколько могут быть... Еще надо сказать, что в SpaceX работают пять тысяч сотрудников и они все действительно работают!»

Не менее интересным был ответ Маска о перспективах колонизации Марса. Как известно, компания работает над проектом гигантской ракеты BFR (НК №10, 2014, с.38-39). «Пока еще рано говорить об этом. Я буду выступать на Международном астрономическом конгрессе в Мексике в этом году и там опишу, что будет правильными шагами к достижению Марса. Это будет звучать речью сумасшедшего, но по крайней мере будет весело!» – обещал он.

Вслед за успехом техническим Falcon 9 достиг и нового коммерческого. 28 апреля 2016 г. SpaceX выиграла контракт стоимостью 82.7 млн \$ на запуск навигационного спутника GPS Block III-02 в мае 2018 г. Это первый контракт, который выдан SpaceX на запуск значимой военной полезной нагрузки. Он заканчивает десятилетнюю монополию, которую занимал пусковой провайдер ULA (United Launch Alliance) в бизнесе запусков в интересах национальной обороны и безопасности.

Выдача контракта не стала неожиданностью, поскольку фирма SpaceX была единственным участником торгов: второй сертифицированный поставщик пусковых

Dragon собирается на Марс

BBC США сообщили о контракте на запуск GPS всего через несколько часов после того, как 27 апреля SpaceX впервые заявила амбициозную миссию Red Dragon с целью отправить беспилотный корабль Dragon 2 на Марс. Пуск планируется на ракете Falcon Heavy уже в 2018 г. с целью осуществления посадки на Красной планете.

По замыслу Маска это полет послужит отработке систем посадки тяжелых полезных грузов, непосредственно поддерживающих проекты пилотируемых полетов на Марс, разрабатываемых SpaceX и NASA. В свою очередь агентство заявило, что готово оказать компании техническую помощь и обеспечить перелет услугами по связи и навигации в обмен на фактические данные о входе в атмосферу Марса, спуске и посадке. Кроме того, NASA намерено разместить научную аппаратуру внутри корабля. Соответствующее соглашение между сторонами уже подписано.

услуг (ULA) от участия в конкурсе отказался. Ожидалось, что к тому времени не окажется доступных ракет Atlas V из-за ограничений, введенных Конгрессом на использование построенных в России двигателей РД-180 для запуска полезных грузов национальной безопасности. ULA также отметил, что до сих пор не имеет методов учета, указанных в документах на поставку, которые BBC выпустили еще в сентябре 2015 г.

Запрет на использование РД-180 в военных миссиях был снят в декабре, и ULA сможет участвовать в будущих контрактах на запуск GPS и других аппаратов. Другим фактором для альянса была озабоченность, связанная с методами закупок BBC, указанными



в контракте на GPS Block III, когда заказчик отдает приоритет цене средства выведения, пренебрегая такими факторами, как четкость соблюдения графика, надежность и уже достигнутые в прошлом характеристики, – атрибуты, по которым ракеты Atlas V имеют преимущества.

«Этот контракт стал наградой, позволяющей достигнуть баланса между успехом миссии, удовлетворением оперативных потребностей, снижением затрат на запуск и введением конкуренции для космических миссий в интересах национальной безопасности», – полагает генерал-лейтенант Сэмюел Гривз, руководитель Центра космических и ракетных систем ВВС.

Вместе с тем есть и другая точка зрения по поводу данного контракта: ценник на Falcon 9 значительно ниже, чем стоимость пуска ракет Atlas V и Delta IV (НК № 4, 2016,

с. 54). В августе 2012 г. SpaceX подала заявку на выведение трех спутников GPS Block III по цене 79.9 млн \$ за пуск, чтобы закрепиться на рынке запусков в области национальной безопасности, но ракета Falcon 9 не была в то время сертифицирована для полетов наряду с носителями EELV, и предложение было отклонено. Окончательная сертификация была завершена в мае 2015 г., что позволило SpaceX конкурировать за подобные запуски.

Руководство SpaceX ранее отмечало, что требования ВВС США добавили около 30% к общей стоимости ракеты Falcon 9 по сравнению с вариантом для выведения коммерческих спутников. Контракт с фиксированной ценой 82.7 млн \$ за миссию GPS Block III-02 включает в себя производство носителя Falcon 9, интеграцию с полезной нагрузкой, операции по старту и сертификацию.

Миссия GPS Block III-02 – первый из девяти запусков полезных грузов среднего класса для ВВС, которые будут выставлены на торги до конца 2018 г. Шесть штук предназначены для GPS Block III: в них ULA и SpaceX, вероятно, будут конкурировать в открытую. Тендер на следующую миссию – GPS Block III-03 – состоится в конце весны 2016 г.

Контракт на запуск первого спутника GPS Block III (по плану май 2017 г.) на борту ракеты Delta IV был получен ULA как часть «блочной» закупки носителей. Спутники типа IIIA производятся Lockheed Martin в рамках контракта стоимостью 1.4 млрд \$, охватывающего разработку аппаратов следующего поколения и изготовление первых восьми GPS Block III. Еще два спутника, как ожидается, будут заказаны компании Lockheed Martin до конца года.

Ю. Журавин.
«Новости космонавтики»

Надувной BEAM Грузы SpaceX CRS-8

В миссии CRS SpX-8 Dragon доставил на МКС грузы, необходимые для обеспечения работы 47-й и 48-й экспедиций. Суммарная масса грузов, доставляемых в спускаемом аппарате и негерметичном грузовом отсеке корабля, оказалась рекордной – 3136 кг (табл. 1). До сих пор максимальный результат был показан в декабре 2014 г. – 2889 кг. Теперь в миссии SpX-8 полезная нагрузка приблизилась к объявленному SpaceX теоретически возможному 3310 кг.

Примечательной особенностью миссии SpX-8 стало превалирование научной аппаратуры: ее масса была самой большой в номенклатуре доставленных в спускаемом аппарате Dragon грузов (табл. 2). Видимо, основную часть грузов для экипажа и служебных систем станции доставил Cygnus (миссия OA-6), пришедший на МКС двумя неделями раньше.

Среди грузов для экипажа не обошлось без свежих продуктов и других вкусностей,

загруженных в корабль в числе последних грузов за сутки до старта. Среди оборудования для служебных систем американского сегмента МКС Dragon доставил многоотрадную **сборку баллонов RTA** (Recharge Tank Assembly) с кислородом и азотом для системы перезарядки кислородом и азотом NORS (Nitrogen/Oxygen Recharge System). Два комплекта RTA с кислородом были утрачены во время аварий кораблей Cygnus Orb-3 в октябре 2014 г. и Dragon SpX-7 в июне 2015 г. Система NORS пришла на замену аналогичной системе доставки сжатых газов европейского грузового корабля ATV. В составе NORS используются баллоны диаметром 530 мм, в которых перевозится азот или кислород под давлением 400 атм. Сборка

RTA имеет форму куба с ребром 0.9 м, массу – 109 кг.

Кроме того, на Dragon была значительная (по сравнению с предыдущими миссиями его и Cygnus) доля компьютерного оборудования – аж 108 кг. Это обусловлено тем, что в корабль загрузили **30 ноутбук**ов

Табл. 1. Полеты кораблей Dragon

Дата старта	Полет	Масса доставленных на МКС грузов в СА, кг *	Масса доставленных грузов в негерметичном отсеке, кг	Общая масса грузов, кг	Масса возвращенных на Землю грузов в СА, кг *
Максимально возможная нагрузка					
22.05.2012	SpaceX C2+	520	0	520	660
08.10.2012	SpaceX CRS-1	454	0	454	905
01.03.2013	SpaceX CRS-2	677	372	1049	1370
18.04.2014	SpaceX CRS-3	2118	600	2718	1563
21.09.2014	SpaceX CRS-4	1626	589	2215	1486
16.12.2014	SpaceX CRS-5	2395	494	2889	1662
13.04.2015	SpaceX CRS-6	2015	0	2015	1317
28.06.2015**	SpaceX CRS-7	1952	526	2478	675***
08.04.2016	SpaceX CRS-8	1723	1413	3136	1590

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

Табл. 2. Номенклатура грузов в миссии SpaceX CRS-8	
Тип грузов	Масса, кг
Грузы в спускаемом аппарате	
Оборудование и материалы для научных исследований	640
Грузы для экипажа	547
Оборудование для служебных систем американского сегмента МКС	306
Оборудование для работ в открытом космосе	12
Электронное и компьютерное оборудование, фото- и видеоаппаратура	108
Оборудование для российского сегмента МКС	33
Итого герметичные грузы (без массы упаковки)	1646
Масса упаковки для герметичных грузов	77
Итого герметичные грузы (с массой упаковки)	1723
Грузы в негерметичном грузовом отсеке	
Грузы в негерметичном грузовом отсеке	1413
Всего в миссии SpaceX CRS-8 (с массой упаковки)	3136

HP ZBook 15 Mobile Workstations. Примерно каждые шесть лет на МКС обновляются персональные компьютеры. Пришло время заменить используемые сейчас ноутбуки Lenovo на новые. Им на замену NASA и выбрало модель HP ZBook 15 Mobile Workstations. Планируется провести замену всех ноутбуков в течение 2016 г.

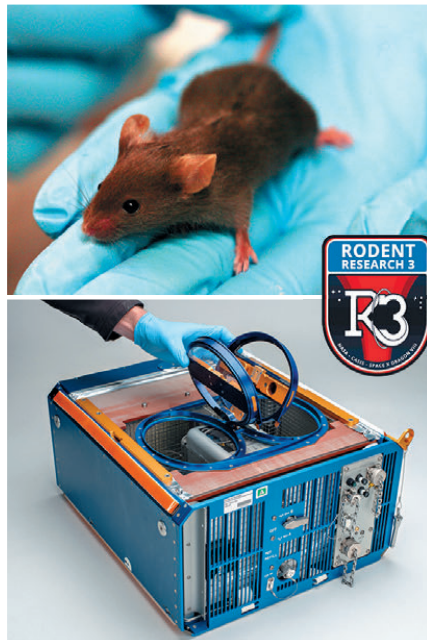
На место извлеченного из спускаемого аппарата груза предполагается разместить более 1590 кг (по другим данным – 1850 кг) результатов экспериментов, использованного или неисправного оборудования, личных посылок от членов экипажа, ненужных на борту вещей и мусора. В частности, Dragon должен привезти образцы крови и мочи, собранные астронавтом Скоттом Келли во время его 11-месячного полета на МКС. Планируется, что CA Dragon вернется на Землю 11 мая.

Наука «Дракона»

В миссии CRS-8 на станции были доставлены несколько установок для новых экспериментов. В двойной холодной сумке DCB (Double Cold Bag) на МКС прибыл биореактор **CASIS PCG 4-1** (Protein Crystal Growth – 4-1). Установка предназначена для выращивания кристаллов мембранного белка совместно с определенными медикаментами для дальнейшего изучения его трехмерной структуры. Эксперимент подготовлен Центром содействия развитию космической науки CASIS (Center for the Advancement of Science in Space). После доставки на МКС биореактор CASIS PCG-4 был установлен в стойке-инкубаторе MERLIN, которая обеспечила необходимую температуру +4°C. Эксперимент рассчитан на срок от 21 до 30 суток, за которые должны сформироваться достаточно крупные кристаллы белка. На том же Dragon'e при температуре от +2 до +10°C их возвратят на Землю для исследований. Полученные кристаллы используют для точного определения структуры белка и разработки более эффективных методов их производства и хранения. Это пригодится при производстве новых, более эффективных лекарств.

На «Драконе» в клетке для транспортировки животных AEM-T (Animal Enclosure Module-Transporter) находились 20 самок черных мышей линии C57BL. Они предназначены для эксперимента **Rodent Research-3–Eli Lilly**, подготовленного NASA при финансовой поддержке фармацевтической компании Eli Lilly & Co. и центра CASIS. На станции мышей перенесли в клетку для содержания животных в космосе AEM-X (Animal Enclosure Module-Extra), стоящую

в научной стойке Express. Эксперименты по программе Rodent Habitat посвящены изучению влияния на грызунов факторов космического полета. Это уже третий мышиный «экипаж» на МКС: первые 20 грызунов стартовали на Dragon CRS-4 в сентябре 2014 г., еще два десятка – на Dragon CRS-6 в апреле 2015 г. Очередная партия мышей, как и две предыдущие, в полном составе примет смерть во имя науки. Через определенные промежутки времени мыши будут переводиться в стойку с перчаточным ящиком MSG (Microgravity Sciences Glovebox)



и получать смертельную инъекцию, после чего астронавты проведут их диссекцию для извлечения мышечных тканей. Часть полученных образцов будет заморожена в морозильнике MELFI, часть зафиксирована в консервирующем растворе и останется при нормальной температуре. Затем образцы возвратят на Землю для лабораторных исследований. Эксперимент позволит оценить возможность использования антител в виде миостатины (белок, который подавляет рост и дифференцировку мышечной ткани) для предотвращения атрофии скелетных мышц в длительном космическом полете.

Для эксперимента **Microchannel Diffusion** (изучение микроканальной диффузии) в области нанофлюидики на Dragon'e в сумке-холодильнике были доставлены четыре планшета: на каждом закреплено до 12 образцов с нанометровыми структурами, заполненными жидкостями. В ходе эксперимента запланированы наблюдения на атомном уровне за потоками частиц через наноразмерные каналы в условиях микрогравитации. Для этого планшеты по очереди будут помещать в микроскоп LMM на срок до 10 дней. Изображения с микроскопа будут ежедневно передаваться в Исследовательский центр имени Гленна. Сами пластины вернут на Землю следующим кораблем Dragon не позднее, чем через полгода после запуска. Результаты эксперимента пригодятся для широкого спектра технологий. В частности, нанофлюидные датчики могут измерять параметры и состав атмосферы на борту

космических кораблей и станций. Микроканальная диффузия позволит доставлять лекарства в определенные места организма, проводить тонкую фильтрацию жидкостей.

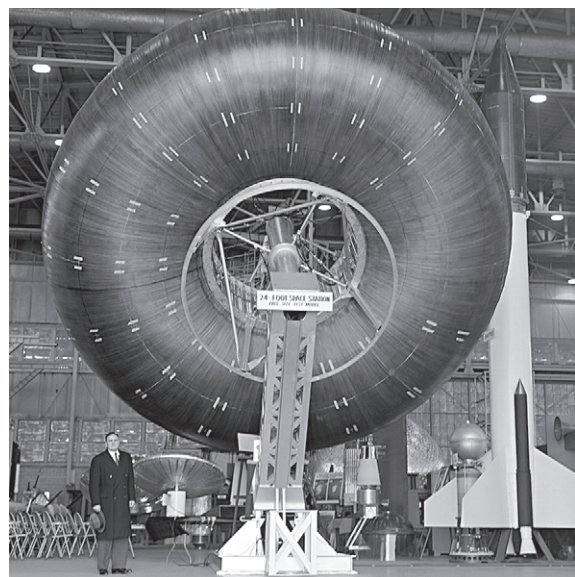
Космическое «надувательство»

Основной научной полезной нагрузкой Dragon'a был экспериментальный надувной модуль, изготовленный компанией Bigelow Aerospace, – BEAM. Он размещался в «багажнике» корабля – негерметичном грузовом отсеке. Модуль предназначен для оценки возможности использования надувных обитаемых конструкций на будущих космических кораблях и станциях. Надувные модули позволят существенно уменьшить объем жилых отсеков при запуске с Земли, сэкономя место под обтекателем РН, и вместе с тем после развертывания в космос обеспечат большое пространство для жизни и работы экипажа.

Первые проекты использования надувных конструкций появились еще на заре космической эры. В 1960 г. на орбиту был выведен надувной спутник – пассивный ретранслятор Echo 1. Год спустя по инициативе производителя автомобильных шин фирмы Goodyear был разработан проект тороидальной орбитальной станции, для оболочки которой использовался прорезиненный материал. Прошли даже испытания макета такой станции. Впрочем, это была, скорее, рекламная кампания на волне общественного интереса к космическим полетам.

