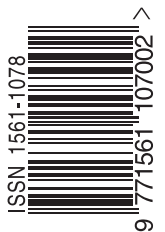


# НОВОСТИ КОСМОНАВТИКИ

№ 05 (400) 2016



ISSN 1561-1078



9 771561 107002 >

Журнал для профессионалов  
и не только

Журнал основан в 1991 г. компанией «Видеокосмос». Издаётся 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 30.04.2016

Журнал издаётся 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:

ЮБИЛЕИ	
1	Горшков О., Коптев Ю. Центральному институту ракетно-космической отрасли 70 лет
ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ	
5	Красильников А. Завершение 11-месячного марафона
7	Красильников А. Итоги полета 46-й основной экспедиции на МКС
8	Красильников А. «Бурлаки» на «Союзе»
9	Шамсутдинов С. Биографии членов экипажа ТК «Союз ТМА-20М»
10	Красильников А. Джеффри Уильямс: «Соисети расскажут о нашей работе на МКС»
13	Красильников А., Хохлов А. Полет экипажа МКС-46/47. Март 2016 года
20	Чёрный И. Ракетная фортуна
23	Мохов В., Афанасьев И. Масштабный пожар после расстыковки
27	Красильников А. «Прогресс» с наноспутником
ПИЛОТИРУЕМАЯ ТЕХНИКА	
29	Афанасьев И. SLS и Orion – между первым и третьим полетами
ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ	
32	Чёрный И. С пятой попытки
34	Журавин Ю. Европейское продвижение в Латинскую Америку. В полете – Eutelsat 65 West A
35	Бешис Д. Шестой из семи. Запуск IRNSS-1F
37	Бешис Д. EхоMars уже в пути

## ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

46	Лисов И. Третий «Ресурс-П»
51	Павельцев П. «Космос-2515»: из семейства хищных
53	Лисов И. Заполняя пробелы в рядах

## ИСКУССТВЕННЫЕ СПУТНИКИ ЗЕМЛИ

54	Лисов И. Проблемы американских метеоспутников
56	Афанасьев И. Второй «Бион-М» надо доработать

## СРЕДСТВА ВЫВЕДЕНИЯ

57	Афанасьев И. Двигатель для легкого «Союза» проходит стендовые испытания
----	---

## КОСМОДРОМЫ

58	Красильников А. Полвека назад Плесецк стал космодромом
----	--

## КОСМИЧЕСКИЕ ПРОГРАММЫ

62	Лисов И. Китай в космосе в 13-й пятилетке и далее
----	---

## КОСМОНАВТЫ. АСТРОНАВТЫ. ЭКИПАЖИ

64	Шамсутдинов С. Награждение космонавтов
----	--

## ЛЮДИ И СУДЬБЫ

65	Афанасьев И. Об увековечении памяти Дмитрия Ильича Козлова
----	--

## СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

66	Афанасьев И. Штрихи процесса познания. Окончание
70	Соболев И. К 30-летию проекта «Венера – комета Галлея». Встреча в Доме авиации и космонавтики

## СТРАНИЦА ПАМЯТИ

72	Памяти Анатолия Ивановича Савина
73	Памяти Юрия Ивановича Зайцева

### Уважаемые читатели!

В третьем номере «Новостей космонавтики» мы обратились к вам с просьбой поддержать финансово журнал до тех пор, пока Роскосмос не примет решение о включении редакции в корпорацию и сделает госзаказ на тираж либо объявит, что космический журнал мирового качества в России никому не нужен. Мы очень надеемся на первое, а также надеемся с вашей помощью продержаться до принятия положительного решения.

От лица коллектива редакции я от души благодарю всех, кто откликнулся на нашу просьбу: Корчагина Е. Н., Голубкова Д. Ю., Бакунца А. В., Соколова О. А., Батурина В. Е., Троицкого Л. Н., Артемьева А. В. и других. Только благодаря их вкладу вы держите в руках этот номер НК. Очень рассчитываем, что с помощью таких патриотов нам удастся сохранить для страны и для вас, уважаемые читатели, журнал, фактически являющийся хроникой и летописью мировой космонавтики за последние четверть века.

Удачи всем!

Главный редактор журнала «Новости космонавтики» И. А. Маринин

На обложке: Станция EхоMars летит к Красной планете

70 лет назад, 13 мая 1946 г. было подписано постановление Совета Министров СССР № 1017-419сс, предопределившее создание общей инфраструктуры отечественной ракетно-космической отрасли – от властных и обеспечивающих органов до научно-производственных, проектно-конструкторских и производственных организаций и воинских частей, испытывающих и эксплуатирующих ракеты. Этим постановлением был образован Научно-исследовательский институт № 88 (НИИ-88) Министерства вооружения, назначенный головной организацией по научным исследованиям, конструированию, опытного производству и испытаниям систем вооружения с жидкостными ракетными двигателями (ЖРД).

# Центральному институту ракетно-космической отрасли 70 лет

Директором НИИ-88 был назначен опытный организатор в области артиллерийского вооружения, Герой Социалистического Труда, генерал-майор Лев Робертович Гонор, главным инженером – один из основоположников советской ракетной техники Юрий Александрович Победоносцев.

Сергей Павлович Королёв, работавший в Институте с первых дней его существования, возглавил отдел № 3 (позднее преобразован в ОКБ-1) Специального конструкторского бюро-88, который занимался баллистическими ракетами дальнего действия (БРДД).

В качестве первой задачи НИИ-88 и его смежникам постановление предписывало воспроизвести германскую баллистическую ракету А-4 (более известную как V-2): ее изготовлением и сборкой занимался завод № 88, а испытаниями и пусками – Государственный центральный полигон, специально созданный в районе села Капустин Яр Астраханской области. В 1947 г. перед Институтом были поставлены новые задачи: создание баллистических ракет с дальностью полета от 600 до 3000 км и разработка более совершенных зенитных управляемых ракет.

В соответствии с постановлением Совета Министров СССР от 11 июня 1948 г. № 2018-791 для стендовых испытаний ракетных двигателей и ракет в Загорском (ныне Сергиево-Посадский) районе были построены заводская станция огневых испытаний и кислородный

**Авторы: О. А. Горшков, Ю. Н. Коптев,**

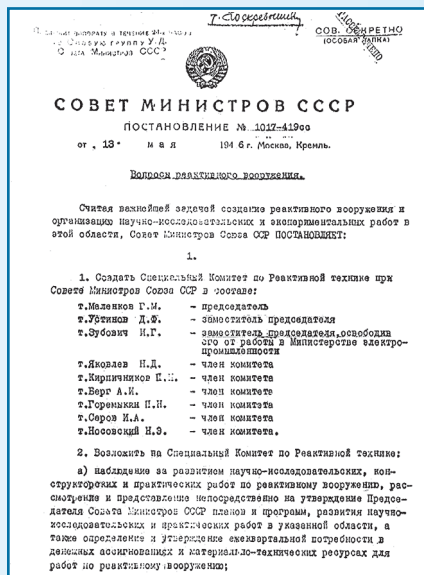
по материалам научно-технического журнала «Космонавтика и ракетостроение» № 2 (87) 2016

завод, которые в 1950 г. были реорганизованы в филиал № 2 НИИ-88.

На первых порах основное внимание уделялось созданию проектно-конструкторских и научно-исследовательских отделов, экспериментальной базы по аэродинамике (фото 1, с. 2) и прочности, стендов для испытания модельных и натурных двигательных установок, а также освоению заводом № 88 технологий производства баллистических ракет. Были образованы отделы материаловедения, систем управления, испытаний и технической информации.

В 1949 г. для координации научно-исследовательских работ, проводимых НИИ-88, был организован специальный «отдел НИР» (позже – отдел № 17, начальник – Александр Васильевич Кармишин), а в июле 1949 г. введена должность заместителя директора Института по научно-исследовательским работам, на которую назначили член-корреспондента АН СССР Алексея Антоновича Ильюшина. Под его руководство были переведены все научные отделы Института, ранее подчинявшиеся главному инженеру.

В 1949–1953 гг. НИИ-88 вел широкие исследовательские программы, решая комплекс прикладных задач по аэродинамике, материаловедению, прочности, баллистике, ЖРД, химии ракетных топлив. Они обеспечили создание и успешное развитие БРДД: начав с проектирования на базе А-4 ракеты Р-1 из отечественных материалов и продолжив ее глубокой модернизацией – Р-2, – НИИ-88 перешел к разработке баллистических ракет собственной конструкции – Р-5 и Р-11, так-



тико-технические характеристики которых непрерывно наращивались.

В 1950 г. начались исследования перспектив создания ракет с дальностью полета 5000–10 000 км. После этого согласно постановлению Совета Министров СССР от 13 февраля 1953 г. № 443-213сс был принят общесоюзный план научно-исследовательских работ по ракетам дальнего действия, а в соответствии с постановлением от 28 июля 1954 г. № 1281-583сс намечены конкретные мероприятия по созданию двухступенчатой межконтинентальной баллистической ракеты (МБР) Р-7 (фото 2, с. 2).

Указом Президиума Верховного Совета СССР от 20 апреля 1956 г. НИИ-88 был награжден орденом Ленина за разработку первых БРДД.

В период с 1953 по 1959 г. директорами НИИ-88 были Константин Николаевич Руднев, Михаил Кузьмич Янгель и Алексей Сергеевич Спиридонов.

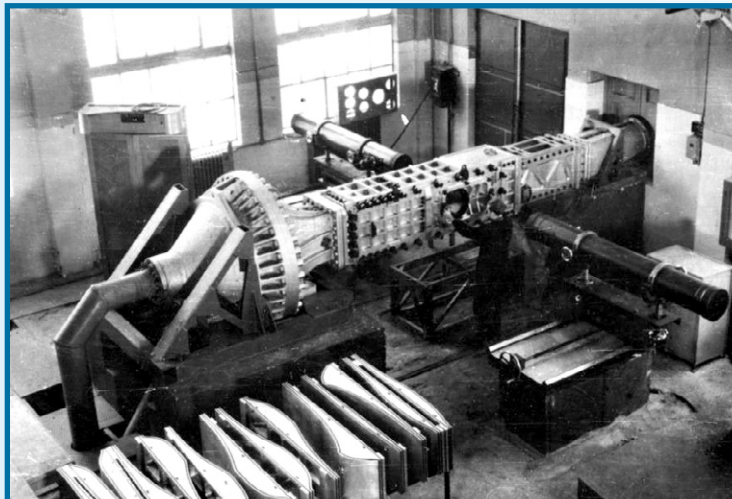
К середине 1950-х годов в НИИ-88 сформировались два крупных и вполне самостоятельных направления: конструкторское подразделение с сильным производством и научный центр с развитой экспериментальной базой. Они претендовали на собственное развитие, что привело к необходимости реорганизации Института. Решением Совета Министров СССР от 13 августа 1956 г. № 4912сс из состава НИИ-88 в самостоятельную организацию выделилось ОКБ-1 вместе с опытным заводом. Директором и главным конструктором организации, получившей наименование ОКБ-1 Министерства оборонной промышленности (МОП), был назначен С. П. Королёв. Согласно тому же постановлению самостоятельной научно-исследовательской организацией был определен Загорский филиал № 2 НИИ-88, который превратился в НИИ-229, занимающийся испытаниями ракетных двигателей и ракет.

В процессе дальнейшего развития в НИИ-88 сформировался ряд подразделений, обладающих исключительно высоким научно-техническим производственным потенциалом, реорганизованных в самостоятельные научно-исследовательские, проектно-конструкторские и производственные предприятия в составе современной отечественной ракетно-космической промышленности (схема на с. 3).

После реорганизации 1956 г. характер деятельности Института существенно изменился. Перед НИИ-88 встали новые задачи: исследования в обоснование перспектив развития ракетной, а затем и космической техники; разработка рациональной технической политики в области создания стратегического ракетного вооружения и космических систем оборонного, народно-хозяйственного и научного назначения.

Институту предписывалась подготовка официальных заключений на все предложения и проекты главных конструкторов по разработке новых ракет и космических систем, а также по усовершенствованию существующих изделий ракетно-космической техники (РКТ).

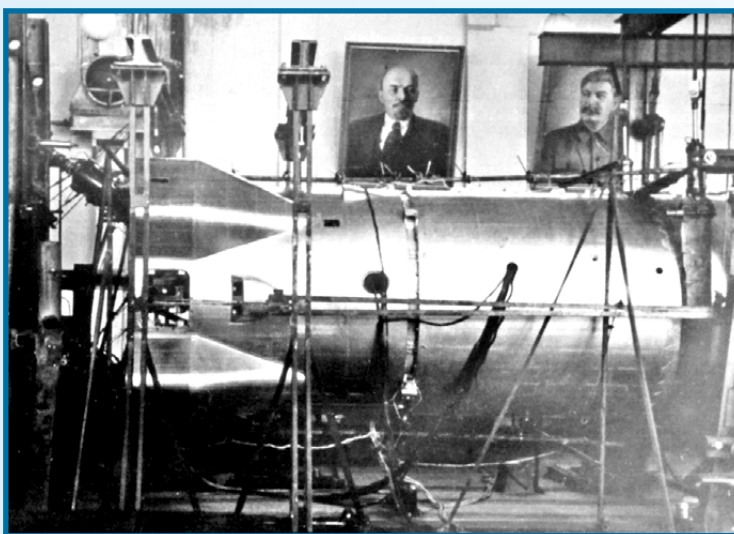
Другим кругом задач НИИ-88 стало обеспечение



▲ Фото 1. Первая аэродинамическая установка СЗТ-1 (V-1). 1947 год, скорость потока 1.5–4.5 М, давление в форкамере 0.5–40 атм, размер выхода сопла 400×400 мм

разработок всех КБ и НИИ отрасли теоретическими и экспериментальными исследованиями в области аэрогазодинамики, теплообмена, динамики, прочности, изысканиями в сфере создания новых конструктивных материалов и теплозащитных покрытий, разработки измерительных средств для стендовых и полигонных испытаний.

Для усиления роли Института как головной научно-исследовательской организации ракетно-космической промышленности (РКП) в июле 1959 г. директором – научным руководителем НИИ-88 был назначен видный ученый и организатор, инженер-полковник, д.т.н. Георгий Александрович Тюлин, проходивший в это время службу в Министерстве обороны и непосредственно связанный с ракетной тематикой. Он окончил мехмат и аспирантуру МГУ, прошел суровую школу войны в рядах гвардейских минометных частей. После победы вместе с другими советскими специалистами изучал немецкую ракетную технику. С 1946 г. занимал ответственные посты в Управлении ракетного вооружения Минобороны, а перед назначением в НИИ-88 был заместителем начальника НИИ-4 Минобороны по научной части. Он хорошо знал возможности ракетного вооружения и особенности его боевого использования.



▲ Фото 2. Статические испытания хвостового отсека центрального блока МБР Р-7. 1956 год

По инициативе директора в практику вводятся четкое планирование научно-исследовательских работ и оценка научной значимости завершенных исследований. Под руководством Георгия Александровича были сформулированы задачи и направления деятельности НИИ-88 на ближайшую пятилетку. Совет Министров СССР утвердил их своим решением в сентябре 1960 г.

В июле 1961 г. Г. А. Тюлина назначили с повышением на должность заместителя председателя Госкомитета по оборонной технике. Реализация намеченных планов легла на плечи его ученика и последователя – Героя Социалистического Труда, генерал-майора инженерно-технической службы, д.т.н. Юрия Александровича Мозжорина.

С приходом Ю. А. Мозжорина в НИИ-88 было сформировано новое направление работ по обоснованию рациональных путей развития стратегического ракетного вооружения. Осуществлялись проектные проработки БРДД различных типов, проводились оценка боевой эффективности ракетного вооружения и анализ тенденций развития средств противоракетной обороны. По результатам системных исследований была разработана новая оборонная доктрина в условиях возможного применения ракетно-ядерного оружия, качественно менявшая характер стратегических военных операций. Институт обосновал единственно верную концепцию ядерного сдерживания, обеспечивающую эффективные действия для гарантированного ответного ракетно-ядерного удара. Исходя из этого была сформирована система развития ракетно-ядерного оружия и обоснованы требования к техническим характеристикам, составу и численности ракетных комплексов. Это позволило Институту определить рациональные пути развития ракетного вооружения и дать правильную оценку всех предложений и проектов ракетных КБ и НИИ отрасли.

Так был создан ракетно-ядерный щит, служивший гарантом безопасности нашей страны в «горячие» дни «холодной войны». Следует отметить, что история разработки и защиты концепции гарантированного ответного ракетно-ядерного удара была настолько острой и драматичной, что в памяти участников борьбы за ее превращение в государственную военную доктрину осталась под именем «малая гражданская война».

За годы развития под руководством Ю. А. Мозжорина Институт полностью сформировался как головная научно-исследовательская организация ракетно-космической

промышленности. Этому во многом способствовало удачное сочетание организаторских способностей Юрия Александровича с его широким научным кругозором, исключительной работоспособностью и высокой ответственностью.

Для обоснования рациональных путей развития космических систем оборонного, народно-хозяйственного и научного назначения проводились системные исследования. В 1961–1991 гг. были реализованы сложнейшие проекты по изучению Луны и планет Солнечной системы, разработаны новые космические технологии, а космонавтика стала неотъемлемой частью деятельности нашего государства. При Ю.А. Мозжорине Институт участвовал практически во всех разработках ракет-носителей и космических аппаратов,

включая такие крупномасштабные проекты, как лунная экспедиция Н-1 – Л-3, создание орбитальных станций «Салют», «Мир» и многооразовой транспортной космической системы (МТКС) «Энергия–Буран» (фото 3).

Все системные исследования опирались на научный потенциал многочисленных подразделений Института, специализирующихся в области аэрогазодинамики, прочности, теплообмена, материаловедения, надежности и других дисциплин, что придавало особую ценность и значимость рекомендациям и заключениям ЦНИИмаша. Уникальная экспериментальная база и сегодня позволяет Институту сохранять ведущие позиции в мире по многим научным направлениям. Так, исследования прочности конструкций зародились вместе с первыми разработками БРДД и получили качественно новое развитие после выхода в 1963 г. постановления правительства о разработке лунного экспедиционного комплекса, где за Институт закреплялась ответственность за проведение исследований прочности, аэрогазодинамики и динамики ракеты-носителя Н-1 и лунного корабля Л-3. Большие размеры испытываемых блоков (диаметр до 16 м, высота до 20 м; фото 4, с. 4), возросшие на порядок нагрузки, необходимость контроля изготовления и сборки носителя Н-1 обусловили потребность в строительстве специального корпуса статических прочностных испытаний.

Был построен корпус для вибрационных испытаний реальных ракет, ЖРД, космических кораблей и орбитальных станций, введен корпус для ударных прочностных испытаний, где были реали-

зованы требуемые условия импульсного нагружения ракеты и ее элементов, а несколько позже – специализированный корпус для статических температурно-прочностных испытаний натурных баковых конструкций и корпусов твердотопливных ракет.

Проводились широкомасштабные исследования в области аэрогазодинамики и теплообмена, газодинамики стартовых систем шахтного и открытого типов с учетом ударно-волновых процессов, происходящих при запуске двигателя, и других эффектов при взаимодействии струи со стартовой системой. В этих целях был возведен новый комплекс больших аэродинамических и тепловых установок, вакуумных камер для исследования влияния возмущений в результате воздействия струй двигателей ориентации на конструкцию космических аппаратов в условиях открытого космоса. Для

обеспечения работы таких экспериментальных средств создали новый энергетический комплекс: компрессорная и баллонная станции, электрическая подстанция, система оборотного водоснабжения и, наконец, уникальная турбоэксгаустерная станция, создающая необходимое разрежение в аэрогазодинамических и тепловых установках.

Наличие уникальной экспериментальной базы, многолетний опыт наземной отработки ракет, космических аппаратов, а также научно-методическая база и сегодня обеспечивают Институту позиции головной отраслевой организации по вопросам отработки и подтверждения характеристик ракетно-космических комплексов.

Крупнейшим направлением научной деятельностью Ю.А. Мозжорина явилось обеспечение управления полетами пилотируемых космических кораблей, орбитальных станций и космических аппаратов дальнего космоса. Уже в 1964 г. был создан координационно-вычислительный центр, который начал функционировать в существовавшем тогда довольно скромном корпусе, а в 1970 г. был переведен в специально построенное большое красивое здание, ныне широко известное как национальный Центр управления полетами (ЦУП).

После заключения в 1972 г. межправительственного соглашения с США об экспериментальном полете «Аполлон–Союз» (программа ЭПАС) ЦУП ЦНИИмаш был рассекречен. Американские специалисты были весьма удивлены его функциональными возможностями и аппаратным оснащением, находящимся на уровне оборудования Центра управления полетами в Хьюстоне (фото 5, с. 4).

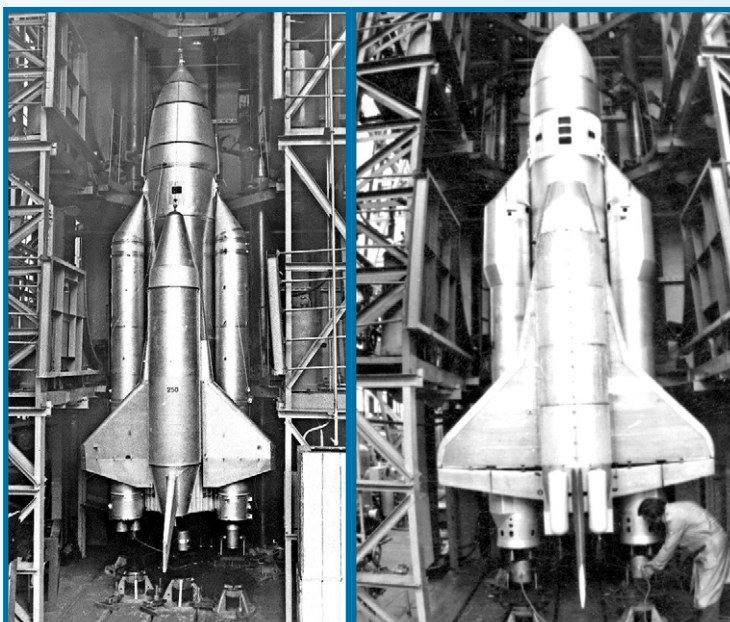
В 1975 г. ЦУП принимал деятельное участие в осуществлении исторического советско-американского проекта ЭПАС и прекрасно выполнил все свои задачи по программе совместного полета кораблей «Союз-19» и Apollo, по существу получив международную сертификацию.

За участие в успешной реализации проекта ЭПАС указом Президиума Верховного Совета СССР от 15 января 1976 г. ЦНИИмаш был награжден орденом Октябрьской Революции. Многие сотрудники Института отмечены орденами, медалями и премиями.

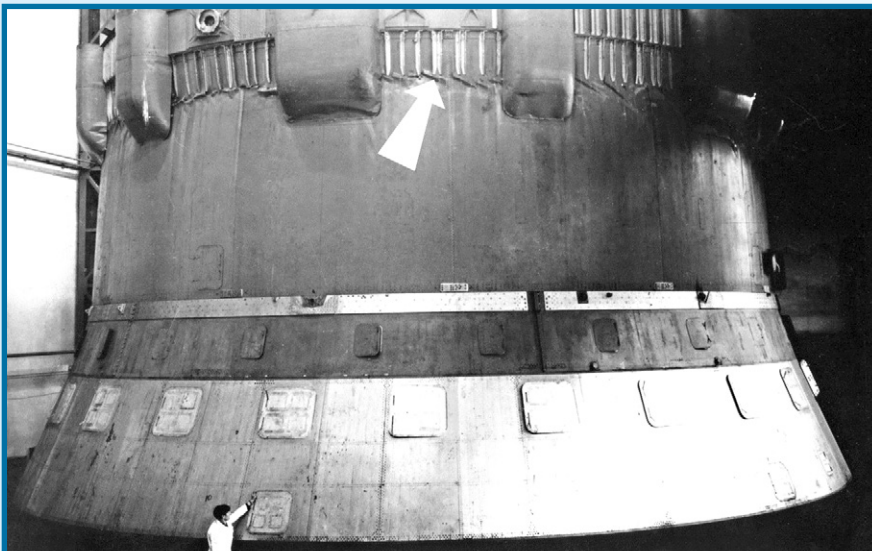
Специалисты ЦУПа выполнили огромный объем работ по управлению поле-

Выделившееся подразделение	Директивный документ	Образованное предприятие	Современное название
ОКБ-1 НИИ-88	Приказ МОП №310 от 14.08.1956	Оборонное конструкторское бюро №1 (ОКБ-1) МОП (начальник и главный конструктор С.П.Королев)	ОАО «РКК «Энергия» им. С.П.Королева»
Завод №88 НИИ-88	Приказ МОП №310 от 14.08.1956	Завод №88 ОКБ-1 МОП (директор Р.А.Турков)	ЗАО «ЗЭМ» ОАО «РКК «Энергия» им. С.П.Королева»
Филиал №2 НИИ-88	Приказ МОП №310 от 14.08.1956	НИИ-229 МОП (директор Г.М.Табакоев)	ФКП «НИЦ РКП»
Филиал №1 НИИ-88	Приказ ГКОТ №252 от 15.07.1958	Завод «Звезда» (директор Г.М.Недошвин)	Филиал «ФГУП «НПЦАП им. А.П.Пилоткина» – завод «Звезда»
ОКБ-2 НИИ-88	Приказ ГКОТ №11 от 16.01.1959	ОКБ-2 ГКОТ (начальник и главный конструктор А.М.Исаев)	Филиал «ФГУП «ГКНПЦ им. М.В.Хруничева» ФГУП «КБХИ им. А.М.Исаева»
Комплекс №5 НИИ-88	Приказ МОМ №325 от 22.07.1966	НИИИТ МОМ (директор О.Н.Шишкин, главный конструктор И.И.Уткин)	АО «НПО ИТ»
Филиал НИИ-88, г. Пенза	Приказ МОМ №325 от 22.07.1966	Филиал НИИИТ МОМ, г. Пенза (директор Ю.В.Книгавко)	АО «НИИФИ», г. Пенза
УКС ЦНИИмаша	Приказ МОМ от 09.12.1968	Трест «Спецстроймонтаж» (директор Н.А.Золотарев)	ОАО «Стройинвест»
Комплекс №7 ЦНИИмаша	Приказ МОМ №174 от 14.06.1973	Филиал ЦНИИмаша на самостоятельном балансе – Организация «Агат» (директор В.М.Чебаненко)	ФГУП «Организация «Агат»
Отделение №3 ЦНИИмаша	Приказ МОМ №34 от 20.01.1975	ЦНИИМВ (директор Б.А.Родионов, научный руководитель Г.Г.Конради)	ОАО «Композит»

▲ Предприятия отечественной ракетно-космической промышленности, выделенные из состава НИИ-88/ЦНИИмаш



▲ Фото 3. Методическая (слева) и конструктивно-подобная модели МТКС «Энергия–Буран», изготовленные в ЦНИИмаш в масштабе 1:10. 1979 год



▲ Фото 4. Хвостовой отсек блока А ракеты-носителя Н-1 после статических испытаний. Стрелкой указано место разрушения блока. 1968 год

том орбитальных станций «Салют» и «Мир», автоматических межпланетных аппаратов к Венере, комете Галлея, Марсу и его спутнику Фобосу. Дальнейшее развитие ЦУП получил в связи с созданием МТКС «Энергия–Буран». В настоящее время производственные мощности ЦУПа используются для управления автоматическими космическими аппаратами и Международной космической станцией (совместно с ЦУПом NASA в Хьюстоне).

В результате развития нового исключительно важного научного направления деятельности ЦНИИИМаш – исследования системы обеспечения надежности ракетно-космической техники – был разработан ряд нормативных документов (в том числе действующие в настоящее время положения РК-98-КТ и РК-11), устанавливающих четкий порядок работ по обеспечению надежности и качества изделий на всех этапах жизненного цикла РКТ, включая наземную экспериментальную отработку и летные испытания. Согласно указанным положениям ЦНИИИМаш проводит экспертизу программ обеспечения надежности образцов РКТ, комплексных программ экспериментальной отработки и дает необходимые рекомендации. На эта-

пе выхода на летные испытания ЦНИИИМаш составляет ответственное разрешающее заключение о допуске ракеты или ракеты-носителя к первому пуску, каждого космического корабля или аппарата к полету для решения целевой задачи, подтверждающее их надежность и безаварийность функционирования. Деятельность Института в этой области имеет исключительное отраслевое значение.

После Ю. А. Мозжорина директорами Института были Владимир Фёдорович Уткин (1990–2000 гг.), Николай Аполлонович Анфимов (2000–2008 гг.), Геннадий Геннадьевич Райкунов (2008–2013 гг.), Николай Георгиевич Паничкин (2013–2014 гг.), Александр Григорьевич Мильковский (2014–2015 гг.). В настоящее время ФГУП ЦНИИИМаш возглавляет генеральный директор Олег Анатольевич Горшков.

В период коренных экономических преобразований на всех этапах создания нового федерального органа исполнительной власти в сфере космической деятельности – Российского космического агентства – и его реорганизации Институт последовательно выполнял функции головной научно-иссле-

довательской организации РКТ. К основным результатам деятельности ЦНИИИМаш относятся: разработка проектов Основ политики РФ в области космической деятельности на периоды до 2010, 2020 и 2030 гг. и дальнейшую перспективу, а также документов, определяющих перспективы развития отечественной космонавтики; формирование проектов и обеспечение реализации федеральных космических программ (ФКП) на период до 2000 г., 2001–2005 гг., 2006–2015 гг., 2016–2025 гг., федеральных целевых программ «Глобальная навигационная система» (2002–2011 гг.), «Поддержка, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012–2020 гг.» и др.

Работы по подготовке официальных заключений на предложения главных конструкторов по разработке космических систем будут продолжены под руководством Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос».

Стоит заметить, что активная позиция Института по многим сложным вопросам развития РКТ, принципиальность и наступательный потенциал при внедрении прогрессивных идей далеко не всегда получали всеобщую поддержку. Как отметил Ю. А. Мозжорин в своей книге «Так это было...», С. П. Королёв окрестил эту деятельность института как «жандармские функции». На вопрос: «Как удалось оставаться директором головного НИИ отрасли в течение такого фантастически долгого срока?» – Юрий Александрович ответил: «Я уже приводил эпизоды, иллюстрирующие сложность головной «жандармской» организации, когда практически по любому крупному вопросу имелось не менее двух полярных точек зрения, и каждая сторона считала себя правой, а Институт для одной из них оказывался в положении необъективной стороны, поющей с чужого голоса. Однако, несмотря на суровую критику со всех сторон... с угрозами снять директора с должности, я проработал, вернее, пробалансировал на острие ножа, директором ЦНИИИМаш 30 лет... С нашим мнением можно было не соглашаться, спорить, но нельзя упрекнуть Институт в непоследовательности или желании уловить в свои паруса нужный ветер. И самое главное, начальство со временем в большинстве случаев убеждалось, что Институт был с технических позиций прав в своем упорстве».

70-летний юбилей ЦНИИИМаш – хороший повод еще раз вспомнить, каких результатов добился институт, в стенах которого начинали работать выдающиеся главные конструкторы – создатели многих ракетных комплексов и космических систем различного назначения: С. П. Королёв, М. К. Янгель, В. П. Мишин, В. П. Макеев, Г. Н. Бабакин, В. М. Ковтуненко, Д. И. Козлов, С. С. Крюков, А. М. Исаев, В. С. Будник, И. Н. Садовский, Ю. А. Победоносцев, М. С. Рязанский и другие. Перечень предприятий, ведущих свое начало от НИИ-88/ЦНИИИМаш, и список имен, имевших в разное время непосредственную профессиональную и карьерную связь с институтом, позволяет с полным основанием назвать его колыбелью («альма-матер») отечественной ракетно-космической промышленности и подумать о перспективах предстоящей работы на благо российской космонавтики.



▲ Фото 5. Американский экипаж программы ЭПАС осматривает Центр управления полетом ЦНИИИМаш



# Завершение 11-месячного марафона



в районе №1, также расположенном северо-северо-восточнее Аркалыка.

Для обеспечения приземления «Союза ТМА-18М» Росавиация и Министерство обороны РФ задействовали 12 вертолетов Ми-8, три самолета (два Ан-12 и один Ан-26), шесть поисково-эвакуационных машин и 16 единиц вспомогательной техники. 1 марта авиация была перебазирована на аэродром Юбилейный (космодром Байконур), а

лись – втроем на две с половиной недели – россиянин Юрий Маленченко, американец Тимоти Копра и британец Тимоти Пик.

В 04:02:39 на 98831/14 витке полета МКС корабль массой 6800 кг отчалил от «Поиска». Станция массой 403 865 кг продолжила полет по орбите наклонением 51.66°, высотой 402.07×421.64 км и периодом обращения 92.58 мин.

– На станции – счастливо оставаться, – пожелал Корниенко.

– До свидания, Юрий Иванович. Тим, Тим – тоже пока, – попрощался Волков. – Наблюдаю стыковочный узел, стыковочный узел чистый, посторонних предметов нет.

В 04:05:39 при помощи двигателей причаливания и ориентации был выполнен первый 8-секундный маневр увода корабля от МКС. При этом «Союз ТМА-18М» уходил вверх относительно станции. Затем он развернулся по крену влево на 45° и в 04:06:59 осуществил второй 30-секундный маневр увода, перемещаясь параллельно продольной оси станции. По докладу Сергея, на эти импульсы было затрачено 9 кг топлива.

Через два витка, в 06:32:40 корабль с использованием сближающе-корректирующего двигателя провел тормоз-

2 марта в 07:25:50.5 ДМВ (04:25:51 UTC) в центральной части Казахстана совершил посадку спускаемый аппарат пилотируемого корабля «Союз ТМА-18М». С МКС на Землю после полугодового полета возвратились россиянин Сергей Волков, а также участники 11-месячной экспедиции – россиянин Михаил Корниенко и американец Скотт Келли.

Для приземления на первом суточном витке был выбран район №6, находящийся в 140 км юго-восточнее города Жезказган. При облете в конце февраля он характеризовался такими особенностями: неравномерный снежный покров; мерзлый грунт, в местах растаявшего снега – влажный; травяной покров высотой до 20 см; солончаки покрыты льдом и снегом.

Резервные посадочные возможности имелись на втором и третьем суточных витках – в районах №3 и №2 северо-северо-восточнее города Аркалык. Если бы приземление не состоялось 2 марта, то первая возможность для посадки 3 марта была бы



Фото ИМБП

также в Жезказган и Караганду, а машины – в район посадки.

2 марта в 00:47 были закрыты переходные люки между Малым исследовательским модулем «Поиск» и кораблем «Союз ТМА-18М». На МКС оста-



Фото ИМБП



Фото NASA

ной маневр длительностью 279.6 сек и величиной импульса 128 м/с. Спуск с орбиты прошел штатно.

«Союз ТМА-18М» приземлился в 157 км юго-восточнее Джезказгана в точке с координатами 47°20'38.34" с.ш., 69°41'56.28" в.д. Отклонение от расчетной точки посадки, уточненной баллистиками подмосковного ЦУП после расстыковки (47°20' с.ш., 69°37' в.д.), составило 6 км на восток.

Продолжительность полета Волкова составила 181 сут 23 час 48 мин 07 сек, Корниенко и Келли – 340 сут 08 час 42 мин 54 сек (4-е место в мире; с учетом дополнительной секунды, вставленной в счет времени 30 июня 2015 г.). Сергей за три космических полета набрал в сумме 547 сут 22 час 20 мин 23 сек (10-е место в мире), Михаил за два полета – 516 сут 10 час 01 мин 32 сек (18-е место), Скотт за четыре полета – 520 сут 10 час 32 мин 25 сек (17-е место).



Фото NASA

Пилотируемые космические полеты продолжительностью более десяти месяцев			
№ п/л	Космонавты	Даты полета	Длительность полета
1	Валерий Поляков	08.01.1994 – 22.03.1995	437 сут 17 час 58 мин 17 сек
2	Сергей Авдеев	13.08.1998 – 28.08.1999	379 сут 14 час 51 мин 10 сек
3	Владимир Титов, Муса Манаров	21.12.1987 – 21.12.1988	365 сут 22 час 38 мин 38 сек
4	Михаил Корниенко, Скотт Келли	27.03.2015 – 02.03.2016	340 сут 08 час 42 мин 54 сек
5	Юрий Романенко	05.02.1987 – 29.12.1987	326 сут 11 час 37 мин 20 сек
6	Сергей Крикалёв	18.05.1991 – 25.03.1992	311 сут 20 час 00 мин 34 сек

Келли установил рекорд среди астронавтов США по суммарной длительности космических полетов. Правда, в этом году его достижение должен превзойти Джеффри Уильямс, а в следующем – Пегги Уитсон...

В отличие от Волкова, который после приземления поначалу чувствовал себя неважно, Корниенко и Келли выглядели бодро. Сергея на месте посадки встретил отец – космонавт Александр Волков, трижды побывавший на орбите. Обсуждая приземление, старший и младший Волковы сошлись на том, что у обоих третья посадка была на днице, а у Сергея еще и мягче предыдущих. А вот Корниенко охарактеризовал приземление как жестокое.



Фото NASA



**Посадочная эмблема «Союза ТМА-18М»**

По просьбе Сергея Волкова художник из Нидерландов Люк ван ден Абеелен (Luc van den Abeelen) разработал специальный пэтч для экипажа «Союза ТМА-18М» при возвращении на Землю 2 марта. Перед своим стартом 2 сентября 2015 г. Волков положил три нашивки в карман скафандра.

Нашивка выполнена в форме пятиугольника, как и «стартовый» пэтч (НК №11, 2015, с.3). На рисунке изображен спускаемый аппарат корабля, снижающийся под парашютом. Голубые полосы, пересекающие композицию, стилизованы под римскую цифру XII и символизируют продолжительность рекордного полета. Три золотистые звезды олицетворяют троих космонавтов.

В верхней части эмблемы помещены слова «Посадка ТМА-18М», а в нижней – фамилии космонавтов, возвращающихся вместе на Землю: Волков, Корниенко, Келли. Рядом с фамилией С.Волкова помещен символический силуэт покорителя космоса, взятый с логотипа российского отряда космонавтов. Это напоминание о том, что Сергей в течение ряда лет занимал должность командира отряда космонавтов ЦПК.

К сожалению, при подготовке к спуску с орбиты космонавтам не удалось прикрепить эти пэтки к скафандрам ввиду большой загруженности другими операциями, однако после приземления Скотт Келли носил такую нашивку на рукаве синего форменного костюма. – Л.Р.



– Ну что там, милая, 120 на 80? – поинтересовался Михаил, сидя в кресле, у врача, измеряющего артериальное давление. – В баню сходить – и можно опять лететь... Рад, что я на Земле. Год не был, без малого. Спасибо большое всем, кто приложил усилия к нашему полету... Яблоки нам присылают туда (на МКС. – А.К.), а вот с огурцами совсем слабо, поэтому я в прошлый раз [на посадку] огурцов просил и сейчас тоже.

– Все нормально. Техника отработала правильно и хорошо, – подчеркнул Сергей.

В развернутой неподалеку оранжевой медицинской палатке экипаж принял участие в эксперименте «Полевой тест» (определение функциональных возможностей, уровня физической работоспособности и состояния основных физиологических систем организма космонавтов в ранние сроки после завершения космических полетов). Согласно программе, разработанной специалистами Института медико-биологических проблем РАН, ЦПК и Космического центра имени Джонсона, космонавты вставляли со стула без помощи рук и с пола из положения лежа на животе, вертикально стояли в течение трех минут, ходили по ровной поверхности и тандемом с закрытыми глазами, переступали через препятствие, выполняли

усложненную ходьбу, когда пятка одной ноги приставляется к носку другой, а также проводили тест на градацию усилий.

Впервые этот эксперимент был выполнен в сентябре 2013 г. после приземления «Союза ТМА-08М» (НК № 11, 2013, с.5).

С места посадки экипаж на вертолетах доставили в аэропорт Джезказгана. Оттуда Сергей и Михаил на самолете Ту-134 отправились на подмосковный аэродром Чкаловский, а Скотт на самолете NASA-992 Gulfstream III полетел на авиабазу Эллингтон (Хьюстон, штат Техас) с двумя остановками для дозаправки.

Кстати, американца по прибытии на родину встретили вкусностями. «Я привезла пиво и яблочный пирог – что может быть более американским? – объявила жена вице-президента США, д-р Джилл Байден. По ее словам, пиво было подарком от президента США Барака Обамы «из своего сада», а яблоки для пирога собрали со всей Америки.



## Итоги полета 46-й основной экспедиции на МКС

### Основные события и участники

**46-я экспедиция** на МКС началась **11 декабря 2015 г.** после отстыковки от станции и приземления пилотируемого корабля «Союз ТМА-17М» с экипажем в составе: командир корабля космонавт Роскосмоса **Олег Дмитриевич Конonenко**, бортинженер-1 астронавт JAXA **Кимия Юи** и бортинженер-2 астронавт NASA **Челл Норвуд Линдгрэн**.

На МКС остались: командир станции астронавт NASA **Скотт Джозеф Келли**, бортинженер-1 космонавт Роскосмоса **Сергей Александрович Волков** и бортинженер-2 космонавт Роскосмоса **Михаил Борисович Корниенко**.

**15 декабря** к МКС в ручном режиме причалил «Союз ТМА-19М» с экипажем в составе: командир корабля космонавт Роскосмоса Юрий Иванович Маленченко, бортинженер-1 астронавт NASA Тимоти Леннарт Копра и бортинженер-2 астронавт ЕКА, подданный Соединенного Королевства Великобритании и Северной Ирландии Тимоти Нейджел Пик. На станции они стали соответственно бортинженерами -4, -5 и -6.

**17 декабря** мобильный транспортер МТ застрал при передвижении по американской поперечной ферме из рабочей точки WS4 в точку WS2, что потребовало срочного выполнения внепланового выхода в открытый космос из Шлюзового отсека Quest (21 декабря, длительность 3 час 16 мин). Во время него Скотт Келли и Тимоти Копра сняли с тормозов ручки на обоих тележках СЕТА, присоединенных к транспортеру, после чего транспортер возвратился в точку WS4. Астронавты также проложили кабель питания гермоадаптера РМА-3 и сетевой кабель стандарта Ethernet для стыковочных адаптеров IDA по Узловым модулям Unity и Harmony и Лабораторному модулю Destiny и сетевой кабель стандарта Ethernet для Многоцелевого лабораторного модуля «Наука» по модулю Unity и гермоадаптеру РМА-1.

**19 декабря** грузовой корабль «Прогресс М-28М» покинул МКС и в тот же день был сведен с орбиты. **23 декабря** на станцию прибыл первый корабль новой серии «Прогресс МС».

Итоги подвел А. Красильников

**15 января 2016 г.** Тимоти Копра и Тимоти Пик осуществили плановый выход из модуля Quest продолжительностью 4 час 43 мин для замены отказавшего блока последовательного шунтирования SSU канала электропитания 1В на секции S6 американской поперечной фермы. Они также смонтировали безмоментный клапан на Узловом модуле Tranquility и проложили кабель передачи данных стыковочного адаптера IDA-3 по модулям Unity, Destiny и Harmony. Из-за появления воды в шлеме скафандра Копры выход был прекращен досрочно.

**29 января** с использованием японского дистанционного манипулятора JEM RMS запущен спутник AggieSat 4.

**3 февраля** Юрий Маленченко и Сергей Волков выполнили выход из стыковочного отсека «Пирс» длительностью 4 час 43 мин. В ходе него космонавты взяли пробы-мазки с выходного люка №1 модуля «Пирс» и в зоне привода крышки иллюминатора №8 Служебного модуля «Звезда» в рамках эксперимента «Тест», демонтировали европейско-российское научное оборудование EXPOSE-R2 на «Звезде», сменили съемную кассету-контейнер СКК №2-М2 на СКК №3-М2 и установили две панели с образцами в рамках эксперимента «Выносливость» на Малом исследовательском модуле «Поиск», смонтировали два мягких поручня на Функционально-гру-

зовом блоке «Заря» и провели эксперимент «Реставрация» на «Пирсе».

**19 февраля** грузовой корабль Cygnus при помощи канадского дистанционного манипулятора SSRMS был отсоединен от нижнего узла модуля Unity и отправлен в автономный полет, который завершился сведением корабля с орбиты 20 февраля.

Во время 46-й экспедиции были проведены три коррекции орбиты МКС. Экипаж выполнил эксперименты по российской, американской, европейской, канадской и японской научным программам.

**2 марта** «Союз ТМА-18М» отстыковался от МКС и совершил посадку с экипажем в составе: командир корабля Сергей Волков, бортинженер-1 Михаил Корниенко и бортинженер-2 Скотт Келли. Длительность полета Волкова составила **181 сут 23 час 48 мин 07 сек**, Корниенко и Келли – **340 сут 08 час 42 мин 54 сек** (с учетом дополнительной секунды, вставленной в счет времени 30 июня 2015 г.). 11-месячный полет Корниенко и Келли стал самым продолжительным в программе МКС.

На станции продолжил полет экипаж 47-й экспедиции в составе: командир МКС Тимоти Копра, бортинженер-4 Юрий Маленченко и бортинженер-6 Тимоти Пик.

### Основные динамические операции

Дата и время, UTC	Корабль	Событие
11.12.2015, 09:49:35	ТК «Союз ТМА-17М» (11Ф732А47 №717)	Расстыковка от МИМ-1 «Рассвет»
11.12.2015, 13:12:30.4	ТК «Союз ТМА-17М»	Посадка в 132 км северо-восточнее Джезказгана (Казахстан): 48°27'31.74"с.ш., 69°11'06.12"в.д.
15.12.2015, 11:03:09.328	ТК «Союз ТМА-19М» (11Ф732А47 №719)	Запуск с Байконура (Казахстан), площадка №1, ПУ №5
15.12.2015, 17:33:26	ТК «Союз ТМА-19М»	Стыковка к МИМ-1 «Рассвет» в ручном режиме
19.12.2015, 07:35:21	ТКГ «Прогресс М-28М» (11Ф615А60 №428)	Расстыковка от СО «Пирс»
19.12.2015, 10:42:00	ТКГ «Прогресс М-28М»	Сведение с орбиты
21.12.2015, 08:44:39.465	ТКГ «Прогресс МС» (11Ф615А61 №431)	Запуск с Байконура (Казахстан), площадка №31, ПУ №6
23.12.2015, 10:27:01	ТКГ «Прогресс МС»	Стыковка к СО «Пирс» в автоматическом режиме
11.01.2016, 02:05:00	ТКГ «Прогресс М-29М» (11Ф615А60 №429)	Коррекция орбиты МКС
27.01.2016, 19:40:00	ТКГ «Прогресс М-29М»	Коррекция орбиты МКС
17.02.2016, 10:44:00	ТКГ «Прогресс М-29М»	Коррекция орбиты МКС
19.02.2016, 12:26:39	ТКГ Cygnus (полет ОА-4)	Отделение от манипулятора SSRMS
20.02.2016, 15:09	ТКГ Cygnus	Сведение с орбиты
02.03.2016, 01:02:39	ТК «Союз ТМА-17М» (11Ф732А47 №717)	Расстыковка от МИМ-2 «Поиск»
02.03.2016, 04:25:50.5	ТК «Союз ТМА-17М»	Посадка в 157 км юго-восточнее Джезказгана (Казахстан): 47°20'38.34"с.ш., 69°41'56.28"в.д.

# «Бурлаки» на «Союзе»

А. Красильников.  
«Новости космонавтики»

**19** марта в 00:26:38.355 ДМВ (18 марта в 21:26:38 UTC) с 5-й пусковой установки (17П32-5) 1-й площадки космодрома Байконур стартовыми расчетами предприятий ракетно-космической промышленности России был осуществлен пуск ракеты-носителя «Союз-ФГ» (11А511У-ФГ № Р15000-057) с пилотируемым космическим кораблем «Союз ТМА-20М» (11Ф732А47 № 720).

В составе экипажа: командир корабля и бортинженер-1 экспедиций МКС-47/48 – космонавт-испытатель Роскосмоса Алексей Николаевич Овчинин; бортинженер-1 корабля и бортинженер-2 МКС-47/48 – космонавт-испытатель 3-го класса Роскосмоса Олег Иванович Скрипочка; бортинженер-2 корабля, бортинженер-3 МКС-47 и командир МКС-48 – астронавт NASA Джеффри Нелс Уилльямс. Позывной экипажа – «Бурлаки».

В 00:35:26.561 корабль отделился от третьей ступени «Союза-ФГ» и вышел на орбиту с параметрами (по данным службы баллистико-навигационного обеспечения подмосковного ЦУП; в скобках – расчетные значения):

- наклонение – 51.66° (51.67±0.06);
- минимальная высота – 198.52 км (200+7/-22);
- максимальная высота – 245.30 км (242±42);
- период обращения – 88.65 мин (88.64±0.37).

Последний корабль в серии «Союз ТМА-М» получил номер **41391** и международное обозначение **2016-018A** в каталоге Стратегического командования США. В графике сборки и эксплуатации МКС его полету присвоили обозначение 46S.

Масса корабля при старте составляла 7220 кг.

Запуски кораблей семейства «Союз»	
Обозначение и название корабля	Число запусков
11Ф615 (7К-ОК/Союз)	16 (8)
11Ф615А8 (7К-Т/Союз)	26 (22)
11Ф615А12 (7К-ТМ/Союз)	5 (3)
11Ф615А9 (7К-Т/Союз)	7 (5)
11Ф732 (7К-С/7К-СТ/Союз Т)	20 (14)
11Ф732А51 (Союз ТМ)	34 (33)
11Ф732А17 (Союз ТМА)	22 (22)
11Ф732А47 (Союз ТМА-М)	20 (20)
<b>Всего</b>	<b>150 (127)</b>

В скобках указано число пилотируемых запусков

«Союз ТМА-20М» стал 302-м пилотируемым кораблем в мире и 134-м в СССР/России, который достиг околоземной орбиты. Кроме того, это был 1458-й орбитальный пуск с Байконура, 55-й полет «Союза-ФГ», 501-й пуск со стартового комплекса 17П32-5 и 172-й запуск по программе МКС. Данный старт примечателен тем, что это 150-й запущенный корабль семейства «Союз» (из них 127 – в пилотируемом режиме).

Этот пуск был посвящен 55-летию первого полета человека в космос. На обтекателе «Союза-ФГ» размещался круглый логотип диаметром около 1 м с портретом Юрия Гагарина в шлеме скафандра, надписью «Поехали! 55» и годами «1961–2016».

Безопасность запуска «Союза ТМА-20М» обеспечивали силы и средства Росавиации и Министерства обороны РФ: семь самолетов (один Ан-12, три Ан-26, один Ан-2 и два Ил-38), 11 вертолетов Ми-8 и спасательное судно «Алатау» в Японском море. Авиация была сосредоточена на аэродромах Юбилейный, Караганда, Горно-Алтайск, Кызыл, Иркутск, Улан-Удэ, Чита, Хабаровск, Николаевка, Дальнереченск и Владивосток.

# Биографии членов экипажа ТК «Союз ТМА-20М»



**Командир ТК  
Бортинженер-1 МКС-47/48  
Алексей Николаевич  
Овчинин**  
544-й космонавт мира  
120-й космонавт России

Родился 28 сентября 1971 г. в городе Рыбинск Ярославской области, РСФСР. В 1988 г. Алексей окончил среднюю школу №2 и музыкальную школу (по классу фортепьяно) в Рыбинске. Занимался в городском аэроклубе. В том же году поступил в Борисоглебское высшее военное авиационное училище летчиков (ВВАУЛ). После второго курса перевелся в Ейское ВВАУЛ, которое окончил в 1992 г., получив квалификацию «летчик-инженер».

С августа 1992 г. по февраль 1998 г. Алексей Овчинин служил летчиком-инструктором учебно-авиационного полка (УАП) Ейского ВВАУЛ, а с февраля 1998 г. по сентябрь 2003 г. – летчиком-инструктором, затем командиром авиационного звена УАП Краснодарского военного авиационного института. С сентября 2003 г. и до зачисления в отряд космонавтов проходил службу в качестве командира авиационного звена 70-го отдельного испытательного тренировочного авиационного полка особого назначения имени В. С. Серёгина Центра подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина. Освоил самолеты Як-52 и Л-39. Общий налет – более 1300 часов.

11 октября 2006 г. решением МВК Алексей Овчинин был отобран в качестве кандидата в космонавты,

а 27 декабря 2006 г. зачислен в отряд космонавтов РГНИИ ЦПК (1 августа 2009 г. переведен в отряд ФГБУ НИИ ЦПК). С февраля 2007 г. по июнь 2009 г. проходил общекомандную подготовку. 9 июня 2009 г. ему была присвоена квалификация «космонавт-испытатель». В связи с реорганизацией ЦПК в 2012 г. был уволен из Вооруженных сил РФ в запас в звании подполковника.

С 2009 г. Алексей проходил подготовку в группе по специализации и совершенствованию по ТК «Союз ТМА-М» и российскому сегменту МКС. С ноября 2012 г. по март 2015 г. он готовился в составе дублирующего экипажа МКС-43/44, а затем приступил к подготовке в составе основного экипажа МКС-47/48. Алексей Овчинин впервые отправился в космический полет.

Космонавт-испытатель Алексей Овчинин является летчиком-инструктором 2-го класса, имеет квалификации парашютиста-инструктора и офицера-водолаза. Награжден медалями «За отличие в военной службе» I, II и III степени, «За службу в Военно-воздушных силах», «За воинскую доблесть».

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

Родился 24 декабря 1969 г. в г. Невинномысск Ставропольского края, РСФСР, в семье военнослужащего. Учился в различных школах городов Запорожье (Украина) и Петропавловск-Камчатский. В 1987 г. окончил среднюю школу №28 с физико-математическим уклоном в г. Запорожье. Во время учебы в школе занимался в Запорожском экспериментальном отряде юных космонавтов имени В. М. Комарова, был участником двух Малых Королёвских чтений.

В 1993 г. Олег окончил МВТУ имени Н. Э. Баумана с квалификацией инженера-механика по специальности «Летательные аппараты»; он учился на отраслевом факультете энергомашиностроения, располагавшемся в Калининграде (ныне г. Королёв).

С 1987 г. одновременно с учебой в МВТУ Олег Скрипочка проходил постоянную производственную практику в НПО «Энергия» в качестве слесаря-испытателя ЗЭМ, а с декабря 1990 г. – техником в 103-м проектно-отделе ГKB по транспортным грузовым кораблям. С августа 1993 г. он продолжил работу в этом отделе уже в должности инженера. Занимался разработкой и эксплуатацией наземного оборудования для подготов-



**Бортинженер-1 ТК  
Бортинженер-2 МКС-47/48  
Олег Иванович  
Скрипочка**  
516-й космонавт мира  
107-й космонавт России

ки транспортных, транспортно-грузовых кораблей и разгонных блоков ДМ. С июня 1996 г. до зачисления в отряд космонавтов работал инженером 125-го отдела.

28 июля 1997 г. решением МВК Олег Скрипочка был отобран в качестве кандидата в космонавты и 14 октября 1997 г. зачислен в отряд космонавтов РКК «Энергия». В период с января 1998 по ноябрь 1999 гг. он прошел курс ОКП, и 1 декабря 1999 г. ему была присвоена квалификация космонавта-испытателя. 11 июня 2011 г. он был переведен в отряд космонавтов ФГБУ НИИ ЦПК.

Свой первый космический полет Олег совершил с 8 октября 2010 г. по 16 марта 2011 г. в качестве бортинженера ТК «Союз ТМА-01М» и экипажа МКС-25/26.

Летчик-космонавт Российской Федерации, Герой Российской Федерации Олег Скрипочка является космонавтом-испытателем 3-го класса. Он имеет 1-й разряд по парашютному спорту, выполнил более 300 прыжков с парашютом.

Жена космонавта – Елена Владимировна Милованова. В семье двое детей: дочь Дарья (2005 г.р.) и сын Денис (2008 г.р.).

Родился 18 января 1958 г. в г. Сьюперитор, штат Висконсин. В 1980 г. окончил Военную академию США со степенью бакалавра по прикладным наукам и технике и поступил на службу в Армию США. В 1981 г. стал армейским летчиком. После этого в течение трех лет служил в Западной Германии в качестве ведущего звзда авиаразведчиков 3-й бронедивизии.

Вернувшись на родину, Уильямс поступил в аспирантуру ВМС США, по окончании которой в 1987 г. получил степень магистра наук по авиационной технике. Затем он был направлен в Космический центр имени Джонсона, где прослужил более четырех лет. Уильямс был инженером по старту и посадке шаттла и пилотом тренажера SAIL. В 1991 г. он подал заявление в отряд астронавтов NASA и в январе 1992 г. проходил собеседование как кандидат в 14-й набор, но в отряд принят не был.

В период 1992–1993 гг. учился в Школе летчиков-испытателей ВМС США. После этого служил летчиком-испытателем, а затем руководителем Отделения летных испытаний армейского Директората испытаний на авиабазе Эдвардс в Калифорнии. В 1995–1996 гг. обучался по обмену в Военно-морском колледже на командно-штабном факультете и получил степень магистра искусств по национальной безопасности и

стратегическим исследованиям. Имеет налет свыше 2500 часов на более чем 50 типах самолетов.

В апреле 1996 г. Джеффри Уильямс со второй попытки был зачислен в отряд астронавтов NASA (16-й набор). В 1996–1998 гг. он прошел курс ОКП и получил квалификацию специалиста полета.

Свой первый космический полет он совершил 19–29 мая 2000 г. в экипаже «Атлантика» (STS-101) по программе сборки МКС. Второй полет выполнил с 30 марта по 29 сентября 2006 г. бортинженером ТК «Союз ТМА-8» и 13-й основной экспедиции на МКС. Третий полет – с 30 сентября 2009 г. по 18 марта 2010 г. в качестве бортинженера ТК «Союз ТМА-16» и экипажа МКС-21, командира МКС-22.

В июне 2007 г. Уильямс уволился из Армии США в звании полковника. Он является членом Общества экспериментальных летчиков-испытателей, Американского вертолетного общества и Ассоциации армейской авиации США. Награжден двумя медалями «За особые заслуги», Благодарственной медалью Армии США, а также медалями NASA «За выдающиеся заслуги», «За исключительные заслуги» и двумя «За космический полет».

Джеффри женат на Анне-Мари Мур, у них двое взрослых сыновей и трое внуков.



**Бортинженер-2 ТК  
Бортинженер-3 МКС-47  
Командир МКС-48  
Джеффри Нелс  
Уильямс**  
393-й космонавт мира  
245-й астронавт США

Подготовил С. Шамсутдинов



Джеффри Уильямс

Алексей Овчинин

Олег Скрипочка

Роберт Кимброу

Сергей Рыжиков

Андрей Борисенко

## Джеффри Уильямс: «Соцсети расскажут о нашей работе на МКС»

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

**17 марта** в гостинице «Космонавт» города Байконур состоялась пресс-конференция основного и дублирующего экипажей пилотируемого корабля «Союз ТМА-20М» после их утверждения государственной комиссией.

Американец Джеффри Уильямс отметил, что рад поддерживать совместные российско-американские научные эксперименты, проводимые на МКС: «...по двум причинам. Во-первых, мы еще не до конца изучили влияние факторов невесомости на тело человека. Мы должны изучать это глубже, чтобы придумать более эффективные профилактические меры для длительных полетов. Во-вторых, в рамках партнерства между NASA и Роскосмосом мы продолжаем развигать совместные эксперименты».

Один из таких экспериментов – «Перемещение жидкостей» – начался на МКС около года назад. По словам Джеффри, они с Алексеем Овчининим будут проводить его в два этапа: первый – через 45 дней после прибытия на станцию, второй – за 45 дней до приземления.

Алексей сообщил, что в российскую программу полета экипажа МКС-47/48 вошли порядка 60 различных экспериментов: медицинских, биологических, биотехнологических, по дистанционному зондированию Земли и так далее. «К любимым экспериментам можно отнести фотографирование земной поверхности с борта МКС, – поведал он. – Не секрет, что космонавты выполняют этот эксперимент в целях, допустим, посмотреть состояние ледников, как загрязняется планета, происходит незаконная вырубка

лесов. Фотографирование земной поверхности я считаю очень интересным».

Олег Скрипочка полагает, что, по сравнению с его первым космическим полетом в 2010–2011 гг., по ощущениям, предстоит более напряженная работа. «Больше экспериментов по медицинской части. И также, в отличие от моей предыдущей экспедиции, у нас планируется очень много совместных работ с американской стороной, что тоже не может не радовать», – добавил космонавт.

Уильямс отправляется на МКС в четвертый раз, в том числе в третий длительный полет. «Теперь я смогу судить о том, насколько значимой является история строительства

станции, – сказал он. – Я бы не сказал, что эта экспедиция будет для меня самой сложной, тем не менее все космонавты испытывают одинаковое чувство: каждая предстоящая экспедиция является трудной, потому что мы должны сфокусироваться на ней и сконцентрировать свое внимание для выполнения всей программы. В моих предыдущих полетах я наблюдал процесс строительства станции, а сейчас я увижу ее полностью собранной... во всяком случае – американский сегмент. Наконец-то я смогу насладиться полноценным использованием МКС».

Джеффри рассказал, что в ходе его полета грузовой корабль Dragon (миссия SpX-9) дол-

### Эмблема экипажа корабля «Союз ТМА-20М»

Графический символ экипажа разработал художник из Нидерландов Люк ван ден Абеелен (Luc van den Abeelen) в тесном взаимодействии с командиром корабля Алексеем Овчининим. Роскосмос утвердил его 25 мая 2015 г.

Эмблема выполнена в традиционной геральдической манере – в форме рыцарского щита. Она разбита на четыре части («поля») полосами в цветах флагов России и США. В центре композиции, на пересечении трехцветных лент, видны очертания идущего на стыковку корабля «Союз» с логотипом Роскосмоса.

На верхнем, геральдически правом поле расположены три золотистые звезды на фоне черноты космоса, олицетворяющие членов экипажа и название корабля.

Черный медведь с секирой на верхнем, геральдически левом поле взят с герба города Рыбинска, где родился Алексей Овчинин. Го-



род на Волге считался «бурлацкой столицей», о чем напоминает и позывной экипажа – «Бурлаки».

В нижнем, геральдически левом поле щита помещен белоголовый орлан с государственного герба США, держащий в клюве алый вектор с логотипа NASA. Этот элемент символизирует участие астронавта Джеффри Уильямса.

Серый журавль, расправивший крылья в нижнем, геральдически правом поле, посвящен Олегу Скрипочке. Схожая ширококрылая птица фигурировала на эмблеме первого корабля серии «Союз ТМА-М», бортиженером которого в 2010 – 2011 гг. был Олег.

Нашивка увенчана золотой короной, имеющей вид МКС. Фамилии космонавтов нанесены на лентах-картушах (каждая – в своем поле щита).

Аналогичную эмблему, только без фамилий, получили дублеры. – Л.Р.



Фото С. Сергеева

жен доставить стыковочный адаптер IDA-2 и во время выхода в открытый космос он будет подготовлен к приему американских пилотируемых кораблей. «Говоря буквально, установкой адаптера IDA-2 я открою дверь новым исследователям космоса», – пафосно выразился он.

16 марта отмечался полувековой юбилей первой стыковки пилотируемого корабля «Джемини-8» с мишенью «Аджена».



26 февраля после завершения ремонта аэродрома Крайний возобновилось регулярное прямое авиасообщение с городом и космодромом Байконур.

Аэродром был закрыт в апреле 2015 г. Рейсовые самолеты садились в Кзыл-Орде, после чего до Байконура приходилось еще несколько часов добираться на автобусе.

За десять месяцев была отремонтирована взлетно-посадочная полоса, в результате ее длина увеличилась до 3.1 км. Теперь Крайний может принимать все типы воздушных судов.

«В прошлом году завершили реконструкцию аэровокзала. Осталось доработать рулежные дорожки и перрон, после чего Крайний станет новым полнофункциональным аэропортом. Аэропорт Крайний уже сертифицирован в соответствии с требованиями Росавиации», – пояснила исполняющая обязанности генерального директора ЦЭНКИ Рано Джураева.

В то же время, по сообщению «Интерфакса», в рамках оптимизации летом 2016 г. на космодроме Байконур планируется вывести из летной эксплуатации аэродром Юбилейный – бывшую посадочную полосу «Бурана». Оборудование и помещения аэродрома будут законсервированы, а персонал уволен.

«Я очень хотел бы, чтобы все прочитали эту главу нашей истории и напомнили себе о том, что мы стоим на плечах прошедших десятилетий и всех тех трудностей, которые преодолели летавшие до нас экипажи. И разница между нашей шестичасовой стыковкой с МКС и шестичасовой стыковкой «Джемини-8» с «Адженой» прекрасно демонстрирует то, чего нам удалось достичь за последние 50 лет», – прокомментировал Уильямс.

Олег поведал, что экипаж прошел подготовку для работы с российским выходным скафандром новой модификации – «Орлан-МКС». Правда, по имеющейся информации, первые «Орланы-МКС» придут на станцию с грузовым кораблем «Прогресс МС-04» в октябре 2016 г., то есть уже после приземления «Булаков».

«Это дальнейшее развитие скафандров типа «Орлан». Ключевое отличие от скафандров предыдущей серии состоит в том, что впервые применена автоматическая регулировка температуры, по аналогии с процессами на Земле это можно назвать климат-контролем, – объяснил Скрипочка. – Оператору достаточно один раз выставить для себя комфортные условия – и скафандр будет их поддерживать, вне зависимости от того, работает ли человек напряженно или отдыхает. Немножко также изменился интерфейс: экран (на пульте оператора на левой части кирасы. – А.К.) стал больше, удобнее и информативнее».

Во время встречи с журналистами была затронута тема использования экипажем социальных сетей в ходе полета на МКС. «Вообще я не пользуюсь соцсетями на Земле, хотя активно прибегаю к ним в своем предыдущем полете в 2009–2010 гг., – рассказал Джеффри. – На этот раз я решил активно пользоваться соцсетями, потому что это прекрасный способ достучаться до мира и донести до всех то, чем мы занимаемся на МКС. Не без помощи моих коллег из Хьюстона я запустил странички в Twitter, Facebook

и Instagram. И чем ближе к старту, тем там больше сообщений. Я собираюсь продолжить эту тенденцию, пребывая на МКС, чтобы привлечь к теме космоса как можно больше людей. Правда, эта деятельность не включена в наше бортовое расписание, то есть мы должны выполнять ее в свободное от работы время».

Овчинин пояснил, что он и Скрипочка не смогут выкладывать информацию и фотографии напрямую в соцсети, а только через сотрудников Роскосмоса. «Мы будем очень стараться не разочаровать тех людей, которые приходят в Интернет посмотреть фотографии из космоса и, может быть, узнать какую-то новую для себя информацию о космосе», – уточнил он.

Олег отметил, что свободного времени на станции бывает не очень много, в основном – в выходные, когда также нужно заниматься уборкой. По его словам, в часы досуга можно почитать книги, послушать музыку и просто немного отрешиться от всех забот. «Но любимое занятие многих экипажей и мое личное – это наблюдение за Землей и окружающим пространством, потому что в атмосфере и на Земле можно встретить множество интересных кадров и зафиксировать массу интересных событий», – сказал он.

Уильямс сообщил, что с тех пор, как он покинул МКС в 2010 г., на борту появилась но-

Неблагоприятные погодные условия (шквалистый ветер и пыльная буря) на космодроме Байконур самым бесцеремонным образом вмешались в подготовку к запуску «Союза ТМА-20М».

Утром 16 марта ракету «Союз-ФГ» пришлось вывезти из монтажно-испытательного корпуса 112-й площадки на стартовый комплекс 1-й площадки на час раньше плана. Поскольку скорость ветра достигала 16 м/с с порывами до 20 м/с, то установку ракеты в вертикальное положение (эту операцию допустимо проводить при скорости ветра не более 15 м/с) отложили до вечера, когда ветер немного утих. Несмотря на многочасовую задержку, пуск состоялся в расчетный день и час.

Такое происходит уже не в первый раз. В мае 2009 г. также из-за сильного ветра была задержана вертикализация «Союза-ФГ» с кораблем «Союз ТМА-15».