Серьезно за разработку надувных жилых модулей взялся в конце 1980-х годов отдел обитаемых систем Космического центра имени Джонсона. В июле 1989 г. по инициативе президента США Джорджа Буша-старшего была объявлена программа Space Exploration Initiative, предусматривающая развертывание обитаемой базы на поверхности Луны и пилотируемый полет на Марс. В том же году был опубликован проект надувного сферического жилого модуля для лунной базы. Он должен был иметь диаметр 16 м. Модуль планировалось частично зарыть в лунный грунт. Для проекта марсианского корабля шла разработка жилого модуля TransHab (Transit Habitat)

▼ Макет надувной орбитальной станции, 1961 г.





▲ TransHab как жилой модуль МКС

объемом 342 м³, обеспечивающего необходимое жизненное пространство для астронавтов во время перелета к Марсу и обратно. Общим элементом тех модулей была оболочка из слоев кевлара и майлара вокруг мягкого воздушного баллона, внутри которого поддерживалась нормальная атмосфера. Модули имели также центральную конструкцию, обеспечивающую их жесткость при запуске на орбиту.

Со сменой администрации в 1993 г. программа SEI была закрыта, но работы по проекту TransHab продолжились. В 1997 г. NASA начало рассматривать надувной TransHab как замену «жесткого» американского Жилого модуля Hab для МКС, создание которого задерживалось и обходилось слишком дорого. Однако в 1999 г., несмотря на возражения со стороны Белого дома, Конгресс США в законодательном порядке запретил агентству тратить средства на работы по «любой надувной конструкции, способной вмещать людей в космосе».

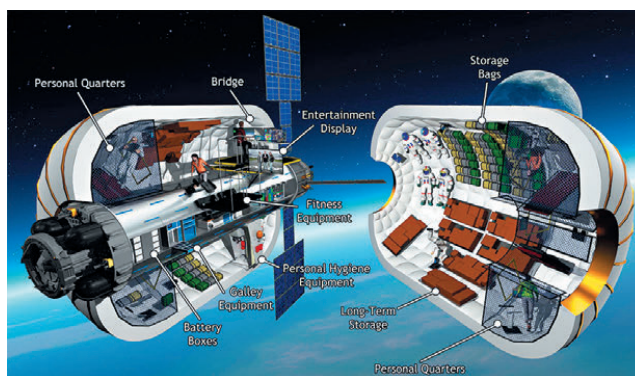
Права на патенты по надувным модулям, разработанным NASA, приобрела частная стартап-компания Bigelow Aerospace (штаб-квартира расположена в Норт-Лас-Вегасе, шт. Невада). Она была создана в 1999 г. Робертом Бигеллоу (Robert Bigelow), владельцем сети гостиниц Budget Suites of America. К 2013 г. Бигеллоу вложил в компанию 250 млн \$.

Целью Bigelow Aerospace стало развитие разработки надувных космических модулей. За почти 20 лет своего существования компания сделала несколько проектов таких объектов. В 2006–2007 гг. с помощью российской РН «Днепр» были выведены на околоземную орбиту два экспериментальных надувных модуля компании – Genesis I и Genesis II объемом по 11,5 м³ каждый. Аппаратура модулей проработала примерно по 2,5 года – вместо планировавшихся 6 месяцев. По наблюдениям с Земли, оба они остаются сейчас на орбите в надутом состоянии. Genesis представлял собой прототип

модуля BA-330 объемом 330 м³, являющегося развитием проекта TransHab.

Уже в 2014 г. планировалось развернуть на околоземной орбите частную орбитальную станцию BCSS (Bigelow Commercial Space Station, встречалось еще название Skywalker в честь персонажа фильмов Star Wars) из двух модулей BA-330. Перенос сроков запуска станции Роберт Бигеллоу объяснил задержкой в создании коммерческих пилотируемых космических кораблей Crew Dragon и CST-100 Starliner, с помощью которых он намерен доставлять экипаж и туристов на BCSS. В августе 2015 г. директор Bigelow Aerospace по разработке и развитию бизнеса Майкл Голд (Michael Gold) сообщил, что новые сроки развертывания станции пока не утверждены, однако компания планирует к концу 2017 г. подготовить к запуску первый модуль BA-330.

11 апреля 2016 г. Bigelow Aerospace объявила о подписании контракта с компанией



▲ Проект модуля BA-330 от компании Bigelow Aerospace

United Launch Alliance (ULA) на запуск в 2020 г. с помощью РН Atlas V 552 надувного модуля BA-330. По словам Роберта Бигеллоу, с NASA обсуждается возможность стыковки первого модуля BA-330 к МКС. Способствовать этому проекту, видимо, должен и контракт, заключенный NASA с Bigelow Aerospace 31 июля 2015 г., который предусматривает демонстрацию на орбите возможности создания орбитальных станций из надувных модулей на основе BA-330.

Табл. 3. Проекты надувных модулей компании Bigelow Aerospace

Название модуля	Объем / масса	Дата запуска	РН	Статус
Genesis I	11,5 м ³ / 1,36 т	12.07.2006	Днепр	Успешный запуск, на орбите
Genesis II	11,5 м ³ / 1,36 т	28.06.2007	Днепр	Успешный запуск, на орбите
Galaxy	16,7 м ³ / 1,5 т	Отменен	Неизвестно	Проект отменен из-за высокой стоимости запуска, проведены успешные наземные испытания
BEAM	16 м ³ / 1,413 т	08.04.2016	Falcon 9 / Dragon	Построен по контракту с NASA. Успешный запуск, на орбите в составе МКС
Sundancer	180 м ³ / 8,6 т	Отменен	Неизвестно	Проект отменен в пользу проекта BA-330
BA-330	330 м ³ / 20 т	2020	Atlas V 552	Ведется разработка. В 2015 г. построен макет
BA 2100	2100 м ³ / 65–70 т	Неизвестно	Неизвестно	Заявленный проект, в 2015 г. построен макет. Модуль слишком велик для запуска существующими в настоящее время коммерческими РН

«Луч» для МКС

В феврале 2010 г. NASA в бюджетной заявке на 2012 ф.г. объявило, что возвращается к идее использования надувных обитаемых модулей, которые легче и дешевле, чем металлические отсеки таких же объемов. Агентство рассмотрело несколько предложенных частным сектором проектов, в том числе и компанией Bigelow Aerospace. Первоначально NASA планировало заказать изготовление складского модуля тороидальной формы. На его базе также можно было бы создать модуль-центрифугу, имитирующий жилой модуль межпланетного космического корабля. В январе 2011 г. Роберт Бигеллоу объявил, что можно построить и провести летные испытания такого модуля через 24 месяца после заключения соглашения.

20 декабря 2012 г. NASA подписало контракт с Bigelow Aerospace на сумму 17,8 млн \$, предусматривающий разработку, изготовление, запуск в 2015 г. и двухгодичные испытания в составе МКС прототипа надувного обитаемого модуля, получившего название BEAM (от Bigelow Expandable Activity Module, совпадает с английским словом beam – «луч, лучок»). В качестве средства доставки на МКС был предложен негерметичный грузовой отсек корабля Dragon. Исходя из его возможностей (груз массой до 1500 кг и объемом 11 м³) были определены масса и габариты модуля BEAM. Позже агентство отказалось от экзотической тороидальной





формы модуля в пользу более простой цилиндрической конструкции. BEAM было решено присоединить с помощью манипулятора станции Canadarm2 к кормовому стыковочному узлу модуля Tranquility (Node 3).

12 марта 2015 г. в ходе пресс-конференции на заводе Bigelow Aerospace в Лас-Вегасе журналистам был показан готовый летный образец BEAM. Его старт задержался из-за приостановки полетов кораблей Dragon после аварии в июне 2015 г.

Целью создания BEAM стали испытания и подтверждение характеристик надувных обитаемых модулей. Задачи проекта:

- ◆ демонстрация возможности создания частной компанией надувной конструкции, обеспечивающей необходимые уровни механической прочности, теплоизоляции, герметичности в течение длительного срока;

- ◆ демонстрация возможности запуска, безопасного развертывания на орбите коммерческого надувного модуля, оценка возможности его складывания и упаковки, проверка реальности обеспечения в нем нормальных условий для человека во время нахождения модуля в составе МКС;

- ◆ оценка способности надувных конструкций обеспечить необходимый уровень радиационной защиты.

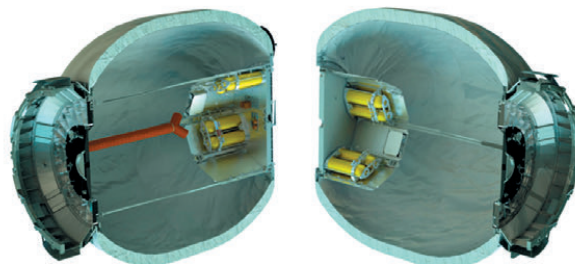
Конструктивно BEAM состоит из двух металлических днищ (нижнее – со шпангоутом под стыковочный узел и люком), внутреннею алюминиевого центрального основания и мягкой оболочки, сложенной вокруг основания при запуске. Состав мягкой оболочки BEAM (по направлению изнутри наружу):

- ❖ газонепроницаемая оболочка (bladder – пузырь), поддерживающая герметичность модуля;
- ❖ многослойная силовая оболочка (restraint – ограничитель), воспринимающая внутреннее давление;
- ❖ многослойная защита от микрометеоритов и космического мусора (Micro-Meteoroid and Orbital Debris, MMOD), обеспечивающая безопасность от повреждений и пробоев;
- ❖ внешняя многослойная экранно-вакуумная теплоизоляция ЭВТИ (Multi-Layer Insulation, MLI);
- ❖ наружное тканевое покрытие Beta Cloth – теплозащитная ткань из кремне-

земного волокна, обычно используемая как внешний слой скафандров и ЭВТИ на американских КА.

Конструкция слоев мягкого корпуса в случае пробоя микрометеоритом или космическим мусором обеспечит его постепенное сдувание, так что астронавты успеют покинуть модуль.

Силовая оболочка состоит из слоев материала вектран (vectran), который, по данным Bigelow Aerospace, вдвое прочнее, чем используемый в таких конструкциях кевлар. В качестве прослойки между слоями вектрана используется виниловая полимерная пена. Согласно опубликованным NASA в 2002 г. результатам исследований, материалы, которые имеют высокое содержание водорода, такие как полиэтилен, обеспечи-



▲ Разрез модуля BEAM

вают лучшую защиту от первичной и вторичной космической радиации, чем металлы, в том числе и алюминий. Поэтому силовая оболочка также служит радиационной защитой, характеристики которой и предстоит оценить при испытаниях модуля на МКС. Виниловый полимер, аналогичный слоям в силовой оболочке BEAM, в настоящее время используется также в радиационно-защитной одежде.

Внутреннее пространство BEAM описывается как «большой шар с мягкими белыми стенами». Модуль не имеет ни иллюминаторов, ни внутреннего интерьера. На верхней торцевой стенке закреплено металлическое центральное основание, на которое снаружи уложена мягкая оболочка, и четыре штанги, обеспечивающие жесткость конструкции при запуске и заданное направление раскладывания. Внутри центрального основания установлены восемь баллонов с воздухом для надува модуля до расчетных размеров, вентилятор, воздухопровод, датчики контроля параметров внутренней атмос-

феры (давление, температура), дозиметры, аппаратура обеспечения развертывания и передачи данных.

При запуске BEAM мягкая оболочка снаружи зафиксирована тремя опоясывающими лентами с замками, раскрывающимися перед началом надува. Кроме того, снаружи на верхнем днище модуля закреплены два захвата для манипулятора Canadarm2 и два поручня. На нижнем днище установлен стыковочный узел CBM (Common Berthing Mechanism), изготовленный компанией Sierra Nevada Corporation по контракту стоимостью 2 млн \$, заключенному в мае 2013 г.

В сложенном состоянии BEAM имеет длину 2.16 м и диаметр 2.36 м, после развертывания его длина – 3.23 м и диаметр – 4.01 м. Внутренний объем модуля в сложенном состоянии – 3.6 м³, в развернутом – 16 м³. Масса BEAM составляет около 1413 кг.

16 апреля BEAM с помощью манипулятора Canadarm2 был пристыкован к модулю Tranquility. Надув BEAM планируется провести 25–26 мая. Испытания модуля в составе МКС рассчитаны на два года. Будет ли BEAM как-то еще использоваться астронавтами – пока обсуждается. Бывший заместитель администратора NASA Лори Гарвер (Lori Garver) в январе 2013 г. говорила, что «экипаж периодически будет входить в модуль для сбора данных», а в остальное время люк в модуль останется закрытым; он не станет использоваться для хранения каких-либо грузов и будет оставаться пустым. Позже уточнялось, что три-четыре раза в год один из членов экипажа станции будет входить в модуль для оценки его состояния, перемены на новые места датчиков и дозиметров, забора проб воздуха.

Правда, у Bigelow Aerospace имеются свои планы по использованию модуля. «У нас есть четыре группы [потенциальных заказчиков], которые уже сегодня намерены разместить эксперименты и различные полезные нагрузки в BEAM, – заявил Роберт Бигелу накануне старта Dragon SpX-8. – Две из них – компании, две – национальные космические агентства. Мы надеемся, что, может быть, через полгода или около того сможем получить разрешение от NASA на размещение этих грузов [в модуле]». Правда, Бигелу не сообщил, что это за компания и агентства.

По завершении миссии BEAM планируется сдуть, сложить и удалить с МКС. Скорее всего, для этого опять будет использован «багажник» очередного Dragon. В итоге модуль сгорит вместе с кораблем при входе в атмосферу.

Bigelow Aerospace планирует построить второй модуль BEAM для использования в качестве шлюзового отсека на своей коммерческой станции BCSS. Надувная конструкция модуля обеспечит размещение в нем одновременно трех членов экипажа или туристов для выхода в открытый космос. Используемая в настоящее время на американском сегменте МКС шлюзовая камера Quest позволяет одновременно выйти в открытый космос максимумом двум астронавтам.

По материалам NASA, SpaceX и Bigelow Aerospace



Празднование 55-летия первого полета

55 лет назад, 12 апреля 1961 г. в 09 часов 07 минут утра, с космодрома Байконур в казахстанской степи стартовала ракета-носитель с космическим кораблем «Восток». 27-летний Юрий Гагарин, член первого отряда космонавтов, первым в мире совершил свой легендарный полет в космос, открыв человечеству дорогу к звездам. В этот день наша страна стала первой — навсегда.

В ознаменование этой важной вехи в истории Земли Роскосмос объявил 2016-й «Годом Юрия Гагарина». Был организован целый ряд интересных мероприятий. Символикой юбилейного года стали знак «Гагарин. Поехали!» и слоган «Подними голову!»

Мы все куда-то спешим... Погружены в себя, у нас всегда полно забот... Как только мы решаем одни проблемы, появляются новые. Нет времени поднять голову и посмотреть вверх. Зачем? Ведь кажется, что там нет ничего интересного. А может, стоит попробовать? Подними голову! Там, высоко, много такого, на что мы давно не обращаем внимания. Видишь — лучи солнца пробиваются сквозь листву. Видишь — звезды сияют на ночном небе, летают спутники и Международная космическая станция. Космос безграничен!

▼ Флэш-моб в Москве. Дидье Маруани, Игорь Комаров и Сергей Крикалёв



Представленная концепция демонстрирует образное, многозначное толкование призыва поднять голову. Его можно воспринимать и напрямую, и образно: «Поверь в себя», «Начни с начала», «Двигайся вперед», «Обрети новые силы», «Не бойся перемен». Символика демонстрирует сферу интересов российского космоса в ближайшее время (околоземная орбита), а также заявляет о стремлении к возрождению ракетно-космической отрасли России, о проводимых реформах и о новом видении целей космической деятельности. Символично, что первый пуск с первого гражданского космодрома России — Восточного — состоялся в этот юбилейный, «Гагаринский» год.