▼ Дублирующий экипаж осматривает корабль «Союз ТМА-20М»

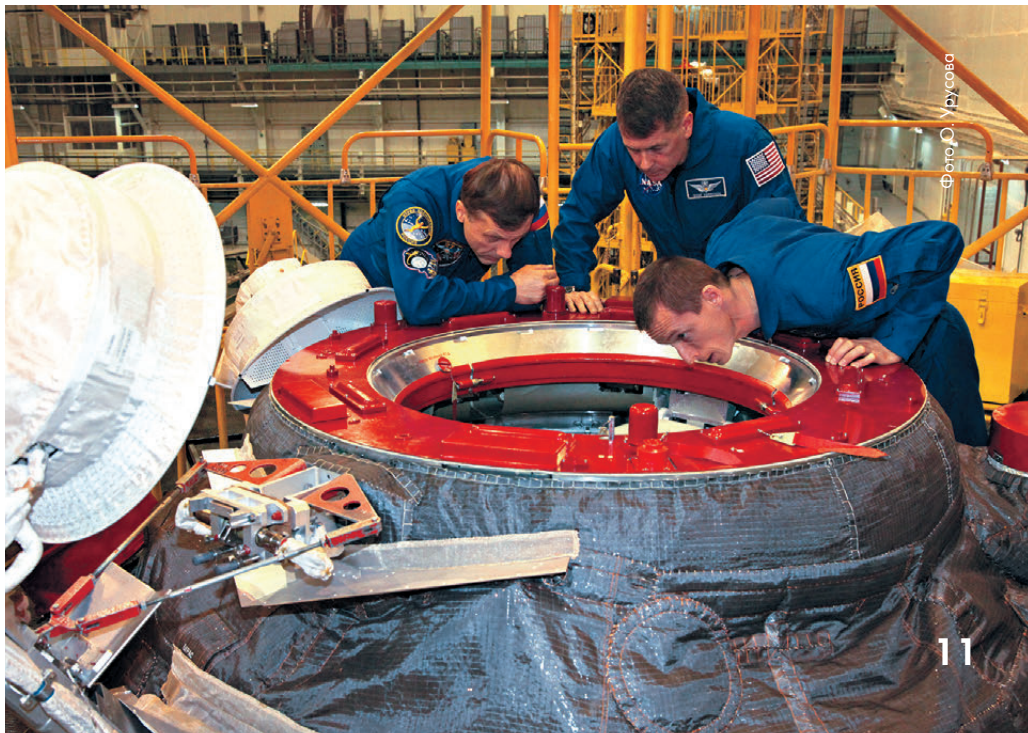


Фото Д. Урусова

Сближение «Союза ТМА-20М» с МКС проходило по четырехвитковой схеме при начальном фазовом угле 31.4°. 19 марта на 1-м и 2-м витках полета в 01:12:23 и 01:56:46 ДМВ с помощью сближающе-корректирующего двигателя (СКД) был выполнен первый двухимпульсный маневр. Время работы двигателя составило соответственно 50.4 сек и 32.5 сек, величины импульсов – 20.07 и 12.83 м/с. В результате корабль оказался на орбите наклонением 51.66°, высотой 255.72×292.12 км и периодом обращения 89.78 мин.

На 2-м и 3-м витках в 02:18:37 и 03:04:17 также с использованием СКД был проведен второй двухимпульсный маневр с приращенными скорости 3.31 и 11.21 м/с, после которого «Союз ТМА-20М» перешел на орбиту наклонением 51.66°, высотой 290.59×308.21 км и периодом обращения 90.29 мин.

Для выхода в прицельную точку на 3-м и 4-м витках было проведено еще два включения, в 04:08:49 (19.71 м/с) и 04:53:27 (32.12 м/с) с подъемом орбиты до 359.8×415.9 км.

На участке автономного сближения на дальности примерно 80 км наблюдались повторяющиеся потери захватов станции ко-

рабельной аппаратурой системы сближения «Курс-А» на первом комплекте с переходом на режим короткого теста. После выбора второго комплекта захват сформировался. В итоге сближение было проведено на втором комплекте «Курса-А».

Кроме того, в ходе сближения запланированное переключение антенн телевизионной системы Служебного модуля «Звезда» привело к... отключению системы и десятиминутной потере телевизионной картинки, передаваемой с «Союза ТМА-20М». Подмосковный ЦУП оперативно выдал незапланированные команды на включение и настройку телевизионной системы «Звезды».

Корабль причалил к Малому исследовательскому модулю «Поиск» в 06:09:54, то есть через 5 час 43 мин 16 сек после старта, на витке станции 99097/05. Это третий результат после «Союза ТМА-09М» (5 час 39 мин 00 сек) и «Союза ТМА-17М» (5 час 42 мин 20 сек).

Во время стыковки станция находилась на орбите наклонением 51.66°, высотой 403.56×421.33 км и периодом обращения 92.59 мин. Масса ее после стыковки составила 410 096 кг.

Согласно контракту с Роскосмосом от 1 декабря 2014 г., РКК «Энергия» должна в срок до марта 2017 г. провести работы по обеспечению внедрения блока интегрирования угловых скоростей на корабле «Союз МС-05» (№735). Стоимость работ – 78 228.70 тыс руб. Об этом приборе НК рассказывал первый зам. генконструктора РКК «Энергия» Евгений Микрин (НК №5, 2015, с.31).

По контракту с Роскосмосом от 11 декабря 2015 г., корпорация «Энергия» предстоит к декабрю 2016 г. разработать эскизный проект грузового корабля повышенной грузоподъемности с увеличенными массогабаритными характеристиками и эскизный проект на ракетно-космический комплекс с таким кораблем и ракетой-носителем «Союз-2-1Б». Стоимость работ – 250 148.40 тыс руб.

В соответствии с этим же контрактом, королевская фирма должна до сентября 2019 г. скорректировать рабочую конструкторскую и эксплуатационную документацию на корабли «Союз МС» и «Прогресс МС» в части увеличения их полетного ресурса до 370 суток. Стоимость работ – 249 726.50 тыс руб.

вая фото- и видеоаппаратура и он с нетерпением ждет возможности ею попользоваться.

Был задан и такой вопрос: основной экипаж для дублирующего – это сосоварищи или конкуренты?

«Мы переживаем за всех ребят, кто отправляется на орбиту, и тем более за тех, в чьем кильватере мы находимся на протяжении уже более года, – ответил дублер Сергей Рыжиков. – И все наши устремления направлены на реализацию той программы, которая предстоит основному экипажу. Наша задача поддержать его во всем, в чем мы можем, и это происходит не только во время подготовки, но и в ходе полета».

«Бурлаки» встретят на орбите День космонавтики, который для экипажа станции будет выходным. «Но у нас будет много работы и в этот день, и в преддверии этого праздника. 12-го числа у нас будет как минимум праздничный интернациональный обед и праздничный интернациональный ужин», – сказал Овчинин.

Космонавты привезут для «Агатов», находящихся на МКС, посылки и письма от их родных и близких. Что в них – пока секрет. «Если мы расскажем, что везем в посылках, это перестанет быть для них сюрпризом», – резонно заметил Джеффри.

Скрипочка уверен, что в любом образовании самое главное – раскрыть способно-

сти детей и помочь им найти то, что им интересно. «Перед нами стоит очень важная задача – рассказать детям, что сейчас происходит в программе МКС и чего нам удалось достичь. И очень важно, чтобы дети получили эту информацию сейчас и к тому моменту, когда они вырастут, осознали всю важность космической программы. Это ответственность, которую мы все принимаем очень серьезно», – добавил Уильямс.

Алексей напомнил, что перед стартом с Байконура экипажи смотрят фильм «Белое солнце пустыни»: «Это традиция, которая практически никогда не нарушается. Есть еще ряд традиций, о которых я вам говорить не буду. Это традиции, которые знают только космонавты, но, поверьте, они имеют место быть и, как правило, всегда выполняются».

По словам командира, на МКС есть сервер, куда загружено большое количество музыки и фильмов. «Можно найти абсолютно любой фильм – от самых последних новинок до самых старых, – поведал Овчинин. – Я знаю, что из старых есть почти все фильмы Гайды, которые многим известны и знакомы и которые хочется пересмотреть еще раз. Кроме того, группа поддержки в ЦУПе всегда готова прийти к нам на помощь, если у нас будут какие-то пожелания».

По мнению Уильямса, МКС является прекрасным достижением человечества не

только с технической точки зрения, но и с дипломатической. «Я очень надеюсь, что наша совместная работа послужит великолепным примером для всего мира, особенно с политической точки зрения, – примером того, как мы можем работать вместе и чего можем достичь вместе. Я тружусь в космической отрасли уже более 20 лет и могу вам сказать, что наши рабочие отношения никогда не были настолько хороши, как сейчас, начиная с самого низкого уровня и заканчивая руководством», – пояснил астронавт.



Фото С. Сергеева



Фото С. Сергеева

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

# Полет экипажа МКС-46/47

Март 2016 года

ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

## Экипаж МКС-46:

Командир – Скотт Келли  
Бортинженер-1 – Сергей Волков  
Бортинженер-2 – Михаил Корниенко  
Бортинженер-4 – Юрий Маленченко  
Бортинженер-5 – Тимоти Копра  
Бортинженер-6 – Тимоти Пик

## Экипаж МКС-47 (с 2 марта):

Командир – Тимоти Копра  
Бортинженер-1 – Алексей Овчинин (с 19 марта)  
Бортинженер-2 – Олег Скрипочка (с 19 марта)  
Бортинженер-3 – Джеффри Уилльямс (с 19 марта)  
Бортинженер-4 – Юрий Маленченко  
Бортинженер-6 – Тимоти Пик

## В составе станции на 01.03.2016:

ФГБ «Заря»	МИМ-2 «Поиск»
Node 1 Unity	Node 3 Tranquility
СМ «Звезда»	Cupola
LAB Destiny	МИМ-1 «Рассвет»
ШО Quest	PMM Leonardo
СО «Пирс»	«Союз ТМА-18М»
Node 2 Harmony	«Союз ТМА-19М»
АРМ Columbus	«Прогресс М-29М»
JPM Kibo	«Прогресс МС»

## Потребитель не получает ожидаемого

В марте в интересах эксперимента «Сейсмо-прогноз» (экспериментальная отработка методов мониторинга электромагнитных и плазменных предвестников землетрясений, чрезвычайных ситуаций и техногенных катастроф) Юрий Маленченко регулярно сбрасывал на Землю накопленную научную информацию с жесткого диска модуля контроля и сбора данных аппаратуры, находящейся на внешней поверхности Служебного модуля «Звезда». 12 марта, несмотря на неоднократную выдачу подмосковным ЦУПом команд, не включился канал В аппаратуры.

4 марта Юрий в рамках эксперимента «Релаксация» (регистрация спектральной яркости поверхности Земли и атмосферы) установил на иллюминатор №1 модуля «Звезда» спектроскопическую ультрафиолетовую аппаратуру «Фиалка-МВ-Космос» и настроил ее. Выполнив съемку лимба Земли, он демонтировал аппаратуру и сбросил информацию в ЦУП-М через российскую высокоскоростную радиотехническую систему передачи X-диапазона.

3 марта Маленченко зарядил аккумуляторные батареи системы координатной привязки с использованием инфракрасных датчиков (СКП-И) для эксперимента «Визир» (исследование методов регистрации текущего положения и ориентации переносной научной аппаратуры пилотируемых космических комплексов).

На следующий день он должен был установить СКП-И и провести ее юстировку, а также смонтировать на себе инфракрасные маяки. Однако при калибровке инфракрасных приемников была выдана ошибка об отсутствии видимости калибровочной точки

для приемника. Повторная калибровка завершилась аналогичной ошибкой, и постановщики эксперимента решили его прекратить.

10 марта в рамках того же эксперимента Юрию предстояло наблюдение канадских провинций Квебек и Нью-Брансуик с помощью ультразвуковой системы координатной привязки фотоизображений (СКПФ-У), установленной на иллюминаторе №6 модуля «Звезда». Но и здесь космонавта постигла неудача: не удалось корректно настроить аппаратуру.

7 марта Маленченко продолжил начатые в феврале попытки вернуть в строй белорусскую фотоспектральную систему ФСС, используемую в эксперименте «Ураган» для фотосъемки Земли с целью выявления природных катаклизмов. По рекомендации специалистов он изменил выходное напряжение на блоке питания аппаратуры с 15 В на 18 В, благодаря чему восстановились заряд батареи и работа ФСС от бортовой сети. Однако после обновления программного обеспечения аппаратуры возникла ошибка программы.

30 марта глава канадской компании UrtheCast Уэйд Ларсон (Wade Larson), отчитываясь о деятельности фирмы за 2015 год, заявил, что после всех трудностей, связанных с монтажом и наладкой камеры высокого разрешения Iris на внешней поверхности модуля «Звезда», качество фото- и видеоизображений, поступающих с камеры, не соответствует ожидаемому. В связи с этим рост их продаж потребителям переносится на более поздний срок. Именно по этой причине UrtheCast объявила о

наступлении страхового случая и уже получила от страховой компании 7.3 млн канадских \$.

## «Эриданы» возвращаются домой

1 марта экипаж завершил укладку возвращаемого оборудования в спускаемый аппарат пилотируемого корабля «Союз ТМА-18М». Кроме того, в нем установили видеокамеры GoPro Hero 3 для съемки действий космонавтов на этапе спуска.

2 марта в 01:02:39 UTC корабль отчалил от Малого исследовательского модуля «Поиск» и спустя несколько часов «Эриданы» – россияне Сергей Волков и Михаил Корниенко и американец Скотт Келли – приземлились в центральной части Казахстана. Таким образом, закончилась 11-месячная экспедиция на МКС.

После ухода корабля «Союз ТМА-18М» масса станции составила 403 865 кг.

9 марта «Агаты» – россиянин Юрий Маленченко, американец Тимоти Копра и британец Тимоти Пик – отработали спуск в ручном управляемом режиме на корабле «Союз ТМА-19М» на случай возникновения аварийной ситуации на станции.



## Коррекция орбиты

5 марта в 04:15:00 UTC на витке 98879/01 с использованием восьми двигателей причаливания и ориентации грузового корабля «Прогресс М-29М» была осуществлена коррекция орбиты МКС. Двигатели проработали 477 сек и выдали импульс величиной 0.85 м/с. В результате станция перешла на орбиту наклонением 51.66°, высотой 405.21×421.92 км и периодом обращения 92.61 мин.

Основной целью маневра было обеспечение баллистических условий для четырехвиткового сближения «Союза ТМА-20М» с МКС 19 марта.

8 марта стало известно, что NASA заключило с фирмой Boeing контракт на сумму 9 млн \$ на изготовление стыковочного адаптера IDA-3 взамен IDA-1, утерянного в июне 2015 г. в аварийном запуске грузового корабля Dragon.

Планируется, что адаптер будет собран в Корпусе подготовке модулей МКС SSPF в Космическом центре имени Кеннеди с максимальным использованием оставшихся запасных частей. Его планируется поставить заказчику в марте 2017 г.

## База данных по принятым лекарствам

1 марта в интересах эксперимента «Коррекция» (исследование эффективности фармакологической коррекции минерального обмена в условиях длительного воздействия микрогравитации) Пик вынул пробы крови из морозильника MELFI и передал их Волкову для укладки в термоизолирующий мини-контейнер ЕССО в спускаемом аппарате корабля «Союз ТМА-18М».

В этом месяце на российском сегменте МКС космонавты проводили следующие медицинские эксперименты:

◆ «Космокард» (изучение влияния факторов космического полета на электрофизиологические характеристики миокарда и на их

связь с процессами вегетативной регуляции кровообращения) – суточная запись электрокардиограммы (ЭКГ) и измерение артериального давления (АД);

◆ «Контент» (дистанционный мониторинг психофизиологического состояния космонавтов, а также внутригруппового и межгруппового взаимодействия на основе количественного анализа деятельности космонавтов по связи с ЦУП-М) – заполнение опросника «Социальная карта»;

◆ «Взаимодействие-2» (изучение закономерностей поведения экипажа в длительном космическом полете) – заполнение опросника;

◆ «Спланх» (получение данных, отражающих специфику изменений различных отделов желудочно-кишечного тракта, возникающих в условиях космического полета) – снятие электрогастрозентерографии;

◆ «Удод» (изучение возможности коррекции гемодинамических изменений в невесомости с помощью отрицательного давления на вдохе);

◆ «Кардиовектор» (получение новой научной информации о роли правых и левых отделов сердца и системы кровообращения в условиях длительного полета);

◆ «Мотокард» (изучение механизмов сенсомоторной координации в невесомости);

◆ «Пилот-Т» (исследование надежности профессиональной деятельности космонавта в длительном космическом полете);

◆ «Дан» (исследование взаимосвязи между изменениями давления в сонной артерии и изменением чувствительности центрального дыхательного механизма) – определение времени задержки дыхания на выдохе и вдохе при нахождении обследуемого в пневмовакуумном костюме «Чибис-М» со снятием ЭКГ и измерением АД;

◆ «Биокард» (изучение механизма пейрестрики в электрофизиологии сердца при воздействии отрицательного давления на

нижнюю часть тела в условиях длительной микрогравитации) – выполняется в костюме «Чибис-М» с регистрацией ЭКГ и АД;

◆ «Альгометрия» (комплексное исследование изменений порога болевой чувствительности в длительном космическом полете).

При этом не все шло гладко. Так, 23 марта Олегу Скрипочке не удалось выполнить в полном объеме «Кардиовектор» из-за некорректной настройки программного обеспечения. А 24 марта у Юрия после завершения «Мотокарда» при перезаписи данных на лэптоп комплекс «Миограф» выдал ошибку подключения – и программа зависла. При повторном включении «Миограф» не включился...

Тем временем на американском сегменте станции в рамках заканчивающейся программы Twins Study британец взял у Скотта образец крови для возвращения на «Союзе ТМА-18М». Эта программа проводится совместно с братом-близнецом Скотта Марком на Земле для изучения изменений человеческого организма в области генетики, психологии, физиологии, микробиологии и иммунологии.

В марте Пик еженедельно заполнял анкеты эксперимента Space Headaches (определение причины возникновения головных болей во время пребывания на орбите). 8 марта Копра выполнил компьютерные тесты по оценке когнитивных функций (эксперимент Cognition).

Несколько раз в этом месяце британец в интересах 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.

9 и 14 марта два Тимоти проделали серию интерактивных заданий на планшетном компьютере iPad в рамках эксперимента Fine Motor Skills, изучающего адаптацию мелкой моторики к условиям невесомости. 30 марта к ним присоединился Джеффри Уильямс.

В марте Уильямс, Копра и Пик заполнили специальное приложение на 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.

14 марта Копра заполнил анкету эксперимента Microbiome, исследующего микробиом человека и причины ослабления иммунитета. На следующий день он собрал образцы пота и клеток с кожи, а 17 и 21 марта повторил эту процедуру.

15 марта два Тимоти измерили артериальное давление в интересах эксперимента Ocular Health, исследующего причины ухудшения зрения во время длительных полетов в космос. 16–17 марта они выполнили подробное обследование глаз, выступая операторами друг для друга.

21 марта Уильямс подготовил пробники для выдыхаемого и окружающего воздуха, а также крови, и положил их в своей каюте. Утром следующего дня сразу после пробуждения он собрал образцы для канадского эксперимента Marrow (исследование воздействия микрогравитации на костный мозг

▼ Тим Копра и эксперимент OASIS





человека), а 29 марта повторил утреннюю процедуру.

22 марта Копра выполнил тест на лэптопе по эксперименту *Neuromapping*, оценивающему изменения в функционировании головного мозга в космическом полете. 29 марта Пик на 36 часов надел датчики *Thermolab* и браслет-монитор для эксперимента *Circadian Rhythms*, изучающего изменения циркадных ритмов в невесомости.

30–31 марта астронавты занимались экспериментом *Sprint*, который оценивает эффективность тренировок с высокой интенсивностью для компенсации потерь мышечной и костной ткани и изменений сердечно-сосудистой системы. 30 марта Пик обследовал Джеффри с помощью ультразвукового исследования и снятия электрокардиограммы для эксперимента *Cardio Ox*.

31 марта британец взял пробу питьевой воды в рамках европейского эксперимента *Energy*, оценивающего энергетические затраты астронавта и необходимый объем еды во время космического полета.

### **Прибытие последнего «Союза ТМА-М»**

Первую половину месяца российский сегмент готовили к стыковке последнего в серии корабля «Союз ТМА-20М».

10 марта ЦУП-М провел тест аппаратуры радиотехнической системы сближения «Курс-П» модуля «Звезда» со стороны модуля «Поиск», куда предстояло причалить «Союзу ТМА-20М» с «Бурлаками» – россиянами Алексеем Овчининим и Олегом Скрипочкой и американцем Джеффри Уильямсом.

14 марта «Земля» проверила канал передачи сигнала с телевизионной камеры приближающегося корабля в ЦУП-М через американский канал Ku-диапазона в стандарте MPEG-2. 16 марта был протестирован американский голосовой канал S/G-1 для связи станции с городом Байконур, через который космические руководители и родственники будут общаться с прибывшим экипажем. 18 марта на МКС обустроили каюты для «Бурлаков».

19 марта в 03:09:54 UTC «Союз ТМА-20М» состыковался со станцией. Масса МКС после стыковки достигла 410 096 кг.

В 05:18 после проверки герметичности были открыты переходные люки между кораблем и модулем «Поиск».

«Бурлаки» высушили аварийно-спасательные скафандры «Сокол-КВ-2» и перчатки и уложили их на хранение в бытовой отсек своего «Союза». Правда, экипаж доложил, что при установке на сушку скафандра Уильямса не включился вентилятор: «Транспарант горит, слышен щелчок, вентиляция нет». (Спустя три дня работоспособность вентилятора проверили – все штатно.)

«Старички» провели для «новичков» инструктаж по безопасности. «Союз ТМА-20М» был законсервирован, и начался постепенный перенос грузов из него на станцию.

20 марта космонавты почистили пылесосом механизмы герметизации крышек люков модуля «Поиск» и корабля «Союз ТМА-20М» и подтвердили отсутствие в них посторонних предметов.

22 марта объединенный экипаж рассмотрел процедуры и распределил роли и



ответственность в случае возникновения аварийных ситуаций на станции. Печатная и электронная бортовая документация была заменена на доставленную «Союзом ТМА-20М». 26 марта Овчинин доложил об отсутствии в «Союзе» книги «Выведение и спуск» для Скрипочки. Через четыре дня ее удалось найти.

23 марта из «Союза ТМА-20М» демонтировали видеокамеры GoPro Hero 3, перезаписали информацию с них на возвращаемый жесткий диск, очистили флэш-карты, зарядили аккумуляторные батареи и уложили камеры на хранение.

24 марта «Земля» разобралась с безобразным поведением первого полукомплекта аппаратуры системы «Курс-А», выявленным при сближении «Союза ТМА-20М» с МКС 19 марта. Проведенный совместный тест аппаратуры «Курса-А» с аппаратурой «Курса-П» модуля «Звезда» подтвердил неисправность первого полукомплекта «Курса-А».

25 марта Алексей и Олег ознакомились с оборудованием, используемым в нештатных ситуациях на станции, а затем вместе с Джеффри отработали практические навыки по надеванию аварийной маски. Из спускаемого аппарата «Союза ТМА-20М» были демонтированы телекамеры КЛ-152М и

световые блоки СГ2-14В: первые уложили в «Союз ТМА-19М» для возвращения на Землю, вторые – в бытовой отсек «Союза ТМА-20М» на удаление.

31 марта на хранение в модуль «Поиск» из «Союза ТМА-19М» были перенесены теплозащитные куртки ТЗК-14.

### **Испытания клейких захватов**

В этом месяце в модуле «Звезда» Маленченко регулярно контролировал показания аппаратуры эксперимента «Отклик» (регистрация ударов метеороидных и техногенных частиц по внешним элементам конструкции станции с помощью пьезоэлектрических датчиков).

После разнообразных динамических операций он перезаписывал на лэптоп RSE-1 данные с цифрового измерителя микроскоростей ИМУ-Ц в интересах эксперимента «Идентификация» (исследование динамики конструкции МКС при различных внешних силовых воздействиях с учетом изменения ее модульного состава).

8 марта в рамках эксперимента «Матрешка-Р» (исследование радиационной обстановки на трассе полета и на борту МКС) Юрий инициализировал и разместил на экспонирование в модулях «Пирс» и «Рассвет»



▲ 24 марта – 100 дней в космосе Тимоти Пика (слева). Нашивку вручает Тимоти Копра

пузырьковые детекторы «бабл-дозиметр». Спустя неделю он собрал и считал с них показания.

21 марта Алексей достал из «Союза ТМА-20М» и передал Джеффри 17 дозиметров PADLES для размещения в японском Экспериментальном модуле Kibo. 29 марта Олег скопировал и сбросил в ЦУП-М информацию с аппаратуры «Синус-Аккорд», применяющейся в эксперименте «Вибролаб» (отработка методов и средств контроля условий эксплуатации в части уровней микровиброускорений на российском сегменте).

В марте в рамках эксперимента Habitability два Тимоти снимали видео о своей рутинной рабочей деятельности. 24 марта они в прямом эфире ответили на вопросы специалистов о среде обитания на МКС. 25 и 28 марта Пик и Копра с помощью приложения iShort на планшете iPad сняли еще несколько коротких видео из жизни на станции. Этот эксперимент поможет определить достаточный объем обитаемых модулей для длительных космических полетов.

3 марта британец начал готовить оборудование европейского эксперимента Magvector (исследование взаимодействия между движущимся магнитным полем и электрическим проводником). 9 марта он настроил передачу данных и питание аппаратуры и сделал тестовый прогон эксперимента. 14 марта Пик запустил сессию эксперимента до 18 марта.

4 марта Копра переставил датчики измерения вибрации и ускорений SAMS-II из Лабораторного модуля Destiny в модуль Kibo. В тот же день он демонтировал и уложил на хранение оборудование эксперимента BASS по изучению горения в невесомости.

7 марта Копра сменил батарейки в аппаратуре UBNT, которая замеряет ультразвуковые волны, генерируемые оборудованием на американском сегменте. При этом прибор способен обнаружить свист от выходящего из модуля воздуха в случае нарушения герметичности.

В тот же день Копра смонтировал внутри перчаточного бокса MSG аппаратуру эксперимента Oasis. 8 марта он настроил ее и устранил несколько мелких неисправностей, в том числе заменив одну микрокамеру и перезагрузив программное обеспечение. На следующий день Копра запустил эксперимент до 15 марта. 21 марта он демонтировал оборудование из MSG и уложил его на хранение. Эксперимент Oasis посвящен уникальному поведению жидких кристаллов в условиях микрогравитации, в том числе их общему движению и объединению в кристаллические слои, известные как «смектические острова».

8 марта Копра сделал фотографии монитора платформы №1 в стойке NanoRacks в модуле Kibo и отправил их специалистам, работающим над выяснением причин неисправности системы. 10–11 марта он переустановил направляющие в стойке CIR, а 21 марта Пик заменил в стойке одну из емкостей в интересах эксперимента FLEX-2 по изучению горения в невесомости капель топлива.

17 марта британец попробовал управлять ровером на Земле в рамках европейского эксперимента SUPVIS-E. Тест не удался: наземный робот не получал команды с борта МКС. Перегрузка программы к положительному результату не привела. SUPVIS-E является третьим этапом проекта METERON, в котором используется технология задержки сигнала, моделирующая управление планетоходами с орбитальных пилотируемых кораблей.

21 марта Пик демонтировал шкаф из стойки Express-8 в модуле Destiny и через десять дней установил на его место оборудование эксперимента Strata-1 по изучению свойств реголита в невесомости и на поверхности малых астероидных тел, доставленное Cygnus'ом.

28 марта Джеффри установил на платформу №2 стойки NanoRacks три модуля с образовательно-исследовательскими экспериментами: иссле-

дования по очистке воды, кристаллизации белков и высокой дисперсии температуры в условиях микрогравитации; опробование защиты растений от грибковых патогенов и измерение магнитного поля и фона радиации; выращивание кристаллов, исследования по потере памяти и росту растений при вибрациях в невесомости.

29 марта Уильямс установил пять захватов (два маленьких, два средних и один большой) в ходе эксперимента Gecko Gripper (исследование клейких устройств захвата для различных поверхностей на космических объектах, аналогичных гекконным). При этом он отметил, что большой захват был очень слабым и отсоединился небольшим усилием астронавта.

### Утечка признана самоустранившейся

29 марта астронавты начали зарядку аккумуляторных батарей, используемых в американских выходных скафандрах EMU и шурупвертах PGT. Правда, одну из батарей им не удалось найти в указанном месте.

31 марта Копра снял со «стенки» в Шлюзовом отсеке Quest скафандры EMU №3003 и №3010 и повесил на их место №3005 и №3008. На 1 апреля планируется очистка водяных контуров охлаждения этих скафандров.

Тем временем NASA продолжало разбираться с причинами появления воды в шлеме скафандра №3011, использовавшегося Копррой во время январского выхода в открытый космос (НК №3, 2016, с.10-11). По приблизительной оценке, объем вытекшей воды составил 200–250 см<sup>3</sup>, что, впрочем, не шло ни в какое сравнение с печально известным выходом в июле 2013 г., когда в шлем того же скафандра, надетого итальянцем Лукой Пармитано, попало 1000–1500 см<sup>3</sup> воды.

Расследование январской нештатной ситуации показало, что сборка вентилятор/насос/сепаратор, которая была признана виновной в июльской истории, функционирует штатно и что из других систем скафандра №3011 также не наблюдается никаких уте-

24 марта пресс-служба Института медико-биологических проблем РАН сообщила, что Научно-технический совет организации рассмотрел эскизный проект российского силового многофункционального тренажера (СМТ), который планируется доставить на МКС и установить в Научно-энергетическом модуле.

Данный тренажер позволит выполнять широкий спектр упражнений: приседание со штангой; жим ногами; имитация гребли; сгибание/разгибание предплечий; жим штанги лежа; подъем на носки; сгибание/разгибание туловища; тяга сверху; становая тяга.

Управление СМТ будет осуществляться с помощью планшетного компьютера и специализированного программного обеспечения. Ученые также планируют разработать систему виброизоляции для защиты станции от воздействий, вызванных смещением центра тяжести при проведении тренировок.

Ключевым отличием СМТ от эксплуатирующегося сейчас в модуле Tranquility силового нагружателя aRED называется возможность проводить на СМТ не только тренировки, но и тестирование космонавтов.

чек. Специалисты склоняются к версии, что это была быстро самоустранившаяся утечка, которая, скорее всего, связана с особенностями работы сублиматора, а также с его загрязнением из-за длительного хранения.

Образцы воды, взятые из 3011-го, отправили на Землю «Союзом ТМА-18М». Их анализ выявил два возможных сопутствующих фактора. Первый – выброс (carry-over) воды из сублиматора, то есть когда ее излишек переполняет магистрали, которые возвращают воду обратно в контуры охлаждения.

«Это могло зависеть от того, как был сделан выход. Сначала выходящие очень нагрелись и затем стали отдыхать, – объяснил заместитель руководителя NASA по пилотируемым программам Уильям Герстенмайер. – Тело хочет отдать тепло, и это оказывает давление на сублиматор. И именно тогда вода начинает появляться [в шлеме]. Таким образом, мы вполне уверены, что это выброс воды».

Второй фактор, по словам Герстенмайера, это загрязнение гидрофильного покрытия в трубочках сублиматора, которое снижает эффективность его работы. Источником загрязнения являются средства гигиены, к примеру, крем после бритья и лосьон. Дело в том, что скафандр длительное время хранился в Многоцелевом модуле Leonardo рядом с использованными средствами гигиены...

### «Лебеди» зачистили

Совсем недавно в феврале американский сегмент покинул грузовой корабль Cygnus (полет OA-4), а уже в марте ожидался прилет следующего «Лебедя» (OA-6).

В течение месяца с помощью программы RoBOT два Тимоти проводили многочисленные тренировки по ловле корабля дистанционным манипулятором SSRMS. Кроме того, британец переместил некоторые грузы в модулях американского сегмента, чтобы освободить место для оборудования, прибывающего на «Лебедя».

18 марта экипаж установил панель ручного управления кораблем НСР и проверил ее работу с помощью ноутбука. Проверочные команды были успешно получены наземной станцией на японском острове Танзгасима, однако астронавты поначалу наблюдали ошибку, сигнализирующую о плохой команде, а также неправильную индикацию на панели НСР. «Земля» пришла к выводу, что проблемы у нее, а не на борту.

23 марта Джеффри подготовил место для 3D-принтера AMF, который вез «Лебедь». 25 марта на иллюминатор люка на нижнем порту Узлового модуля Unity установили видеокамеру CBCS и проверили ее.

26 марта в 10:51 UTC Копра поймал корабль манипулятором SSRMS.

– Захват «Лебедя» выполнен, – доложил он.

– Хьюстон принял, – ответил капком, канадский астронавт Джереми Хансен. – Прекрасная работа, джентльмены. Очень ценим. Сделали это кажущимся легким.

– Хьюстон, мы также хотели бы сказать, что для нас действительно честь взять на борт МКС корабль «Рик Хазбанд» (второе название данного «Лебедя». – Ред.). Это герой для многих из нас. Это первый «Лебедь», названный в честь человека, который был непосредственно связан со строительством этой большой станции.

В 14:52 корабль по командам ЦУП-Х был присоединен к нижнему порту модуля Unity. Планируется, что «Лебедь» пробудет в гостях до 20 мая.

27 марта в 09:28 был открыт люк в корабль. Экипаж взял пробы воздуха в нем с использованием пробозаборника АК-1М. Космонавты выполнили тренировку по действиям в аварийных ситуациях на станции с учетом пристыкованного «Лебедя». После этого началась разгрузка корабля.

А уже 29 марта экипаж провел тренировку по ловле грузового корабля Dragon (миссия SpX-8), прибытие которого на МКС ожидается 10 апреля.

### «Электронный нос» почует бактерии

19 марта Скрипочка перенес из «Союза ТМА-20М» в модуль «Рассвет» укладки для эксперимента «Кальций» (изучение влияния микрогравитации на растворимость фосфатов кальция в воде). В последующие дни он с помощью автономного цифрового устройства «Кальций-И» измерял проводимость биоматериалов в укладках.

19 марта Олег включил универсальный высокотемпературный биотехнологический термостат ТБУ-В №4, установил температуру +4°C и разместил в нем укладку с бактериофагами, доставленную на «Союзе ТМА-20М» в интересах эксперимента «Фаген» (влияние совокупного солнечного и галактического излучения на генетический аппарат бактериофагов в условиях космического полета).

30 марта Овчинин и Скрипочка с использованием портативной газовой сенсорной системы «Электронный нос» исследовали развитие бактериальной и грибной микрофлоры на панелях и поверхностях модулей «Звезда» и «Рассвет». В частности, объектом исследования в «Звезде» были: рабочий стол, зеркало в каюте и потолок в туалете.

7 марта Копра разбирался с причинами повышенной температуры в одном из двух новых биологических модулей SABL, которые в феврале поместили в стойку Express-8 в модуле Destiny для двухнедельного тестирования. Он обнаружил небольшое повреждение на входной трубке модуля SABL-1 и сфотографировал его для анализа наземными специалистами.

23 марта Джеффри достал модуль SABL-1, устранил вмятину на трубке и снова установил его в стойку Express-8. Однако после этого была обнаружена утечка воды из быстросъемного соединения в модуле SABL-2. Астронавт устранил ее поджатием хомута.

8 и 28 марта Пик и Уильямс подготовили оборудование, которое понадобится для эксперимента Rodent Research-3. Грызунов ждали с кораблем Dragon (SpX-8) в апреле.

▼ Экипаж 47-й экспедиции МКС в люке прибывшего грузовика Cygnus OA-6





### Юбилейный радиоловительский сеанс связи

1 марта британец прочитал на камеру отрывок из детской книги «Невероятное межгалактическое путешествие домой».

3 марта Пик поиграл в написанную студентами программу на реакцию на миниатюрном компьютере AstroPi (НК №4, 2016, с. 14). 25 марта он скопировал файлы с компьютера на лэптоп SSC и снял AstroPi с нижнего узла модуля Harmony.

22 марта британец зарядил и заменил батареи в маневрирующих на углекислородном газе микроспутниках SPHERES. На следующий день он испытал на спутниках программы, созданные студентами, и сбросил результаты на Землю.

10 марта состоялся 1000-й сеанс радиоловительской связи между МКС и школьниками и студентами. В юбилейном сеансе Копра пообщался с учащимися Университета штата Северная Дакота. А первый радиоловительский сеанс на МКС состоялся в декабре 2000 г.

### «Изгиб» последнего «Прогресса М-М»

В марте космонавты готовились к смене кораблей «Прогресс» на МКС: на замену последнему в серии «Прогрессу М-29М» должен был прибыть второй в новой серии «Прогресс МС-02».

В течение месяца экипаж укладывал удаляемое оборудование в «Прогресс М-29М», фиксируя перемещение грузов в станционной базе данных системы инвентаризации IMS. Параллельно шла разгрузка «Прогресса МС», прибывшего на МКС в конце декабря 2015 г.

Из системы дозаправки «Прогресса МС» транзитом через модуль «Пирс» были доправлены баки объединенной двигательной установки модуля «Звезда» – 177 кг горючего и 254 кг окислителя. При этом многократно возникали проблемы с неоткрытием электропневмоклапана наддува ЭПН-1 в модуле «Звезда», что не повлияло на дозаправку.

Из баллонов средств подачи кислорода «Прогресса М-29М» атмосфера станции регулярно пополнялась кислородом.

16 марта из бака БВ-2 системы «Родник» корабля «Прогресс МС» была перекачана питьевая вода в три станционные емкости. 22 марта в обратном направлении отправились солевой раствор и урина.

21 марта «Земля» провела межбортовой тест аппаратуры системы «Курс-П» модуля «Звезда» со стороны агрегатного отсека совместно с аппаратурой системы «Курс-А» корабля «Прогресс М-29М». Спустя три дня был осуществлен межбортовой тест системы телеоператорного управления (ТОУ) с пристыкованным «Прогрессом М-29М».

28 марта в рамках подготовки к стыковке «Прогресса МС-02» был проверен канал передачи изображения с телекамеры приближающегося корабля в ЦУП-М через американский канал Ки-диапазона в стандарте MPEG-2. В этот же день заправочные устройства горючего и окислителя на «Прогрессе М-29М» продули и вакуумировали.

29 марта экипаж закрыл переходные люки между агрегатным отсеком модуля «Звезда» и кораблем «Прогресс М-29М». На следующий день Олег и Юрий провели тренировку по системе ТОУ на бортовом тренажере.

30 марта в 14:15:23 UTC «Прогресс М-29М» массой 5513 кг отчалил от станции, которая в этот момент находилась на 99275/14 витке на орбите наклонением 51.66°, высотой 402.48×422.22 км и периодом обращения 92.58 мин. После расстыковки масса станции составила 411 458 кг.

На отходе космонавты засняли стыковочный агрегат грузовика, дабы убедиться в целостности кольцевых резиновых уплотнителей. Через три минуты после расстыковки корабль выполнил маневр увода от МКС на двух двигателях причаливания и ориентации, включенных на 15 сек и выдавших импульс 0.68 м/с. В тот же день в 17:19:00 с использованием сближающе-корректирующего двигателя (СКД) он выдал тормозной импульс величиной 8 м/с.

Автономный полет «Прогресса М-29М» был посвящен эксперименту «Изгиб», в ходе которого исследовались неуправляемые вращательные движения грузовика в режимах гравитационной ориентации и солнечной гравитации и закрутки.

8 апреля в 16:31:00 корабль массой 5477 кг осуществил тормозной маневр. Двигатель СКД проработал 177.4 сек и выдал импульс величиной 98.6 м/с. В результате «Прогресс М-29М» был сведен с орбиты, вошел в плотные слои земной атмосферы и разрушился. Несгоревшие элементы его конструкции упали в 3730 км восточнее города Веллингтон (Новая Зеландия) в районе с центром, имеющим координаты 42°28' ю. ш., 139°46' з. д.

### Центральная машина требует замены

2 марта ЦУП-М зафиксировал несрабатывание датчика предельного разряда в ходе режима циклирования аккумуляторной батареи №1 системы электропитания модуля «Звезда». Режим был отключен, а программа перезапущена. 3 марта повторная попытка осуществить циклирование также привела к несрабатыванию датчика при напряжении на батарее ниже 23 В.

Дмитрий Баканов, президент компании «Спутниковая система "Гонец"», являющейся вместе с фирмой «Информационные спутниковые системы» имени М.Ф. Решетнёва оператором трех спутников «Луч-5» многофункциональной космической системы ретрансляции «Луч», сообщил, что в первом квартале 2017 г. российский сегмент МКС планируется оснастить абонентским оборудованием, позволяющим передавать данные на скорости до 150 Мбит/с.

Данное оборудование изготовит РКК «Энергия» и, по мнению разработчиков, такая пропускная способность будет достаточна для организации телемостов, круглосуточного доступа в Интернет и проведения научных экспериментов в прямом эфире.

«Наша задача как оператора – найти максимальные применения системы в разных сегментах использования, – сказал Баканов. – Помимо связи с МКС, это снятие телеметрии с разгонных блоков и ракет-носителей вне зон видимости наземных станций, передача информации со станций Росгидромета, создание резервной системы связи космодромов Восточный и Байконур, телемосты и так далее. Как оказалось, услуги МКСП «Луч» стали очень востребованы».

2 марта «Земля» выявила ложные срабатывания электроиндукционного извещателя дыма ИДЭ-3 № 2 в модуле «Рассвет». 17 марта в системе пожаробнаружения модуля «Пирс» космонавты переставили местами датчики ИДЭ-3 № 1 и № 3 для проверки работоспособности первого канала блока сбора информации.

3 марта в модуле Tranquility Пик ремонтировал «безобразничавшую» в феврале систему переработки урины UPA. Он продул шланг между блоком дистилляции DA и блоком регулирования давления и насосов PCPA и заменил блок сепарации SPA. Однако при включении UPA сменный SPA не заработал. Его заменили на еще один запасной, но и это не помогло.

4 марта экипаж осмотрел все быстроразъемные соединения между блоками PCPA и SPA и обнаружил, что соединение № 26 не полностью подстыковано. Однако теперь процессу переработки урины мешало постоянное проскальзывание ремня в блоке DA... В итоге 8 марта астронавты заменили блок DA. Заработало!

3 марта у экипажа наконец-то дошли руки до человекоподобного робота Robonaut 2, лежащего в неисправном состоянии с середины прошлого года. Копра убедился, что осциллограф работает нормально. Спустя два дня он провел замеры с помощью осциллографа и мультиметра, после чего вынул из «Робонавта» плату контроллера и успешно включил андроида без нее. Уже прогресс!

6 марта в 19:55 UTC по телеметрии было зафиксировано самопроизвольное отключение многофункционального пульта-индикатора в модуле «Поиск». Такое уже случалось в феврале.

8 марта в 03:27 потерял активность и готовность третий канал центральной вычислительной машины (ЦВМ) бортовой вычислительной системы модуля «Звезда». При этом первый и второй каналы машины работали нормально. На следующий день по рекомендации специалистов состоялось тестовое отключение/включение третьего канала, выявившее отсутствие сигнала готовности. Новую ЦВМ привезут на «Прогрессе МС-02».

7 марта в модуле Destiny два Тимоти проложили кабели передачи данных и стандарта Ethernet для единой системы связи и навигации C2V2, которая будет использоваться причаливающими к американскому сегменту пилотируемыми и грузовыми кораблями. 10 марта британец установил холодную плату и датчик температуры и проложил по-другому магистраль внутренней системы терморегулирования. 11 марта Копра смонтировал два связанных блока в стойке мобильной системы обслуживания MSS-2.

Как мы помним, в феврале дистанционный манипулятор SSRMS с ловкой насадкой Dextre отрабатывал операцию по замене буферных батарей на секциях американской поперечной фермы (HK № 4, 2016, с.13-14). Однако тогда инструмент OTCM не смог взять инструмент ROST. А поскольку без ROST в данной операции не обойтись, то 9–10 марта «Земля» испробовала новую процедуру захвата инструмента. При этом OTCM, прикрепленный ко второй руке Dextre, должен был взять ROST, поднести его к видеокамере, сделать четыре оборота ROST в каждом на-

правлении и уложить его на место. Операции прошли успешно, не считая того, что для раскрытия хомута, удерживающего ROST в месте хранения, потребовалось увеличить в два раза крутящий момент – с 8 до 15 Н·м.

10 марта астронавты сменили в модуле Destiny блок дистанционного управления электропитанием RPCM.

11 марта россияне установили обновления программного обеспечения на три управляющих ноутбука RS в модуле «Звезда» и удаленный ноутбук в американском сегменте. Между тем после выбора управляющей линейки «компьютер центрального поста КЦП-1 – ноутбук RS-1» появился «синий экран смерти» на дисплее RS-1 по причине отсутствия синхронизации времени между ноутбуком и центральной вычислительной машиной. Перезагрузка ноутбука и перезапуск программы поддержки КЦП-1 не помогли – «циан» остался. Проблему удалось решить только утром на следующий день при штатной перезагрузке экипажем ноутбука RS-1.

4 марта после смены емкости с консервантом в туалете американского сегмента не появилась штатная сигнализация (да-да, именно так) о плохом качестве консерванта. 10 марта астронавты заменили магистраль с датчиком, насос-дозатор и шланг – сигнализация сработала.

10 марта в 19:20 возник 15-минутный сбой командного сервера, в результате которого была утрачена возможность выдачи команд на станцию через канал S-диапазона. Помогла перезагрузка сервера. Проблема повторилась 15 марта в 15:50 и также была устранена перезагрузкой.

12 марта сбросы информации на Землю через российскую высокоскоростную систему передачи X-диапазона были отменены вследствие неудавшейся закладки расписания сеансов связи. На следующий день был перезапущен блок коммутации интерфейсов полезной нагрузки TBM1-H, но расписание снова не получилось загрузить.

14 марта Пик заменил блок хранения научной информации PDH-2 на PDH. Дело в том, что в январе усовершенствованный PDH-2 был установлен вместо PDH, но не заработал. Специалисты проанализировали телеметрию и пришли к выводу, что требуется ремонт PDH-2 на Земле...

15 марта в 10:42:40 в системе обеспечения теплового режима модуля «Звезда» контур обогрева КОБ-2 нештатно переключился на КОБ-1 из-за короткого замыкания в канале питания насоса Н1 сменной панели насосов 4СПН2 контура КОБ-2. 16 марта ЦУП-М провел тест и подтвердил неработоспособность насоса Н1, и на следующий день космонавты сменили его.

16 марта ЦУП-Х выполнил калибровочную настройку работы блока управления потоком в среднетемпературном контуре системы терморегулирования модуля Unity в рамках подготовки к включению стойки с кухней, доставленной на японском грузовом корабле HTV-5 в августе 2015 г.

23 марта в 11:44 отключилась система удаления углекислого газа «Воздух» из-за отказа блоков вакуумных клапанов БВК-1 и БВК-3. Проблему решили перезапуском системы. В тот же день в 21:14 сработала защита по току в блоке питания системы кондиционирования воздуха СКВ-2 в модуле «Звезда».

25 марта экипаж сменил локальный коммутатор температур ТА251М в бортовой информационно-телеметрической системе БИТС2-12 модуля «Звезда».

29 марта Пик открыл внутренний люк шлюзовой камеры модуля Kibo, выдвинул стол из нее, вместе с Уильямсом установил на стол адаптер EFU с демонстрационным блоком маховика навигационной системы SIGI и задвинул его обратно в шлюз. На следующий день британец разгерметизировал шлюзовую камеру.

30 марта в 16:59 отказал гидравлический контур системы обеспечения теплового режима в модуле «Поиск» – отключился насос Н2 и не произошел автоматический переход на насос Н1. В 19:04 «Земля» включила Н1, выдав команду приведения системы в исходное состояние.

30–31 марта дважды в сутки приходилось перезапускать блок размножения интерфейсов по причине потери связи с ноутбуками и научной аппаратурой. 31 марта было заменено отказавшее напоминающее устройство в телеметрической системе БР9-ЦУ8 в Функционально-грузовом блоке «Заря».

▼ Курящийся вулкан Вильяррика в Чили



И. Чёрный.  
«Новости космонавтики»



# Ракетная фортуна

**22** марта в 23:05:52.227 EDT (23 марта в 03:05:52 UTC) со стартового комплекса SLC-41 станции ВВС «Мыс Канаверал» сотрудники компании ULA (United Launch Alliance) при поддержке боевого расчета 45-го космического крыла ВВС США осуществили пуск РН Atlas V (вариант 401, миссия AV-064) с автоматическим грузовым кораблем Cygnus (миссия OA-6, «фирменное» обозначение Orbital CRS-6) компании Orbital ATK для снабжения Международной космической станции.

Корабль был успешно выведен на орбиту с параметрами:

- наклонение – 51.65°;
- высота в перигее – 228 км;
- высота в апогее – 237 км;
- период обращения – 89.13 мин.

В каталоге Стратегического командования (СК) США объект получил номер **41393** и международное обозначение **2016-019A**.

Поначалу казалось, что выведение прошло абсолютно успешно, тем более что так оценила его результат компания ULA в итоговом заявлении. Однако последующий анализ выявил преждевременное отключение двигателя первой ступени! Как выяснилось, ракета прошла буквально «по лезвию бритвы»...

## Как это было

Полет OA-6 в целом повторял запуск OA-4 в декабре 2015 г. (НК № 2, 2016, с.18-22), когда ракета Atlas V в первый раз вывела на орбиту модернизированный корабль Cygnus с припасами и оборудованием для экспериментов на МКС. В связи с неготовностью нового варианта носителя Antares (НК № 4, 2016, с.52-54) компания Orbital ATK воспользовалась опционом и вновь запустила свой грузовик массой около 7500 кг на чужой ракете.

Как и в декабре 2015 г., стартовое окно не было «мгновенным», что обычно при запусках к МКС. Хотя масса Cygnus'a была рекордной для РН Atlas V, ее возможности были намного выше, и это позволило «растянуть» стартовое окно до 30 минут и сделать до пяти попыток пуска при промежутке в 7.5 мин между попытками.

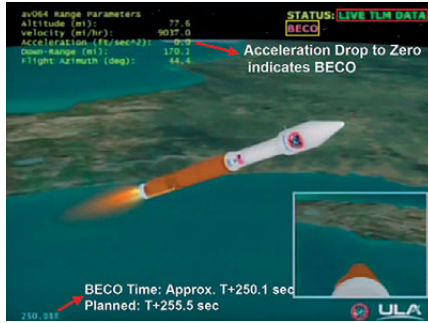
Ракета стартовала на северо-восток и шла вдоль восточного побережья США. Она была видна практически все время работы маршевого двигателя первой ступени РД-180, развивающего тягу до 422 тс в разреженных слоях атмосферы. «Единый центральный блок» ССВ (Common Core Booster) должен был отключиться через 255.5 секунд после старта и отделиться спустя шесть секунд, передав эстафету верхней ступени

Centaur. Однако уже во время прямой интернет-трансляции запуска наиболее внимательные наблюдатели отметили странную разницу между устным комментарием и изменениями параметров работы ступеней ракеты, отражаемых на экране в реальном масштабе времени. К примеру, двигатель верхней ступени RL-10A3 должен был выключиться в момент T+18 мин 16 сек, однако телеметрические данные, транслируемые каналом NASA TV, свидетельствовали, что RL10A3 проработал более чем на минуту дольше положенного – вплоть до T+19 мин 21 сек.

Кроме того, зрители заметили, что индикация на картинке, иллюстрирующей ход запуска, расходится с анимацией движения ракеты. В строках, отражающих реальное развитие ситуации, ноль против параметра «Ускорение» и надпись «Выключение двигателя первой ступени» (BECO, Booster Engine Cutoff) появились на 250-й секунде полета, ракета же с работающим двигателем показывалась на экране еще 5 сек\*.

Однако расхождения между плановым и реальным течением полета, похоже, остались незамеченными или непонятыми ком-

\* В соответствии с трансляцией телеметрии время прохождения команды BECO составило T+250.1 сек, принимая в качестве индикатора падение ускорения примерно с 30 м/с² до нуля. Это говорит о том, что первая ступень отключилась на 5.4 сек раньше, чем указано в опубликованной циклограмме запуска, и выпадает из данных предыдущих 11 миссий.



▲ Расхождение индикации на картинке с анимацией движения ракеты

ментаторами пусков, которые в ходе репортажа постоянно повторяли: «Все идет строго по плану». Так, Марти Малиновски (Marty Malinowski), ответственный за телеметрию в ULA, который комментировал процесс выведения, напомнил в T+8 мин 33 сек, что ожидаемая продолжительность работы ступени Centaur – 13 мин 45 сек. Перед стартом было известно два варианта циклограммы пуска с одинаковым моментом включения ЖРД (T+4 мин 31.5 сек) и разными моментами выключения – 18 мин 09.5 сек и 18 мин 16.9 сек. Ясно, что инженер-телеметрист ULA ориентировался на вторую из них.

В T+17 мин 20 сек мистер Малиновски сообщил: «До конца работы ступени Centaur осталась одна минута», что вновь указывало на запланированное отключение примерно в T+18 мин 16 сек. Спустя примерно полминуты представитель NASA Джордж Диллер (George Diller) подтвердил: «30 секунд до выключения двигателя Centaur». Однако даже через 18 мин 16 сек после старта на табло, транслирующем в реальном времени результаты баллистического расчета, было видно, что параметрам траектории еще далеко от достижения орбиты: мгновенное значение высоты перигея составляло -1220 км при вполне разумном значении высоты апогея 240 км и наклонении 51.27°.

Окончательные параметры орбиты на табло составили 228.1x229.9 км. Орбитальные элементы, определенные средствами Объединенного центра космических операций JSOC (Joint Space Operations Center) при измерениях по реальному объекту, дали похожие значения – разницу в несколько километров получили благодаря разным моделям Земли. Между тем двигатель «Центавра» переработал 65 секунд, а корабль был отделен на 70 сек позднее приведенного в циклограмме времени.

На пресс-конференции после пуска в Космическом центре имени Кеннеди Верн Торп (Vern Thorp), менеджер программ NASA в ULA, предположил, что «сверхплановая» работа двигателя является «обычным отличием действительных показателей полетов от плановых». «Предпусковой прогноз времени событий базируется на предварительных расчетах траектории полета ракеты, – импровизировал Торп. – Как правило,

\* Centaur отделился на высоте ниже расчетной, и для подъема на нужный «горизонт» ракете пришлось лететь с более высоким углом наклона траектории к горизонту. В результате на 620-ю секунду полета ускорение ступени в миссии OA-6 составляло 6.31 м/с<sup>2</sup> против 7.52 м/с<sup>2</sup> в миссии OA-4, то есть оказалось на 16% меньше.

он составляется за несколько недель до запуска. Нет ничего необычного в том, что реальный ход событий несколько отличается от планового из-за каких-либо изменений начальных условий».

Однако расхождение более чем в минуту нуждалось в более корректном комментарии, который последовал спустя сутки. 24 марта пресс-секретарь ULA Лин Шассань (Lyn Chassagne) подтвердила, что двигатель верхней ступени ракеты Centaur отработал на минуту с лишним дольше, чем определено полетным заданием. Она не объяснила причины этого, сказав лишь, что группа анализа ведет стандартную послепусковую обработку имеющейся информации. Пресс-секретарь подтвердила также информацию о преждевременном, на пять секунд раньше запланированного времени, отключении двигателя первой ступени. В тот же день сообщение об этом появилось на сайте spaceflightnow.com со ссылкой на источник в ULA. Сразу был сделан вывод: продолжительная работа Centaur была вызвана соответствующими командами компьютера, который не мог отключить двигатель, пока ступень с кораблем не набрали необходимой скорости для выхода на орбиту.

27 марта на интернет-сайте spaceflight101.com появился подробный анализ ситуации, утверждавший, что миссия Cygnus OA-6 в реальности была близка к провалу. По мнению авторов анализа, от катастрофы ракету отделяла буквально одна секунда. Как уже упоминалось, двигатель первой ступени носителя отключился раньше запланированного времени. Команда BECO прошла на высоте 125 км и при скорости 4.04 км/с. С учетом того, что это случилось примерно на 5.8 сек раньше заданного времени, верхняя ступень с кораблем начали полет с недобором скорости примерно 175 м/с. Для набора заданной скорости двигатель RL-10A3 тягой 10.4 тс должен был штатно работать 825 сек; действительное время составило около 892 сек, что и позволило компенсировать недобор скорости на этапе первой ступени.

Положение осложнялось тем, что Centaur боролся не только с недобором скорости из-за преждевременного выключения двигателя первой ступени, но и преодолевал возросшие гравитационные потери\*, компенсируя расхождение плоскостей траектории выведения и орбиты МКС (оно увеличилось быстрее, чем в плановом случае). Все это требовало дополнительного приращения скорости.

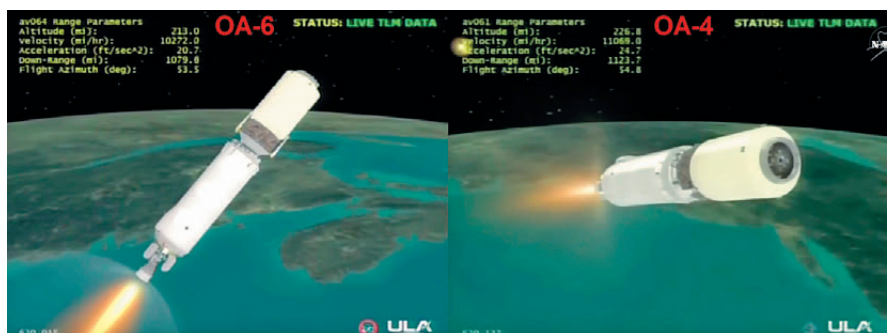
По баллистическим условиям Centaur должен был обеспечить заданную долготу восходящего узла орбиты, с которой ко-



рабль начинает сближение с МКС. Одним из важных качеств этой ступени является способность решать задачи по выведению с выполнением данного требования в довольно широком стартовом окне (напомним – для запуска кораблей Cygnus оно длится 30 мин). При более позднем или более раннем времени пуска по отношению к оптимальному моменту прохождения плоскости орбиты МКС над точкой старта система управления носителя должна соответствующим образом подстраивать траекторию выведения. Для такого случая в баках ступени должен быть достаточный запас топлива. Более того, предусматривался еще и маневр по затоплению блока в Тихом океане с включением двигателя на 11 секунд. Именно эти запасы и спасли миссию OA-6.

Кстати говоря, ни средства СК США, ни независимые наблюдатели не нашли Centaur на орбите. Представители ULA утверждали,

#### ▼ Сравнение параметров выведения миссий OA-6 и OA-4





что выданный в 04:22 UTC тормозной импульс оказался короче расчетного на восемь секунд, так что ступень упала за пределами отведенного района, но все-таки не на сушу.

Как бы то ни было Centaur справился со всеми задачами и доставил полезный груз практически на расчетную орбиту, обеспечив выдачу дополнительной характеристической скорости порядка 550 м/с\*. За дополнительные 67 сек работы RL-10A3 израсходовал 1500 кг топлива сверх лимита.

Аналитики поставили логичный вопрос: насколько близко ситуация подошла к полному израсходованию всего топлива ступени? И каковы были бы последствия, если бы Atlas выключился еще на секунду раньше? Оценки показывают, что с учетом испарившегося топлива Centaur имел в своих баках запас компонентов еще на четыре секунды работы. Таким образом, выключись РД-180

на секунду раньше – миссия OA-6 была бы обречена. Невероятно удачное стечение обстоятельств!..

Остается выяснить истинные причины преждевременного отключения двигателя первой ступени. Важность этого момента следует из того, что ULA отложила «как минимум на неделю» майский пуск Atlas V с геостационарным военным спутником связи MUOS, чтобы дать больше времени команде специалистов разобраться в причинах аномального полета Atlas V в миссии OA-6.

Согласно отчету ULA, выпущенному 30 марта, причиной раннего отключения двигателя первой ступени стала преждевременная выработка окислителя (жидкого кислорода). Это означало, что часть полета РД-180 потреблял топливную смесь с повышенным содержанием данного компонента\*\*. Работа при нештатном соотношении привела к отклонению от номинальных значений целого ряда параметров, в том числе температуры газа в камере сгорания, удельного импульса и значения тяги двигателя.

Отклонение соотношения компонентов от штатного значения могло возникнуть как из-за нештатной работы системы регулирования расхода топлива, так и из-за утечек кислорода через некую негерметичность. В любом случае отклонение соотношения компонентов топлива вело к тому, что один из них (в данном случае – окислитель) кончился раньше и заставил двигатель выключиться.

31 марта исполнительный директор ULA Тори Бруно (Tory Bruno) сообщил, что, хотя формально работа группы по расследованию причин аномальной работы двигателя первой ступени ракеты Atlas V продолжается, вывод уже ясен. Однако он уклонился от оглашения итогов, сославшись на формальную незавершенность расследования. Судя по тому, что Бруно выразил уверенность в сохранении установленного плана пусков

ракеты в этом году (за исключением сдвига вправо на одну неделю очередного пуска), больших проблем с предупреждением повторения инцидента в будущем не предвидится. Ряд СМИ, впрочем, уже продемонстрировали «осведомленность» об этих причинах, наперебой сообщая, что они кроются в работе системы подачи топлива ракеты.

Между тем конкретных причин преждевременного отключения может быть несколько. Как известно, команда ВЕСО подается по функционалам «Достижение заданной скорости» и «Окончание компонентов топлива» (ОКТ). Поскольку РД-180 отключился по ОКТ, возможны варианты: реальная выработка окислителя либо ложное срабатывание датчика уровня, который показал «сухо» при еще имеющемся запасе жидкого кислорода. В случае реального повышенного расхода окислителя его причинами могут быть либо негерметичность в одном из трактов двигателя или системы подачи, либо неправильная работа СРРТ. Последняя версия является наиболее вероятной, поскольку никаких утечек кислорода визуально не отмечалось.

В любом случае миссия OA-6 повезло: Atlas V 401 способен вывести 8305 кг на орбиту высотой 230 км. Cygnus имел фактическую массу около 7500 кг, так что Centaur располагал сверхгарантийными запасами топлива, что и позволило ему «вырулить».

[www.nasaspaceflight.com/2016/03/cygnus-final-atlas-iss/](http://www.nasaspaceflight.com/2016/03/cygnus-final-atlas-iss/)

<http://spaceflight101.com/cygnus-0a6/potential-performance-hit-suffered-by-atlas-v-a-closer-look-at-the-data/>

<http://spacenews.com/ula-confirms-engine-issue-on-latest-atlas-launch/>

<http://spaceflight101.com/by-the-numbers-how-close-atlas-v-came-to-failure-in-this-weeks-cygnus-launch/>

<https://spaceflightnow.com/2016/03/24/atlas-5-rocket-forced-to-improvise-during-tuesdays-climb-to-orbit/>

<http://spacenews.com/ula-narrows-cause-of-atlas-5-launch-anomaly/>

\* То есть на каждый 1 м/с недобора скорости первой ступенью верхней ступени пришлось добирать 3.1 м/с.

\*\* Данный факт подтверждает четкое изменение картины истечения (факела двигателя) с момента T+3 мин 40 сек, зарегистрированное бортовой видеокамерой на первой ступени.

# Ваш космический брокер





# Масштабный пожар после расстыковки

В. Мохов, И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»

**26** марта после штатного сближения Cygnus был состыкован с модулем Unity американского сегмента МКС.

В 10:51 UTC командир 47-й экспедиции на орбитальном комплексе американец Тим Копра вместе с британским бортинженером Тимом Пиком из ЕКА осуществили захват подошедшего корабля с помощью роботизированного манипулятора Canadarm2. Остальные операции, включая подвод и пристыковку к модулю Unity, выполнили специалисты Центра управления полетами NASA в Хьюстоне в режиме дистанционного управления. «Стыковка произошла в 14:52 UTC, – отметили в ЦУП-Х. – Cygnus теперь официально стал частью станции – до расстыковки, намеченной на 20 мая».

Перед пристыковкой, правда, имела место досадная задержка, которая длилась более часа. Американцы обусловили ее сложностью самой операции подвода корабля к стыковочному узлу модуля и ограниченными возможностями манипулятора. Кроме того, одна задержка повлекла за собой другую. NASA вынуждено было прекратить трансляцию стыковки, отметив: «Одномоментная потеря сигнала произошла во время управления манипулятором Canadarm». Позже трансляция возобновилась, однако за прошедшее время Cygnus немного сместился, идеальное положение его грузового люка относительно стыковочного узла Unity было потеряно.

После прихода корабля Cygnus OA-6 масса станции составила 417 068 кг.

Как и в предыдущей миссии, OA-4, ракета Atlas V вывела на орбиту усовершенствованный корабль Cygnus компании Orbital ATK. Увеличенный грузовой отсек PCM-E (Pressurized Cargo Module –

Enhanced) был заполнен практически «под горло»: 3395 кг при максимально возможной полезной нагрузке 3500 кг, обусловленной характеристиками носителя Atlas V.

Корабль для миссии OA-6 был назван S.S. Rick Husband в честь Рика Хазбанда – командира шаттла «Колумбия», погибшего вместе с шестью членами экипажа при спуске в атмосфере, закончившемся катастрофой 1 февраля 2003 г. До этого Хазбанд был пилотом шаттла «Дискавери», который 29 мая 1999 г. впервые пристыковался к МКС.

Если сравнить с предыдущим полетом Cygnus, изменения долей различных категорий грузов находятся в диапазоне всего лишь нескольких процентов, что говорит об установившемся грузопотоке на станцию.

Хьюстон сообщил, что груз предполагается распаковать не раньше воскресенья 27 марта. Среди грузов – питьевая вода, продовольствие, 3D-принтер второго поколения и инструмент для определения химического состава метеоритов, проникающих в земную атмосферу.

В состав доставленных грузов для экипажа (1139 кг) вошли: 169 сумок с едой, одежда, предметы личной гигиены, посылки, чернила и бумага для принтера американского сегмента, а также шесть сумок с едой и гигиенические полотенца для экипажа российской системы МКС доставлено 1108 кг оборудования и запчастей. Среди них – запасные электронные платы для мультимплексор-демультиплексоров системы передачи данных и управления, угольные и бактериальные фильтры систем жизнеобеспечения ECLSS, комплект для отбора проб воды из американской системы водоснабжения станции, запасные вставки для туалета и сосуд для сбора мочи со шлангами.

В разделе оборудования для работы в открытом космосе (масса – 157 кг) были новые штаны, ботинки, рукава и кираса для скафандра EMU, блок для удаления углекислого газа МЕТОХ и комплект оборудования для обнаружения загрязнения. Еще 98 кг пришлось на новый ноутбук ZBook, принтер, жесткий диск на 160 Гб для ноутбука IBM ThinkPad, видеокамеру Canon XH и Drift HD Ghost, фотокамеры Nikon, 50-мм объектив, USB-кардридер и набор кабелей.

Сравнение номенклатуры грузов миссий кораблей Cygnus

Тип грузов	Масса, кг				
	OA-1	OA-2	OA-3	OA-4	OA-6
Грузы для экипажа	424 (33.6%)	764 (51.2%)	748 (33.7%)	1181 (35.3%)	1139 (34.7%)
Оборудование для служебных систем МКС	333 (26.4%)	355 (23.8%)	637 (28.8%)	1007 (30.0%)	1108 (33.8%)
Оборудование и материалы для научных исследований	434 (34.4%)	327 (21.9%)	727 (32.8%)	847 (25.3%)	777 (23.7%)
Электронное и компьютерное оборудование, фото- и видеоаппаратура	48 (3.8%)	8 (0.5%)	37 (1.7%)	87 (2.6%)	98 (3.0%)
Оборудование для работ в открытом космосе	22 (1.8%)	39 (2.6%)	66 (3.0%)	227 (6.8%)	157 (4.8%)
<b>Итого</b>	<b>1261</b>	<b>1493</b>	<b>2215</b>	<b>3349</b>	<b>3279</b>

Миссии и массы доставляемых грузов кораблей Cygnus

Миссия	Дата старта	Дата стыковки	Дата расстыковки	Дата схода с орбиты	Масса доставляемых грузов, кг
OA-D1	18.09.2013	29.09.2013	22.10.2013	23.10.2013	590 (данные NASA) 699.8 (данные OSC)
OA-1	09.01.2014	12.01.2014	18.02.2014	19.02.2014	1261 (данные NASA) 1465 (данные OSC)
OA-2	13.07.2014	16.07.2014	15.08.2014	17.08.2014	1493.8 (данные NASA) 1665 (данные OSC)
OA-3	28.10.2014 – авария PH	02.11.2014 (план)	03.12.2014 (план)	04.12.2014 (план)	2215 (без упаковки, данные NASA) 2294 (с упаковкой, данные NASA)
OA-4	06.12.2015	09.12.2015	19.02.2016	20.02.2016	3349 (без упаковки, данные NASA) 3513.1 (с упаковкой, данные NASA)
OA-6	23.03.2016	26.03.2016	20.05.2016 (план)	28.05.2016 (план)	3279 (без упаковки, данные NASA) 3395 (с упаковкой, данные NASA)



## Наука «Лебедя»

Супнус доставил на МКС 777 кг оборудования и материалов для нескольких десятков научных исследований и экспериментов из примерно 250 запланированных на период 47-й и 48-й экспедиций.

Целью эксперимента **Saffire I** (Spacecraft Fire Experiment), который больше всего заинтересовал СМИ и общественность, является изучение распространения пламени на космических кораблях. Проведившиеся ранее в космосе эксперименты с огнем были менее масштабными из-за опасений по поводу безопасности экипажа. Saffire I будет существенно серьезнее. Модуль для эксперимента состоит из двух отсеков. В первом находятся система электропитания, камеры высокой четкости и аппаратура обработки и передачи данных, во втором – камера сгорания с блоком вентиляторов. В ней располагается тонкая панель размерами 399×940 мм из горючих материалов – хлопка и стекловолокна. Воспламенение образца происходит за счет раскаляющегося провода, проложенного вдоль переднего края (по направлению тока воздуха) панели. В этом же отсеке установлены датчики, которые будут регистрировать параметры воздушного потока и характеристики пожара – темп распространения пламени, скорость выгорания кислорода и роста концентрации углекислого газа, температуру горения, изменение давления.

Модуль Saffire I не будет переноситься на МКС, а останется на борту Супнус. Его задействуют только в конце мая после отделения корабля от станции и перевода на более низкую орбиту. Из-за ограничений по времени хода эксперимента и пропускной способности каналов связи с борта Супнус

будет передано не более 20 Гбит данных. Только после проверки переданных данных и (при необходимости) повторной передачи будет дана команда на сведение корабля с орбиты. Результаты эксперимента помогут в изучении процесса распространения пожара в невесомости и обеспечении безопасности нынешних и будущих космических полетов.