В мероприятиях, посвященных 55-летию первого пилотируемого полета, участвовала вся страна. Роскосмос и холдинг ВГТРК провели флэш-моб под девизом «Подними голову!» Россия запустила в небо 108 тысяч воздушных шаров с портретом Гагарина — по 1000 шаров на каждую минуту первого полета в космос в истории цивилизации. В Москве, Санкт-Петербурге, Байконуре, Белогорске, Благовещенске, Волгограде, Воронеже, Гагарине, Екатеринбурге, Железногорске, Казани, Нижнем Новгороде, Новосибирске, Омске, Оренбурге, Перми, Ростове-на-Дону,

Самаре, Саратове и Углергорске к праздничным акциям присоединились тысячи людей. В Москве флэш-моб проводился сразу на двух площадках — у Московского музея космонавтики и перед павильоном «Космос» на ВДНХ. В нем участвовали генеральный директор Госкорпорации «Роскосмос» Игорь Комаров и почетные гости — заместитель председателя Правительства РФ Дмитрий Rogozin и легенда космической музыки, лидер группы Spase Дидье Маруани.

К Дню космонавтики в 18 городах были установлены инсталляции «Гагаринский старт» с символической красной кнопкой, нажав на которую, каждый мог сказать: «Я люблю космос!» 28 апреля Роскосмос и холдинг ВГТРК вместе с администрациями городов подвели итоги этой акции. В общей сложности в ней участвовали более 2.5 млн жителей 18 городов России. По результатам подсчета голосов по специальной формуле — с учетом официального числа жителей городов — места распределились следующим образом:

- 1-е место — г. Железногорск (Красноярский край);
- 2-е место — г. Гагарин (Смоленская область);
- 3-е место — г. Пермь.

К праздничным мероприятиям Роскосмоса присоединился Московский мемориальный музей космонавтики. Он предоставил фото- и текстовые материалы для выставки Роскосмоса в Государственном кремлевском дворце (12 апреля) и для рубрики «Как это было» на сайте Роскосмоса — о том, как готовился первый полет человека в космос.

В деле празднования 55-летия первого полета ведомство поддержали мэрия Москвы и администрации 18 российских городов, которые предоставили бесплатные поверхности для размещения космических баннеров, а также транслировали на видеэкранах ролик «Подними голову!»

На этот призыв откликнулись тысячи людей. На юбилейный адрес Gagarin55@roskosmos.ru поступило несколько сотен поздравлений, песен, стихов, подборок фотографий, видеоклипов, сценариев пьес, набросков к мемуарам и даже космических

уроков. Некоторые работы были опубликованы и будут публиковаться в течение юбилейного года на специальной странице Роскосмоса в социальной сети ВКонтакте vk.com/podnimigolovu.

Крупнейшие федеральные средства массовой информации в День космонавтики присоединились к акции «Подними голову!» и поставили юбилейный логотип на страницах изданий, сайтах и в телеэфирах. Несколько тысяч праздничных статей, сюжетов, фильмов и интервью вышли в этот день. Десятки СМИ, компаний и организаций стали официальными партнерами акции Роскосмоса.

Помимо трансляции прямых эфиров из городов, где проходили флэш-мобы «Подними голову!», холдинг ВГТРК запустил на радиостанции «Маяк» праздничную еженедельную программу «Поехали!» с ведущими Сергеем Стиллавиним и Рустамом Вахидовым. Кульминацией программы стал юбилейный автопробег Москва–Байконур, в рамках которого ведущие вместе с победителями шоу посетили «Гагаринский старт» на космодроме.

Телеканал Lifenews совместно с Роскосмосом провел масштабный конкурс «#ТАКИХ-берутвкосмонавты», итоги которого в пря-



▲ Космический флэш-моб в Самаре

мом эфире Lifenews объявили космонавты с Международной космической станции. Для участия в конкурсе соискателю необходимо было снять видео – подтверждение своих «суперспособностей» – и доказать человечеству, почему именно ты можешь стать первым космонавтом, который полетит на Луну в будущем. Приз – полет на невесомость на «космическом самолете» ЦПК.

Русская Медиагруппа организовала запись видеоклипа с новой версией легендарной песни «Трава у дома». По ссылке <https://youtu.be/Ve9A84nv1Gk> можно посмотреть видеоклип, где участвуют Лев Лещенко, Лолита, Олег Газманов, Ирина Дубцова, Денис Майданов, Денис Клявер, Юлианна Караулова, Настя Задорожная и, конечно, исполнители оригинальной версии – группа «Земляне». Звезды эстрады с радостью откликнулись на инициативу подарить песне «Трава у дома» новую жизнь.

12 апреля в эфире радиостанции DFM состоялась эксклюзивная премьера трека Proton 55 (Mission Mars), написанного и сделанного резидентами DFM – креативным продюсером станции Игорем Коксом (DJ Igor Koh) и саунд-продюсером Евгением



▲ 12 апреля на Байконуре

Мазирко (DJ Noiz). Уникальность трека в том, что на оригинальную музыку положены реальные переговоры, записанные во время запуска ракеты «Протон-М» с двумя аппаратами российско-европейской миссии EхоMars 2016 к Марсу с космодрома Байконур 14 марта 2016 г.

Крупнейшие российские IT-компании в рамках партнерства с Роскосмосом организовали свои уникальные акции. В День космонавтики главная страница Яндекса была посвящена первому полету человека в космос. Нажав на фотографию Юрия Гагарина слева от поисковой строки, каждый мог увидеть ускоренную реконструкцию тех 108 минут, что прошли между стартом с Байконура и возвращением космонавта на Землю. Пользователи получили возможность узнать обо всех основных этапах полета, услышать запись голосовой связи Гагарина с Центром

управления полетом и реакции космонавта на наступление невесомости. На странице можно было проследить за тем, как менялся пульс космонавта, увидеть схемы корабля «Восток», составленные на основе чертежей и фотографий, предоставленных Роскосмосом. Ранее Яндекс стал партнером Роскосмоса по организации онлайн-трансляции пуска РН «Протон-М» с космическими аппаратами европейско-российской миссии EхоMars. Трансляцию старта посмотрели более 300 тысяч человек. А те, кто пользуется сервисами Яндекс.Такси и Яндекс.Навигатор, 12 апреля видели на экранах не машинки, а ракеты – в честь 55-летия знаменитого полета.

Портал Mail.ru в рамках программы «Гагарин. Поехали!» дал возможность пользователям увидеть, как выглядит наша планета из космоса: главную страницу

украсили снимки, сделанные космонавтами во время пребывания на борту станции. А все пользователи почтового ящика Mail.ru смогли украсить свою почту космическими видами, установив новую тему оформления – «Роскосмос».

Самая популярная в России социальная сеть ВКонтакте совместно с Роскосмосом выпустила набор специальных космических подарков и стикеров с интересными фактами на тему космонавтики, которые пользователи сети могут использовать в личных сообщениях и в комментариях к постам. В течение 12 апреля космические стикеры и подарки поставили себе более двух миллионов человек. Кроме того, ВКонтакте была организована онлайн-трансляция с космонавтом Александром Мисуркиным: более 14 тысяч вопросов герою космоса поступило от пользователей сети, трансляцию посмотрели 53 тысячи человек.

Роскосмос совместно с официальным партнером программы «Гагарин. Поехали!» digital-агентством Ailove представил арт-проект о покорении космоса – сайт «Мы верим в космос», уникальный интернет-ресурс, где собраны новейшие решения сферы информационных технологий. Посетители сайта <http://inspacewetrust.org/ru> могут получить сведения о самых важных и интересных событиях и фактах истории освоения космоса: первые космические аппараты, межпланетные перелеты, космические подвиги землян. Через пару недель после старта





9 апреля на Аллее космонавтов возле Мемориального музея космонавтики в Москве были открыты четыре бюста летчикам-космонавтам, дважды Героям Советского Союза: Александру Павловичу Александрову, Валентину Витальевичу Лебедеву, Светлане Евгеньевне Савицкой и Владимиру Алексеевичу Соловьёву. На церемонии присутствовали сами летчики-космонавты, представители Мосгордумы, департамента культуры Москвы, Роскосмоса и других ведомств. – А.С.

проекта окунуться в космическую историю смогли уже более 100 тысяч человек.

Московский метрополитен поддержал акцию Роскосмоса двумя проектами. Начиная с 8 апреля каждый, кто спустится на станцию метро «Выставочная», может увидеть фотовыставку «От Байконура до Восточного». Метрополитен выпустил один миллион проездных билетов с юбилейной символикой и слоганом «Подними голову!» Утром 12 апреля генеральный директор Роскосмоса Игорь Комаров и начальник Московского метрополитена Дмитрий Пегов отправили в путь по маршруту Таганско-Краснопресненской линии тематический космический поезд.

Еще один партнер Роскосмоса – Московский планетарий – провел на своей территории флэш-моб «Подними голову!» и при поддержке Роскосмоса организовал голосование за возврат астрономии как учебного предмета в школьную программу. Роскосмос, со своей стороны, принял участие в конкурсе рисунков «Космическая экспедиция», организованном планетарием.

12 апреля на малой родине первого космонавта Земли в городе Гагарин в Музее первого полета при поддержке Роскосмоса состоялся Гагаринский фестиваль электронной инструментальной космической музыки «108 минут».

День космонавтики широко освещался всеми федеральными телеканалами. ВГТРК выступила партнером флэш-моба в городах России; Первый канал организовал мобильную студию на ВДНХ в Москве и представил «космического Урганта»; НТВ выпустил серию репортажей о значении космоса в повседневной жизни и показал, как празднуют День космонавтики в других странах мира.

Год Гагарина продолжается. Россия чтит традиции и с уверенностью смотрит в будущее – просто подними голову!

Подготовил С. Шамсутдинов по сообщениям пресс-службы Роскосмоса

О. Мороз специально для «Новостей космонавтики»

Космическая смена Роскосмоса в Артеке

«Поехали!»



▲ Участники Лаборатории ДЗЗ вместе с космонавтом Олегом Артемьевым

С 5 по 26 апреля в Международном детском центре (МДЦ) «Артеке» проходила профильная смена Роскосмоса «Поехали!», посвященная 55-летию первого полета человека в космос.

В аэрокосмической смене 2016 г. в «Артеке» по линии Роскосмоса участвовали около 100 школьников из 25 регионов России – лауреаты Всероссийских юношеских чтений имени С.П. Королёва, учащиеся и воспитанники технических центров и центров космического образования. Фактический охват программы был гораздо шире: работа в лабораториях объединила 319 артековцев, в том числе школьников из Эстонии и Финляндии.

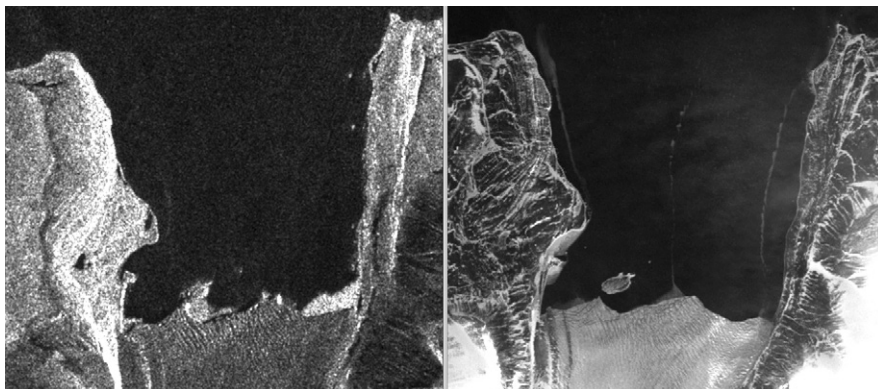
В течение трех апрельских недель в детском лагере «Хрустальный» имени Ю.А. Гагарина работали восемь научно-образовательных лабораторий, в которых артековцы занимались робототехникой, ракетомодельным спортом и авиамоделированием, анализировали спутниковые снимки, разрабатывали и создавали беспилотники, изучали историю космонавтики и принципы работы космических аппаратов, конструировали новые летательные аппараты и базы первых поселенцев на Марсе и Луне.

Всего к итоговой защите было представлено более сотни проектов, разработанных

школьниками в научно-образовательных лабораториях смены. Экспертную комиссию на защите возглавил Герой Российской Федерации, летчик-космонавт Олег Артемьев.

В лаборатории «Основы дистанционного зондирования для школьников» (руководитель – канд. техн. наук А.А. Кучейко, компания «Рисксат») лучшими были признаны проекты по спутниковому мониторингу свалки в Алуштинском районе, поиску месторождений технических алмазов в районе Попигайской астроблемы и наблюдению за таянием новоземельских ледников по

▼ Образование нового острова у ледника Визе, архипелаг Новая Земля. Справа – 19 сентября 2015 г., слева – 26 февраля 2016 г.



спутниковым снимкам. В результате анализа космоснимков архипелага Новая Земля школьники открыли новый остров, который образовался зимой 2016 г. в результате таяния ледника Визе. Ребята назвали остров Хрустальным в честь детского лагеря Артека.

Учащиеся лаборатории «Ракетостроение» соревновались в рамках чемпионата по ракетомодельному спорту.

В праздничных мероприятиях 11 и 12 апреля участвовали все артековцы – более 1000 человек. Ребята встретились и пообщались с космонавтами: 12 апреля прошел первый в истории МДЦ сеанс прямой видеосвязи с МКС. Кроме того, более 100 артековцев в ходе телемоста «Артеке вызывает Роскосмос!» задали свои вопросы руководителям департаментов Роскосмоса.

▼ 11 апреля «Артеке» посетил космонавт Герой Советского Союза Владимир Титов



«Тройной тулуп» Blue Origin



фото Blue Origin

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»

2 апреля с полигона в Ван-Хорне (шт. Техас) пусковая команда компании Blue Origin осуществила суборбитальный беспилотный запуск многоэтажной ракетной системы New Shepard. Он стал третьим* полностью успешным полетом системы. При вертикальном подъеме аппарат достиг высоты 339 138 футов, то есть 103 369 м.

Все ближе к рутине

«Запуск. Приземление. Повторить». Эту фразу компания Blue Origin отныне высвечивает в завершение кадров, показывающих удачные миссии с использованием ракетных систем многоэтажного использования. Подтверждением слогана стал третий успешный старт New Shepard.

Воздушное пространство над районом испытаний закрывалось на 2–5 апреля с 13:00 до 21:00 UTC. Точное время старта неизвестно, но Безос сообщил 2 апреля в твиттере: в 15:18 UTC – о старте, в 15:26 – о приземлении ускорителя и в 15:28 – о посадке капсулы. Никаких подробностей о подготовке к пуску: короткий видеоролик постфактум – и все! На этот раз Blue Origin продемонстрировала съемки как с Земли, так и с камер, установленных на суборбитальном корабле и на пролетающем рядом самолете. Важнейшим этапом данного испытательного полета

было повторное использование ракетного модуля. «Тот же самый ракетный ускоритель, что поднялся над линией Кармана, а затем приземлился вертикально на свой космодром в ноябре 2015 г., в настоящее время полетел и снова приземлился, демонстрируя повторное использование», – отмечается в пресс-релизе. Иными словами, Джефф Безос сделал то, что пока не удалось его конкуренту Элону Маску: подтвердил техническую возможность повторного использования крупной ракетной ступени в течение довольно короткого времени (менее полугода).

Учитывая целевую аудиторию Blue Origin – сектор космического туризма – пиар-акция с показом «отполированной картинки» и блестящего видео в формате Full HD TV вполне понятна. Прямые интернет-трансляции таких испытаний в течение некоторого времени вряд ли будут возможны, учитывая вероятность аварий и то воздействие, которое они могут оказать на заинтересованных клиентов. Несмотря на это, компания пользуется заметным успехом, которого ее система New Shepard добилась в первом испытательном полете в апреле прошлого года. Тогда пуск был успешным, но ракетный ускоритель не смог благополучно сесть (НК № 6, 2015, с. 43).