На июнь 2016 г. запланирован запуск следующего корабля Супнус (миссия OA-5), где будет установлена аппаратура Saffire II. На втором этапе исследований задействуют измененную систему вентиляции и девять образцов размерами 50×300 мм из материалов, также часто использующихся на космических кораблях.

Миссия OA-7 (старт в декабре 2016 г.) будет нести Saffire III: в третьем этапе эксперимента, как и в первом, будет использоваться один большой образец для поджигания.

Среди научного оборудования Супнус привез аппаратуру для эксперимента **Meteor** по наблюдению вхождения метеоритов в атмосферу Земли – камеру высокой четкости, работающую в инфракрасном и видимом диапазонах, с набором объективов. Это уже третий комплект аппаратуры Meteor. Первый был утрачен в аварии Супнус OA-3 28 октября 2014 г., второй – при аварии корабля Dragon SpX-7 28 июня 2015 г.

Оборудование эксперимента **Strata-1** позволит изучить поведение реголита (поверхностного сыпучего слоя планет, их спутников и астероидов) в условиях микрогравитации. Аппаратура Strata-1 включает набор имитаторов реголита, в том числе пылевидного метеоритного вещества, микроскопических стеклянных шариков и ре-

голита, состоящего из земных пород. Эти образцы содержатся в нескольких прозрачных трубках, которые будут длительное время находиться на МКС. Ученые будут вести видеонаблюдения за изменениями в слоях реголита, рассортированных по размерам частиц, за перемещениями частиц.

Позднее образцы вернут на Землю для дальнейшего тщательного изучения. Результаты эксперимента позволят разработать модели поведения реголита на различных небесных телах, что в дальнейшем пригодится при подготовке полетов АМС, предназначенных для посадки на спутники и астероиды, закреплении на покрытой реголитом поверхности небесных тел с небольшой гравитацией. Будут изучаться также вопросы влияния реголита на материалы космических аппаратов и скафандров космонавтов.

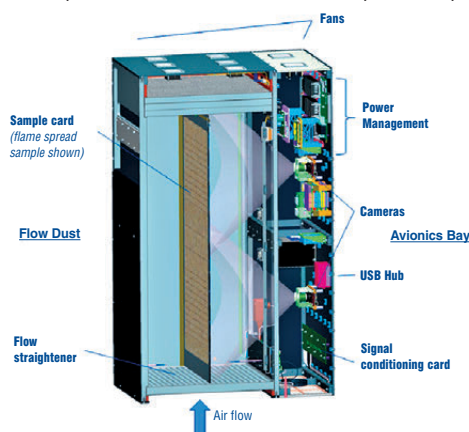


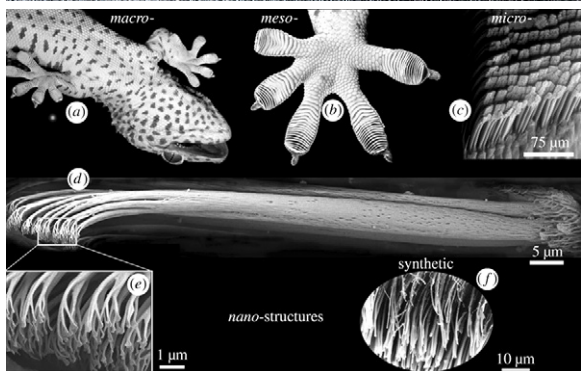
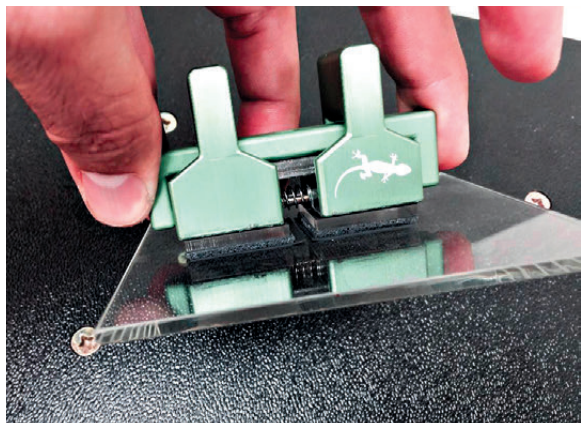
▲ Образцы эксперимента Strata-1

Лаборатория реактивного движения подготовила эксперимент **Gecko Gripper**: будет изучаться возможность использования в невесомости механизма крепления к поверхности ящериц-гекконов. Лапки геккона покрыты множеством микроскопических волосков, сцепляющихся с опорной поверхностью посредством ван-дер-ваальсовых сил, что позволяет животным перемещаться по потолку, стенам, стеклам. На основе механизма лапок гекконов можно было бы в дальнейшем создать приспособления для крепления грузов и космонавтов на поверхностях, соединения элементов конструкций внутри космических кораблей и орбитальных станций. Несколько имитаторов грузов, оснащенных элементами крепления типа гекконовых лапок, будут размещены в различных местах МКС и останутся там примерно на год. Астронавты будут проводить их периодические осмотры и оценку силы «прилипания».

В рамках программы **Additive Manufacturing Facility** Супнус привез портативный бортовой 3D-принтер второго поколения. В ходе его испытания предусмотрена пробная печать элементов систем станции и инструментов из термопластиков. В будущем технология 3D-печати позволит быстро ремонтировать или заменять оборудование космических кораблей, создавать необходимое, но отсутствующее в наличии оснащение.

Кроме этого оборудования, для американской научной программы Супнус доставил на МКС новые тепловые трубы для эксперимента **ARTE** (Advanced Research Thermal Passive Exchange), расходные материалы для продолжения исследований в научных стой-





▲ Имитатор Gecko Gripper (вверху) и анатомия гекконов

ках по изучению жидкостей и горения **FCF** (Fluids and Combustion Facility) и в медицинской стойке **HRF** (Human Research Facility). Корабль привез миниатюрный комплексный тренажер-велозергометр **MED 2** (Miniature Exercise Device), персональные мониторы углекислого газа и дозиметры, новый универсальный док-порт для маневрирующих спутников в эксперименте **SPHERES**, а также шесть научных мини-стопок **NanoRacks Minilab** с экспериментами, предложенными школьниками и студентами.

Для исследований по программе Канадского космического агентства доставлена аппаратура **MARROW** для изучения влияния микрогравитации на костный мозг и аппаратура **Vascular Echo** для мониторинга изменений в артериях и венах во время космических полетов. По программе ЕКА прибыло оборудование **Airway Monitoring** для контроля количества выдыхаемого астронавтами в атмосферу станции оксида азота, расходные материалы для продолжения эксперимента по изучению энергобаланса астронавтов в длительном полете **ENERGY**, а также исследований по физике жидкости в научной стойке **FSL** (Fluid Science Laboratory).

Японской научной программе послужат центрифуга для эксперимента по биологии клеток **CBEF 1G** (Cell Biology Experiment Facility), оборудование и кардиомонитор для 48-часового медицинского эксперимента по регистрации биоритмов **Bio Rhythms 48Hrs**, установка для запуска малых КА **J-SSOD** (JEM Small Satellite Orbital Deployer), переходной адаптер для интерфейса EFU (Exposed Facility Unit) с навигационной аппаратурой **GPS Wheel Demo**.

На место извлеченного груза в отсеке РСМ-Е планируется разместить около 1360 кг (3000 фунтов) использованного или неисправного оборудования, пустой тары,

ненужных вещей и прочих отходов. Вместе с кораблем они сгорят в атмосфере Земли в конце мая 2016 г.

Сугнус доставил на МКС очередную порцию космических «малышей»:

- ◆ 20 малых космических аппаратов (МКА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) серии Flock 2E, принадлежащих американской компании Planet Labs;

- ◆ первый филиппинский микроспутник ДЗЗ Diwata 1;

- ◆ пять наноспутников Lemur-2 американской компании Spire для обеспечения судходства и передачи метеоинформации.

Экипаж 47-й экспедиции МКС перенесет спутники **Dove (Flock 2E)** и подготовит их к разворачиванию, запланированному на конец мая. Если операция завершится успешно, группировка низкоорбитальных спутников, спроектированных, изготовленных и эксплуатируемых компанией Planet Labs из Сан-Франциско (первый запуск – в 2014 г.),

увеличится до 133 аппаратов. С помощью большого созвездия таких МКА компания-оператор выводит на рынок линейку продуктов (в основном – данных о наблюдениях Земли) для различных приложений и пользователей.

Planet Labs планирует провести революцию в сфере ДЗЗ со своим созвездием спутников для оперативной съемки в любой точке земного шара: быстро и недорого предоставляя космические снимки, оператор надеется значительно расширить клиентскую базу потребителей данных ДЗЗ и использовать эту информацию для решения гуманитарных, экологических и коммерческих задач.

Спутники серии Flock 2E (Prime) являются развитием серии Flock 2E, развернутой с МКС в декабре 2015 г. Новая серия включает МКА, аналогичные уже находящимся на орбите, способные получать полноцветные (RGB) изображения в видимом диапазоне, и новые модели, в которых добавлена возможность съемки в ближнем инфракрасном режиме. Два аппарата из 20 являются спутниками для демонстрации технологий кубсатов следующего поколения.

Каждый спутник построен по спецификации «трехблочный кубсат», имеет стартовую массу около 5 кг и размеры 100×100×340 мм. Несущая конструкция состоит из трех каркасных пластин с L-образными направляющими (силовыми элементами) вдоль каждого углового края. Основная полезная нагрузка каждого спутника – оптический телескоп (его характеристики неизвестны) для получения изображений Земли с высоким разрешением. Прибор имеет апертуру диаметром 90 мм и защищен крышкой диафрагмы, откидывающейся с помощью пружин. Оптическая ось проходит через весь корпус для достижения максимального фокусного

расстояния. Спутник выполняет съемку путем ориентации корпуса объективом в нужном направлении.

Солнечные батареи (СБ) установлены на корпусе и двух разворачиваемых «крыльях» по три панели в каждом, используя треугольные фотогальванические элементы. «Крылья» СБ подпружинены и разворачиваются путем пережигания тросика в начале автономного полета. Аппараты содержат литий-ионные батареи, которые обеспечивают питание различных систем, а блок распределения питания – питание всех подсистем.

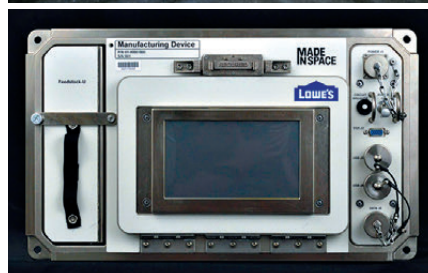
Система ориентации и стабилизации включает трехкомпонентные магнитометры, силовые маховики и магнитные катушки с управляемым импульсом. Точное определение ориентации обеспечивает звездный датчик. Для управления всеми функциями МКА служит одноплатный компьютер со «сторожевой» платой, способной перезагружать его в случае возникновения ошибок или сбоя, связанных с космическим излучением.

Для сброса изображений и телеметрических данных используется система связи X-диапазона со скоростью передачи данных до 120 Мбит/с. Прием первичных команд с Земли осуществляется в диапазоне S, хотя имеется и система низкоскоростной телеметрии и управления в диапазоне УКВ – она работает на ранних этапах операций при вводе МКА в эксплуатацию и в качестве резервной.

Хотя размеры МКА позволяют отнести их к группе наноспутников, а их срок активного функционирования не превышает 2 лет, благодаря низкой стоимости и впечатляющей оперативности получения данных, с точки зрения разработчиков, аппараты типа Dove идеально подходят для мониторинга окружающей среды, сельскохозяйственных угодий, лесных территорий и районов чрезвычайных ситуаций.

Спутники Flock постоянно изменяются и совершенствуются, и даже в рамках одной серии они не похожи друг на друга. Напри-

▼ 3D-принтер для МКС и передняя панель управления



мер, в аппаратах Flock 2E<sup>1</sup> используются усовершенствованные датчики и инфракрасные фильтры.

**Lemur-2** – «трояные» (3U) кубсаты, разработанные и используемые компанией Spire Global (прежнее название NanoSatsfi). Фирма планирует в ближайшие годы вернуть огромную – около 100 спутников – сеть недорогих МКА для наблюдения Земли, мониторинга морских трасс, связи между судами, метеорологии и научных исследований атмосферы. Первый Lemur был запущен 19 июня в 2014 г. ракетой «Днепр» вместе с казахстанским спутником KazEOSat-2, первым российским частным МКА «Таблетсат-Аврора» и еще 35 (!) аппаратами (НК №8, 2014, с.31). Следующие четыре выведены 28 сентября 2015 г. носителем PSLV вместе с индийской обсерваторией Astrosat и шестью полутными спутниками США, Индонезии и Канады (НК № 11, 2015, с.46-47).

Lemur-2 оснащены двумя типами полезной нагрузки, а именно:

- ◆ Система SENSE, включающая приемник сигналов системы автоматической идентификации AIS (Automatic Identification System). Радиосигналы посылаются морскими судами на УКВ-частотах и содержат метки идентификации, данные о положении, курсе и скорости, что позволяет отслеживать движение судов и предотвращать столкновения, а также выдать оповещение в случае внезапного изменения скорости. Сигналы AIS могут передаваться от судна к судну и с судна на берег в каждом отдельном районе без использования спутников, но орбитальные ретрансляторы дают гораздо больший охват, что важно для мониторинга крупных судоходных районов. Ко всем преимуществам, указанная система обладает и существенным недостатком: из-за большого пятна покрытия КА многочисленные «метки» разных судов перекрываются. Чтобы стабильно селективировать сигналы, необходимо улучшить технологию приема.

- ◆ Блок STRATOS для оценки степени изменения параметров сигналов навигационных спутниковых систем при их прохождении через атмосферу. По результатам «радиопросвечивания» атмосферы могут быть построены профили температуры, давления и влажности (то есть данная полезная нагрузка служит источником метеорологической информации). Прибор состоит из GPS-приемников, улавливающих сигналы от нескольких навигационных КА на средних орбитах и измеряющих временную задержку и угол рефракции – эффекты, возникающие при распространении через атмосферу. Так как линия от аппарата к аппарату проходит через разные высоты во время их движения, можно получить точную информацию о метеоусловиях в каждой точке с хорошим вертикальным разрешением.

**Diwata-1\*** массой 50 кг и размерами 55×35×55 см предназначен для улучшения прогнозов погоды, более гибкого и оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации, мониторинга сельскохозяйственных угодий и лесного хозяйства, горной про-



▲ Спутник Diwata-1 и его создатели

мышленности, охраны памятников культуры и истории и наблюдения территориальных границ Филиппин в режиме реального времени.

Предпосылкой к началу разработки данного МКА стал проект японских университетов Хоккайдо и Тохоку по отправке к 2050 г. в космос 50 микроспутников для съемки последствий стихийных бедствий, в партнерстве с правительствами, университетами и другими организациями Бангладеш, Индонезии, Малайзии, Мьянмы, Монголии, Филиппин, Таиланда и Вьетнама. Два аппарата обязались изготовить филиппинские правительственные организации.

Ранее для получения спутниковых снимков филиппинское правительство пользовалось услугами зарубежных операторов.

Diwata-1 стал частью микроспутниковой программы научного наблюдения Земли PHL-Microsat (Philippine Scientific Earth Observation Micro-Satellite) продолжительностью три года, начатой в декабре 2014 г. Департаментом науки и техники Филиппин при бюджете 16.76 млн \$. Исполнительный директор Филиппинского совета по НИОКР в области промышленности, энергетики и новых технологий Карлос Примо Давид (Carlos Primo David) назвал эту программу «небольшой инвестицией», имея в виду, что в 2013 г. правительство вынуждено было заплатить около 56 млн песо за получение спутниковых снимков «Коридора Иоланды» – области, пострадавшей от тайфуна Хайян (известного также как «Тайфун Иоланда»).

На борту спутника Diwata-1 установлена следующая аппаратура:

- ◆ телескоп высокой точности HPT (High Precision Telescope) с разрешением около 3 м, позволяющий определять степень ущерба от стихийных бедствий (например, тайфунов и извержений вулканов) и осуществлять мониторинг объектов культурного и природного наследия;

- ◆ мультиспектральная камера SMI (Space-borne Multispectral Imager) с настраиваемыми жидкокристаллическими фильтрами LCTF (Liquid Crystal Tunable Filter), имеющая разрешение около 80 м и предназначенная для слежения за изменениями

растительности и мониторинга океанических биологических ресурсов, в том числе оценки биомассы фитопланктона в филиппинских водах;

- ◆ широкоугольная камера WFC (Wide Field Camera) с разрешением около 7 км для помощи синоптикам в наблюдении облачности и более точном прогнозировании погоды;

- ◆ среднеугольная камера MFC (Middle Field Camera) с разрешением около 185 м для локализации снимков, получаемых высокоточной и мультиспектральной аппаратурой.

МКА спроектирован и собран филиппинскими учеными и инженерами под руководством японских специалистов на базе спутника Raijin-2\*\*, разработанного университетами Хоккайдо и Тохоку. Группа из девяти филиппинских инженеров из Института перспективных наук и технологий ASTI (Advanced Science and Technology Institute) и Университета Филиппин, названная «великолепной девяткой», отвечала за производство КА Diwata-1 и сотрудничество с научно-техническими работниками японских университетов.

«Филиппинцы» отправились в Японию в октябре 2015 г. Сборка и испытания Diwata-1 завершились в декабре 2015 г. 13 января 2016 г. в космическом центре Цукуба спутник был передан японскому Агентству аэрокосмических исследований JAXA для проверки компонентов, вибрационных и электрических испытаний, а также тестов на обезгаживание. 18 января спутник отправили в Соединенные Штаты для окончательных испытаний и установки на грузовой корабль.

Diwata-1 будет работать на низкой околоземной орбите и, по замыслу разработчиков, послужит хорошей учебной платформой для филиппинских ученых и инженеров и проложит им путь для дальнейшего совершенствования своих знаний в ракетно-космической технике. Следующая часть трехлетней программы – разработка второго микроспутника Diwata-2, который хотят вывести на орбиту в 2017 г. «После запуска Diwata-1 сбудется давняя мечта филиппинцев – иметь собственное космическое агентство», – сообщил представитель департамента науки и техники.

\* Назван в честь волшебного существа из филиппинской мифологии.

\*\* Два филиппинских спутника Agila-1 и Agila-2 (позже переименован в ABS-3), созданные до Diwata-1, в момент запуска принадлежали и управлялись иностранными фирмами.

По материалам NASA и OSC

# «Прогресс» с наноспутником

**31** марта в 19:23:57.351 ДМВ (16:23:57 UTC) с 6-й пусковой установки (17П32-6) 31-й площадки космодрома Байконур стартовые расчеты предприятий ракетно-космической промышленности России выполнили пуск ракеты-носителя «Союз-2.1А» (14А14-1А №Р15000-023) с транспортным грузовым кораблем «Прогресс МС-02» (11Ф615А61 №432).

Корабль отделился от третьей ступени «Союза-2.1А» в 19:32:45.891 и вышел на орбиту с параметрами (по данным службы баллистико-навигационного обеспечения ЦУП; в скобках – расчетные значения):

- наклонение – 51.67° (51.67±0.03);
- минимальная высота – 192.96 км (193±2);
- максимальная высота – 241.21 км (240±7);
- период обращения – 88.55 мин (88.53±0.05).

«Прогрессу МС-02» присвоили номер **41436** и международное обозначение **2016-022А** в каталоге Стратегического командования США. Полет корабля получил индекс 63Р в графике сборки и эксплуатации МКС.

Это был 1459-й орбитальный пуск с космодрома Байконур, 26-й полет «Союза-2.1А», 387-й пуск со стартового комплекса 17П32-6, 174-й запуск по программе МКС и 154-й полет корабля типа «Прогресс».

Масса «Прогресса МС-02» при старте равнялась 7285 кг, из них – 2423 кг грузов для станции и 880 кг собственного топлива.

## Испытания завершены

Осуществленный пуск стал четвертым и заключительным в программе летных испытаний ракеты-носителя «Союз-2.1А» с кораблем «Прогресс». При этом второй пуск был аварийным («Прогресс М-27М», апрель 2015 г.; НК № 6, 2015, с. 17-21).

Следующие три «Прогресса» полетят на трех последних ракетах «Союз-У»: №Т15000-147 («Прогресс МС-03», 4 июля 2016 г.), №Р15000-148 («Прогресс МС-04», 20 октября 2016 г.) и №Т15000-145 («Прогресс МС-05», 1 февраля 2017 г.).

Начиная с «Прогресса МС-06» в середине 2017 г. грузовики окончательно «пересядут» на «Союзы-2.1А». В настоящее время в самарском РКЦ «Прогресс» по контракту с Роскосмосом, подписанному 24 октября 2014 г., изготавливаются три «Союза-2.1А» под «Прогрессы». Они должны быть сданы заказчику до ноября 2016 г. Цена контракта – 3166.734 млн руб.

## Томский «малыш» и японские белки

«Прогресс МС-02» привез на станцию яблоки, грейпфруты, апельсины, лук и чеснок. «Никаких продуктов сверх обычного рациона к 12 апреля космонавты не заказали», – проинформировал заведующий отделом питания российских экипажей МКС в Институте медико-биологических проблем РАН Александр Агуреев.

На грузовике доставили почтовые штемпели специального гашения «55 лет первому полету человека в космос» и «70 лет РКК «Энергия»».

В рамках эксперимента РСГ по выращиванию на станции высококачественных кристаллов белков Японское агентство аэрокосмических исследований JAXA отправило на «Прогрессе» образец белка, предоставленный фармацевтической компанией PeptiDream. Перед этим образец был очищен и кристаллизован на Земле, и теперь он в течение двух месяцев будет выращиваться в установке в японском Экспериментальном модуле Kibo.

Образец планируется вернуть на Землю 5 июня пилотируемым кораблем «Союз ТМА-19М» и исследовать дифракцию его кристаллов на синхротроне SPring-8 в японском городе Хёго.

В грузовик также положили научно-образовательный наноспутник «Томск-ТПУ-120», созданный Томским политехническим университетом (ТПУ). Его намечается запустить вручную во время следующего российского выхода в открытый космос. Правда, в этом году после февральского выходов по российской программе больше не планируется...

15 марта пресс-служба РКК «Энергия» сообщила о завершении реконструкции вакуумной камеры 17Т523М в монтажно-испытательном корпусе (МИК) на 254-й площадке Байконура.

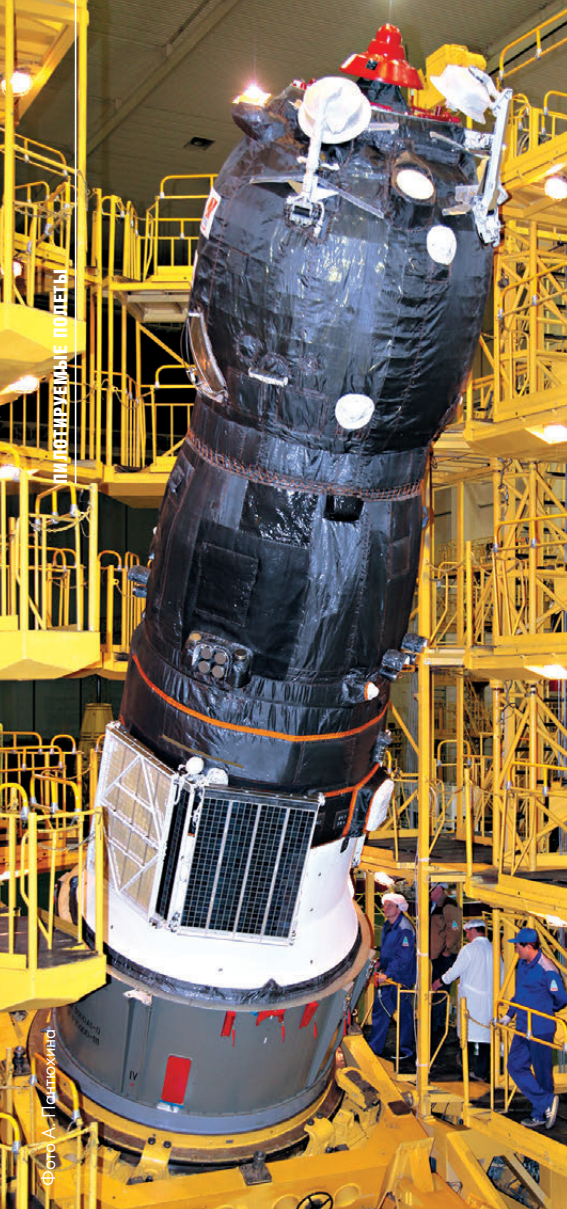
Вакуумная камера 17Т523 первоначально была сдана в эксплуатацию в конце 1987 г. и предназначалась для испытаний на герметичность крупногабаритных отсеков и пневмогидросистем орбитальных кораблей «Буран». Длина камеры составляла 10 метров, высота – 11 метров. После закрытия программы «Буран» вакуумная камера не использовалась в течение нескольких лет, но в 1995–1997 гг. прошла восстановление и модернизацию, в результате чего был создан уникальный, не имеющий аналогов в мире комплекс 17Т523М объемом 1515 м<sup>3</sup>. Увеличения объема на треть удалось достичь за счет вваривания в вертикальный корпус камеры 17Т523 горизонтального корпуса вакуумной камеры ВУ-600Г.

Благодаря новой конфигурации комплекс мог использоваться для испытаний крупногабаритной космической техники как в горизонтальном, так и в вертикальном положении. В новой камере испытывались космические корабли «Союз», «Прогресс», базовый модуль российского сегмента МКС «Звезда», спутники связи «Ямал» и другие.

В рамках выполненной в 2014–2015 гг. реконструкции все устаревшие приборы и агрегаты были заменены на современные, установлены новые вакуумные насосы, уплотнения и элементы системы охлаждения, аналоговый блок управления камерой сменил на электронный, отремонтированы корпус и ложемент для загрузки изделий.

На время реконструкции 17Т523М испытания пилотируемых и грузовых кораблей осуществлялись в вакуумной камере в МИК на площадке 2Б. «Прогресс МС-02» стал первым кораблем, который прошел проверку герметичности в обновленной камере.

«После реконструкции камера позволяет проводить испытания на герметичность любых изделий космической техники, которые могут быть созданы в обозримом будущем. В том числе – тех, для которых требуется высокая чистота», – разъяснил заместитель руководителя центра Ракетно-космической корпорации «Энергия» Эдуард Щербаков.



ЛИТЕРАТУРНЫЕ ПОСЫЛКИ

Фото А. Галопкина

8 апреля пресс-служба РКК «Энергия» сообщила, что успешно завершились летные испытания аппаратуры спутниковой навигации (АСН), проводившиеся с октября 2014 г. на грузовых кораблях «Прогресс М-М» и «Прогресс МС» (НК № 12, 2014, с.20; № 2, 2016, с.24).

«Сейчас идет подготовка документации для ввода системы в штатную эксплуатацию. В мире нет подобных спутниковых систем для космических аппаратов, способных решать навигационные задачи с настолько высокой точностью», – отметил начальник сектора РКК «Энергия», один из разработчиков АСН Михаил Михайлов. Он также подчеркнул, что комплект аппаратуры АСН, устанавливаемый на космические корабли «Прогресс МС» и «Союз МС», стоит в 5-6 раз дешевле зарубежных аналогов.

На грузовых отсеках пяти «Прогрессов М-М» были установлены три разнонаправленные приемные антенны, а на «Прогрессах МС» к ним добавилась четвертая. В результате математически объединенная виртуальная антенна с широким полем зрения вместо треугольника стала иметь форму параллелограмма.

АСН позволяет определять параметры орбиты корабля по координатам с точностью до 5 м независимо от его ориентации. Точность определения ориентации составляет 0.5°. При сближении со станцией относительные координаты вычисляются с точностью до 1 м, в перспективе же ее планируется довести до 3–4 см.

Спутник оснащен солнечной и аккумуляторной батареями и радиоаппаратурой. Он имеет массу около 5 кг и размеры 30×10×10 см.

Конструкция «малыша» разработана в научно-образовательном центре «Современные производственные технологии» ТПУ, материалы корпуса – учеными ТПУ и Института физики прочности и материаловедения Сибирского отделения РАН. Корпус аппарата напечатан на 3D-принтере из пластика, а аккумуляторный блок – из керамики.

С многочисленных датчиков будут сбрасываться на Землю данные по температуре на борту, на платах и батареях и по параметрам электронных компонентов. Это поможет ученым проанализировать состояние примененных материалов и оценить целесообразность их использования в будущем.

Кроме того, на частоте 437.025 МГц «Томск-ТПУ-120» с перерывом в минуту будет передавать приветствие землянам, записанное студентами вуза на 11 языках: русском, английском, немецком, французском, китайском, арабском, татарском, хинди, казахском, португальском и испанском. Текст сообщения такой: «На орбите 2016-й год – год 55-летия первого полета человека в космос. Мы, студенты Томского политехнического университета, внесшего весомый вклад в развитие космонавтики, приветствуем всех, кто нас слышит. В эфире борт малого космического аппарата – спутник, который мы сделали своими собственными руками в честь 120-летия со дня основания нашего университета. Мы желаем всем людям планеты мира и счастья, а тем, кто штурмует просторы Вселенной, – космических достижений».



### Наземка подвела

Поскольку сейчас идут летные испытания грузовых кораблей новой серии, то «Прогресс МС-02» сближался с МКС по двухсуточной схеме в целях тестирования модернизированных систем.

31 марта в 22:52:27 и 23:32:15 ДМВ на 3-м витке полета корабль с использованием сближающе-корректирующего двигателя провел двухимпульсный маневр. Длительность работы двигателя составила соответственно 47.46 и 43.41 сек, величины приращений скорости – 18.68 м/с и 17.14 м/с. После этого грузовик оказался на орбите наклонением 51.66°, высотой 266.57×285.62 км и периодом обращения 89.78 мин.

На первых трех витках из-за проблем с программным обеспечением на наземных станциях ретрансляции командно-измери-

Перечень грузов корабля «Прогресс МС-02»	
Наименование	Масса, кг
<b>В грузовом отсеке:</b>	<b>1416</b>
Средства обеспечения газового состава (датчики окиси углерода, запасной блок вакуумных насосов, фильтр очистки атмосферы)	24
Средства водообеспечения (узел бактериальной очистки, блок колонок, фильтр газожидкостной смеси, блок раздачи и подогрева, фильтр-реактор, емкость с обеззараживающим раствором, блок перекачки)	83
Средства санитарно-гигиенического обеспечения (емкости с консервантом, контейнеры для твердых отходов, емкости для воды, мочеприемник, пылесборники, контейнеры для бытовых отходов)	346
Средства медицинского обеспечения (одежда, белье, комбинезоны-утеплители, полотенца, салфетки, средства личной гигиены, медицинского контроля и обследования, профилактики неблагоприятного действия невесомости, оказания медицинской помощи, контроля чистоты атмосферы и уборки станции)	180
Средства обеспечения питанием (контейнеры с рационами питания, наборы свежих продуктов, салфетки для средств приема пищи)	331
Средства индивидуальной защиты (поглотительные патроны, кислородные баллоны, емкости с водой, укладка сменных элементов)	57
Средства противопожарной защиты (датчики – сигнализаторы дыма, ручной космический огнетушитель ОКР-1)	10
Система обеспечения теплового режима (сменные кассеты пыледиффузоров, сборник конденсата, комплект сменных магистралей откачки конденсата)	32
Система управления бортовой аппаратурой (блоки силовой коммутации)	3
Бортовая вычислительная система (центральная вычислительная машина)	6
Система бортовых измерений (термометры ТМ-168-04, передняя панель бортового запоминающего устройства, флэш-диск)	1
Система электропитания (аккумуляторная батарея)	79
Система управления движением и навигации (блок преобразования сигнала)	8
Аппаратура связи в радиолокационном диапазоне длин волн «Спутник» (наноспутник «Томск-ТПУ-120»)	5
Средства технического обслуживания и ремонта (мешки для контейнеров, инструментальный пояс, укладка с инструментом)	13
Комплекс средств поддержки экипажа (бортовая документация, посылки для экипажа)	23
Комплекс целевых нагрузок (расходные материалы и комплектующие для научных экспериментов, комплекты жестких дисков для эксперимента «Плазменный кристалл-4»)	16
Оборудование для модуля «Заря» (укладки с пробирками, аккумуляторная батарея)	86
Оборудование для модуля «Пирс» (сменная панель агрегатов)	15
Оборудование для модуля «Рассвет» (ручной космический огнетушитель ОКР-1)	4
Американские грузы (контейнеры с рационами питания, американские предметы обеспечения российских космонавтов, посылки для экипажа)	94
<b>В отсеке компонентов дозаправки:</b>	<b>1007</b>
Топливо в баках системы дозаправки	540
Газ в баллонах средств подачи кислорода (воздух – 23 кг, кислород – 24 кг)	47
Питьевая вода в баках системы «Родник»	420
<b>Всего:</b>	<b>2423</b>

тельной системы «Клен-Р» не состоялись сеансы связи с «Прогрессом МС-02» через спутники-ретрансляторы «Луч-5Б» и «Луч-5В». Правда, на выполнение программы полета корабля это не повлияло.

1 апреля (без шуток) в 20:32:14 на 17-м витке с помощью двигателей причаливания и ориентации грузовика был выполнен корректирующий импульс (14.4 сек, 0.98 м/с). В результате «Прогресс МС-02» перешел на орбиту наклонением 51.66°, высотой 267.36×286.74 км и периодом обращения 89.81 мин.

2 апреля в 20:57:45 корабль причалил к агрегатному отсеку Служебного модуля «Звезда». Потяжелевшая МКС продолжила полет по орбите наклонением 51.66°, высотой 402.29×422.36 км и периодом обращения 92.58 мин.

По материалам ЦУП, РКК «Энергия», ТПУ, ТАСС, Интерфакс и ЖАХА

«По-прежнему остается загадкой, почему Административно-бюджетное управление Белого дома (OMB, Office of Management and Budget) отказывается предоставить вам ту поддержку, которую вы заслуживаете», – сказал администратору NASA Чарльзу Болдену член комитета по ассигнованиям, республиканец от штата Техас Джон Калберсон. Он пообещал обеспечить космические исследования необходимыми ресурсами через возглавляемый им подкомитет по торговле и науке. Это мнение поддержал конгрессмен-демократ от штата Калифорния Майк Хонда, заявивший, что речь идет «о национальном приоритете».

В ответ Болден подчеркнул, что поддерживает проект бюджета хотя бы потому, что сам участвовал в его подготовке, но... от дополнительных денег не отказался бы. Глава NASA отметил, что дополнительное финансирование может пригодиться при создании сверхтяжелого носителя SLS (Space Launch System) для запуска в дальний космос нового пилотируемого корабля Orion: в 2016 г. на эту программу выделено 2 млрд \$, однако на следующий запрошено почти на 700 млн \$ меньше\*.

NASA рассчитывает, что первый беспилотный запуск корабля Orion с помощью SLS состоится в конце осени 2018 г., а первый пилотируемый полет – не позже апреля 2023 г. «Ориентиром для нас по-прежнему является 2023 год, и президентский проект бюджета на 2017 ф.г. подчинен достижению этой цели, – прокомментировал Болден. – Но если у нас будет больше денег, мы сможем сократить риски, заранее выступив к долговременным работам, и, возможно, раньше подготовим корабль к (первому пилотируемому) полету».

В первой беспилотной миссии EM-1 (Exploration Mission 1), параметры которой давно определены и вероятность переноса даты старта минимальна, SLS варианта Block 1, способный выводить на низкую околоземную орбиту до 70 т, отправит Orion в облет Луны. Однако в отношении последующих запусков ясности нет.

Согласно первоначальным планам, пилотируемый полет EM-2 намечался на 2021 г. и по своей схеме должен был повторить EM-1. Затем NASA решило форсировать разработку полноценной верхней ступени EUS (Exploration Upper Stage) для модификации носителя, носящей название Block 1B: в случае замены «временной» ступени ICPS, доставшейся от ракеты Delta IV, новый разгонный блок позволяет до 105 т увеличить массу груза, выводимого на низкую околоземную орбиту. В этом случае SLS становится основной системой запуска для государственной пилотируемой программы уже с начала 2020-х годов (НК № 10, 2014, с. 38-39).

Считалось, что тратить деньги (порядка 150 млн \$) на сертификацию SLS Block 1 для пилотируемых полетов нецелесообразно, поскольку использовать ICPS после миссий EM-1 и EM-2 (и еще не факт, что ракета для

И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»



## SLS и Orion – между первым и третьим полетами

*17 марта в ходе слушаний в космическом подкомитете Комитета по науке Палаты представителей Конгресса американские законодатели заявили, что готовы увеличить финансирование, чтобы помочь NASA подготовить первый полет человека на Марс в установленные сроки. Выступившие конгрессмены, как республиканцы, так и демократы, выразили разочарование в связи с тем, что администрация Барака Обамы предложила выделить космическому ведомству всего 19 млрд \$, что на 300 с лишним миллионов долларов меньше, чем в 2015 ф.г. (НК № 3, 2016, с.46-47; № 4, 2016, с.58-60).*

этой миссии будет оснащена данным разгонным блоком) не планируется. Даже если отказаться от форсированной разработки SLS Block 1B, дальнейшего применения ступень не найдет, а использование новой ступени EUS в EM-2 позволит сэкономить средства.

Вместе с тем наземное оборудование в исходном варианте позволяет пускать только ракету 70-тонной грузоподъемности: изменения конструкции мобильной башни обслуживания под SLS Block 1B не имеют обратной совместимости с первым вариантом носителя. Поэтому, согласно «Аналізу системных требований к SLS», работу над ICPS следует прекратить сразу после первого полета ракеты в 2018 г., считая отправной точкой для SLS Block 1B миссию EM-2. Использование ступени EUS и универсального адаптера USA (Universal Stage Adapter) позволит вывести на траекторию полета к Луне вместе с кораблем до 10 т дополнительной полезной нагрузки, куда можно включить бытовую отсек и различные грузы.

Однако перевести первый пилотируемый полет EM-2 на «105-тонник» непросто. Сертификация EUS для пилотируемых полетов требует выполнения одного пуска ракеты в беспилотном варианте. Сейчас на роль полезного груза в таком пуске, намеченном на 2022 г., претендует автоматическая стан-

ция к Европе. Это означает, что Orion с астронавтами на борту взлетит не ранее 2023 г., то есть спустя пять лет после первого беспилотного запуска SLS.

Положительная сторона перехода к 105-тонной ракете заключается в том, что план EM-2 можно существенно изменить в сторону усложнения, и теперь NASA намерено отправить астронавтов не просто в облет Луны, а на окололунную орбиту или дальше.

Основной вариант предполагает, что после запуска корабль совершит виток по низкой околоземной орбите, а затем ступень EUS переведет его на траекторию полета к Луне. Далее при помощи двигательной установки служебного модуля Orion выйдет на окололунную орбиту высотой 100×10000 км, на которой пробудет трое суток. Затем новым включением собственных двигателей корабль отправится к Земле.

Вся миссия займет 9–13 суток, при этом на каждом этапе сохранится возможность экстренного возвращения на Землю, на что потребуются не более пяти суток. В частности, в случае обнаружения неисправности служебного модуля вместо выхода на орбиту Orion выполнит облет Луны со свободным возвращением на Землю.

Впрочем, в NASA рассматриваются еще две возможные схемы EM-2. В соответствии

\* В целом NASA планирует израсходовать в 2017 г. на текущую программу космических полетов и на создание новых кораблей 8.4 млрд \$. При этом эксплуатация МКС, как и в прошлые годы, оценивается примерно в 3.2 млрд \$.



▲ Сварка бака жидкого кислорода носителя SLS

с первой, корабль с четырьмя астронавтами совершит полет по дальней ретроградной (то есть направленной против вращения Земли) орбите. Рассматриваются также миссия к точке либрации L2, высокоэнергетический облет Луны и другие «трудные» траектории. Продолжительность подобной миссии составит 25–26 суток. Учитывая, что расчетная длительность автономного существования корабля Orion составляет всего 20 суток, для осуществления экспедиций по этим сценариям потребуется модифицировать систему жизнеобеспечения или дооборудовать корабль жилым отсеком.

Вторая альтернативная схема EM-2 – комбинированная, менее рискованная: Orion последовательно поднимается все выше и выше. С опорной орбиты на переходную (высотой 391×71333 км и периодом обращения около 24 часа) корабль переводят верхняя ступень. После выведения астронавты отдохнут, выполнят комплекс проверок и примут решение о продолжении экспедиции либо о возвращении на Землю, которое займет не более 12 часов. При отсутствии серьезных проблем корабль будет выведен на высокоэллиптическую орбиту с апогеем в районе точки L2, причем минимальное расстояние до поверхности Луны составит 61548 км. Для возвращения на Землю потребуются сравнительно небольшая коррекция. Продолжительность всей экспедиции – 15–16 суток. Недостатком данной схемы является многократный пролет кораб-

ля через радиационные пояса Земли, но в NASA считают, что полученная астронавтами за две недели доза излучения будет эквивалентна шестимесячной дозе облучения на МКС.

Впрочем, реализация всех этих планов может оказаться под угрозой из-за недостаточности бюджета 2017 ф.г. Представители NASA отметили, что уровень финансирования не позволяет быстро перейти к использованию SLS Block 1B. Между тем в новой документации предполагается совсем иное развитие событий. Скорее всего, агентство в действительности не планирует сокращать свои затраты, рассчитывая, что Конгресс (как он это делает уже не первый год) даст дополнительные деньги на SLS и Orion.

Существуют разные оценки суммарных затрат на SLS. Например, назывались цифры порядка 35 млрд \$. Новый отчет Счетной палаты GAO (Government Accountability Office) проливает некоторый свет на эту тему. По данным американского ревизионного органа, к февралю 2016 г. на разработку сверхтяжелого носителя было потрачено 9.67 млрд \$, и чуть большая сумма – 11.23 млрд \$ – была проведена через агентство на Orion. Еще 2.8 млрд \$ приходится на модернизацию наземных систем космодрома на мысе Канаверал. С учетом планируемого выделения не менее 2.7 млрд \$ в 2016–2017 гг., к моменту первого пуска SLS затраты на систему, включая стартовый комплекс, должны составить 17–20 млрд \$.

28 марта был опубликован отчет Управления генерального инспектора NASA, критикующий эффективность расходования средств на SLS. Особую критику ревизоров вызвала информационно-командная система SCCS (Spaceport Command and Control System), которая с 2006 г. разрабатывается для космодрома Канаверал. Отмечается, что к 2025 г. на нее будет потрачено 207.4 млн \$, причем перерасход по сравнению с первоначальным планом составит

Еще 11 января в ходе совещания, посвященного проблемам и перспективам Космического центра Кеннеди во Флориде, чиновники NASA признали отсутствие заказов на пуски SLS. На мероприятии присутствовали директор Центра Боб Кабана и помощник администратора NASA Роберт Лайтфут. Тема совещания широко не оглашалась, но некоторые участники мероприятия, пожелавшие остаться неизвестными, поделились услышанным. На встрече были обозначены две основные проблемы, связанные с SLS. Во-первых, сверхтяжелый носитель не имеет даже краткосрочного расписания пусков, помимо тестовой миссии 2018 г. Во-вторых, финансирование разработки нельзя признать достаточным (бюджет проекта SLS до конца 2017 г. составляет 18 млрд \$, стоимость пуска носителя оценивается в 500–700 млн \$).

В настоящее время только две миссии требуют гарантированного использования SLS, но они не имеют точной даты начала. Участники совещания склоняются, что запуск SLS с пилотируемым кораблем к 2023 г. может стать третьим – а не вторым, как считалось ранее, – полетом этого носителя. Эксперты надеются, что вторым пуском сверхтяжелая ракета выведет на траекторию станцию для исследования Европы, спутника Юпитера.

77%. В то же время частные компании, такие как SpaceX или Orbital ATK, для управления своими грузовыми кораблями используют готовые и несравнимо более дешевые решения, доступные на рынке. Комментируя эту информацию, помощник администратора NASA по пилотируемым программам Уилльям Герстенмайер отметил, что сейчас уже поздно менять планы и переход на другую систему привел бы к переносу первого пуска SLS, намеченного на ноябрь 2018 г.

Тем не менее отмечается, что стоимость разработки сверхтяжелого носителя укладывается в рядовой бюджет NASA (0.5% федерального бюджета) и не требует перенапряжения сил всего государства, как в эпоху программы Saturn – Apollo, когда агентство получало 4.5% средств бюджета.

Поскольку до масштабной марсианской экспедиции еще далеко (*HK* № 12, 2015, с. 46–51), в качестве одной из задач «государственной» пилотируемой программы рассматривается «миссия по перенаправлению астероида» ARM (Asteroid Redirect Mission), включающая запуск к одному из астероидов, сближающихся с Землей, автоматического зонда, способного оторвать от него достаточно крупный «булыжник» и доставить на стабильную окололунную орбиту, где экипаж корабля Orion сможет изучить образцы «небесного скитальца».

Эта идея кажется заманчивой, поскольку имеет ряд важных преимуществ. Она привлекательна с точки зрения «пиара»: полет к обломку скалы, обращающемуся вокруг Луны, не требует слишком больших энергетических затрат, не нужен и специальный пилотируемый посадочный модуль – можно обойтись «стандартным» кораблем.

Миссия подразделяется на три этапа. Первый начался в 2014 г. с определения цели для дальнейших исследований. На втором этапе, который по плану начнется в 2021 г., предполагается доставить обломок астероида на окололунную орбиту. На третьем этапе, который ранее планировался «на середину 2020-х годов», к булыжнику будет отправлена пилотируемая экспедиция.

Несмотря на возникшие проблемы (ученые до сих пор не определили конкретный астероид, пригодный для выполнения эксперимента), NASA продолжает планировать миссию. 21 марта были опубликованы промежуточные результаты изысканий.

Поиски подходящих объектов продолжатся до 2017 г., а окончательное решение будет принято в конце 2020 г. или даже в начале 2021 г. Сейчас в списке возможных целей есть четыре астероида: 2008 EV5, 191955 (Бенну), 25143 (Итокава) и 1999 JU3, два из которых уже были исследованы земными КА или будут исследованы в близком будущем.

Объект 2008 EV5 считается основным кандидатом для миссии ARM. Он обращается вокруг Солнца по орбите с полуосями 0.88×1.04 а. е., имеет размеры 420×410×390 м и период вращения 3.725 час. Радарные исследования свидетельствуют, что на поверхности данного тела есть много фрагментов подходящего для захвата размера, а форма астероида, расширяющегося к экватору, указывает, что поверхность рыхлая.

Разработка автоматического зонда для «перенаправления» части астероида ARRМ



(Asteroid Redirect Robotic Mission) разделена на две фазы. В первой определяется общий облик аппарата. Этим сейчас занимаются четыре соревнующиеся между собой компании: Lockheed Martin, Boeing, Orbital ATK и Space Systems/Loral. Во второй фазе победитель займется разработкой КА по своему проекту.

Для захвата «булыжника» будет использован механизм, прототип которого уже испытывается в Центре космических полетов имени Годдарда. Он включает три большие «ноги», которыми КА закрепится на астероиде, и два манипулятора с контактными устройствами, предназначенные для захвата булыжника и его отделения от поверхности. После взлета и перелета к Луне «ноги» обхватят отделенный от астероида кусок и дополнительно закрепят его. Кроме того, ARRM будет включать отдельные компоненты, необходимые для пилотируемого этапа миссии: пассивный стыковочный узел для корабля Orion, поручни для перемещения астронавтов по внешней поверхности аппарата, ящики с инструментами для работы астронавтов, системы связи, различные датчики и т.д.

Пилотируемый полет к фрагменту астероида, переведенному на ретроградную окололунную орбиту высотой 71000 км, запланирован на 2026 год. Экипаж корабля (для этой цели предполагается использовать пятый по счету запуск «Ориона» с обозначением EM-5, он же – четвертый полет с людьми на борту) будет состоять из двух астронавтов, а экспедиция к доставленному фрагменту и обратно займет 24.3 суток.

На сегодня ситуация с миссией ARM весьма туманна: идея нравится Бараку Обаме, но он скоро покинет свой пост. Главный финансовый директор NASA Дэвид Радзановски (David Radzanowski) говорит, что запуск автоматического «ловца» астероидов вряд ли состоится ранее начала-середины 2020-х годов. Если его полет начнется в 2023 г., то астронавты смогут посетить космический «валун» не ранее 2027–2028 гг. Тем не менее, отвечая на вопрос журналистов, Радзановски выразил надежду, что визит экипажа на астероид к 2025–2026 гг. все еще возможен.

В агентстве уже мало кто верит в миссию ARM: в бюджете 2017 ф.г. на ее проработку выделено всего 66.7 млн \$. Как говорится, этих денег хватит лишь на «картинки в PowerPoint». Для сравнения: новый бюджет NASA запрашивает 90 млн \$ на разработку обитаемого модуля, который планируется разместить близ Луны в конце 2020-х, что прямо говорит о приоритетах агентства.

Изначально предполагалось, что ARM должен продемонстрировать несколько важных технологий, в том числе «гравитационный трактор», принципы поиска и защиты Земли от потенциально опасных космических тел, не говоря уже о захвате и доставке к Луне достаточно больших масс космического вещества при помощи гибких солнечных батарей и электроракетных двигателей – последние должны сыграть ключевую роль в снабжении первых пилотируемых марсианских экспедиций. Но эту технологию можно проверить и другими способами. К примеру, в прошлом году Консультативный совет NASA порекомендовал агентству

перепрофилировать миссию с астероидом на извлечение образца с марсианской луны Фобоса. Некоторые специалисты считают, что агентству следует закрыть миссию ARM и перенаправить выделенные на нее 1.25 млрд \$ на развитие реальных технологий для доставки людей на Марс.

30 марта NASA заявило о начале первой фазы строительства будущей стартовой площадки для пусков SLS. Планы по модернизации существующих объектов пусковой инфраструктуры разрабатывались в Космическом центре имени Кеннеди весь 2015 год и лишь недавно были одобрены на всех уровнях руководства в NASA. Как надеются в агентстве, вся «наземка» будет готова к первому пуску SLS в 2018 г.

«Мы работаем не покладая рук и за минувшее время уже успели заметным образом изменить внешний вид космопорта, – заявил Майк Болгер, руководитель программы по развитию наземных систем в NASA. – Готовясь к путешествию на Марс, наши коллеги в Центре Кеннеди делают все возможное для того, чтобы реализовать пробный запуск SLS и Orion».

Сборка командного модуля корабля началась еще в сентябре 2015 г. (НК № 11, 2015, с.22-23). На создание герметичной конструкции из семи алюминиевых листов ушло более четырех месяцев. 2 февраля на транспортном самолете Super Guppy модуль был доставлен в Космический центр имени Кеннеди для прочностных испытаний и окончательной сборки.

Лаборатория быстрого прототипирования RPL (Rapid Prototyping Laboratory) в Космическом центре имени Джонсона в марте провела первое пробное включение систем отображения информации корабля. Специалистам важно понять, как Orion будет взаимодействовать с наземными системами контроля.

Управление кораблем рассчитано на участие астронавтов в процессе контроля всех систем в режиме реального времени. Это подразумевает наличие высокоэффективного пульта управления. Кабина первых кораблей системы Space Shuttle, спроектированная по стандартам 1970-х годов, имела более 2000 физических переключателей,

▼ Астронавты NASA оценивают удобство взаимодействия с системами корабля Orion



Прообраз солнечного паруса, с помощью которого микроспутник будет исследовать пояс астероидов, продемонстрировали 2 февраля сотрудники NASA на пресс-конференции в Центре космических полетов имени Маршалла в Хантсвиле. Как сообщил руководитель проекта Лес Джонсон, «разведчик ближних околоземных астероидов» (Near-Earth Asteroid Scout) вместе с 12 другими микроаппаратами будет выведен в космос при первом запуске носителя SLS. «После того, как 15-килограммовый микроспутник отделится от последней ступени, он направится к Луне, – пояснил он. – Там произойдет раскрытие солнечных батарей, после чего КА получит дополнительное ускорение в гравитационном поле Луны и, раскрыв солнечный парус, двинется в направлении пояса астероидов». Площадь солнечного паруса составит 86 м<sup>2</sup>, а толщина – около 2.5 микрон. При сближении спутника с астероидом установленная на борту аппаратура позволит провести съемку около 85% поверхности небесного тела. «Использование «парусного» микроспутника обеспечивает сравнительно недорогой способ исследований дальнего космоса», – отметил Лес Джонсон.

По словам эксперта NASA по перспективным системам для научных исследований Джитендры Джоши, «применение солнечного паруса позволит в будущем разработать системы, необходимые человеку в исследовании и освоении космоса».

кнопок и тумблеров. С использованием современных технологий NASA сможет уместить контрольные органы корабля Orion в три динамических дисплея с настроенным программным обеспечением.

В ходе тестов информационно-управляющего поля имитируются различные отказы систем корабля, с тем чтобы отработать выходы из нештатных ситуаций. Проверяется также передача данных об отказах на наземный пункт управления. В процессе испытаний два астронавта «вели» виртуальный Orion совместно с командой наземного центра управления. Так по одному из сценариев имитировался отказ системы электроснабжения, и команда испытателей прорабатывала различные варианты возвращения аппарата к работе и взятия проблем под контроль.

# С пятой попытки



## И. Чёрный. «Новости космонавтики»

**4** марта в 18:35 EST (23:35 UTC) с комплекса SLC-40 Станции ВВС «Мыс Канаверал» стартовала команда компании Space Exploration Technologies Corporation (SpaceX) при содействии военнослужащих 45-го космического крыла ВВС США осуществила пуск ракеты Falcon 9 FT со спутником связи SES-9 на борту.

Старт и полет прошли штатно: спутник был выведен на геопереходную орбиту суперсинхронного типа с параметрами:

- наклонение – 27.95°;
- высота в перигее – 288 км;
- высота в апогее – 40 693 км;
- период обращения – 728.1 мин.

Аппарат получил международное обозначение **2016-013A** и номер **41380** в каталоге Стратегического командования США.

Попытка посадить отработавшую первую ступень на судно-дрон, предпринятая в данной миссии, завершилась неудачей.

### Запуск

Миссия SES-9, ставшая второй для модифицированного носителя Falcon 9 FT (full thrust), имеет давнюю и необычную историю. В конце января 2015 г. консорциум

SES S.A. со штаб-квартирой в Люксембурге, некоторое время планировавший запуск своего КА на ракете Falcon 9 FT, передумал использовать форсированный носитель. Представители компании заявили, что SES хочет обменять свое место в списке запусков на более позднее. Данное решение обосновывалось нежеланием стать первой фирмой, запустившей свою нагрузку на ракете с неопробованными форсированными двигателями первой ступени. Оператор заверил журналистов, что по-прежнему доверяет носителю Falcon 9, но «спутник [SES-9] слишком ценен, чтобы рисковать им».

Тем временем уже 20 февраля 2015 г. появилась информация, что SES провела дополнительный анализ нового варианта первой ступени Falcon 9 FT и все-таки решила «быть первой». На намерение компании повлияла и возможность задержки при выборе нового пускового провайдера, что в условиях высокой конкуренции недопустимо. В середине июня пуск планировался на сентябрь 2015 г., однако крушение стандартной ракеты Falcon 9 при отправке груза к МКС 28 июня повлекло задержку старта SES-9.

В сентябре новой датой старта стало 17 ноября, однако 16 октября SpaceX объявила об изменении порядка пусков. В итоге первыми пассажирами Falcon 9 FT стали 11 спутников Orbcomm-G2, которые были доставлены на орбиту средней высоты 22 декабря 2015 г. (НК № 2, 2016, с. 58–66).

8 февраля SES назвала новую расчетную дату старта – 24 февраля в 18:46 EST. Тогда же SpaceX объявила, что для минимизации ущерба, вызванного переносами пуска, изменен первоначальный профиль миссии. Дело в том, что SES-9 должен был выходить с орбиты выведения на геостационар по комбинированной схеме: с использованием бортового двухкомпонентного ЖРД до промежуточной синхронной орбиты, которая затем корректировалась с помощью бортовых электроракетных двигателей в течение нескольких месяцев.

Чтобы спутник мог как можно скорее пройти этот этап и начать работу, решили использовать более высокую геопереходную орбиту. Она позволяла уменьшить вдвое время выхода в орбитальную позицию (с 93 до 45 суток) и сохранить плановый срок ввода спутника в эксплуатацию в 3-м квартале 2016 г.

Такое решение работало в пользу заказчика, но существенно усложнило задачу возвращения и посадки первой ступени. При выведении тяжелого КА на орбиту суперсинхронного типа требовалось использовать всю имеющуюся энергетику носителя Falcon 9 FT. В частности, первая ступень должна была работать дольше, чем 22 декабря 2015 г., и отделиться на большей высоте при скорости, примерно соответствующей числу  $M=7$ . Ограниченный запас топлива и высокая скорость заставили сформировать траекторию возвращения посредством всего двух, а не трех, как обычно, включений двигательной установки. Исключен был импульс

при входе в плотные слои атмосферы, способствовавший успеху при первой посадке на сушу в декабре. Это повлекло за собой рост аэродинамических и тепловых нагрузок на конструкцию и тем самым снизило шанс удачной посадки на телеуправляемую платформу ASDS (Autonomous Spaceport Drone Ship), находящуюся в океане в 660 км от места старта.

За два дня до старта был успешно выполнен традиционный короткий прожиг двигателей первой ступени, подтвердивший финальную готовность всех систем. Однако 24 февраля старт пришлось отложить на сутки из-за неблагоприятных погодных условий (сильный ветер и густая облачность). Предстартовый отсчет 25 февраля был прерван в T–1 мин 41 сек из-за технических проблем с наземным топливным оборудованием.

Очередная подготовка началась 28 февраля. В этот день предстартовый отсчет останавливался дважды. Первый раз в T–1 мин 33 сек – из-за нарушения неизвестным кораблем запретной зоны космодрома, а при повторной попытке, предпринятой спустя 35 минут, после команды «зажигание» операции остановил полетный компьютер. Как оказалось, тяга двигателей была слишком низкой из-за повышения температуры криогенного топлива в связи с первой задержкой запуска.

Еще раз пуск хотели провести 1 марта в 18:35 EST и... вновь отложили из-за погодных условий (сильный ветер на больших высотах). Следующая попытка была предпринята 4 марта и оказалась успешной: носитель оторвался от стартового стола и унесся в вечернее небо.

Через 9 минут после старта вторая ступень вышла на промежуточную орбиту наклонением 28° и высотой 160×531 км. После пассивного полета в течение 18 минут ступень вновь ожила. Однако, в отличие от стандартного профиля миссии, когда двигатель отключается компьютером по достижении целевой орбиты, в этом запуске вторая ступень ракеты израсходовала все запасы топлива, то есть отключение двигателя производилось по функционалу «окончание компонента».

Первая ступень должна была сесть на баржу спустя 11 минут после старта. Как говорилось выше, из циклограммы на этот раз был исключен самый первый корректирующий импульс, уменьшавший дальность полета и обеспечивающий начальное «прицеливание в баржу». Соответственно возвращение происходило с более высокой скоростью, и вероятность успеха руководство компании определяло в 50–60%.

Канал SpaceX на YouTube.com вел прямую трансляцию с баржи. В 23:39 UTC первая ступень закончила работу и после разделения начала снижение. В 23:46 UTC камера с баржи показала яркую вспышку, после чего эфир прервался.

Информация о судьбе первой ступени поступила позднее. Как и предполагалось, она совершила неудачную жесткую посадку на баржу и, по-видимому, взорвалась. Поя-

вившиеся позже снимки показали хвостовой отсек ступени и изрядную дыру в палубе – явное свидетельство происшествия.

До этого были предприняты три попытки посадить первую ступень ракеты Falcon 9 на плавучую платформу, и все они закончились неудачей, хотя и привели всего лишь к незначительным повреждениям судна-дрона. В последний раз, в январе, одна из посадочных опор не раскрылась до конца, ступень упала на бок, и взрыв смел обломки в море. «По крайней мере в этот раз от ракеты остались куски покрупнее», – пошутил в твиттере Элон Маск. Пока лишь при посадке на сушу 22 декабря 2015 г. первая ступень Falcon 9 v1.1 FT вернулась без повреждений и, по словам представителей SpaceX, готова к повторному использованию.

## Аппарат и компания

К 16 марта SES-9 поднялся с орбиты выведения на синхронную орбиту высотой примерно 30 500×41 100 км, и уже к 25 апреля он закончил скругление орбиты, оказавшись в позиции 113.6° в.д. Позднее он будет переведен в рабочую точку 108.2° в.д., где уже находится SES-7.

Мощный геостационарный спутник SES-9, принадлежащий люксембургскому оператору SES S.A., предназначен для цифрового телевидения на 22 млн домовладений и оказания других телекоммуникационных услуг в странах Северо-Восточной и Южной Азии, включая Индонезию и Филиппины, а также для подвижных пользователей на морских маршрутах в Индийском океане от Суэцкого канала до Малаккского пролива и для авиаперевозчиков в странах Азии. На КА установлены 57 активных транспондеров Ku-диапазона (эквивалентные 81 стандартному транспондеру с емкостью 36 МГц).

Спутник SES-9 был заказан у компании Boeing Co. в октябре 2012 г. Аппарат стартовой массой 5271 кг и ожидаемым сроком службы 15 лет построен на базе тяжелой платформы BSS-702HP. Мощность системы электропитания, включающей две панели солнечных батарей размахом около 48 м и буферные аккумуляторы, – 12.7 кВт.

Спутник оснащен апогейным двигателем тягой 445 Н на двухкомпонентном химическом топливе и электроракетной ионной двигательной установкой XIPS (Xenon Ion Propulsion System) на ксеноне. Последняя в 10 раз эффективнее обычных ЖРД. Четыре двигателя диаметром 25 см поддерживают орбиту, используя лишь 5 кг рабочего тела в год – значительно меньше, чем традиционные двухкомпонентные системы или электронагревные двигатели (arcjet).

По заверениям разработчиков, применение XIPS для довывода на геостационарную орбиту позволяет почти вдвое снизить стартовую массу КА либо использовать менее мощные РН и/или увеличить массу полезной нагрузки.



17 октября 2013 г. в ходе обсуждения планов дальнейшего развития консорциума официальные представители SES S.A. отметили возрастающий спрос морских пользователей на каналы спутниковой связи в диапазонах Ku и C. Доходы от эксплуатации таких каналов в 2012 г. составили 1.82 млрд \$, и прогнозировалось, что к 2021 г. они могут возрасти до 3.9 млрд \$. В частности, в этот период число активных морских терминалов может удвоиться с 300 до 600 тыс единиц. Вице-президент консорциума SES Саймон Гетти Саунт (Simon Gatty Saunt) отметил возрастающую потребность в подвижной связи для т.н. «суперяхт», богатые владельцы которых хотели бы иметь постоянный доступ к широкополосной связи.

Увеличение спроса на широкополосную морскую связь подтверждает заявление компании-провайдера OmniAccess (Пальма-де-Мальорка, Испания), сделанное 24 октября 2013 г., об аренде канала широкополосной связи спутника NSS-12 консорциума SES в орбитальной позиции 57° з.д. для обеспечения связи шикарных яхт. Компания OmniAccess предлагает услуги связи пользователям в Средиземном, Черном, Каспийском и Аравийском морях. «NSS-12 обеспечит высокоскоростной доступ в сеть Интернет даже во время переходов судов между континентами», – заявил руководитель компании Бертран Ардман (Bertrand Hardman). OmniAccess использует новый модем X7 компании iDirect, передающий информацию пользователям в регионах Карибского и Средиземного морей со скоростью 100 Мбит/с.

В 2014 г. консорциум впервые обогнал Intelsat как по числу аппаратов, так и по объему выручки. Согласно опубликованному годовому отчету за 2015 год, SES S.A. имеет 52 действующих КА в 33 точках геостационарной орбиты, 10 спутников на наклонной орбите и 12 аппаратов 03б на средневысотной. Всего на действующих спутниках функционируют 1502 транспондера, их загрузка составляет 72.8%. В SES отмечают, что топлива спутникам хватает в среднем на 15 лет «жизни».

До конца 2017 г. консорциум планирует вывести на орбиту шесть новых КА. Так, в 4-м квартале 2016 г. полетят SES-10 и SES-11 для Латинской Америки (67° з.д.) и Северной Америки (105° з.д.) соответственно. Оба спутника будут запущены ракетами SpaceX. В 2017 г. на орбите должны начать работать SES-15, SES-16, SES-12 и SES-14, которые обеспечат дополнительное покрытие в Северной Америке, Европе, Ближнем Востоке и Северной Африке, в Азиатско-Тихоокеанском регионе и Латинской Америке. Два аппарата выведет на орбиту SpaceX, еще два – Arianespace.

Выручка SES S.A. по итогам 2015 г. достигла 2.014 млрд евро, что на 5% больше уровня 2014 г. (в сравнимых показателях – меньше на 3.2%). Объем прибыли до выплаты процентов, налогов, износа и амортизации (EBITDA) составил 1.49 млрд евро с приростом 4.6%. Операционная прибыль выросла за год на 1.4% – до 894.6 млн евро, а прибыль после уплаты налогов составила 674 млн евро.

Стоит напомнить, что SES S.A. был главным союзником SpaceX и первым коммер-



ческим спутниковым оператором, который согласился использовать Falcon 9 для вывода своих аппаратов на геостационарную орбиту: SES-8 был успешно запущен в декабре 2013 г. Пять из семи спутников SES, находящихся в стадии производства, запустит SpaceX. Консорциум высказал также намерение стать первым коммерческим клиентом при повторном использовании первой ступени ракеты Falcon 9 – разумеется, за соответствующую скидку.

Недавно компания заявила о намерении инвестировать в технологии обслуживания (в частности, дозаправки) спутников непосредственно на орбите. Официально объявлено о начале переговоров с американской Orbital ATK и канадской MDA Corp. на тему создания технологий продления срока службы КА на орбите. Эти компании предлагают различные способы решения проблемы. Первая запускает специальное устройство, стыкующееся с действующим спутником и обеспечивающее его необходимым ресурсом. Вторая создаст космический дозаправщик, который может обслуживать сразу несколько КА одновременно.

Ранее SES заявляла о разработке специального коннектора, который мог бы присоединяться к спутнику и позволял бы менять конфигурацию полезной нагрузки в соответствии с меняющимися потребностями по модульному принципу. Первое из таких устройств предполагалось установить на аппарат SES-16, принадлежащий LuxGovSat (совместному предприятию SES и правительства Люксембурга) и предназначенный для нужд Министерства обороны страны и связи с союзниками из НАТО. Правда, в финальный проект SES-16, который сейчас находится на стадии производства, этот коннектор не вошел, но сама технология уже разработана.



Ю. Журавин.  
«Новости космонавтики»



## Европейское продвижение в Латинскую Америку В полете - Eutelsat 65 West A

9 марта в 02:20 по времени Французской Гвианы (05:20 UTC) со стартового комплекса ELA3 Гвианского космического центра стартовая команда компании Arianespace выполнила пуск РН Ariane 5ECA (миссия VA229). Криогенная вторая ступень ESC-A вывела телекоммуникационный КА Eutelsat 65 West A, принадлежащий европейскому оператору Eutelsat S.A. (штаб-квартира в Париже, Франция) на геопереходную орбиту с параметрами:

- наклонение – 0.50°;
- минимальная высота – 238 км;
- максимальная высота – 35758 км;
- период обращения – 628.4 мин.

В каталоге Стратегического командования США аппарат получил номер **41382** и международное обозначение **2016-014A**.

Этот запуск, как и предыдущая миссия VA228, отличался тем, что РН выводила на орбиту только один КА. Ракета Ariane 5ECA (бортовой номер L582) изготовлена компанией Airbus Defence and Space (ADS). Аппарат Eutelsat 65 West A был закреплен на адаптере PAS 1194C Optimised (производство ADS), который крепился к ступени ESC-A через переходной конус 3936. Снаружи головная часть РН была закрыта головным обтекателем (производство компании RUAG Aerospace AG) высотой 5.4 м. Общая масса полезной нагрузки в миссии VA229 (включая адаптер) составила около 6707 кг при массе КА 6564 кг.

Стартовое окно 9 марта открывалось в 05:20 UTC и длилось до 08:20 UTC. Пуск состоялся в момент открытия окна. Выведение проходило по стандартной баллистической схеме с одним включением двигателя второй ступени ESC-A. Аппарат Eutelsat 65 West A отделился от головного блока через 27 мин 12 сек после контакта подъема.

По плану Arianespace следующий пуск РН Ariane 5ECA намечен на 7 июня. В ходе миссии VA230 должны быть выведены на орбиту два телекоммуникационных КА – EchoStar 18 американской компании Dish Network Corporation и BRIsat, принадлежащий индонезийскому банку Bank Rakyat Indonesia (BRI).

### Первый в 65° западной долготы

Контракт на производство Eutelsat 65 West A был подписан с компанией Space Systems / Loral (SS/L) в июле 2013 г. Аппарат был собран на базе «расширенной» платформы LS-1300S. Стартовая масса КА составила 6564 кг, стартовые габариты – 8.0×3.2×3.6 м.