«Отличное приземление ракеты!» – комментировал Безос в твиттере. В компании Blue Origin поначалу отказывались комментировать испытание, но потом все же разместили сообщение: «Поздравляем команду с сегодняшним полетом!» Известно лишь, что полет прошел «гладко». Сообщается, что капсула, где в будущем должен находиться экипаж, успешно приземлилась под куполом парашюта при скорости всего около 1.6 км/ч. Двигатели ракетного модуля при возвращении запустились на высоте 1108 м, ускоритель мягко сел на «ножки» со скоростью пешехода – около 6.4 км/ч.

Четкость процедур повторного запуска криогенного двигателя и его надежность – вот ключевые факторы успешной посадки. Сам Безос отреагировал: «[Ракетный модуль] ударится о землю через шесть секунд, если двигатель не включится или же быстро выключится». Однако все пошло по плану (и это было отмечено местными жителями еще до выпуска официального видео): включение BE-3 привело к замедлению полета New Shepard до мягкой посадки «в яблочко» на испытательной площадке полигона в Западном Техасе.

Видеоряд демонстрирует, как ускоритель несется к земле до того момента, как включается и быстро выходит на полную тягу BE-3, замедляя снижающийся аппарат на относительно малой высоте над уровнем моря и имея очень малые запасы по высоте. Посадка ускорителя произошла до того, как модуль экипажа благополучно вернулся под парашютами.

Испытание дало возможность протестировать новый, более эффективный алгоритм работы реактивной системы управления (РСУ) пилотируемой капсулы. «[Система даст] большой выигрыш производительности, если сработает», – отметил Джефф Безос перед испытанием.

Любопытно, что в модуле экипажа находились «пассажиры» – университетское оборудование для двух опытов в микрогравитации. Первым был «Эксперимент по столкновению с пылью» COLLIDE (Collisions Into Dust Experiment) Университета Центральной Флориды, имитирующий воздействие на объекты в условиях микрогравитации. Второй – «Коробка с камнями» BORE (Box of Rocks Experiment) Юго-Западного исследовательского института – позволит лучше понять поведение скального грунта на небольших астероидах, сближающихся с Землей.

Более подробная информация о тестах будет опубликована позднее. График пусков и сроки следующего испытания в настоящее время неизвестны.

Перспективы близкие и дальние

Еще до апрельского полета Джефф Безос заявлял, что Blue Origin планирует тестовые пилотируемые полеты системы New Shepard уже в следующем году, а в 2018 г. начнет отправлять суборбитальных «космических туристов» за деньги. По его замыслу, развитие этого вида индустрии будет базироваться на удешевлении полетов в космос, что станет возможным благодаря повторному использованию средств запуска.

Не так давно руководитель Blue Origin поделился своими планами. 12 апреля 2016 г., в День космонавтики, на 32-м космическом симпозиуме в Колорадо-Спрингс, устроенном Национальным космическим фондом США, основатель компании Blue Origins беседовал с писателем Аланом Бойлом (Alan Boyle). Популяризатор науки спросил бизнесмена, не хочет ли он сам слетать в космос. Джефф Безос ответил, что намерен полететь на New Shepard, но добавил, что создал Blue Origin в 2000 г. не из личного желания полететь в космос, а скорее из-за стремления сделать полеты в космос дешевле, безопаснее и доступнее.

В ходе беседы всплыл интересный факт. Оказывается, несколько лет тому назад Джефф Безос обращался в Федеральное космическое агентство с просьбой предоставить место на корабле «Союз», который сейчас является единственным транспортным средством, регулярно доставляющим людей в космос. Должностные лица Роскосмоса заинтересовались желанием Безоса слетать на МКС, где уже побывало несколько богатых космических туристов. «Я определенно был в их целевом секторе рынка», – заметил бизнесмен. Роскосмос также предложил Безосу совершить облет Луны – возможность, для

* Первый состоялся 23 ноября 2015 г. (НК № 1, 2015, с. 14–20), а второй – 22 января 2016 г. (НК № 3, 2016, с. 56–57).



Фото Blue Origin

Blue Origin не единственная компания, использующая многоразовые ракетные ускорители: 8 апреля SpaceX выполнила вторую успешную посадку своей многоразовой первой ступени – на этот раз на роботизированный «беспилотный корабль-дрон» у берегов Флориды (см. «Оседлать баржу» на с.43). В то время как New Shepard приземляется после суборбитальных миссий, посадка ракеты SpaceX происходит во время запуска, в которых полезная нагрузка посылается на орбиту.

которой «Союз» был разработан, но так и не использовался. Лунная миссия стоила бы около 200 млн \$. Проблемой были высокая цена и тот факт, что корабль еще не тестировался в облете Луны. Чиновники ответили, что готовы провести летные испытания аппарата «за дополнительные 400 млн \$». После этого Безос был вынужден «спустить Роскосмос с небес на Землю».

Беседа Безоса и Бойла охватывала многие аспекты текущих целей Blue Origin, в том числе ввод в эксплуатацию двигателя BE-4 для ракеты, которую строит Объединенный пусковой альянс ULA (United Launch Alliance), а также для орбитального носителя собственной компании. Между тем мечты Безоса выходят далеко за рамки этих целей. Он повторил свое долгосрочное видение («миллионы людей, живущих и работающих в космосе»), но пошел в своих прогнозах даже дальше.

Бойл попросил сравнить ситуации для стартапов в индустрии космических полетов сегодня и в середине 1990-х годов, когда Безос основал Amazon.com. По мнению бизнесмена, значительный рост интернет-компаний в последние два десятилетия стал возможен во многом благодаря тому, что они опираются на уже существующую инфраструктуру. Например, телефонные фирмы уже построили международную инфраструктуру, позволяющую людям подключиться к Интернету, даже если это не входило в первоначальные цели по устройству телефонных линий. Кроме того, наличие систем дистанционного платежа и почтовых отделений позволило Amazon.com продавать товары через Интернет и отправлять их по всему миру. Подобная инфраструктура для космоса сейчас отсутствует, отметил он.

«Хочется увидеть своего рода «золотой век», где тысячи предпринимателей смогут создавать в космосе удивительные вещи... Причина, почему этого нет, – невозможность доставлять большие тяжелые элементы инфраструктуры в космос, – полагает Безос. – Вероятно, что-то еще должно произойти прежде, чем мы сможем увидеть такой гигантский скачок. Но я думаю (я убежден!), что нам нужен доступ в космическое пространство с гораздо более низкими издержками».

Blue Origin стремится изменить эту ситуацию. Одним из главных столпов, выделяющих эту фирму из большинства (хотя и не всех) других космических компаний,

является акцент на многоразовые ракеты, которые «сделают доступ в космическое пространство гораздо более дешевым, чтобы предприниматели могли реализовать самые захватывающие проекты в космосе».

Развитие суборбитального туризма – важная цель, но лишь в ближайшей перспективе. В более отдаленном будущем Джефф Безос, как известно, намерен выйти на рынок орбитальных коммерческих услуг. В данном случае он развивает свой бизнес-подход, напоминая, что Amazon.com начинался как онлайн-продавец книг, а затем расширил продажи на широкий спектр предметов, а также другие предприятия. Безос отметил, что «суборбитальный космический туризм может стать эквивалентом книг» и для Blue Origin. Иными словами, суборбитальные технологии послужат трамплином для перехода к орбитальному бизнесу. Для этого будет создана большая ракета, оснащенная двигателем тягой BE-4 от 250 тс, работающим на жидком кислороде и сжиженном природном газе (НК № 1, 2016, с.20).

Конструкция этой ракеты, условно называемой в компании Blue Origin «Очень большим братом» (Very Big Brother), также предусматривает повторное использование. Безос сказал, что подход с вертикальной посадкой, который реализован в New Shepard, можно масштабировать до больших ракет. «С точки зрения посадки, которая является наиболее сложным элементом такого типа миссий, эту часть просто становится легче масштабировать, – сказал он. – На самом

деле в целом ракеты хотят быть большими. И чем больше, тем лучше».

Напомним, Blue Origin уже имеет контракт на продажу BE-4 в ULA, который в настоящее время строит свои ракеты Atlas V с использованием изготавливаемых в России ракетных двигателей РД-180. Программа испытаний нового американского двигателя должна начаться в этом году. Ему предстоит стать «локомотивом» для ракеты Vulcan компании ULA. Более подробная информация об орбитальном носителе Blue Origin и двигателе BE-4 ожидается позже.

Джефф Безос отметил, что на текущем этапе ULA запускает много полезных грузов в интересах национальной безопасности, поэтому двигатель BE-4 поможет сохранить мощь и безопасность Соединенных Штатов. «Я и все мы в Blue Origin обнаружили тот факт, что мощь в миссиях национальной безопасности невероятно мотивирует», – сказал он.

И, наконец, Бойл попросил Безоса рассказать подробнее о далеком будущем людей в космосе. Бизнесмен верит в увеличение потребления энергии на Земле, что позволит людям жить лучше. Вместе с тем он убежден, что человечество должно расширяться в космос, чтобы защитить планету от этого растущего энергетического аппетита. Большинство производственных мощностей, как он полагает, в конечном счете может быть перемещено в космическое пространство, тем самым оставляя поверхность планеты свободной для проживания.

«Я думаю, нам нужно исследовать и использовать пространство, чтобы спасти Землю, – заявил Безос. – Итак, мы собираемся выйти в космос, и нам нужно сделать так, чтобы продолжать развивать нашу цивилизацию и сохранить эту жемчужину планеты. И я уверен, что мы сделаем это».

▼ Сборка хвостового отсека системы New Shepard на заводе Blue Origin



Фото Blue Origin



Выбор верхней ступени SLS

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»

7 апреля Центр космических полетов имени Маршалла MSFC (Marshall Space Flight Center) опубликовал обоснование решения приобрести двигатели для верхней ступени EUS (Exploration Upper Stage) сверхтяжелой ракеты-носителя SLS (Space Launch System) у единственного поставщика – компании Aerojet Rocketdyne – без обычной тендерной процедуры. Документ с заковыристым названием JOFOC* (Justification for Other Than Full and Open Competition – Обоснование отклонения от полного и открытого конкурса) имел целью узаконить выбор «ветерана» RL10 на роль маршевого двигателя EUS.

В конфигурации для первого полета сверхтяжелый носитель SLS Block 1, способный поднимать на низкую околоземную орбиту полезный груз до 70 т, включает два пятисекционных твердотопливных ускорителя SRB (Solid Rocket Booster), центральный блок CS (Core Stage) с четырьмя кислородно-водородными двигателями RS-25 и «временную» верхнюю ступень ICPS** (Interim Cryogenic Propulsion System) с одним кислородно-водородным двигателем RL10B-2. Полезной нагрузкой носителя послужит корабль Orion.

ICPS, являясь частью полезной нагрузки, выводится на незамкнутую орбиту высотой ~93×1800 км для обеспечения безопасной утилизации центральной ступени CS. В апогее траектории ICPS включает двигатель, переводя головной блок на стабильную околоземную орбиту. При повторном включении корабль Orion переводится на траекторию полета к Луне.

ICPS предполагалось использовать в двух полетах «Ориона» с обозначениями EM-1 и EM-2 (Exploration Mission) – беспилотном и пилотируемом. После этого в

«штатной» конфигурации SLS Block 1B «промежуточное изделие» ICPS предстояло заменить постоянной ступенью EUS, которая выполняет функцию как второй ступени носителя (позволяя увеличить до 105 т массу груза, выводимого на низкую околоземную орбиту), так и разгонного блока.

На заседаниях консультативной группы NASA по космической безопасности ASAP (Aerospace Safety Advisory Panel) неоднократно отмечалось, что доработка ICPS до пригодного для пилотируемого полета состояния обойдется в сумму около 150 млн \$, причем эти расходы будут связаны только с однократным применением ступени в миссии EM-2. Необходимый объем работ во многом обусловил и большой промежуток времени, который должен был пройти между первым (2018 г.) и вторым (2021–2023 гг.) пусками SLS.

NASA решило изменить ситуацию (НК № 5, 2016, с.29-31) и использовать ступень EUS уже в миссии EM-2. Она несколько крупнее исходной и оснащена четырьмя двигателями RL10C-3 общей тягой около 45 тс.

Таким образом, график пусков носителей SLS в настоящее время включает всего один полет со ступенью ICPS с ускоренным переходом на EUS уже со второй миссии. В промежутке будут проводиться работы по сертификации всей ракеты под пилотируемую полезную нагрузку, а также переделка старта: уже после первого полета потребуются увеличить высоту неподвижной башни обслуживания FSS (Fixed Service Structure) и переоборудовать кабель-заправочные устройства для обслуживания ракеты в варианте SLS Block 1B.

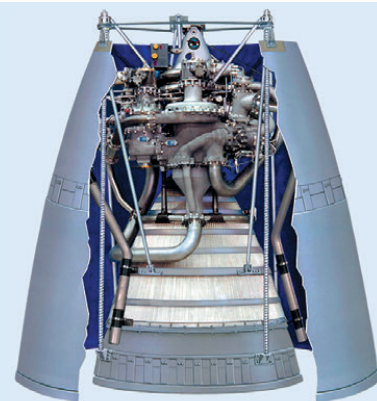
Вопрос о двигателе для ступени EUS был самым сложным. На запрос, направленный двигателестроительным фирмам, NASA получило девять предложений от восьми компаний. Три (наиболее «зрелые») были изучены, в то время как остальные оказались

смесью «концептуальных» и «предварительных» разработок, включая двигатели расширительного цикла, ступенчатого сгорания и схемы аэосpike с внешним расширением потока в сопле с центральным телом.

Специалистам изначально было ясно, что даже в самом оптимистичном варианте разработка нового двигателя приведет к задержке миссии EM-2 на четыре, а EM-3 – на два года с позиции обеспечения полетной готовности и сертификации изделия, что чревато существенными дополнительными затратами программы SLS. Поэтому дальнейшее обсуждение проводилось только вокруг ЖРД класса RL10 и ступени с четырьмя такими двигателями.

Итак, Aerojet Rocketdyne должна поставить Центру Маршалла десять RL10 (восемь летных и два запасных), обеспечить программу интеграции, летную поддержку для миссий EM-2 и EM-3, а также провести защиту проекта на соответствие требованиям к пилотируемым системам. В документе JOFOC указывается, что NASA тщательно подошло к выбору двигателя для верхней ступени, в программе адекватно оценены альтернативы, и выбор RL10 отвечает требованиям с точки зрения тяги, удельного импульса, физическим пределам, расходам и объемам топлива, стоимости ступени (в том числе затрат на разработку), надежности и других подобных факторов и ограничений, необходимых для верхней ступени.

«Выбор двигателя в ходе изучения зависел от таких условий, как требования к миссии SLS, входные переменные и ограничения, что заставило остановиться на двигателе с необходимым набором параметров, – сообщает JOFOC. – Наилучшим образом соответствует требованиям связка из четырех двига-



Криогенный ракетный двигатель RL10 работает на жидком кислороде и жидком водороде, использует расширительный цикл и применяется на верхних ступенях одноразовых носителей. Исходный вариант был спроектирован Pratt & Whitney в конце 1950-х годов и совершил первый успешный полет в 1963 г. История применения двигателя, который сейчас устанавливается на блоке Centaur носителя Atlas (RL10A-4-2) и верхней ступени Delta IV (RL10B-2), восходит к самому первому «Центавру» и к ступени S-IV ракеты Saturn I, на которой стояли шесть RL-10.

Двигатели семейства RL10 обеспечили сотни космических миссий. Они выполнили около 1500 включений и наработали более 2.3 млн секунд при многократном повторном запуске (в том числе в полете), демонстрируя коэффициент надежности свыше 0.999.

* Документ JOFOC обязателен для удовлетворения требований федеральных правил закупок FAR (Federal Acquisition Regulation) при планируемых сделках с единственным поставщиком и объясняет, почему по программе не проводится конкурс.