Система электропитания включает две пятисекционные (фирменные для SS/L «крестовые») панели солнечных батарей, размах которых после раскрытия на орбите составил 26.0 м, а также три литий-ионных аккумулятора. Они обеспечат производство 16.7 кВт электроэнергии в конце расчетного 15-летнего срока эксплуатации КА. Для перевода на геостационарную орбиту на КА стоит апогейный двигатель R-4D-11 тягой 455 Н, а для коррекции положения на рабочей орбите – 12 жидкостных двигателей тягой 22 Н и плазменные двигатели SPT-100. Трехосная система ориентации в качестве исполнительных органов использует маховики.

Eutelsat 65 West A был успешно доведен на геостационар и с 19 марта размещен во временной точке 42.5° з.д. После завершения испытаний он станет первым аппаратом компании, работающим в орбитальной

позиции 65° з.д. Спутник позволит Eutelsat выйти на новые рынки вещания и широкополосных услуг в Бразилии и по всей Латинской Америке. Его мощности будут использоваться для предоставления услуг распространения видео через станции сопряжения, непосредственного телевидения (включая формат ультра-HD), обеспечения работы сотовых сетей, высокоскоростного доступа в Интернет.

25 августа 2015 г. в Рио-де-Жанейро компания Eutelsat do Brasil (бразильский филиал Eutelsat Communications) подписала соглашение о многолетней аренде мощностей в Ku-диапазоне на Eutelsat 65 West A с SpeedCast Serviços Multimedia, одним из крупнейших бразильских телекоммуникационных провайдеров. Услуги будут предоставляться через телепорты в городах Баруэри и Сантана-ду-Парнаиба (оба в штате Сан-Паулу). SpeedCast Serviços Multimedia стала первой в Бразилии компанией, транслирующей телевидение высокой четкости.

Полезная нагрузка Eutelsat 65 West A трехдиапазонная:

- ◆ 15 транспондеров работают в C-диапазоне (6/4 ГГц);
- ◆ 24 транспондера – в Ku-диапазоне (14/12 ГГц);
- ◆ аппаратура Ka-диапазона (26.5–40 ГГц) формирует 24 луча.

В зону охвата КА в C-диапазоне войдут все страны Южной и Центральной Америки, юг западного и все восточное побережье США, а также часть Западной Европы, в том числе Испания, Португалия, Франция, Великобритания. Один фиксированный луч Ku-диапазона будет покрывать территорию Бразилии, второй – северные страны Южной Америки, страны Центральной Америки, включая часть Мексики, острова Карибского бассейна, а также территорию США, исключая центральные штаты. Лучи полезной нагрузки Ka-диапазона обеспечат охват значительной части Бразилии и крупнейших городов Латинской Америки.

По материалам Arianespace, Eutelsat, SS/L



**10** марта 2016 г. в 16:01 по местному времени (10:31 UTC) со второй стартовой площадки Космического центра имени Сатиша Дхавана (Satish Dhawan Space Centre) в Шрихарикоте специалисты Индийской организации космических исследований (ISRO) осуществили пуск ракеты-носителя PSLV-C32 (вариант PSLV-XL) с шестым аппаратом Индийской региональной навигационной спутниковой системы IRNSS.

Отделившись от четвертой ступени через 20 мин 12 сек после старта, IRNSS-1F вышел на эллиптическую орбиту с параметрами, близкими к расчетным (приведены в скобках):

- наклонение –  $17.87^\circ$  ( $17.86 \pm 0.2^\circ$ );
- высота в апогее – 275 км ( $284 \pm 5$ );
- высота в перигее – 20639 км ( $20657 \pm 675$ );
- период обращения – 361.2 мин.

В каталоге Стратегического командования (СК) США аппарат получил номер **41384** и международное обозначение **2016-015A**. Это был второй старт Индии в 2016 г.; первым 20 января 2016 г. вышел на орбиту предыдущий спутник этой же сети – IRNSS-1E (HK № 3, 2016). Для ракеты PSLV (Polar Satellite Launch Vehicle) старт 10 марта стал 34-м (и 33-м успешным подряд), а для конфигурации XL – 12-м.

### С задержкой в одну минуту

В марте прошлого года, после запуска IRNSS-1D, в ISRO планировали вывести три оставшихся КА до конца 2015 г. К концу мая седьмой аппарат переполз на следующий год, потом сроки еще сдвинулись, и в итоге все три пуска перенесли на начало 2016 г. В январе объявили предполагаемые даты для IRNSS-1F и IRNSS-1G: 10 и 31 марта. Тем временем уже в феврале стало ясно, что два запуска в марте осуществить не получится, и седьмой, завершающее звено в космическом сегменте системы, перенесли на 28 апреля. Однако шестой стартовал в срок.

Обратный отсчет длительностью 54 часа 30 мин начался 8 марта в 09:30 утра по местному времени. Старт планировался 10 марта в 16:00. К 03:00 утра были заправлены окислителем и топливом сначала четвертая, потом вторая ступени, затем проверили все системы и передачу данных. Запуску дали «зеленый свет», но буквально за полчаса до старта обнаружилось, что траекторию выведения пересекает космический мусор.

### Средства выведения

PSLV (Polar Satellite Launch Vehicle) – одно из четырех семейств индийских ракет-носителей. Первый полет PSLV состоялся в сентябре 1993 г. со спутником дистанционного зондирования IRS-1E. Это был один из двух неудачных пусков: сбой системы ориентации ракеты привел к потере ракеты. Четвертый пуск классифицируется как частично успешный: спутник IRS-1D был выведен на орбиту ниже расчетной, однако смог достичь ее, используя собственную двигательную установку.

PSLV изначально проектировалась для запусков на солнечно-синхронные орбиты, но фактически взяла на себя и часть функций геостационарного носителя GSLV, послужной список которого далеко не столь красив. PSLV существует в трех вариантах: базовый, облегченный (PSLV-CA) и усиленный (PSLV-XL).

Д. Бецис специально для «Новостей космонавтики»



## Шестой из семи Запуск IRNSS-1F

Чтобы избежать возможного столкновения, запуск отложили на 1 минуту.

На отметке T=0 в 16:01 произошло зажигание главного двигателя первой ступени. Через 0.4 сек активизировалась первая пара ускорителей, почти в это же время – вторая. Третья пара включилась по циклограмме в T+25 сек. Четыре ускорителя наземного включения работали в течение 69.9 сек, а третья пара – до отметки 92 сек после старта. В T+108.6 сек на высоте около 56 км отделилась первая ступень, и через 2.1 сек заработал двигатель Vikas второй ступени, использующий топливо UH25 (несимметричный диметилгидразин с добавкой 25% гидразингидрата) и окислитель тетроксид азота.

В T+194.8 сек был сброшен головной обтекатель, а в T+259.8 сек отделилась вторая ступень. После паузы продолжительностью 1.1 сек воспламенилась третья твердотопливная ступень, которая работала около 70 сек. Далее ракета летела по инерции, пока не достигла оптимальной точки для сброса третьей ступени (в T+655.3 сек). Зажигание четвертой было зафиксировано еще через 10.7 сек. Два двигателя на монометилгидразине в качестве топлива и окислителя MON3 (смесь оксидов азота) работали в течение 509.3 сек, что и обеспечило выход на расчетную геопереходную орбиту субсинхронного типа.

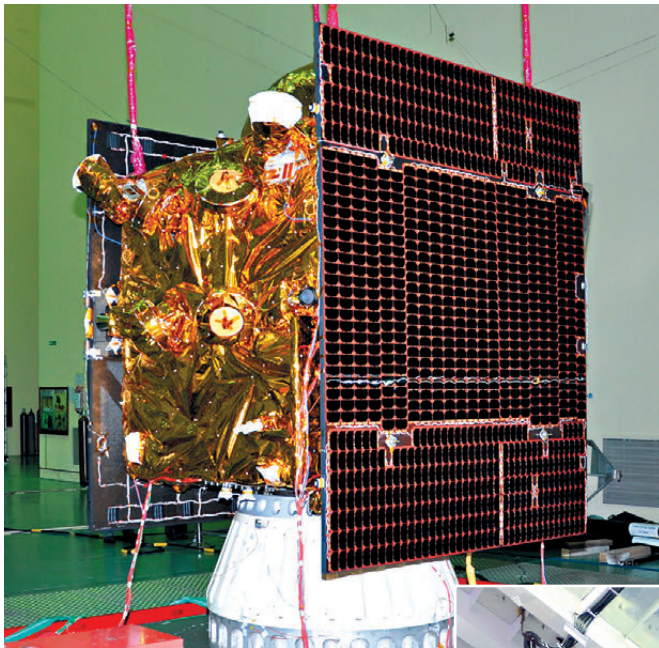
После успешного отделения были автоматически развернуты солнечные панели

В «тяжелом» варианте к первой ступени прикреплены шесть 12-тонных твердотопливных ускорителей PSOM-XL, которые отличаются от тех, что используются в стандартном (менее мощные PSOM по 9 тонн), а в CA вообще не имеет ускорителей.

Все аппараты IRNSS выводились с помощью PSLV-XL.

Вторая стартовая площадка (Second Launch Pad, SLP) построена в начале 2000-х и впервые была использована для выведения спутника Cartosat ракетой PSLV в мае 2005 г. С тех пор PSLV летают как с первой (First Launch Pad), так и со второй площадки. Ракеты, запускаемые с SLP, собираются вертикально заранее и на мобильной платформе транспортируются по железнодорожным путям на стартовый комплекс, тогда как на FLP они монтируются на месте.





IRNSS-1F, и Центр управления полетами IRSO в Хасане (штат Карнатака) установил контроль над аппаратом. В течение следующих четырех дней были проведены маневры: один в перигее и три в апогее, для которых использовался основной жидкостный двигатель спутника LAM (Liquid Apogee Motor):

- 11 марта в 16:16 по местному времени – для поднятия апогея; длительность – 1197 сек; результат: орбита – 318.5×35828 км, наклонение – 17.86°, период – 634 мин;

- 12 марта в 07:57:54 – для поднятия перигея; длительность – 1918.5 сек; результат: орбита – 9831×35737 км, наклонение – 9.75°, период – 826 мин;

- 13 марта в 11:32 – для поднятия перигея; длительность – 447 сек; результат: орбита – 35355×35729 км наклонением 5.27° и периодом 1373 мин;

- 14 марта в 11:52:44 – для поднятия перигея; длительность – 78.8 сек; результат: орбита – 35605×35749 км наклонением 5.10° и периодом 1430.5 мин.

Уже 22 марта спутник был стабилизирован в точке 32.5° в.д. и, по сообщению IRSO, 30 марта после четырех успешных коррекций и завершения необходимых проверок введен в строй.

### Совсем скоро – в полном составе

Штатный состав индийской навигационной системы – семь аппаратов в пяти орбитальных позициях: три – на квазистационарных орбитах в точках 32.5°, 83° и 131.5° в.д. и четыре – на двух наклонных геосинхронных с центрами над 55° и 111.75° в.д. (на каждой «восьмерке» по паре спутников). Такая группировка гарантирует, что пользователи в Индии и в прилегающих районах до 1500 км от ее границ все время будут иметь сигналы по крайней мере с четырех КА, что позволяет определить положение приемника. Кроме того, IRSO предусматривает возможность вывести на орбиту еще четыре дополнительных КА.

IRNSS-1A, -1B, -1C, -1D и -1E стартовали 2 июля 2013 г., 4 апреля 2014 г., 16 октября



2014 г., 28 марта 2015 г. и 20 января 2016 г. соответственно. Сейчас они успешно функционируют в своих орбитальных позициях: IRNSS-1A и IRNSS-1B – на наклонной геосинхронной с центром 55° в.д., IRNSS-1C – на квазигеостационарной с точкой стояния 83° в.д., IRNSS-1D и IRNSS-1E – на наклонной геосинхронной над 111.75° в.д. Таким образом, к марту 2016 г. были заняты все точки, кроме двух крайних квазигеостационарных, и в одну из них – 32.5° в.д. – теперь доставлен IRNSS-1F. Апрельский IRNSS-1G, разумеется, пойдет в позицию 131.5° в.д.

Все спутники IRNSS созданы на платформе I-1K, стартовая масса составляет 1425 кг (сухая масса – 598 кг, топливо – 827 кг). Двигательная система включает в себя основной ЖРД LAM на двухкомпонентном топливе (азотный тетроксид и несимметричный диметилгидразин) тягой 100 фунтов (440 Н) и 12 небольших двигателей с тягой по 5 фунтов (22 Н), входящих в состав системы управления ориентацией. В рабочем режиме трехосную ориентацию обеспечивают маховики и магнитные катушки (для разгрузки первых), а ее определение осуществляется с помощью звездных и солнечных датчиков. Общая мощность двух солнечных батарей КА – 1660 Вт. Энергия запасается в аккумуляторной батарее емкости 90 А·ч.

Основная полезная нагрузка включает, во-первых, навигационную аппаратуру, пе-

редающую навигационные сигналы, высокую точность которых обеспечивают «атомные часы» – рубидиевый стандарт частоты, и, во-вторых, оборудование для определения дальности и вычисления параметров орбиты, состоящее из транспондера С-диапазона и лазерных угловых отражателей (Corner Cube Retro Reflector). Расчетный срок службы аппаратов составляет 12 лет.

IRNSS является независимой космической навигационной системой, предоставляющей два типа услуг: стандартный сервис SPS (Standard Positioning Service), доступный всему населению, и специальный RS (Restricted Service) для авторизованных пользователей. Сигналы передаются в диапазонах L5 (1176.45 МГц) и S (2492.08 МГц).

Наземный сегмент представляет собой 18 станций, ответственных за управление КА, определение дальности, расчет орбит, закладку эфемерид и контроль сигналов и текущего состояния навигационной системы, и эту сеть планируется расширять. Индийскими компаниями разрабатываются и выпускаются специальные двухчастотные навигационные приемники для сигналов IRNSS, совместимые с другими системами (GPS, ГЛОНАСС, Galileo), и мобильные приложения.

«Успешный запуск IRNSS-1F является достижением, которым все мы очень гордимся. Я отдаю честь тяжелой работе наших ученых и ISRO», – заявил премьер-министр Индии Нарендра Моди (Narendra Modi).

«Мы уже приступили к подготовке запуска завершающего аппарата системы IRNSS, – сообщил директор Космического центра имени Викрама Сарабхаи К.Сиван (K.Sivan). – В этом же году мы готовим захватывающую миссию первого выведения индийского спутника тяжелой ракетой GSLV Mk.III D1».

Первый старт третьей версии GSLV намечается в конце года. До этого, примерно в августе, будет запущена GSLV Mk.II. Еще раньше должны состояться два старта PSKV со спутниками Cartosat-2C и Resourcesat-2A.

По материалам ISRO



# ExoMars уже в пути

Д. Бецис специально  
для «Новостей космонавтики»

**14** марта в 12:31:41.981 ДМВ (09:31:42 UTC) с ПУ № 39 площадки № 200 космодрома Байконур стартовые команды ГК «Роскосмос» осуществили пуск ракеты-носителя «Протон-М» (8К82КМ № 93560) с разгонным блоком (РБ) «Бриз-М» (14С43 № 99560) и космическим аппаратом проекта ExoMars 2016 в рамках совместной программы Европейского космического агентства (ЕКА) и Роскосмоса.

Отделение КА от РБ произошло в 23:15 после окончательного выхода на отлетную траекторию. Межпланетной станции, включающей орбитальный модуль Trace Gas Orbiter (TGO) и демонстрационный посадочный модуль EDM Schiaparelli («Скиапарелли»), дали в каталоге Стратегического командования (СК) США номер **41388** и обозначение **2016-017А**. «Бриз-М», также выведенный на траекторию перелета к Марсу, получил номер **41389** и обозначение **2016-017В**, а оставшийся на околоземной орбите топливный бак – номер **41390** и обозначение **2016-017С**.

Расчетная циклограмма выведения приведена в таблице.

Два прибора из четырех на борту TGO созданы в Институте космических исследований (ИКИ) РАН. Научная программа миссии продолжает дело, начатое аппаратом Mars Express, который уже 12 лет работает на орбите вокруг Марса и также является плодом сотрудничества европейских и рос-

Циклограмма выведения  
КА ExoMars 2016 на траекторию  
перелета к Марсу 14–15 марта 2016 г.

Время (ДМВ)	Этапы
12:31:42	Старт
12:33:42	Отделение первой ступени РН «Протон-М»
12:37:09	Отделение второй ступени РН «Протон-М»
12:37:29	Сброс головного обтекателя
12:41:24	Отделение головного блока (РБ «Бриз-М» и КА ExoMars 2016)
12:42:58	1-е включение РБ «Бриз-М», формирование опорной орбиты
14:09:46	2-е включение РБ «Бриз-М», переход на промежуточную орбиту
16:23:58	3-е включение РБ «Бриз-М», выход на переходную орбиту
22:47:52	4-е включение РБ «Бриз-М», переход на отлетную траекторию КА
23:13:01	Отделение КА ExoMars, начало перелета к Марсу
00:28	Первый прием радиосигнала на наземной станции в Малинди (Кения)
01:01	Передача первой тестовой команды на КА

сийских космических организаций (НК № 8, 2003). Приборы на КА ExoMars имеют лучшую чувствительность и пространственное разрешение и позволяют на новом уровне рассмотреть вопрос, возможна ли жизнь на Марсе сейчас и была ли она в прошлом.

## Точнее, чем ожидалось

14 марта на Байконуре было пасмурно. Ровно в назначенное время ракета поднялась над степью, распугав сусликов и сорок, и всего через несколько секунд скрылась в облаках.

На траекторию полета к цели ExoMars 2016 выводился в течение 12 часов, которые стали очень волнительными, особенно для тех, кто помнил неудачи «Марса-96» и «Фобос-Грунта». В предыдущий раз РН «Протон»

запускала межпланетную миссию в ноябре 1996 г. с использованием разгонного блока типа ДМ (и тогда «Марс-96» не смог выйти на траекторию полета к Марсу). Сегодняшний пуск отличался тем, что использовался модернизированный «Протон-М» с разгонным блоком «Бриз-М», который работал дольше, чем обычно, по уникальной циклограмме выведения, которая использовалась впервые.

Однако все прошло точно по плану, и никаких сложностей не возникло. Первая, вторая и третья ступени носителя отработали, отделились и вошли в плотные слои атмосферы в заданных районах, а головной блок – РБ «Бриз-М» и КА ExoMars – благополучно достиг суборбитальной траектории с наклоном 51.55°. Первое включение двигателя «Бриза-М» обеспечило доведение на опорную орбиту, за ним последовали еще три разгонных импульса вблизи перигея орбиты:

- ◆ 1-е включение на 269 секунд – выход на опорную круговую орбиту 182×182 км, наклоном 51.55° и периодом 87 мин 59 сек;

- ◆ 2-е включение продолжительностью 1083 сек – выход на промежуточную орбиту 299×5278.9 км, наклоном 51.58° и периодом 145 мин 25 сек;

- ◆ 3-е включение продолжительностью 871 сек – выход на переходную орбиту 699×21085.7 км, наклоном 51.55° и периодом 376 мин 14 сек;

- ◆ 4-е включение продолжительностью 749 сек вывело аппарат на отлетную траекторию, которую формально можно рассматривать как незамкнутую околоземную орбиту с перигеем 757.6 км и наклоном 51.56°.



Фото С. Сергеева

Блок дополнительных топливных баков «Бриза» был сброшен после третьего включения и найден средствами СК США на орбите, очень близкой к расчетной. Четвертый импульс также был отработан очень точно.

В 20:12:45 UTC, на 16 секунд раньше плана, на высоте около 4900 км произошло отделение КА от «Бриза-М». Через некоторое время двигатель разгонного блока включился еще раз и выдал импульс увода (около 5 м/с), изменив траекторию РБ так, чтобы свести к нулю шанс столкновения с космическим аппаратом или воздействия на него при пассивации. И очень кстати: семь часов позже, около 03:00, на обсерватории в Бразилии был заснят «Бриз-М», который сопровождали еще шесть слабых объектов – очевидно, отделившиеся от него фрагменты.

А тем временем комплекс TGO+EDM выполнил разворот к Солнцу и закрутку вокруг оси, направленной на него. В 21:28:26 был включен передатчик на TGO, и его сигнал приняла на двухметровую антенну итальянская наземная станция Малинди в Кении, подтвердив ожидаемое состояние борта.

С этого момента аппарат взял на управление европейский ЦУП в Дармштадте (ESOC,

Германия), осуществляя связь сначала через Малинди, затем через 15-метровые антенны Маспаломас (Испания) и Куру (Французская Гвиана), а с удалением аппарата от Земли – через станции дальней космической связи в Австралии (Нью-Норсия) и Аргентине (Маларгуэ). В соответствии с программой операторы отследили раскрытие панелей солнечных батарей и выдали на борт тестовую команду, которая благополучно прошла. Начались траекторные измерения.

Первый этап миссии – запуск и первичные операции – продолжался трое суток. Связь с КА поддерживалась через широконаправленную антенну (Low Gain Antenna); основная остронаправленная антенна была переведена в безопасное положение. Ориентация аппарата поддерживалась на гироскопах. Солнечные и звездные датчики работали штатно. Было выполнено одно тестовое включение двигателей в рамках штатных проверок. Научные приборы не включали, но их температура оставалась в безопасных пределах.

17 марта в 19:00 UTC первый этап завершился и начался двухнедельный этап ввода аппарата в эксплуатацию. Примерно на

седьмые сутки после старта (21 марта) планировалась первая коррекция траектории КА с помощью его двигателя, однако измерения показали, что «Бриз-М» вывел аппарат с такой высокой точностью, что в ней нет необходимости.

На этапе комплексной проверки научной аппаратуры 5 и 6 апреля прошли первые включения российских приборов на TGO – спектрометров и нейтронного детектора. 7 апреля включили камеру высокого разрешения CaSSIS, которая передала первый снимок космического пространства. Анализ данных показал, что приборы успешно перенесли нагрузки при взлете и первые три недели перелета к Красной планете.

### Научные задачи

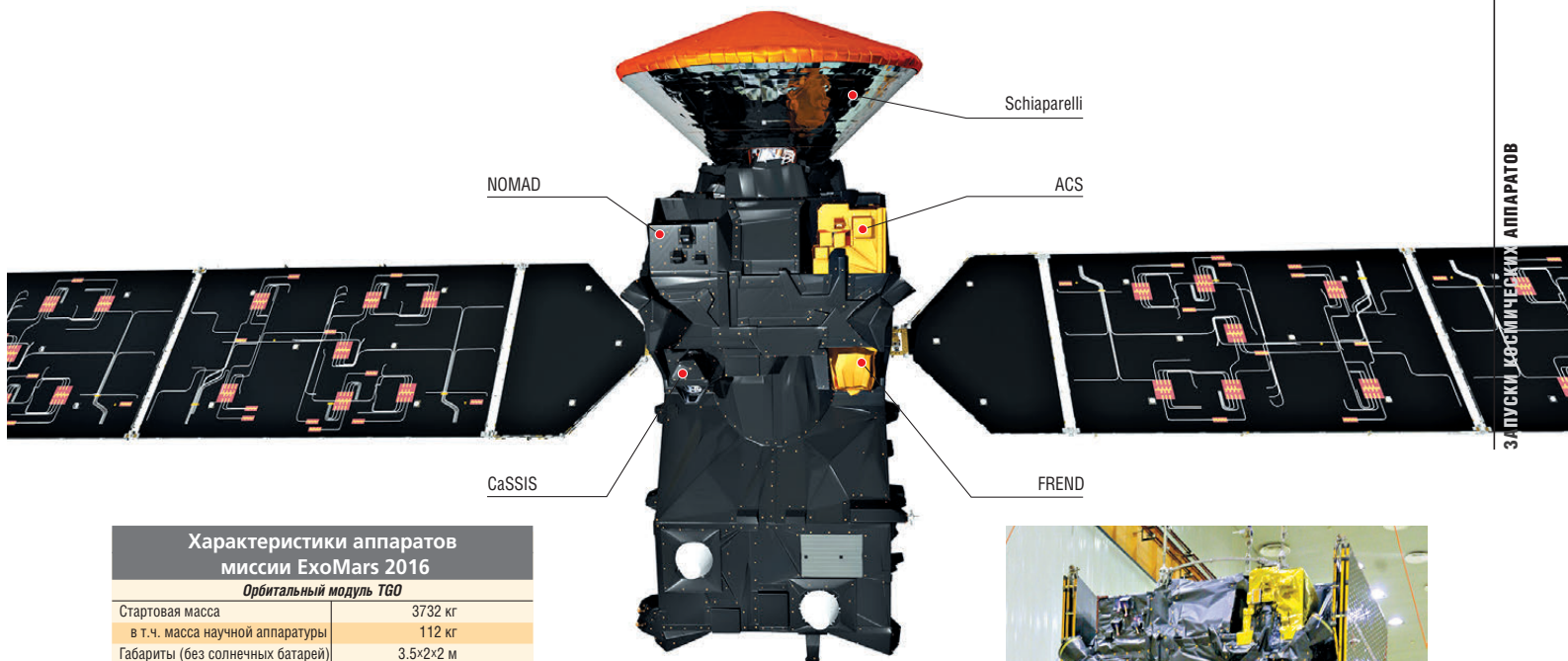
ExoMars – совместный проект ЕКА и Роскосмоса по исследованию Марса, его поверхности, атмосферы и климата. Он открывает новый этап космических исследований для Европы и России. Главной задачей проекта является поиск признаков жизни на Марсе.

Предыдущие исследования породили ряд вопросов, и один из самых интригующих – происхождение обнаруженного в ат-



Фото С. Сергеева





### Характеристики аппаратов миссии ExoMars 2016

#### Орбитальный модуль TGO

Стартовая масса	3732 кг
в т.ч. масса научной аппаратуры	112 кг
Габариты (без солнечных батарей)	3,5×2×2 м
Вырабатываемая мощность	2000 Вт
Солнечные батареи	Размах 17,5 м, площадь 20 м <sup>2</sup> , фотоэлементы на арсениде галлия с тройным переходом
Аккумуляторы	Две литий-ионные батареи общей емкостью ~5100 Вт·ч
Ориентация	Солнечные датчики, два звездных датчика, четыре маховика (момент импульса 23 Н·м·с), разгрузка с помощью ЖРД
Двигательная установка	Маршевый двигатель S400-15 на двухкомпонентном топливе (монометилгидразин+окислы азота MON1) тягой 424 Н для основных маневров, 20 двигателей S10-18 системы реактивного управления тягой по 10 Н
Связь с Землей	Остронаправленная антенна X-диапазона диаметром 2,2 м, передатчик 65 Вт
Связь с марсоходами и посадочными модулями	Три УКВ-ретранслятора (предоставлены NASA) с одной спиральной антенной

#### Посадочный модуль Schiaparelli

Размер (диаметр) без теплового щита	1,65 м
Диаметр теплового щита	2,4 м
Высота	1,8 м
Масса	600 кг
Диаметр парашюта	12 м
Связь с орбитальным модулем	Две антенны УКВ-диапазона
Двигательная установка	Три группы по три двигателя на гидразине (400 Н каждый)
Срок активного существования	Несколько суток
Место посадки	Равнина Меридиана, 2° ю. ш., 6° з. д., посадочный эллипс 30×200 км

мосфере метана. На Земле он является почти исключительно продуктом биологических процессов, лишь малая часть его может быть образована вулканической или гидротермальной активностью. Помимо метана, будут изучаться и другие газовые примеси, их количество и источники.

Вслед за первой миссией планируется второй этап проекта ExoMars с запуском 2018 г., в рамках которого на поверхность Марса будет доставлена российская посадочная платформа с европейским автоматическим марсоходом на борту. Два прибора для этой миссии также готовятся в ИКИ РАН. В рамках проекта ExoMars создается объединенный европейско-российский наземный комплекс приема данных и управления межпланетными миссиями.

Аппараты миссии ExoMars 2016 послужат решению ряда научных задач:

- ❖ Исследовать состав атмосферы и климат планеты с орбиты, включая измерение количества и распределения метана в атмосфере;

- ❖ Изучать возможный вулканизм Марса, измеряя содержание вулканических газов;
- ❖ Изучать распространенность воды в подповерхностном слое с большей детальностью, чем на Mars Odyssey;
- ❖ Определить, являются ли условия на поверхности Марса теоретически пригодными для существования жизни;
- ❖ Разведать районы посадки;
- ❖ Провести мониторинг радиационной обстановки на пути к Марсу, на орбите и поверхности планеты.

На орбитальном модуле TGO установлены уникальные инструменты, предназначенные для детального анализа состава марсианской атмосферы, в частности таких примесей, как метан, водяной пар, двуокись азота и ацетилен, присутствие которых даже в малых (менее 1%) концентрациях может указывать на наличие активных биологических или геологических процессов. TGO также будет снимать элементы рельефа, которые могут являться источниками газовых примесей (вулканы, гейзеры).

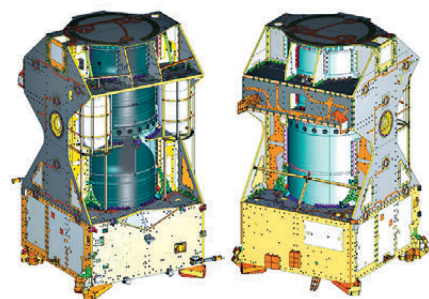
Особый интерес к метану объясняется тем, что, согласно предыдущим исследованиям, его концентрация в атмосфере изменяется в зависимости от местоположения и времени. А так как это соединение недолговечно в геологических масштабах и распадается под действием солнечного ультрафиолетового излучения, то его присутствие означает наличие активного источника.

Спектрометры на орбитальном модуле будут также предоставлять данные о сезонных изменениях температуры и состава атмосферы, аэрозолей, облаков – все это нужно для создания подробных моделей климата планеты. Картирование водорода с орбиты с высоким пространственным разрешением поможет в обнаружении подповерхностных отложений водяного льда. Выявленные таким образом интересные места и источники газовых примесей могут стать потенциальными районами посадки будущих миссий.

Модуль Schiaparelli тоже имеет научные задачи, несмотря на то, что предназначен главным образом для отработки технологии посадки. Во время своего короткого шести-



▲ TGO в МИКЕ космодрома Байконур



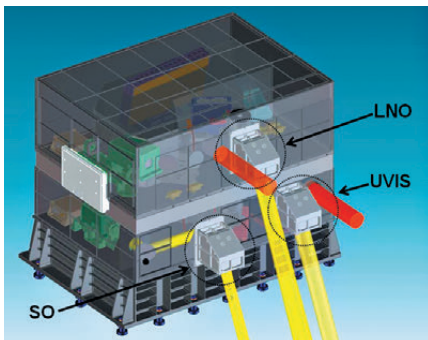
▲ Конструкция TGO была изготовлена немецкой компанией OHB System

минутного спуска и в течение нескольких суток на поверхности Марса комплекс датчиков будет анализировать параметры внешней среды, в том числе проведет первые (!) измерения заряда атмосферных частиц. Это поможет понять механизм зарождения глобальных пылевых бурь на Марсе.

### Инструменты TGO

**NOMAD (Nadir and Occultation for Mars Discovery)** включает в себя три спектрометра – два инфракрасных и один ультрафиолетовый – и предназначен для идентификации компонентов атмосферы с высокой чувствительностью. Он может работать как в режиме солнечного просвечивания, так и в прямых надирных наблюдениях.

Измерение спектра солнечного света в широком диапазоне длин волн – инфракрасном (2,2–4,3 мкм), ультрафиолетовом и



▲ Инструмент NOMAD

видимом (0.2–0.65 мкм) – позволит обнаруживать компоненты с низкой концентрацией и строить пространственно-временную карту их распределения.

В то время, когда аппарат выходит из тени или входит в тень, прибор смотрит на Солнце последовательно сквозь разные слои атмосферы. Такой метод, называемый солнечным просвечиванием (затмением), позволит не просто измерить полное содержание интересующих элементов, а построить вертикальный профиль их концентрации.

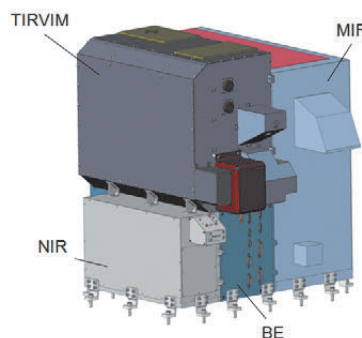
При этом каждую секунду NOMAD снимает до шести небольших участков полного спектра. Это позволяет наблюдать несколько различных молекул-мишеней, которые поглощают на разных длинах волн. Во время всего сеанса длительностью около 5 минут на каждой длине волны может быть измерено до 300 спектров, по которым, в зависимости от уровня пыли, восстанавливается профиль состава атмосферы от ее верхней части почти до поверхности.

В надирных наблюдениях NOMAD будет регистрировать солнечный свет, отраженный от поверхности и атмосферы Марса, глядя вниз под прямым углом. В таком режиме он оказывается чувствительным к более низким уровням освещенности. Вместе с составом атмосферы также можно изучать особенности поверхности, например льды и вечную мерзлоту. Такие сеансы наблюдений будут проводиться в среднем каждые 3–4 часа (солнечный день на Марсе, составляющий 24 часа 39 минут) в разное местное время по всей планете.

В УФ и видимом диапазоне каждую секунду будет сниматься изображение по всему участку спектра – от 200 до 650 нм, охватывая наиболее подробную информацию о некоторых интересных молекулах, таких как озон, серная кислота, а также об атмосферных аэрозолях.

NOMAD разработан в Бельгийском институте космической астрономии в Брюсселе. В создании прибора участвовали организации Испании, Италии, Великобритании, Канады и США.

**ACS (Atmospheric Chemistry Suite)** – комплекс для изучения химии атмосферы, состоящий из трех спектрометров и блока электроники. Спектрометры будут зондировать атмосферу Марса в разных режимах: в затменном и при дневных и ночных наблюдениях в надир, когда регистрируется отраженный солнечный свет и собственное излучение планеты. По характерным особенностям полученных спектров можно узнать, какие вещества составляют атмосферу, определить их концентрацию и распределение по высоте, и в этой работе результаты ACS и NOMAD будут дополнять друг друга.



Основные параметры ACS

Режимы наблюдений	
Солнечные затмения	Все приборы
Дневные надирные наблюдения	TIRVIM и NIR
Ночные надирные измерения	TIRVIM
Характеристики	
Масса	33.3 кг
Потребление	50 Вт
Спектральный диапазон	0.7–17 мкм
Объем передаваемых данных	1.6 Гбит в сутки

Спектрометры в составе ACS используют многие технические решения, отработанные во время предшествующих космических миссий и экспериментов: Spicam (на КА Mars Express), «Русалка» (МКС, 2009–2011 гг.), ПФС («Марс-96», Mars Express и Venus Express, 2005–2015 гг.). От предшественников комплекс ACS отличается более высоким спектральным разрешением и чувствительностью.

Среди других целей эксперимента – определение концентрации малых составляющих атмосферы, в том числе метана, с чувствительностью до одной частицы на триллион в объеме, исследование распределения отношения дейтерия к водороду (D/H)

в атмосферной воде, регистрация других соединений кислорода с водородом: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, OH, HO<sub>2</sub>, построение тепловых карт Марса, карт распределения аэрозолей (пылевых и ледяных), водяного пара.