** Модернизированный вариант криогенной верхней ступени DCSS (Delta Cryogenic Second Stage) от ракеты Delta IV Heavy.



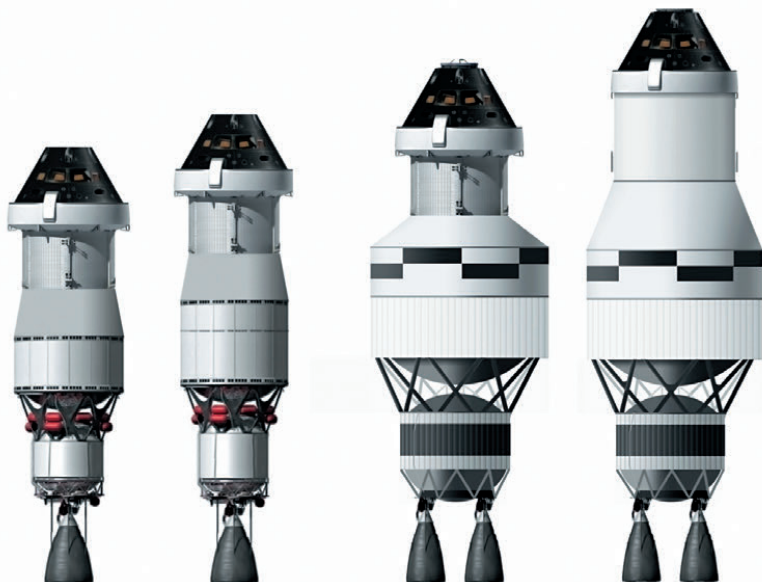
Стоит отметить, урок J-2X весьма поучителен. Попытка «вливать новое вино в старые меха» и создать самый современный и совершенный двигатель на базе хорошо зарекомендовавшего себя изделия времен программы Apollo подавалась очень широко. Разработанный фирмой Aerojet Rocketdyne (ранее – Pratt & Whitney Rocketdyne) J-2X основывался на двигателе J-2 ступеней S-II и S-IVB носителей Saturn V и Saturn IB, используемых во время программы Apollo, но требования к тяге для ракеты Ares I заставили существенно переделать проект.

J-2X по проекту развивал тягу 1307 кН при удельном импульсе 448 сек в вакууме. Он должен был стать проще и эффективнее прототипа и стоить меньше, чем SSME. Отличительными особенностями новой разработки были отказ от деталей из бериллия, использование центробежного турбонасоса вместо осевого, другая конструкция камеры и сопла (фрезерованные каналы вместо трубчатой стенки). Были также переделаны электроника и газогенератор с использованием технологий XXI века. На деле двигатель оказался значительно более тяжелым и крупным, чем его прототип J-2.

Разработка началась для использования в верхних ступенях носителей семейства Ares, а после закрытия программы Constellation – на отлетной ступени EDS (Earth Departure Stage) носителя SLS в варианте Block II. Контракт фирмы Pratt & Whitney Rocketdyne на сумму 1.2 млрд \$ был выдан 16 июля 2007 г.

Автономные испытания компонентов имеющейся в наличии матчасти J-2 велись с декабря 2007 г. по май 2008 г. 8 сентября 2008 г. компания объявила об успешном тестировании первого варианта газогенератора J-2X новой конструкции, а 21 сентября 2010 г. – об успешном завершении испытаний второго варианта.

После готовности высотного стенда, возводимого в Космическом центре имени Стенниса с августа 2007 г., начались огневые стендовые испытания (ОСИ) полностью укомплектованного J-2X. Первое ОСИ изделия, собранного из имеющихся компонентов с использованием вновь изготовленных деталей и систем, состоялось в июне 2011 г. Прожиги (порой весьма продолжительные – например, непрерывной длительностью 1350 сек, или 22.5 минуты) – продолжались без больших сбоев до октября 2013 г., когда NASA сообщило, что работа над J-2X будет остановлена после проведения ОСИ в 2014 г. из-за финансовых ограничений и ожидаемой задержки с необходимостью сертификации двигателя для пилотируемых полетов на Марс...



▲ Сравнение разных вариантов ступеней ICPSS и EUS

телей класса RL10 тягой по 11–16 тс. Кроме того, было установлено, что такая связка оптимальна с точки зрения надежности при расчетном случае невыполнения полетного задания носителем (loss of mission)».

Контракт с Aerojet Rocketdyne имеет ориентировочный период исполнения от даты подписания до 31 декабря 2023 г., но поставки двигателей должны проводиться за два полных года до ожидаемых сроков запусков. Агентство оплатит компании издержки, связанные с обеспечением программы интеграции с разгонным блоком, поскольку «NASA не проектировало летные ступени с использованием двигателей RL10 с начала 1960-х годов (Saturn I)».

Вопрос о преимуществах имеющихся решений перед новыми разработками уже неоднократно поднимался в программе SLS, в частности при закупке одноразового варианта RS-25 маршевого двигателя шаттла SSME в качестве предпочтительных двигателей центрального блока CS.

«Важно отметить, что предполагаемая программа будет основана на существующей линии по производству систем, имеющих 50-летнюю историю летного применения, и не является разработкой нового двигателя, – говорится в документе. – NASA изучило и рассмотрело возможность разработки новой конструкции двигателя, но установило, что стоимость, время, риски (по технике и надежности) такого подхода перевешивают потенциальные преимущества для полетов

EUS. На основании этой оценки необходимо использовать двигатели RL10 для обеспечения миссий EM-2 и EM-3 системы SLS».

Любопытно, что этот документ ссылается на затраты отмененной разработки J-2X в качестве причины против разработки нового двигателя, утверждая, что она обойдется в 1.2 млрд \$. Также отмечается, что разработка альтернативного двигателя потребует от шести до семи лет работы, добавляя годы задержек в график SLS. Даже собственное предложение Aerojet Rocketdyne разработать новый двигатель на базе RL10 не было классифицировано как жизнеспособное, поскольку новое изделие не будет иметь «летного наследия»!

На основании изложенных соображений Центр Маршалла и сделал вывод о «безальтернативности» RL10 в качестве двигателя для EUS, а Aerojet Rocketdyne – в качестве его единственного поставщика. В обосновании подчеркивается, что из-за «обширного, уникального, защищенного патентами и основанного на исторических знаниях опыта работы Aerojet Rocketdyne, NASA не может провести никаких специфических действий, чтобы устранить или преодолеть барьеры для конкуренции за двигатель EUS».

В заключение отмечается, что Aerojet Rocketdyne находится в привилегированном положении, обеспечивая выполнение требований правительства, а именно Закона 2010 г., который требовал при разработке SLS отдавать предпочтение оборудованию, многократно испытанному в полете.

▼ Ступень ICPSS, которая будет использоваться в первом пуске SLS Block 1





25 лет Российской академии космонавтики имени К.Э. Циолковского

И. Извеков.
«Новости космонавтики»

28 марта исполнилось 25 лет со дня образования Российской академии космонавтики имени К.Э. Циолковского (РАКЦ). Идею создания такой организации С. П. Королёв высказывал еще в 1960-х годах.

В 1990 г. при подготовке очередных Циолковских чтений, которые ежегодно проходят в Калуге, двое участников – Ф. П. Космолинский (доктор медицинских наук, специалист в области космической медицины) и Л. Н. Мельников (космический дизайнер, автор разработок в области психологической разгрузки, релаксации и эстетотерапии, в том числе в экстремальных условиях пребывания человека; участник лунного и марсианского проектов 1960-х – начала 1990-х, разработчик концепции «Жилища будущего») – предложили создать в Советском Союзе общественную организацию, которая включала бы в себя специалистов по космонавтике и в смежных областях (космической биологии, медицине и др.), ветеранов отрас-

ложил назвать эту организацию «Академия звездоплавания К.Э. Циолковского».

Активное участие в организации Академии, помимо Ф. П. Космолинского и Л. Н. Мельникова, приняли В. В. Балашов (сотрудник ЦАГИ имени Н. Е. Жуковского, специалист в области баллистики, проблем нетрадиционного решения стартов космических кораблей), Ю. И. Бокань (философ, создатель школы гуманитарного движения и множества общественных организаций гуманитарного профиля), Л. М. Воробьев (доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Военно-воздушной академии имени Н. Е. Жуковского), В. П. Казневский (кандидат технических наук, старший научный сотрудник ЦАГИ), Б. Н. Кантемиров (кандидат технических наук, ветеран Космических войск, испытатель ракетно-космической техники, заместитель председателя Комитета космонавтики ДОСААФ СССР), Е. И. Кузнец (доктор медицинских наук, профессор, специалист в области экстремальной медицины и методов физиологической реабилитации), В. Б. Малкин (доктор медицинских наук, создатель научной школы в области экстремальной медицины), А. М. Ни-

цитаров, вошли представители Академии творчества СССР и Ассоциации «Движение за массовое творчество». Решением инициативной группы эти две организации были объявлены учредителями Академии звездоплавания имени К.Э. Циолковского. Постановили также разработать устав новой академии и объявить о ее создании 12 апреля – в День космонавтики.

Фёдор Петрович Космолинский, Лев Николаевич Мельников и Григорий Сергеевич Хозин (доктор исторических наук, профессор, специалист по космическому праву) подготовили проект устава. Мельников занялся регистрацией организации, которую в итоге назвали Академией космонавтики имени К.Э. Циолковского (АКЦ). 19 марта 1991 г. на очередном заседании оргкомитета проекты устава и программы были приняты. На должность президента академии была предложена кандидатура академика А. Д. Урсула.

28 марта 1991 г. состоялось первое (учредительное) собрание – именно этот день является днем основания Академии. На собрании были избраны: президент – А. Д. Урсул (1991–1997); вице-президенты – Л. М. Воробьев, В. П. Казневский, Ф. П. Космолинский и В. И. Маслов; главный ученый секретарь – Л. Н. Мельников. В Президиум вошли: Ю. А. Бокань, Г. Р. Болгарин, Л. М. Воробьев, В. П. Казневский, В. В. Казютинский, Ф. П. Космолинский, Е. И. Кузнец, В. И. Маслов, Л. Н. Мельников, А. М. Никулин, Б. И. Романенко, А. Д. Урсул, Г. С. Хозин. На этом же собрании в Академию приняли первых членов.

Лев Мельников вспоминает: «Костяк гуманитарной организации сформировался еще на первом учредительном собрании. Однако численно нас действительно было мало – чуть больше 30 человек (по списку). Реально же присутствовало еще меньше: известный специалист в области ракетостроения и проектирования космических систем Игорь Алексеевич Меркулов, сподвижник К.Э. Циолковского, скончался накануне учредительного собрания и был избран в состав Академии посмертно. По разным причинам отсутствовали приглашенные на это первое заседание учредительные космонавты

Президенты Академии космонавтики



Аркадий Дмитриевич
Урсул
(1991–1997 гг.)



Владимир Фёдорович
Уткин
(1997–2000 гг.)



Владимир Петрович
Сенкевич
(2000–2005 гг.)



Анатолий Сазонов
Коротеев
(2005–2011 гг.)



Игорь Владимирович
Бармин
(с ноября 2011 г.)

ли, с целью, прежде всего, формирования космической политики государства. Предполагалось, что независимая от госструктур организация будет использоваться как свободная трибуна для ученых и конструкторов. Были даже определенные амбиции по части замены госорганов в формировании космической программы. Инициаторы разослали соответствующее воззвание космическим активистам. Б. И. Романенко, ветеран ГИРДА и биограф Ю. Кондратюка (А. Шаргея), пред-

кулин (кандидат технических наук, доцент, заместитель заведующего кафедрой МАТИ имени К.Э. Циолковского), Б. И. Романенко (соратник С. П. Королёва и В. П. Глушко, историк), А. Д. Урсул (доктор философских наук в области информатизации, ноосферы, космологии, проблем внеземной жизни и многих других, профессор, академик АН Молдавии) и др.

27 февраля 1991 г. собралась инициативная группа, в которую, помимо ини-

Игорь Петрович Волк, Виктор Васильевич Горбатко и Виталий Иванович Севастьянов. В конечном итоге на собрании оказался 21 человек, которые и стали учредителями и одновременно первыми членами новой Академии. Это были действительные члены, а отсутствовавшие космонавты заочно были избраны почетными академиками нашей организации. Таким образом, первых членов Академии (по списку) было 25 человек.

Началась работа по приему в члены Академии. Помимо чистых «космических технарей» (конструкторов ракетно-космических систем, руководителей космических производств) и ученых, членами Академии стали журналисты и писатели, освещавшие проблемы космонавтики, пропагандировавшие ее достижения.

28 мая 1991 г. устав Академии был зарегистрирован, и Мосгорисполком выдал соответствующее свидетельство.

Второе собрание Академии состоялось 13 сентября 1991 г., третье – 29 ноября 1991 г. В результате в новую организацию вошли 296 специалистов космической отрасли и смежных областей. Из них почетных академиков было 69, действительных членов – 111, членкоргов – 105, иностранных членов – 11.

«Однако прием новых членов не только увеличил численность Академии, но и изменил ее идеологию, – вспоминает Мельников, – так как в новом составе преобладали в основном работники промышленных отраслей и ученые технических специальностей. Они неизбежно повлияли на изменение деятельности организации в сторону все более технической ориентации. В конце концов это привело к конфликту между гуманитарным направлением, которое господствовало в начале деятельности организации, и промышленно-техническим, возглавлявшим впоследствии. В результате внутренней реорганизации А. Д. Урсул не был переизбран на новый срок – президентом Академии стал Владимир Фёдорович Уткин, яркий представитель технического, технократического направления, крупнейший ученый и конструктор, академик РАН (президент РАКЦ в 1997–2000)».

30 марта 1999 г. на общем собрании Академии были утверждены изменения и дополнения в ее устав и изменено название. 16 июня 1999 г. новая редакция Устава международной общественной организации «Российская академия космонавтики имени К. Э. Циолковского» была зарегистрирована в Минюсте РФ (управление по г. Москве) с выдачей свидетельства № 11414.

После трагической кончины В. Ф. Уткина в 2000 г. президентом Академии был избран Владимир Петрович Сенкевич (2000–2005), заместитель директора ЦНИИмаш. Четвертым президентом в 2005 г. стал Анатолий Сазонович Коротеев (2005–2011), директор Исследовательского центра имени М. В. Келдыша, академик РАН. Под его руководством РАКЦ подписала соглашение с Роскосмосом о совместных работах в области космонавтики.

С 2011 г. и по настоящее время Академией руководит член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор, гене-

ральный конструктор ЦЭНКИ Игорь Владимирович Бармин.

На XVI конференции Академии в 2015 г. с отчетным докладом о работе выступил ее президент И. В. Бармин. Был избран президиум РАКЦ в составе: президент РАКЦ – И. В. Бармин; вице-президенты – исполнительный директор Б. А. Лящук и член-корреспондент РАН, доктор юридических наук, профессор, директор ИИЕТ РАН (на тот момент), академик-секретарь научного отделения «Философско-гуманитарные проблемы и история космонавтики» Ю. М. Батулин. В Президиум также вошли: академик РАН Е. А. Микрин; член-корреспондент РАН В. А. Соловьёв; первый заместитель генерального директора Госкорпорации по космической деятельности «Роскосмос» А. Н. Иванов; доктора технических наук М. И. Макаров, Д. К. Драгун и В. Ю. Ключников.

На конференции избрали 20 действительных членов и 35 членов-корреспондентов Академии, среди которых 17 докторов наук и 21 кандидат наук. Были также определены основные задачи Академии на 2015 г.

В настоящее время общая численность Академии составляет порядка 1500 человек, из которых около 40 действительных членов и членов-корреспондентов РАН, свыше 500 докторов наук, свыше 700 кандидатов наук.

Цели и задачи РАКЦ (из Устава):

◆ содействие комплексному исследованию проблем космонавтики, соответствующих задачам сегодняшнего дня и перспективам в области человеческой и национальной деятельности, системному анализу состояния и перспектив развития космической науки и техники, решению отдельных фундаментальных и прикладных проблем в области космонавтики;

◆ осуществление научной пропаганды и распространение знаний о космосе и космической деятельности и об их значении для человечества, об использовании космической техники и технологий для познания Вселенной и выполнения практических задач экономики, хозяйствования и обороны страны, решения глобальных экологических проблем, сохранения и восстановления среды обитания биологической жизни на Земле;

◆ сохранение и приумножение достижений нашей страны в исследовании, освоении и использовании космоса.

Несмотря на всеобщий кризис, Академия космонавтики преодолевает трудности и продолжает функционировать. С момента основания и по настоящее время она участвует в НИР и ОКР, в разработке космических программ, в исследовании фундаментальных и прикладных проблем космонавтики, в гуманитарно-философских и исторических исследованиях, в выполнении пропагандистских работ в области космонавтики, в организации международных и национальных конференций, симпозиумов, научных чтений, выставок, конкурсов среди различных групп ученых. Важным участком деятельности Академии может стать независимая научно-техническая экспертиза перспективных научно-технических проектов и программ.



Галина Васильевна Амеликина

22.05.1954 – 20.02.2014

Редакции *НК* недавно стало известно, что 20 февраля 2014 г. на 60-м году жизни после тяжелой продолжительной болезни умерла бывший космонавт-исследователь ИМБП, кандидат медицинских наук Галина Васильевна Амеликина (по мужу – Анисимова).

Г. В. Амеликина родилась 22 мая 1954 г. в Берлине (ГДР), где в это время служил ее отец. В 1978 г. окончила Московский медицинский стоматологический институт (ММСИ) имени Н. А. Семашко и получила диплом врача-стоматолога. В 1978–1980 гг. училась в ординатуре Второго московского медицинского института.

В 1979 г. в СССР был объявлен набор женщин в космонавты – после того, как в 1978 г. NASA впервые в США отобрало женщин в отряд астронавтов для полетов на шаттле. Узнав о наборе, Галина Амеликина подала заявление о приеме в отряд космонавтов и была направлена на медкомиссию.

31 октября 1979 г. она получила допуск Главной медицинской комиссии (ГМК) к специальным тренировкам. С декабря 1979 г. по июнь 1980 г. прошла техническую подготовку в НПО «Энергия».

30 июля 1980 г. решением МВК Галина Амеликина была отобрана в отряд космонавтов ИМБП в составе женского набора. 5 августа 1980 г. приказом министра здравоохранения СССР она была зачислена в отряд ИМБП. С 5 октября 1981 г. состояла на должности космонавта-исследователя ИМБП. К подготовке в составе экипажей не привлекалась.

В мае 1983 г. Г. В. Амеликина была отчислена из отряда космонавтов по состоянию здоровья и уволилась из ИМБП.

В 1983–1987 гг. училась в аспирантуре ММСИ имени Н. А. Семашко, а затем осталась работать в этом институте (в 1999 г. институт получил статус университета и стал называться Московский государственный медико-стоматологический университет – МГМСУ; в 2012 г. университету было присвоено имя А. И. Евдокимова).

В последнее время Галина Васильевна работала ассистентом на кафедре ортопедической стоматологии и протетики МГМСУ имени А. И. Евдокимова.

Редакция *НК* выражает соболезнования родным и близким Галины Васильевны. – С. Ш.



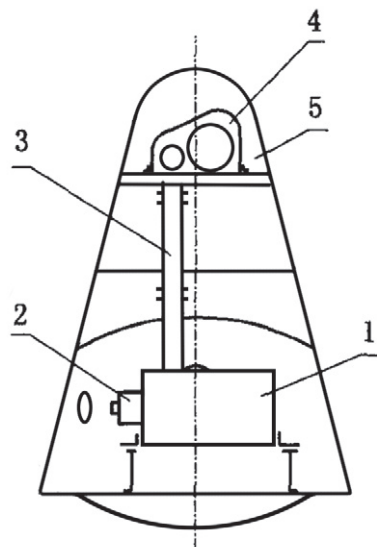
◀ Возвращаемая капсула КА типа FSW в Военном музее в Пекине

щения, целевая полезная нагрузка. Герметичный приборный отсек включал силовую раму из алюминиевого сплава, фотокамеры для фотографирования земной поверхности и звездного неба, аппаратуру основных подсистем. Возвращаемая капсула включала корпус из алюминиевого сплава, двигатели стабилизации вращением, твердотопливный тормозной двигатель, парашютную систему, радиокомплекс слежения и телеметрии, приемную кассету с пленкой и др.

С учетом перспектив развития был выбран вариант большой возвращаемой капсулы, которая по основным конструкторским решениям (форма, баллистический спуск, абляционная теплозащита) похожа на спускаемый аппарат советского пилотируемого корабля «Восток». При отделении от приборного отсека капсула имела максимальный диаметр примерно 1550 мм при высоте 1500 мм. Ее верхняя часть – головная при входе в атмосферу – была выполнена в виде полусферы радиусом 650 мм. В перспективе капсула могла послужить прототипом спускаемого аппарата одноместного космического корабля. Пока же почти весь ее «нижний» этаж занимал твердотопливный двигатель FG-14⁽⁴⁾ для схода с орбиты, а приземлялась лишь верхняя часть капсулы диаметром 1280 мм и высотой 800 мм.

Целевая полезная нагрузка включала основную панорамную камеру со сканирующей призмой для съемки земной поверхности из надира с разрешением 10 м и звездную камеру для геопривязки снимков. Обе камеры первоначально разрабатывались в Чанчуньском институте оптики при участии 811-го завода Министерства общественной безопасности и Пекинского института промышленной техники. Впоследствии головную роль в разработке камер передали 508-му институту, где ими занимался Цзяо Шицзю (焦世举) в ранге главного конструктора по теме. Специальную пленку типа 160В и 160А соответственно разработали в лаборатории фотохимии Института химии Китайской АН, а ее выпуск наладили фабрики фотопленки в Тяньцзине и Баодине.

▼ Компоновка возвращаемого спутника по проекту 911



К истории возвращаемых спутников Китая

И. Лисов.

«Новости космонавтики»

Запущенный 6 апреля спутник «Шицзянь-10» стал 25-м возвращаемым аппаратом Китая в рамках программы, история которой растянулась на полвека.

Как известно, предложение Китайской АН о создании первого китайского спутника «Дунфанхун» было утверждено 2 августа 1965 г. на 13-м заседании Специального комитета ЦК КПК под председательством Чжоу Эньлая. Тогда же Спецком одобрил предложение Китайской АН по программе развития ИСЗ в Китае, указав на приоритетное значение спутников фоторазведки.

Общую проработку проекта возвращаемого спутника-разведчика выполнили в период с января 1966 по март 1967 г. в 8-м проектно-институте 7-го министерства машиностроения под руководством профессора Вана Сицзи (王希季)¹⁾, Сунь Цзядуна (孙家栋)²⁾, У Кайлиня (吴开林) и Ли Или (李颐黎). Отдельные проблемные вопросы решались в 651-м проектно-институте Китайской АН параллельно с проектированием «Дунфанхуна». Разработку космического фотоаппарата взял на себя Ван Дахэн (王大珩)³⁾ в Чанчуньском институте оптики.

11 сентября 1967 г. проект возвращаемого спутника был рассмотрен на заседании Комитета оборонной науки, техники и оборонной промышленности (КОНТОП), и было принято решение о его принципиальной реализуемости. По дате этого заседания проекту присвоили номер 911. Носитель предусматривалось делать на базе межконтинентальной ракеты «Дунфэн-5»,

разработку которой вела 1-я академия 7-го министерства машиностроения, с попутным увеличением ее грузоподъемности с 1000 до 1800 кг. Предполагалось, что спутник будет выведен на орбиту в 1969 г. к 20-летию образования КНР.

После образования в феврале 1968 г. Китайской исследовательской академии космической техники CAST (на базе 5-й академии 7-го министерства машиностроения) 8-й проектный институт вошел в ее структуру, получил номер 508 и стал головным предприятием – разработчиком возвращаемого спутника.

Проект 911

Аппарат максимальной массой 1800 кг был спроектирован в виде волана – конуса с закругленной верхней частью – максимальным диаметром 2200 мм и высотой 3144 мм с суммарным объемом 7,6 м³. Структурно он делился на приборный отсек и возвращаемую капсулу, причем фотоаппарат размещался в приборном отсеке, а приемная кассета для фотопленки – в возвращаемой капсуле массой 600 кг, в которую входило 260 кг полезной нагрузки. Масса невозвращаемой части полезной нагрузки в приборном отсеке составляла 340 кг.

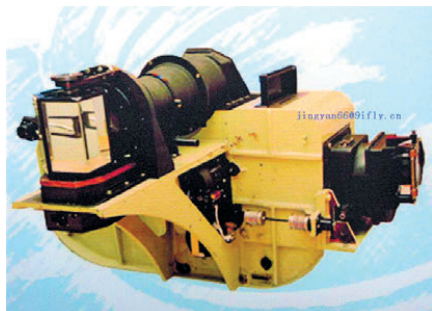
В составе КА выделялось 11 подсистем: конструкция, подсистемы электроснабжения, терморегулирования, управления ориентацией, управления бортовым комплексом, телеметрии, командного управления, антенная, наземных измерений, возвра-

1) Высшее образование получил в Вирджинском технологическом институте (США).

2) Выпускник Военно-воздушной инженерной академии имени Н. Е. Жуковского (СССР).

3) Выпускник Университета Цинхуа. Магистерскую диссертацию по оптике защитил в Имперском колледже Лондона (Британия).

4) Масса – 246 кг, в том числе 200 кг топлива; удельный импульс – 266 сек, суммарный импульс тяги – 522 кН·с.



▲ Камера КА «Цзяньбин-1». С сайта 9ifly.cn

Схема использования КА выглядела следующим образом. После выхода на орбиту наклонением 63° с перигеем 175 км и апогеем 480 км спутник совершает полет в режиме трехосной стабилизации, имея точность ориентации по каналам тангажа и рысканья $\pm 1^\circ$, а по каналу вращения $\pm 2^\circ$, и поддерживая ее в пределах $\pm 0,1^\circ$ за счет использования газовых сопел. Электропитание систем обеспечивают серебряно-цинковые аккумуляторные батареи. Основная камера ориентирована в надир и осуществляет съемку по заданной программе; одновременно звездный фотоаппарат фотографирует небо с целью последующего точного определения текущей ориентации и привязки снимков.

После трех суток полета при входе на территорию Китая спутник разворачивается возвращаемой капсулой в надир. Капсула отделяется подрывом пиропатронов, после чего включается тормозной РДТТ. Мощным вертикальным импульсом он изменяет направление движения капсулы, переводя ее на траекторию крутого спуска*, и отделяется после входа в плотные слои атмосферы. После прохождения этапа атмосферного торможения включается поисковый радиомаяк и вводится парашютная система. Приземление капсулы происходит на специально выделенном полигоне в районе города Суйнин в центральной части провинции Сычуань.

Комплекс фотографической разведки решено было создавать в два этапа. На первом разрабатывались и испытывались космический фотоаппарат, технологии трехосной стабилизации и возвращения спутника; планировалось запустить три-четыре экспериментальных КА. Второй этап – реализация технологии космической фоторазведки в полном объеме, то есть разработка прикладного комплекса.

Этап концептуального проектирования затянулся до марта 1970 г. – сказались как объективные факторы (приоритет проекта «Дунфанхун-1», сложности в разработке МБР «Дунфэн-5» и носителя на ее основе), так и субъективные, связанные с политическими потрясениями эпохи «культурной революции».

5 июня 1970 г. премьер Чжоу Эньлай провел заседание Спецкома ЦК КПК, на котором заслушал отчет о разработке возвращаемого спутника. С этого времени проект 911 стал ключевым государственным проектом. В апреле 1971 г. 7-е министерство машиностроения создало рабочую группу по общей координации проекта аппарата,

* Такое решение диктовалось необходимостью уместить весь участок спуска в пределах территории Китая и контролировать все события в реальном масштабе времени.

провело совещание по техническим вопросам и поставило цель запустить спутник весной 1972 г., а еще лучше – в конце 1971 г. В апреле 1972 г., учитывая реальное состояние разработки, КОНТОП решил перенести первый запуск на конец первого или начало второго квартала 1973 г.

Тем временем 10 сентября 1971 г. на полигоне Цзюцюань состоялся первый пуск МБР «Дунфэн-5», в результате которого была подтверждена принципиальная пригодность всех систем.

Второй испытательный пуск планировался на 26 декабря 1972 г. Из-за электрического замыкания в цепи зажигания двигателей первой ступени не запустились двигатели № 1 и № 3: системы ракеты автоматически выключились – и пуск был прекращен. Вторую попытку предприняли 8 апреля 1973 г. На 43-й секунде полета отключилось электропитание системы управления – и ракета разрушилась из-за потери контроля пространственного положения.

Тем не менее уже в январе ракету 01-й серии с номером Y3 было решено использовать для запуска первого экспериментального спутника, а в июле проекту 911 передали также ракеты Y4 и Y5. В ноябре 1973 г. носителю было присвоено наименование «Чанчжэн-2» (CZ-2). Имея диаметр 3.35 м и длину 31.2 м, двухступенчатая ракета стартовой массой 180 т обладала грузоподъемностью около 1800 кг на низкую орбиту.

В ходе разработки спутника были изготовлены два структурных, термовакуумный, электрический и комплексный макеты и проведены многочисленные испытания. К примеру, в период с ноября 1970 по январь 1971 г. проходили испытания на совместимость элементов бортовой аппаратуры. Это было комплексное испытание, в котором задействовались все отдельные системы. Испытания проводили более 80 технических сотрудников семи предприятий. Было решено почти 100 технических вопросов, среди которых самыми серьезными были два – электрические и радиопомехи и заедание фотопленки в камере.

В январе 1972 г. завершились испытания электрического макета КА. Затем изготовили инженерный макет, который прошел вибрационные, шумовые, ударные при разделении и термовакуумные испытания. В январе 1973 г. началось изготовление первого летного экземпляра спутника.

12 сентября 1974 г. аппарат и носитель с полным заводским номером 701403 были доставлены на полигон Цзюцюань. Подготовка к пуску проходила в тяжелых условиях: проверяющие из Пекина требовали от офицеров и личного состава со всей решимостью «развернуть критику Линь Бяо и Конфуция» и выявить и вычистить всех контрреволюционеров – сторонников покойного министра обороны. Одной из жертв этой кампании стал начальник полигона Цзюцюань Ли Фуцзэ.

Пуск был запланирован на 5 ноября 1974 г. около 13:00 по пекинскому времени. Однако по минутной готовности было зафиксировано отключение большинства систем спутника – и старт немедленно остановили. Выяснилось, что мощность наземного источника питания недостаточна, и падение

напряжения в длинном кабеле, ведущем к отрывному разъему «Земля-борт», слишком велико.

После замены источника питания систем КА было восстановлено, и на 17:40 была назначена вторая попытка пуска. Через шесть секунд после старта ракета начала «заваливаться» по тангажу, и на 20-й секунде произошло ее разрушение. Команда на аварийный подрыв была выдана уже вслед, с опозданием на 0.4 сек. Обломки носителя упали примерно в километре юго-восточнее стартового комплекса.

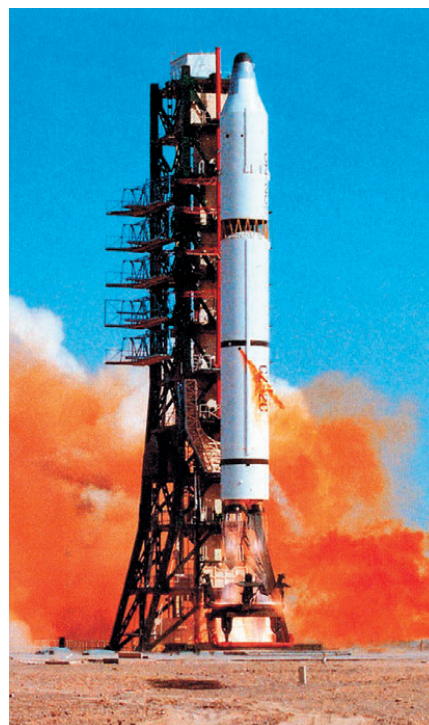
Сразу после неудачи куратор проекта, заместитель председателя Центрального военного совета маршал Е Цзяньин дал такие инструкции: «Неудача – мать успеха. Не падать духом, работать напряженно, предпринимать неустанные усилия – мы должны выполнить задачу».

Анализ телеметрических данных и математики позволил найти повреждение изоляции в электрическом кабеле датчика угловой скорости в канале крена системы управления. От вибраций в поврежденном месте возникло замыкание, и управление по тангажу было потеряно. На устранение непосредственной причины аварии, поиск и ликвидацию других «слабых» мест, на повышение общей культуры производства и испытаний, наконец, на изготовление второго экземпляра спутника ушел почти год.

20 августа глава КОНТОП Чжан Айпин заслушал доклад о состоянии работ, и в октябре Мао Цзэдун дал разрешение на второй запуск. 16 октября эшелон с ракетой и вторым спутником прибыл на Цзюцюань. После сборки и испытаний 15 ноября носитель вывезли на старт. Подготовкой к пуску руководили заместитель председателя КОНТОП Ма Цзе и заместитель министра Цянь Сюэсэнь.

26 ноября 1975 г. в 11:29:52 по пекинскому времени (03:29:52 UTC) с пусковой установки № 138 второй площадки полигона

▼ Запуск штатного аппарата «Цзяньбин-1» носителем CZ-2C 21 октября 1985 г.





▲ Возвращаемая капсула в музее Харбинского политеха. Не она ли разбилась 29 ноября 1975 г.?

на Цзюцюань стартовала РН «Чанчжэн-2» №701504 со вторым экспериментальным спутником возвращаемого типа. Трасса выведения шла на юго-восток через всю страну, проходя между Сианем и Чунцином и далее в направлении Гуанчжоу и Гонконга. Наземные станции передали информацию, что объект слежения обнаружен, сигнал устойчивый, полет идет нормально. Через восемь минут после старта спутник отделился от ракеты и вышел на близкую к расчетной орбиту наклонением 63° с перигеем 173 км и апогеем 483 км.

Наземный комплекс управления с центром в г. Вэйнань осуществлял управление полетом, измерение параметров орбиты, прием телеметрии. В первый день были отмечены колебания давления внутри КА, однако выяснилось, что это следствие работы системы ориентации. В остальном полет проходил штатно.

Возвращение планировалось 29 ноября на 47-м витке. По результатам измерений на 46-м витке на наземных станциях Чанчунь и Шаньдун центр управления в Вэйнане спрогнозировал точное время разворота КА и разделения отсеков. С входом аппарата в зону видимости со стороны СССР мобильная станция в Синьцзяне выдала команду на исполнение первой из этих операций и проконтролировала точный разворот на 100° возвращаемым аппаратом к Земле. Следующая мобильная станция в провинции Ганьсу выдала команду на разделение, которое прошло в 10:53.

Под управлением программно-временного устройства капсула стабилизировалась вращением относительно продольной оси. Включился и отработал двигатель, переведя изделие на траекторию спуска. После торможения в атмосфере предстояло ввести парашютную систему, но оба компьютера в центре управления неожиданно прекратили работу, не выдав информации о ее вводе. Как выяснилось впоследствии, капсула частично обгорела при спуске по нерасчетной траектории, бортовая кабельная сеть была повреждена, и ввода парашютной системы не произошло.

В 11:06 пекинского времени капсула упала с перелетом на 400 км в точке с координатами 26°13'39" с. ш., 105°30'47" в. д. – в провинции Гуйчжоу, вблизи городка Лючжи, вернув на Землю «экспериментальные материалы по теме фоторазведки из космоса», как об этом говорится в официальных публикациях. Головная часть капсулы при падении раскололась, 60-килограммовая приемная кассета с пленкой общей длиной 2000 м разрушилась, часть ее оказалась засвечена. Тем не менее с сохранившихся фрагментов были отпечатаны снимки, которые продемонстрировали Председателю КНР Мао Цзэдуну и Премьеру Госсовета Чжоу Эньлаю.

Сообщение о посадке спутника было опубликовано 2 декабря 1975 г. По-видимому, именно в нем он впервые получил описательное наименование «фанхуэйши вэйсин» («возвращаемый спутник»), сокращенно – FSW.

7 декабря 1976 г. состоялся старт третьего экспериментального спутника с двойным запасом пленки основного фотоаппарата и усовершенствованной схемой посадки: ввод парашютной системы «привязали» к акселерометру, измеряющему ход перегрузки. Этот пуск едва не сорвался: в 12:22, за две



▲ Возвращаемая капсула КА «Цзяньбин-1» в процессе поисково-спасательных работ

минуты до расчетного времени, не отошла одна из ферм обслуживания. Трое солдат залезли на 30-метровую высоту, отвели ее вручную и через пять минут спустились, но десятиминутное стартовое окно уже закончилось. Представитель проектного отдела Чжэн Сунхуэй рекомендовал выполнить пуск с опозданием, и в 12:38 ракета стартовала.

После выхода на орбиту выяснилось, что расход сжатого воздуха в системе ориентации выше нормы. На случай его досрочного окончания пришлось сделать расчет времени схода с орбиты в каждый из трех дней, однако рабочего тела хватило на всю запланированную продолжительность полета.

Сделав 47 витков вокруг Земли, аппарат отделил возвращаемую капсулу, которая успешно приземлилась 10 декабря около полудня в заданном районе с вертикальной скоростью 14 м/с. После ее обследования, изъятия пленки и магнитных записей было установлено, что капсула и материалы не повреждены.

Так Китай овладел технологией запуска спутника-фоторазведчика и его возвращения, а Генеральный штаб НОАК получил средство космической видовой разведки.

Четвертый спутник совершил успешный полет в период с 26 по 29 января 1978 г. Он был оснащен двойным комплектом пленки 160В, а также пленками, чувствительными к инфракрасным лучам, – негативной типа 170 и цветной типа 180. Возвращаемая капсула имела массу 650 кг. Спутник провел запланированную съемку, в результате которой было получено много фотоматериалов. В частности, китайские специалисты получили для анализа снимки районов Пекин–Тяньцзинь–Таншань и озера Цайдам в провинции Цинхай, некоторых прибрежных областей на востоке и юге Китая общей площадью около 2 млн км². Эти фотографии оказались очень ценными для изучения национальной территории и запасов полезных ископаемых.

Штатный спутник-разведчик

Летные испытания экспериментального спутника завершились. В марте 1979 г. КОНТОП решил изготовить еще шесть РН «Чанчжэн-2» для запуска штатных возвращаемых спутников «Цзяньбин-1»* (JB-1) массой до 1865 кг. Первая академия СКАТ внесла несколько важных технических изменений в ракеты партии «02». В 1980 г. были утверждены технические характеристики модернизированного изделия, которое получило наименование «Чанчжэн-2С» (CZ-2C).

9 сентября 1982 г. первая РН «Чанчжэн-2С» успешно вывела штатный спутник на заданную орбиту. Он благополучно возвратился на Землю спустя пять суток – такова была нормальная продолжительность рабочего полета.

Изменения в конструкции КА были нацелены в основном на обеспечение более точной посадки. Командно-временное устройство подсистемы возвращения заменили электронным механизмом: теперь на наземном контрольном стенде высвечивал-

▼ Аппарат типа FSW первого поколения (вероятно, JB-1) в экспозиции Военного музея в Пекине



* Первоначально команда Вана Сици предложила для возвращаемого спутника название «Цзефан-1» (解放一号, «Освобождение»), однако победило конкурирующее предложение «Цзяньбин-1» (尖兵一号 – «Авангард», «Пионер», «Первопроходец», «Дозор»), выдвинутое 7-м министерством машиностроения.

ся сигнал, что было проще и удобней. Изменили угол траектории спуска, что повысило точность приземления капсулы; увеличили количество параметров телеметрии, получаемых в реальном масштабе времени во время спуска, чтобы оценить параметры движения капсулы; увеличили точность измерения угла входа в атмосферу, поверхностных тепловых потоков, температуры и внешнего давления для анализа параметров полета; на борту установили еще один радиолокационный ответчик для системы поиска, который работал вместе с наземным радаром для повышения точности определения точки приземления. Кроме того, были приняты меры для снижения массы конструкции КА в целом и капсулы в частности.

Аппараты этого типа по-прежнему именовались в прессе «фанхуэйши взйсин». Впоследствии, чтобы отличать их от новых возвращаемых КА, им присвоили полуофициальное обозначение FSW-0 с добавлением обозначения серии «01» для экспериментальных КА и «02» для эксплуатационных (табл. 1).

Последующие спутники серии «02» запускались раз в год, осенью, вплоть до 1987 г., на орбиты с апогеем около 390 км. Все шесть полетов прошли штатно, возвращаемые капсулы приземлились без повреждений. Четвертый спутник, стартовавший 21 октября 1985 г., использовали главным образом для исследования территории Китая: был получен значительный объем информации по земельным ресурсам страны, что имело большое значение для планирования развития различных районов страны и экономики в целом. Аналогичные задачи ставились и перед пятым аппаратом в октябре 1986 г.

На первых четырех спутниках серии в качестве дополнительной нагрузки размещалась экспериментальная ПЗС-камера для съемки Земли с передачей информации по радиоканалу. На последнем была впервые установлена попутная коммерческая нагрузка французской фирмы Matra массой 15 кг для измерения уровня микрогравитации и французская аппаратура для культивирования водорослей, а также китайская технологическая установка для выращивания кристаллов арсенида галлия.

На этом же спутнике и на ряде последующих размещались наборы семян сельскохозяйственных культур для дальнейшего выращивания и селекции. В период с 1987 по 1996 г. на восьми спутниках были отправлены в космос семена более чем 300 сортов культурных растений. На основе полученного материала удалось получить новые, более удачные сорта.

С 1975 г. за проектно-конструкторское сопровождение спутников JB-1, а с 1983 г. и за разработку возвращаемого спутника следующего поколения отвечал Минь Гуйжун (闵桂荣)*.

* Выпускник Нанкинского технологического института. В 1963 г. в Энергетическом институте АН СССР защитил диссертацию на соискание степени кандидата технических наук в области теплофизики.

Табл. 1. Основные типы возвращаемых КА КНР

Обозначение	Назначение	Годы применения	Кол-во	Носитель	Орбита, км	Масса, кг	Размеры, м	Продолж-ть, сут	Маневры
JB-1	FSW-0 01	Фоторазведка	4	CZ-2	170x485	1800	∅2.2x3.144	3	нет
	FSW-0 02	Фоторазведка	6	CZ-2C	170x395	1800	∅2.2x3.144	5	нет
JB-1A	FSW-1	Картография	5	CZ-2C	205x310	2100	∅2.2x3.144	7-8	нет
JB-1B	FSW-2	Фоторазведка	3	CZ-2D	175x345	2600-3000	∅2.2x4.644	15-16	да
JB-4	FSW-3	Картография	3	CZ-2D	200x300	3600 или 3800	∅2.2x5.144	18	да
JB-2	FSW-4	Фоторазведка	2	CZ-2D	165x495	3900	∅2.2x5.144	27	да
SJ-8	...	Научный	1	CZ-2C	175x454	3400	∅2.2x5.144	15	да
SJ-10	...	Научный	1	CZ-2D	236x265	3375	∅2.2x5.144	13	да

Картограф JB-1A

Разработанный к 1987 г. картографический спутник JB-1A внешне почти не отличался от базового объекта: были сохранены те же размеры, но «начинка» в значительной степени обновилась.

В состав служебного борта была введена подсистема контроля заряда аккумуляторных батарей, позволявшая стабилизировать давление в гермообъеме приборного отсека и улучшить условия работы камеры.

Усовершенствовали подсистему командного управления, увеличив более чем вдвое объем команд и дополнив ее функцией закладки данных. Теперь бортовой компьютер, управляющий подсистемами ориентации, бортового комплекса, командного управления и другими, мог получать с Земли данные для обновления плана работы, в частности – плана съемки с учетом метеоусловий над целью. Программируемая подсистема телеметрии на базе микрокомпьютера позволила увеличить объем получаемой информации и повысить ее надежность. Радиответчик системы слежения и измерения орбиты получил возможность работы с несколькими наземными станциями одновременно, что повысило точность определения орбиты.

Пассивные средства терморегулирования дополнили активными – вентиляторами и нагревателями, обеспечивающими оптимальный тепловой режим аппаратуры. В системе ориентации была применена новая цифровая технология трехосной стабилизации; помимо гироскопической измерительной системы и инфракрасного датчика Земли появились солнечные датчики.

Приборный отсек мог нести теперь 400–450 кг невозвращаемого полезного груза, включая попутную научную аппаратуру китайских и иностранных заказчиков.

Возвращаемая капсула получила усовершенствованный тормозной РДТТ FG-23, а благодаря установке радиолокационного ответчика сократилось время ее поиска в районе приземления. Увеличилась масса возвращаемого груза.

Новый широкозахватный кадровый фотоаппарат был разработан в 508-м институте под руководством Ян Бинсиня (杨秉新) и обеспечил мировой уровень картографической съемки и привязки объектов. Фотографирование производилось на черно-белую и цветную пленку. Сделанные с помощью этой камеры 600 снимков территории Китая стали основой для составления новой карты страны.

Резерв массы под установку научного и экспериментально-технологического оборудования составлял 150–180 кг. На первом JB-1A были размещены для экспонирования 30 видов семян и микроорганизмов суммарной массой 2.2 кг. Многочисленные исследования на биологических образцах,

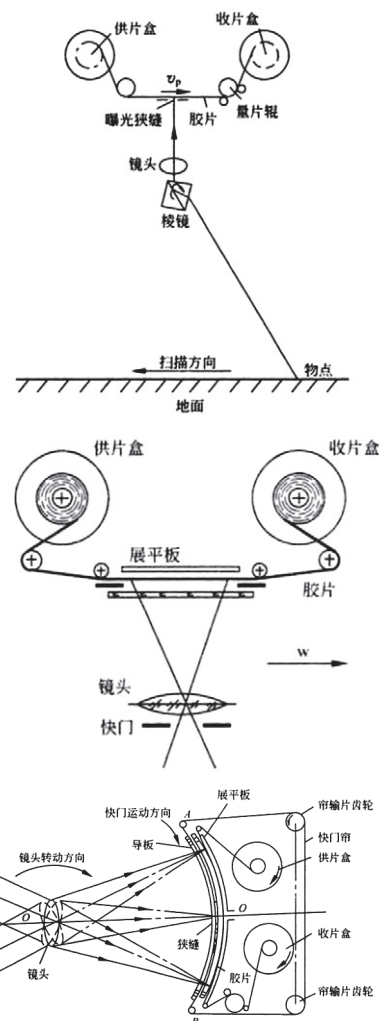
главным образом пассивных, проводились и в последующих полетах.

На втором аппарате серии была размещена германская коммерческая аппаратура COSIMA для выращивания белковых (протеиновых) кристаллов. Продолжились и технологические эксперименты.

На КА №4 в 1992 г. установили разработанную 510-м институтом печь, на которой были получены кристаллы арсенида галлия диаметром 2.5 см, а также японскую печь с нагревом до 710°C.

Всего в период 1987–1993 гг. были запущены пять спутников типа JB-1A, пролетавшие от семи до восьми суток. Четыре из них отработали штатно, а пятый при завершении полета 16 октября 1993 г. потерпел аварию, в чем-то похожую на инцидент с первым советским кораблем-спутником в мае 1960 г. Из-за отказа системы ориентации предпосадочный разворот не был выполнен, вектор тяги тормозного двигателя отделившейся капсулы оказался направлен «на разгон», и ее «забросило» на орбиту апогеем чуть более 3000 км. Лишь 12 марта 1996 г. в результате естественного торможения капсула вошла в атмосферу и прекратила свое существование.

▼ В китайских источниках опубликованы оптические схемы первоначального спутника FSW, картографического JB-1A и аппарата фоторазведки второго поколения JB-1B



Для Китая этот инцидент был неприятен вдвойне, так как полет JB-1A № 5 был посвящен 100-летию со дня рождения Мао Цзэдуна, и на его борту, помимо целевой и попутной аппаратуры, находился символический груз – 1000 марок, 3000 конвертов первого дня, 235 орнаментов, фотографии, кредитные и телефонные карты, и наконец – украшенный бриллиантами медальон с портретом Председателя Мао.

Вошел в историю, но уже со знаком «плюс», и четвертый запуск JB-1A в октябре 1992 г. В его ходе на орбиту был выведен попутный научный спутник Fгеја, разработанный Шведской космической корпорацией. При запуске первый КА Швеции размещался в цилиндрическом переходнике ниже основного аппарата, а после отделения с помощью собственной ДУ перешел на орбиту высотой 596×1762 км.

Фоторазведчик второго поколения

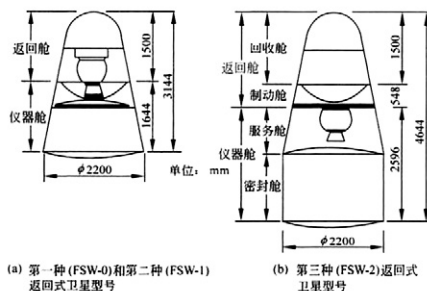
Вслед за аппаратом картографической съемки был спроектирован спутник-фоторазведчик второго поколения, получивший у заказчика обозначение JB-1B, а в открытой печати – FSW-2. Его главным конструктором в апреле 1988 г. назначили Линя Хуабao (林华宝)*, участника проекта 911, который с 1970 г. руководил созданием подсистемы возвращения капсулы. Заместителем главного конструктора и главным конструктором камеры был Ян Бинсинь.

Аппарат был перепроектирован почти с нуля с целью увеличения продолжительности полета и объема доставляемой информации. Из 13 подсистем восемь были новыми (в том числе система трехосной стабилизации и система программного управления на базе перспективного бортового компьютера), остальные подверглись существенной модернизации.

В конструкцию КА был введен третий отсек в форме цилиндра диаметром 2200 мм и высотой 1500 мм, благодаря чему суммарный объем КА достиг 12,8 м³. Этот герметичный отсек стал приборно-агрегатным: в него перенесли аппаратуру служебного борта и фотокамеры и впервые смонтировали двигательную установку для коррекции орбиты. Новый приборно-агрегатный отсек был на 20% больше прежнего по объему.

Тормозной РДТТ FG-23A тягой 3120 кгс с 213 кг топлива «переехал» в бывший приборный конический отсек, при этом линия отделения капсулы сместилась на 548 мм вниз с образованием небольшого переходного отсека. Отрабатыв тормозной импульс, двигатель вместе с монтажной переборкой и переходным отсеком сбрасывался еще до входа капсулы в плотные слои атмосферы.

Возвращаемая капсула в составе JB-1B значительно увеличилась в размерах, заняв собой тот объем, в котором размещался тормозной РДТТ на предыдущих моделях. Теперь она завершалась днищем в форме сферического сегмента с выемкой для кон-



(a) 第一种 (FSW-0) 和第二种 (FSW-1) 返回式卫星型号

(b) 第三种 (FSW-2) 返回式卫星型号

▲ У модернизированного КА JB-1B размеры возвращаемой капсулы значительно увеличились

тейнера парашютной системы в центральной его части и достигала почти 2 м в высоту при диаметре 1,55 м. Новая капсула могла доставить на Землю до 400 кг полезного груза.

Модернизированная сканирующая панорамная камера JB-1B с широким полем зрения и блендом для устранения паразитной засветки имела разрешение втрое лучше, чем на JB-1, то есть приблизительно 3 м. Количество получаемой за один полет информации увеличилось в 13 раз.

Спутник JB-1B получился достаточно тяжелым – свыше 2500 кг в стандартной конфигурации. Для его выведения на орбиту использовался носитель CZ-2D, обладавший в то время значительно большей грузоподъемностью относительно CZ-2C.

Первый аппарат был изготовлен всего через 28 месяцев с момента заключения контракта. В 1992–1996 гг. было выполнено три полета продолжительностью 15–16 суток, в ходе которых спутник проводил по три-четыре маневра для поддержания заданной высоты орбиты. Первый полет 9–25 августа 1992 г. проходил без замечаний в течение 12 суток, однако после этого не удалось провести четвертую коррекцию, а в конце было отмечено заедание фотокамеры, так что часть пленки не была использована. Фотографии, однако, получились очень четкие, разрешение оказалось лучше заданного. Во втором и третьем полетах все прошло штатно, а оставшийся на орбите приборно-агрегатный отсек выполнил дополнительный маневр уже после отделения капсулы, продемонстрировав способность к самостоятельной работе**. Проведенные съемки дали большое количество информации для национальной обороны, включая оборону побережья Китая, а также для народного хозяйства.

Резерв грузоподъемности носителя позволил разместить на JB-1B попутные полезные нагрузки, главным образом биологические и технологические. На первом спутнике в 1992 г., например, была размещена китайская установка для выращивания кристаллов полупроводникового материала «кадмий–ртуть–теллур» с рабочей температурой до 813°C. На третьем аппарате установили технологическую аппаратуру японской Marubeni Corp. совместно с Университетом Васэда для производства монокристаллов индия и галлия.

Хотя это и не отражено в таблице 2, основанной на китайской публикации 2001 г., на китайских возвращаемых спутниках проводились эксперименты и с другими материалами, такими как InSb, GaSb и керамика типа YBaCuO, обладающая свойством высокотемпературной сверхпроводимости, исследовались процессы плавления и вторичного затвердевания, границы жидкой и твердой и двух жидких фаз и т. п.

С точки зрения техники весьма интересным оказался последний пуск в октябре 1996 г., когда общая масса попутных грузов достигла 265 кг. Больше половины (136 кг) приходилось на блок ретрансляции сигналов, который принимал информацию от наземного источника при пролете над ним и передавал ее на наземную станцию. Эксперимент прошел успешно и рассматривался в Китае как прорывное достижение.

Впервые установленный на китайском КА GPS-приемник позволил опробовать режим автономной навигации и убедиться в его точности.

В полете испытывалось также запоминающее устройство большого объема на основе оптического диска.

Наконец, на JB-1B № 3 с успехом прошла испытания литиевая аккумуляторная батарея емкостью 20 А·ч производства химического завода «Мэйлин» в Цзуньи, которую предполагалось использовать на возвращаемых спутниках следующих типов.

Возвращаемые аппараты XXI века

Последняя модернизация FSW была проведена в начале 2000-х годов под руководством главного конструктора Тан Бочана (唐伯超), которому пришлось решать сложные вопросы увязки на китайском борту аппаратуры китайских и зарубежных производителей.

«Возвращаемый спутник нового типа», как он официально назывался, вновь увеличился в размере – его максимальный размер довели до 5144 мм за счет удлинения до 2000 м цилиндрического отсека, а масса возросла до 3800–3900 кг. На этой конструктивной базе было выпущено пять КА в двух исполнениях: фоторазведчик JB-2 и картограф JB-4, причем их «посадили» на разные носители – CZ-2C и CZ-2D соответственно.



* Линь Хуабao с детства мечтал строить вокзалы и мосты. Он учился этому в Университете Цинхуа и затем в Ленинградском инженерно-строительном институте. Однако по возвращении в Китай в 1956 г. Цянь Сюэсэнь взял его на работу в Институт механики и поручил исследования в области конструкций самолетов и ракет.

** Правда, недолгой, так как ее время ограничивалось зарядом аккумуляторов.

Запуски производились в 2003–2005 гг.; разведчики летали по 27 суток, а картографы – по 18. За время полета спутники выполняли по пять-восемь коррекций орбиты. Как и у JB-1B, приборно-агрегатный отсек продемонстрировал способность к самостоятельному полету, причем по крайней мере в трех случаях было официально объявлено о продолжении им работы после приземления капсулы.

9 сентября 2006 г. был осуществлен запуск специализированного возвращаемого спутника «Шицзянь-8» (SJ-8; HK № 11, 2006) с главной задачей экспонирования семян в условиях космического полета, изучения мутагенеза и последующей селекции.

SJ-8 был построен на той же базе, что и JB-4 и JB-2, и его описание дает некоторые штрихи к новой платформе. По сравнению с предшественником повышена точность подсистемы ориентации. Используется конвекционная схема теплообмена, что позволяет поддерживать внутреннюю температуру с точностью $\pm 0.2^\circ$. Подсистемы командного управления и телеметрии совместимы с разработанными для пилотируемого корабля «Шэньчжоу», что делает связь с бортом более надежной и постоянной. Усовершенствована бортовая система управления, обеспечивая более гладкую и точную работу КА в космосе. Существенно улучшены средства определения параметров орбиты и управления спуском, что значительно снизило разброс мест посадки.

Картографический спутник второго поколения JB-4 оснащался съемочной аппаратурой, созданной в Чанчунском институте оптики под руководством Ван Жэньсяна (王任享). Как и все его предшественники, он выводился на орбиту «голым», без обтекателя. Спутник устанавливался торцом цилиндрического отсека непосредственно на конический переходник на второй ступени ракеты диаметром 3.35 м.

Фоторазведчик JB-2 размещался на ракете CZ-2C под стандартным обтекателем диаметром 3.35 м, что дало почву для предположения об использовании на нем солнечных батарей. Это было бы весьма логично исходя из большой продолжительности орбитального полета. Подобный прецедент известен по 1980-м годам, когда на советском долгоживущем аппарате «Ресурс Ф-2» с 30-суточным сроком активной работы появились солнечные батареи, которые на «Ресурсах Ф-1» отсутствовали. Однако китайские источники утверждают, что источником питания «возвращаемых спутников нового типа» являются литиевые аккумуляторные батареи, гарантирующие работу в течение месяца, а обтекатель нужен исключительно для обеспечения теплового режима.

Другая гипотеза состоит в том, что обтекателем защищена бленда длиннофокусного фотоаппарата, обеспечивающего съемку с высоким пространственным разрешением (единицы метров) объектов высокого приоритета. Отметим, что фотографии изделия JB-2 в целом или хотя бы его возвращаемой капсулы никогда не публиковались. Разработчик его камеры не известен (по косвенным данным,

Табл. 2. Полеты возвращаемых КА КНР и попутные эксперименты

Дата старта	Дата посадки	Тип КА	Масса, кг	Орбита	Дополнительная аппаратура		
					Масса	Активная	Пассивная
1974.11.05	–	JB-1	1790		
1975.11.26	1975.11.29	JB-1	1790	62.95°, 176x483	...	дозиметр	
1976.12.07	1976.12.10	JB-1	1812	59.45°, 167x493	...	дозиметр	
1978.01.26	1978.01.29	JB-1	1810	57.03°, 160x482	...	дозиметр	
1982.09.09	1982.09.14	JB-1	1783	62.98°, 171x399	23	ПЗС-камера	
1983.08.19	1983.08.24	JB-1	1842	63.31°, 169x394	23	ПЗС-камера	
1984.09.12	1984.09.17	JB-1	1809	67.94°, 171x405	23	ПЗС-камера	
1985.10.21	1985.10.26	JB-1	1809	62.98°, 168x398	23	ПЗС-камера	
1986.10.06	1986.10.11	JB-1	1800	56.95°, 169x389	–		
1987.08.05	1987.08.10	JB-1	1819	62.95°, 168x398	36	Измерение уровня микрогравитации, выращивание кристаллов GaAs, водоросли	семена
1987.09.09	1987.09.17	JB-1A	2076	62.99°, 204x314	2.2		семена
1988.08.05	1988.08.13	JB-1A	2129	63.02°, 202x310	53	Выращивание кристаллов GaAs, белковых кристаллов	семена, клетки животных, водоросли
1990.10.05	1990.10.13	JB-1A	2080	56.97°, 203x317	63.1	Измерение уровня микрогравитации, выращивание кристаллов GaAs, животные	семена, водоросли, клетки растений, грибы, яйца
1992.08.09	1992.08.25	JB-1B	2592	63.06°, 169x339	65.8	Выращивание кристаллов CdHgTe, белковых кристаллов	водоросли
1992.10.06	1992.10.13	JB-1A	2080	63.01°, 213x316	42.4	Выращивание кристаллов GaAs	семена, растения, грибы
1993.10.08		JB-1A	2099	56.95°, 206x301	106.1	Измерение ударных нагрузок, выращивание кристаллов GaAs	семена, растения, клетки животных
1994.07.03	1994.07.18	JB-1B	2755	62.96°, 170x348	127.3	Измерение уровня микрогравитации, выращивание белковых кристаллов, культуры клеток, микробный рост	семена, грибы
1996.10.20	1993.11.04	JB-1B	2970	63.04°, 169x344	264.9	GPS-приемник, дисковое запоминающее устройство, ретрансляция данных наземной станции, выращивание кристаллов GaAs с видеонаблюдением, биологические культуры	семена, грибы, клетки животных
2003.11.03	2003.11.21	JB-4	3800	62.99°, 191x330			
2004.08.29	2004.09.25	JB-2	3900	63.00°, 163x496			
2004.09.27	2004.10.15	JB-4	3800	63.00°, 202x302			
2005.08.02	2005.08.29	JB-2	3900	63.00°, 163x499			
2005.08.29	2005.09.16	JB-4	3800	62.98°, 201x302			личинки шелкопряда
2006.09.09	2006.09.24	SJ-8	3400	62.99°, 175x454			семена (215 кг)
2016.04.06	2016.04.18	SJ-10	3375	42.89°, 236x265			

это Ян Бинсинь), результаты съемки не увеличались.

Вообще о практических результатах работы этих аппаратов известно немного. Утверждается, что JB-4 позволил получить самые точные в Китае космические картографические и географические материалы, а JB-2 делал фотографии самого высокого разрешения среди китайских спутников. Отмечалось также, что JB-4 обеспечивал повторный просмотр одних и тех же объектов с периодичностью 6 суток, а JB-2 – каждые двое суток.

В статье, посвященных Ван Жэньсяну, подчеркивается, что всего один спутник типа JB-4 позволил выполнить стереосъемку 90 % территории Тайваня и привязать остров с высокой точностью к геодезической сети береговой провинции Фуцзянь.

Необычно закончился полет спутника типа JB-4, выведенного на орбиту 27 сентября 2004 г. При посадке под парашютом 15 октября капсула угодила в крышу четырехэтажного жилого дома в поселении Пэнлай уезда Даин провинции Сычуань, пробила ее и была найдена в комнате верхнего этажа.



К счастью, хозяйка Хо Цзюйи в это время была на рынке. Сама капсула тоже не пострадала и была извлечена стрелой автокрана.

На последнем аппарате серии была установлена полезная нагрузка пекинской средней школы «Циньшан» – биологическая капсула с личинками шелкопряда. Шестью годами раньше NASA предложило школьникам всего мира поставить свои эксперименты в полете STS-107. Одним из победителей стал ученик 4-го класса школы «Циньшан» Ли Таотао: его капсула была установлена на «Колумбии» и погибла вместе с американским кораблем в феврале 2003 г. В 2004 г. Китайская корпорация космической науки и техники предложила повторить эксперимент на китайском возвращаемом спутнике. Школьники присутствовали 29 августа на запуске в Цзююане, а вечером 18 сентября 2005 г. его главный конструктор Тан Бочан передал вернувшихся из космоса насекомых школьникам – авторам эксперимента.

Что же касается SJ-8, то на борту этого спутника разместили более 2000 контейнеров с семенами девяти видов сельскохозяйственных культур, включая зерновые, хлопчатник, масленичные, овощные, фрукты и цветы, а также культуры бактерий общей массой около 215 кг. Всего в эксперименте использовалось 133 сорта растений, 16 видов микроорганизмов и три вида животных. На борту было также установлено оборудование для регистрации радиационной обстановки, измерения уровня микрогравитации и магнитного поля Земли.

После работы на орбите в течение 15 суток возвращаемая капсула приземлилась в уезде Суйнин провинции Сычуань в хорошем состоянии, а орбитальный модуль еще в течение трех суток использовался для экспериментов на орбите.