В комплекс входят три спектрометра:

◆ NIR (Near-IR) – эшелле-спектрометр ближнего инфракрасного диапазона (0.7–1.6 мкм) высокого разрешения, предназначен для мониторинга вертикальных профилей и распределения водяного пара, исследования дневного свечения молекулярного кислорода, поиска ночных свечений, вызываемых фотохимическими процессами в атмосфере Марса.

NIR сочетает технику эшелле-спектрометра и акустооптического перестраиваемого фильтра (AOTF, Acousto-Optic Tunable Filter), который разделяет порядки дифракции. Спектральное разрешение прибора составляет ~20 000, причем прибор может одновременно вести запись спектров высокого разрешения в широком диапазоне длин волн. Его отличают малые габариты, низкое энергопотребление и высокая надежность из-за отсутствия движущихся механических частей.

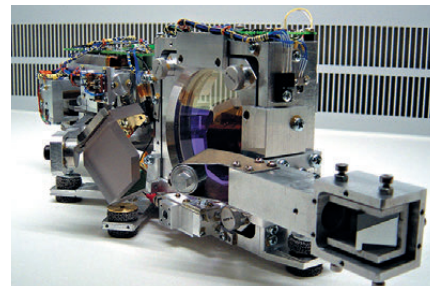
◆ MIR (Mid-IR) – эшелле-спектрометр среднего инфракрасного диапазона (2.3–4.2 мкм) для измерения содержания метана, отношения дейтерия к водороду, поиска малых составляющих атмосферы и исследования аэрозолей.

Прибор представляет собой эшелле-спектрометр со скрещенной дисперсией. Угловые дисперсии эшелле-решетки и сканирующей дифракционной решетки ориентируются во взаимно перпендикулярных направлениях, при этом на детекторе спектры соседних порядков эшелле располагаются друг над другом, обеспечивая одновременное измерение спектра в широком диапазоне, покрывая в одном кадре спектральный интервал шириной до 300 нм. Это позволяет отображать различные атмосферные газы одновременно.

Высокое спектральное разрешение (~50 000) и хорошее отношение сигнал/шум (~5000 без учета усреднения) позволит при затменных наблюдениях достичь предела детектирования метана 20–50 частей на миллиард.

◆ TIRVIM – Фурье-спектрометр теплового инфракрасного диапазона (1.7–17 мкм), который работает по принципу V-образного интерферометра (двойной маятник). Эта идея продолжает инициативу Василия Ивановича Мороза, создателя школы исследований планет в ИКИ в 1968–2004 гг., который впервые ввел Фурье-спектрометры в эту область космической науки и значительно способствовал их развитию.

▼ Фурье-спектрометр TIRVIM



Прибор имеет апертуру 50 мм и охлаждаемый детектор. Он тоже может работать в двух различных режимах: наблюдений в надира, на дневной и ночной стороне, и в режиме солнечных затмений. В первом измеряются профили температуры в атмосфере (по полосе углекислого газа 15 мкм), содержащих малых составляющих и аэрозолей. Во втором ведется мониторинг пыли, облаков и температуры поверхности, картирование метана в полосе 3.3 мкм.

Все приборы в составе ACS разработаны в ИКИ РАН. В подготовке эксперимента также принимали участие организации Франции (Лаборатория исследований атмосферы, окружающей среды и космоса LATMOS Национального центра научных исследований CNRS), Германии, Италии.

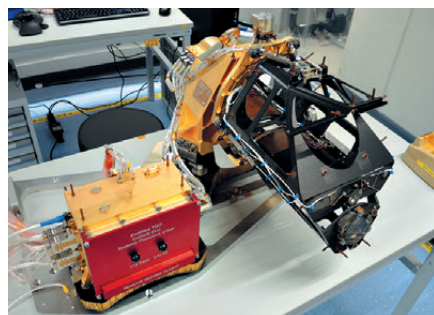
В соответствии с программой миссии 5 апреля впервые после старта спектрометрический комплекс ACS перевели в штатный рабочий режим, питание было подано на электронику управления комплекса и все узлы приборов. Для проверки функционирования по командам с Земли проведено более десяти различных тестовых сеансов работы каждого из трех спектрометров. По итогам анализа служебной телеметрии и научных данных замечаний к аппаратуре нет, выполнение команд, объем получаемых данных и их содержание соответствуют требованиям и ожиданиям.

**CaSSIS (Colour and Stereo Surface Imaging System)** – система цветной стереоскопической съемки поверхности, которая будет рассматривать места, являющиеся потенциальными источниками газовых примесей, и искать динамические поверхностные процессы, например сублимацию, эрозию или вулканизм. Прибор будет также использоваться для подбора потенциальных мест посадки, предоставляя данные о деталях рельефа и других возможных опасностях.

Источники газовых примесей, которые могут обнаружить NOMAD и ACS, будут тщательно фотографироваться системой CaSSIS с разрешением на поверхности порядка 5 м. Стереоскопическая реконструкция позволит достичь вертикального разрешения около 6 м.

Прибор расположен на той стороне аппарата, которая всегда обращена к Марсу. Стереозображения получаются при съемке одного и того же участка поверхности с разных углов во время орбитального пролета. Поскольку аппарат будет вращаться вокруг оси, поддерживающей ориентацию солнечных панелей, имеется специальный приводной механизм, который должен компенсировать вращение относительно вертикальной оси во время съемки.

#### ▼ Стереоскопический инструмент CaSSIS



Характеристики прибора CaSSIS	
Телескоп	Трехзеркальный анастигмат
Фокусное расстояние	880 мм
Апертура	135 мм
Угловое разрешение	5 мкрад (1")
Поле зрения телескопа	1.34x0.88°
Полосы длин волн	Ran (центр 650 нм, ширина 250 нм); ИК (центр 950 нм, ширина 150 нм); ближний ИК (центр 850 нм, ширина 120 нм); синий-зеленый (центр 475 нм, ширина 150 нм)

Тот же механизм, собственно, и обеспечивает получение стереопары: камера поворачивается на 10° вперед по ходу движения, получает первое изображение, затем поворачивается на 180° и под углом 10° назад делает второе. Оптимальное соотношение сигналов реализуется при одинаковых условиях освещенности во время первой и второй съемки.

Блок электроники прибора установлен отдельно на аппарате, рядом с телескопом.

Система разработана Бернским университетом в Швейцарии с участием организаций из Италии и Польши.

7 апреля 2016 г. в процессе проверки работоспособности оборудования камеру CaSSIS первый раз включили и получили снимок космического пространства – композицию из двух кадров выбранного в случайном порядке участка космоса в направлении южного полюса небесной сферы, сделанных с небольшим смещением. Во время съемки был задействован поворотный механизм камеры.

Обработка снимка показала, что и камера, и механизм наведения работают хорошо. «Первое включение камеры прошло гладко, – сообщил научный руководитель эксперимента Николая Тома из Бернского университета. – Хотя камера и не предназначена для съемки далеких звезд, первые изображения выглядят очень обнадеживающими. Все указывает на возможность получить хорошие данные на Марсе».

**FREND (Fine Resolution Epithermal Neutron Detector)** – детектор эпитепловых нейтронов с высоким разрешением, предназначенный для регистрации и картографирования потоков нейтронов от поверхности Марса. Эти данные позволяют судить о содержании водорода и, как следствие, воды и водяного льда в приповерхностном слое глубиной до одного метра. Карты распространности водорода важны для выбора мест посадки будущих марсианских миссий.

Прибор FREND создан в Отделе ядерной планетологии ИКИ РАН и во многом похож на своих предшественников – приборы HEND и LEND для миссий NASA Mars Odyssey (запуск 2001 г., исследование Марса, *HK* №6, 2001) и Lunar Reconnaissance Orbiter (запуск 2009 г., исследования Луны, *HK* №8, 2009).

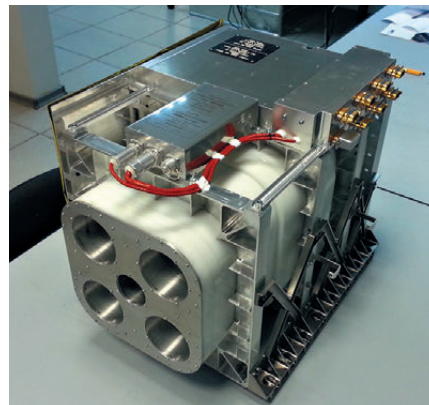
За 13 лет работы HEND на орбите Марса были построены подробные карты нейтронных потоков и, как следствие, содержания водорода в приповерхностном слое. Но его пространственное разрешение составляет порядка 300 км, что недостаточно для подробного и детального изучения распределения приповерхностного водорода.

Чтобы сузить поле зрения нейтронного детектора, необходимо поместить его внутрь коллиматора – экрана, который будет поглощать нейтроны, прилетающие по

направлениям, отличным от надира. Такой коллиматор был применен в приборе LEND, что позволило повысить пространственное разрешение до 5 км.

FREND объединил лучшие характеристики обоих приборов. Он будет строить карты потоков нейтронов и содержания водорода в приповерхностном грунте с пространственным разрешением 40 км. Можно будет сравнить потоки нейтронов от поверхности в зависимости от сезона, сопоставить данные орбитальных измерений с данными аналогичных приборов других миссий, орбитальных и посадочных.

Другая задача прибора заключается в мониторинге радиационной обстановки на орбите вокруг Марса, потоков нейтронов и заряженных частиц в периоды активного и спокойного Солнца. Изучение состояния геиосферы на трассе перелета к Марсу и на марсианской орбите, определение вкладов разных типов частиц (электронов, протонов и других) в радиационную дозу чрезвычайно важно для планирования будущих миссий, в том числе пилотируемых.



#### Основные параметры прибора FREND

Масса	36 кг
Потребление	14 Вт
Габариты	465×380×370 мм
Диапазон энергий	0.4–500 кэВ (нейтроны) и 0.5–10 МэВ (частицы)
Разрешение по времени	От 1 сек
Разрешение на поверхности	~40 км
Разрешение по глубине	~1 м
Энергетическое разрешение	Не хуже 100 кэВ (в диапазоне 100 кэВ – 8 МэВ); не хуже 350 кэВ (8–70 МэВ)
Объем передаваемых данных	50 Мбит в сутки

Конструкция прибора включает в себя детекторы – четыре пропорциональных счетчика, наполненных гелием-3 (<sup>3</sup>He) под давлением в 6 атм. Они регистрируют нейтроны с энергиями в диапазоне 0.4–500 кэВ. Каждый из детекторов ведет независимое накопление отсчетов, что улучшает статистику измерений и повышает отказоустойчивость прибора.

Пятым датчиком является сцинтилляционный счетчик на основе кристалла стиблена, который используется для регистрации высокоэнергетических нейтронов и других частиц с энергиями 0.5–10 МэВ. Защита от антисовпадений будет отделять сигнал нейтронов от заряженных частиц высоких энергий.

Коллимационный модуль, внутри которого располагаются все пять детекторов, сужает поле зрения прибора до пятна диаметром 40 км на поверхности Марса с круговой орбиты высотой 400 км. Наружный слой коллиматора выполнен из полиэтилена

высокой плотности, внутренний – из порошка обогащенного бора ( $^{10}\text{B}$ ). Нейтроны, попадающие на стенки коллиматора, сначала затормаживаются в полиэтилене, содержащем большое количество атомов водорода, а затем, уже замедленные, попадают в слой  $^{10}\text{B}$  и поглощаются.

Дозиметрический модуль «Люлин-МО», разработанный Институтом космических исследований и технологий Болгарской академии наук, будет проводить мониторинг радиационной обстановки на орбите планеты. Он состоит из двух телескопов, каждый из которых содержит по два кремниевых полупроводниковых детектора (чувствительная площадь –  $2\text{ см}^2$ ).

6 апреля 2016 г. в 09:25 по московскому времени FRENД был включен впервые после запуска 14 марта, прошел проверки на обеих шинах питания и во всех своих конфигурациях в последующие 8 часов сеанса связи. Работа детекторов штатная, прибор в данный момент регистрирует галактические космические лучи.

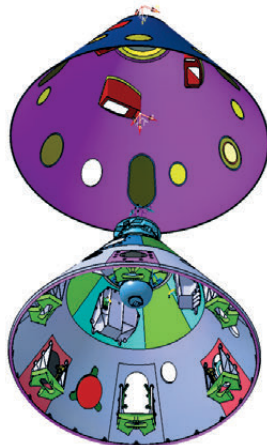
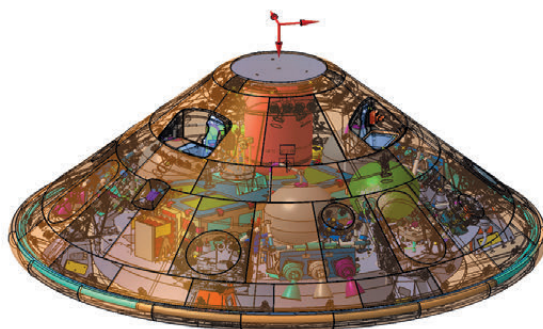
По мере поступления с борта информация становится доступной специалистам, находящимся в ESOC, а также внешним абонентам посредством специализированной системы распространения данных DDS (Data Dissemination System). Средства наземного научного комплекса (ННК), расположенные в ИКИ РАН и подключенные к этой системе, получают информацию практически в темпе приема. Благодаря этому разработчики российских приборов, не присутствующие в ESOC, могут анализировать информацию непосредственно на своих рабочих местах.

### Посадочный модуль

На сегодняшний день посадка на Марс по-прежнему остается довольно сложной задачей, и в рамках миссии ExoMars предусмотрено испытание новых технологий, позволяющих осуществить управляемую посадку. Модуль Schiaparelli, известный также под техническим наименованием EDM (Entry, Descent and Landing Demonstrator Module), предназначен для отработки и демонстрации таких возможностей.

Модуль совершает полет к Марсу в пассивном режиме и активируется лишь за несколько часов до входа в атмосферу на высоте 122.5 км со скоростью 5800 м/с. Аэродинамический теплозащитный экран обеспечивает снижение скорости до 460 м/с на высоте 11 км, где вводится парашютная система.

Лобовой экран будет сброшен на высоте около 7 км, после чего произойдет включение радиовысотомера, измеряющего расстояние до поверхности, – это одна из экспериментальных технологий управляемого спуска. Полученные данные будут использованы для включения и управления ЖРД после сброса хвостового обтекателя и парашюта на высоте 1.3 км над поверхностью. В этот момент Schiaparelli будет двигаться со скоростью почти 75 м/с. С помощью тормозных двигателей его скорость снизится примерно до 0.5 м/с к тому моменту, и после их выключения аппарат совершит свободное падение на поверхность с высоты порядка 2 м. Удар будет амортизирован с помощью специаль-



ной сминаемой конструкции, установленной в донной части посадочного аппарата.

Несмотря на то, что спуск будет управляемым, модуль не оснащен системой наведения или увода от препятствий. Проектные характеристики позволяют ему осуществить посадку на поверхность с камнями до 40 см и склонами крутизной до  $12.5^\circ$ .

Schiaparelli выполнит посадку на Равнине Меридиана, причем в пределах его эллипса рассеяния находится место посадки американского марсохода Opportunity, работающего на Марсе уже 12 лет. Однако Schiaparelli предстоит работать на поверхности в лучшем случае несколько суток, и долгосрочной научной аппаратуры на нем нет. Электропитание в течение его короткой жизни будет обеспечиваться за счет аккумуляторных батарей.

Состав научной аппаратуры:

◆ DREAMS (Dust Characterisation, Risk Assessment, and Environment Analyser on the Martian Surface) – комплекс датчиков для измерения скорости и направления ветра на местности (MetWind), влажности (DREAMS-H), давления (DREAMS-P), температуры у поверх-

ности (MarsTem), прозрачности атмосферы (датчик освещенности солнечного излучения, SIS) и напряженности электрического поля (датчик атмосферного излучения и электричества, MicroARES).

Измерение электрических полей на поверхности Марса в сочетании с измерениями концентрации атмосферной пыли даст новые данные для понимания роли электрических сил в процессе поднятия пыли, того механизма, который инициирует пылевые бури. Электрические поля могут возникать при трении зерен друг о друга, и посадка в сезон пылевых бурь увеличивает шанс изучить эти процессы и их последствия.

◆ AMELIA (Atmospheric Mars Entry and Landing Investigation and Analysis) – датчики служебной информации, которые во время входа в атмосферу, спуска и посадки будут собирать данные об окружающей обстановке, такие как плотность и сила ветра. После определения фактической траектории спуска это поможет улучшить модель марсианской атмосферы.

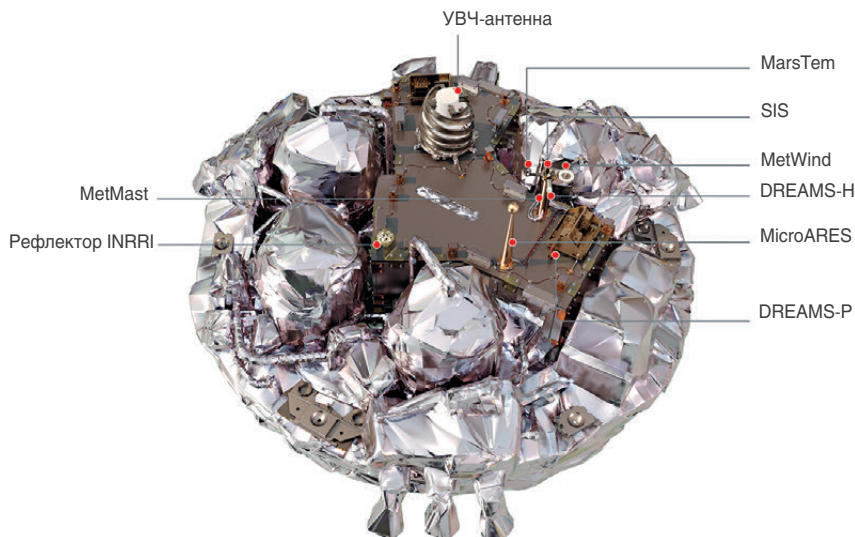
◆ COMARS+ представляет собой комбинированный комплекс научной аппаратуры, включающий аэротермодинамические и радиометрические датчики. Они будут проводить мониторинг тепловых потоков, возмещающих на хвостовом обтекателе модуля Schiaparelli при прохождении через атмосферу. Комплекс состоит из трех маленьких (22 мм в диаметре) комбинированных датчиков, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга, одного широкополосного радиометра и блока электроники. Масса всей аппаратуры – 1.73 кг, потребление – 4.5 Вт.

◆ DECA (Descent Camera) – камера, которая будет вести съемку на этапе спуска. Для этой цели использован запасной экземпляр камеры, установленной на космическом аппарате Herschel. Устройство массой 0.6 кг и размерами примерно  $9 \times 9 \times 9\text{ см}$  будет фотографировать марсианскую поверхность по мере приближения к месту посадки. По снимкам можно будет определить прозрач-

На посадочном модуле EDM Schiaparelli установлены три сферических топливных бака объемом 17.5 л, которые вмещают 15 кг гидразина каждый. Данные баки разработаны и изготовлены на предприятии израильского государственного концерна военной промышленности RAFAEL по заказу ЕКА. Основной продукцией RAFAEL являются системы вооружения, однако концерн занимается также выпуском двигательных установок, баков и арматуры для космических аппаратов.

На предприятии отделения Manor, расположенного под Хайфой, выпускается семь типовых баков для гидразина, ксенона и холодного газа, объем которых варьируется от 6 до 204 л. Топливные баки производства RAFAEL устанавливались на спутниковых платформах серии Myriad и Proteus, KA Prisma, Giove-B, Galileo IOV, Globalstar-2, O3b, Sentinel, Slosat-FLEVO, на возвращаемом аппарате IXV и на всех израильских спутниках.

Следует отметить, что это не первый случай, когда израильская аппаратура отправляется на Марс: на марсоходе Curiosity была установлена система охлаждения компании Ricor. – Л.Р.



ность атмосферы Марса и составить трехмерную модель рельефа поверхности в этой области, а также определить координаты точки посадки.

DECA начнет получать изображения вскоре после того, как Schiaparelli сбросит лобовой щит. Всего с интервалом 1.5 секунд будет сделано 15 снимков, которые будут храниться в локальной памяти. После посадки, во избежание повреждения данных электростатическим разрядом, прибор выждет несколько минут и затем передаст снимки в компьютер модуля, а тот – на Землю.

◆ INRRI предназначен для исследований, проводимых с помощью лазерного отражателя, при посадке и передвижении по поверхности. Рефлектор расположен на верхней стороне поверхности модуля. По нему орбитальные аппараты смогут находить Schiaparelli методом лазерной локации как во время его работы, так и в пассивном состоянии, когда он станет неподвижной точкой на поверхности Марса. Это может пригодиться для различных целей: от геодезии до проверок общей теории относительности, точно так же, как сейчас используются светотражатели, оставленные на Луне миссиями Apollo и «Луноходами».

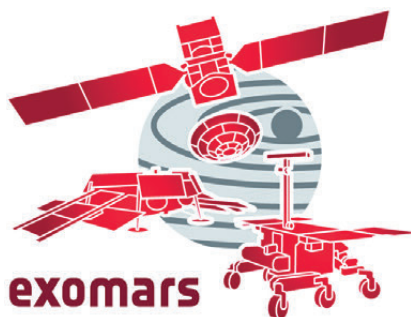
INRRI станет первым уголковым отражателем на Марсе! Он может быть полезен также для тестирования и диагностики лазерной связи между орбитой и поверхностью, для исследования атмосферных газов вокруг. По изменению отражательной способности INRRI ученые получат информацию о накоплении и удалении пыли.

Отражатель очень компактный и легкий. Алюминиевый корпус с восемью «окошками» из кварцевого стекла имеет форму купола диаметром около 54 мм. Общая масса – 25 г.

Линия связи с TGO обеспечит передачу важнейших оперативных данных, полученных во время спуска, в режиме реального времени. Вскоре после посадки Schiaparelli орбитальный аппарат начнет выполнять тормозной импульс для выхода на орбиту и вновь окажется над тем же местом лишь через четверо марсианских суток. Поэтому остальные данные, полученные в ходе спуска и посадки, будут ретранслироваться на Землю другими находящимися на орбите вокруг Марса аппаратами.

### История проекта: как все начиналось

Возможность осуществления европейской миссии исследования Марса рассматривалась с начала 1980-х, и первым таким аппаратом стал Mars Express, запущенный в июне 2003 г. Проект ExoMars планировался как специализированная посадочная миссия флагманского класса с целью биологической оценки марсианской среды и поиска признаков жизни в прошлом и настоящем. Для этого на Марс необходимо было доставить марсоход с комплексом научной аппаратуры Pasteur, названным в честь знаменитого микробиолога Луи Пастера. Проект был анонсирован в октябре 2002 г. Советом участников программы Aurora со сроком запуска летом 2009 г., причем следующей стадией европейской программы должна была стать доставка грунта с Марса (НК № 12, 2002).



Увы, более многострадальную миссию в истории планетных исследований припомнить трудно! Сначала годовая задержка с выделением финансирования на фазу В проекта заставила сдвинуть срок старта на осень 2011 г. В 2005 г. он был пересмотрен в сторону облегчения перелетного модуля, так как США предложили свое участие в проекте и организацию ретрансляции научных данных через специализированный американский спутник MTO. Основным средством запуска стал российский носитель «Союз-2.1Б».

Финансирование фазы В началось в ноябре 2005 г., однако очень скоро выяснилось, что комплекс «не завязывается» из-за значительного превышения по массе научной аппаратуры марсохода и вследствие неожиданного отказа США от создания спутника-ретранслятора. Теперь для запуска

орбитального и посадочного модулей нужно было или два «Союза», или одна Ariane 5, но денег на это не было. Пока шли поиски решения, осенью 2006 г. пуск пришлось отложить на ноябрь 2013 г.

В июне 2007 г. новая концепция по имени Enhanced ExoMars наконец была одобрена, комплекс «пересадили» на Ariane 5, а ретрансляцию доверили американским средствам за счет «ужатия» потока информации (НК № 3, 2009). Ровер, оснащенный стереокамерами, должен был работать в экваториальном районе около шести месяцев и каждый день преодолевать до 1 км. Полезная нагрузка Pasteur фокусировалась на поисках признаков жизни в прошлом или настоящем. Предполагалось бурение грунта на глубину до двух метров и последующий анализ проб. Инструменты десантного модуля включали метеостанцию, радар для зондирования поверхности, сейсмометр и др.

В марте 2008 г. команда проекта заявила о готовности перейти к детальной разработке перелетного аппарата и ровера. «В настоящее время мы выбрали базовую конфигурацию и готовы перейти к следующему этапу», – сказал менеджер проекта Дона МакКой (Don McCoy). Главным подрядчиком для изготовления КА выступила компания Thales Alenia Space в Турине, Италия, а ровера – компании Astrium UK (Великобритания) и Astrium GmbH (Германия), с 2013 г. вошедшие в состав группы Airbus.

В июне 2008 г. было подписано соглашение между ЕКА и Роскосмосом. Последний согласился поставить радиоизотопные нагреватели для ровера и разрешить заказ «Протона» для запуска, если в том возникнет необходимость. Вклад NASA сводился к некоторому участию в научной программе и в предоставлении каналов связи с Землей.

На этот раз проекту не хватило денег – он и так не имел гарантий финансирования в полном объеме, а тут сначала Британия сократила свой вклад в проект, а затем Италия объявила о том, что покрывать дефицит не будет. В результате 16 октября 2008 г. главы космических агентств стран ЕКА приняли решение отложить старт на январь 2016 г.

На Совете ЕКА 25–28 ноября 2008 г. проект сумел собрать 850 млн евро при потребности по крайней мере в 1223 млн. Министры ограничили возможный европейский вклад суммой в 1 млрд евро и настоятельно рекомендовали «искать возможности международного сотрудничества» для завершения миссии ExoMars. В США в этот момент был свой кризис, результатом которого стала отсрочка запуска тяжелого марсохода MSL с 2009 на 2011 г. И вот в декабре 2008 г. США объявили о готовности объединить свою марсианскую программу с европейской.

Была создана совместная инженерная рабочая группа для оценки возможных вариантов взаимодействия. Сначала рассматривался вариант запуска в 2016 г. на ракете Atlas V (551) двух объектов – европейского ровера ExoMars и комбинированного научно-ретрансляционного спутника, однако США заявили, что это неприемлемо с точки зрения финансовой, технической и управления риском разработки. Пришлось отложить запуск ровера ExoMars на 2018 год, а «окно» 2016 г. отдать европейскому орбитальному

аппарату. Так появилась двухпусковая программа, причем в обоих случаях было решено использовать американские носители семейства Atlas.

По итогам переговоров в Плимуте 29–30 июня 2009 г. между заместителем администратора NASA по космической науке Эдвардом Вейлером и директором научных программ ЕКА Дэвидом Саусвудом было подписано соглашение о совместной реализации марсианской программы с запусками в 2016, 2018 и 2020 гг.

16 октября ЕКА объявило о новом плане осуществления проекта ExoMars. По решению, принятому на заседании Совета ЕКА, в 2016 г. к Марсу летит только орбитальный аппарат TGO с приборами для изучения малых компонентов атмосферы возможного биологического происхождения и аппаратурой для ретрансляции данных с марсохода. Сам же ровер доставляется на Марс вторым пуском на два года позже на американском посадочном комплексе вместе с американским марсоходом MAХ-C.

В начале ноября главы агентств Чарлз Болден и Жан-Жак Дордэн подписали соглашение о намерениях. Было согласовано, что TGO стартует 6 января 2016 г. с мыса Канаверал на ракете Atlas V (421) вместе с демонстрационным европейским посадочным аппаратом EDM. Стороны также решили, что – в соответствии со вкладом сторон – за первую миссию будет отвечать ЕКА, а за вторую – NASA. Совет ЕКА на совещании, состоявшемся 16 и 17 декабря в Париже, подтвердил возможность направить 850 млн евро на эту двухпусковую программу.

В первой половине 2010 г. был проведен отбор научной аппаратуры для орбитального аппарата TGO. В список вошли один европейский прибор NOMAD и четыре (!) американских – MATMOS, EMCS, HiSCI и MAGIE. Впрочем, из этого списка только NOMAD остался в сегодняшнем варианте.

2 августа 2010 г. NASA и ЕКА официально объявили о начале совместной программы беспилотного исследования Марса под старым названием ExoMars (НК № 10, 2010). «Независимо друг от друга NASA и ЕКА сделали до сих пор немало удивительных открытий, – говорил Эд Вейлер, помощник админи-

стратора Управления научных миссий NASA в Вашингтоне. – Работая вместе, мы сократим дублирование усилий, расширим свои возможности и увидим такие результаты, которых не смогли бы достичь в одиночку».

13 декабря в Европейском научном и техническом центре ESTEC в Нидерландах успешно завершилась предварительная защита проекта ExoMars. По ее итогам контракт на следующие этапы работ (фазы C, D и E1) был подписан с генеральным подрядчиком – итальянским подразделением Thales Alenia Space. Оно же отвечало за создание EDM, в то время как изготовление TGO было поручено французскому подразделению в Канне.

30 ноября 2010 г. ЕКА опубликовало запрос предложений на проведение научных и инженерных исследований на EDM. Список приборов и исследований был объявлен 10 июня 2011 г. Особый интерес к этим экспериментам обуславливался тем, что спуск и посадка приходится на сезон пылевых бурь, что дает уникальную возможность изучить характеристики неспокойной атмосферы и поверхности. По словам Хорхе Ваго (Jorge Vago), научного руководителя проекта, «выбор этих научных исследований дополняет технологические цели EDM».

Однако уже весной 2011 г. внезапно выяснилось, что NASA не может выполнить своих обязательств по совместной программе исследования Марса. В очередном «декадном» отчете Национального исследовательского совета NRC стоимость проекта MAХ-C, который должен был стать первой частью усилий по доставке марсианского грунта, была оценена в 3,5 млрд \$. Совет рекомендовал сократить ее до 2,5 млрд \$, а если это не получится сделать – то отменить проект или отложить на следующее десятилетие.

Отчет NRC – это по сути официальная позиция научного сообщества США, и в большинстве случаев чиновники соглашались с ним, особенно при бюджетном планировании. И действительно, уже 16 марта глава отделения планетных исследований в штаб-квартире NASA Джеймс Грин заявил, что на американскую часть программы «критически не хватает денег» и что агентство не готово выделить на нее и 2,5 млрд \$ – максимум 1,2–1,3 миллиарда.

Одним из вариантов экономии мог быть отказ от изготовления и запуска двух марсоходов сразу и объединение их задач на одном, возможно, более тяжелом аппарате с ядерным источником питания. Разумеется, ЕКА, которое начинало весь проект с целью доставки на Марс собственного марсохода с приборами для экзобиологических исследований, это не устраивало.

Вполне отчетливо замаячила вероятность срыва совместной программы, и у ЕКА значительно повысился интерес к сотрудничеству с Россией – а особенно после того, как в конце лета 2011 г. NASA сообщило партнерам, что не сможет предоставить Atlas V для запуска 2016 года.

### История проекта: перезагрузка

Осенью 2011 г. ЕКА обратилось к российской стороне с предложением принять участие в программе в качестве полноправного партнера, и глава Роскосмоса Владимир По-

повкин выразил заинтересованность в такой работе.

7–8 декабря в Париже состоялись переговоры представителей Роскосмоса, ЕКА и NASA на тему возможного участия России в качестве равнозначной третьей стороны. По итогам встречи были созданы две рабочие группы, одна из которых взялась анализировать возможную научную составляющую российского участия (перечень научных задач и научных приборов для установки на платформу), вторая решала вопрос адаптации РН «Протон-М» к данной миссии.

В феврале 2012 г. NASA объявило о выходе из программы ExoMars – в проекте бюджета на 2013 финансовый год на нее просто не заложили денег. Единственным партнером Европы по дальнейшему исследованию Марса оставалась Россия, только что потерявшая «Фобос-Грунт». Вопрос состоял в том, какую часть американского вклада в совместную программу она готова взять на себя.

ЕКА уже затратило около 200 млн евро на осуществление проекта ExoMars, и отказ от него поставил бы агентство в крайне неловкое положение. «Я не могу делать вид, что ситуация внушает оптимизм, – заявил доктор Дэвид Паркер, директор по науке Британского космического агентства. – Для нас большая неожиданность, что американцы отказываются от сотрудничества. Теперь нам придется хладнокровно переоценить ситуацию и, вполне возможно, сократить многие аспекты этой программы».

6 апреля 2012 г. в Москве состоялась рабочая встреча руководителя Федерального космического агентства Владимира Поповкина и генерального директора ЕКА Жан-Жака Дордэна, на которой обсуждались текущее состояние и перспективы. Заслушав выводы совместной рабочей группы, занимавшейся оценкой возможностей российской стороны, главы агентств признали проект реализуемым и представляющим совместный научный интерес. Стороны подписали протокол о намерениях по совместной реализации проекта ExoMars и инициировали процедуру внутреннего согласования с тем, чтобы в ближайший месяц подготовить официальное соглашение.

22 января 2013 г. на очередной встрече руководителей, где присутствовали представители российских и европейских ракетно-космических предприятий, обсуждались результаты переговоров по отдельным положениям проекта соглашения. Совет ЕКА одобрил проект соглашения 13–14 марта 2013 г., и оно было подписано руководителем Роскосмоса и генеральным директором ЕКА уже 14 марта, закрепив участие России в проекте ExoMars и подразумевая дальнейшие возможные проекты в области исследований Юпитера и Луны.

Договор предусматривал полноправное участие российских ученых и инженеров во всех международных научных и технических группах, которые создаются в рамках проекта ExoMars, равные права российских и европейских участников проекта на научные данные. Россия должна была обеспечить запуски и участвовать в научной программе обоих этапов проекта, для чего предстояло создать объединенный с ЕКА наземный на-



Фото О. Урусова

учный комплекс для приема и обработки научной информации.

Для российской космической науки, во многом подавленной трагедией «Фобос-Грунта» в ноябре 2011 г., этот проект стал новой надеждой. Американские приборы снимались с TGO, и их место могла занять российская научная аппаратура; то же касалось и посадочного модуля для пуска 2018 г. В экспериментах на КА EхоMars реализовывались идеи, разработанные для проектов «Марс-96», «Фобос-Грунт» и перспективного проекта «Марс-НЭТ» (сеть из восьми-десяти метеостанций, рассредоточенных по поверхности Марса в целях климатических измерений, изучения радиационной обстановки и сейсмоактивности), а также решались принципиально новые научные и технологические задачи.

Так миссия EхоMars обрела свое новое воплощение – уже трудно определить, которое по счету. 17 июня 2013 г. ЕКА подписало с Thales Alenia Space контракт на реализацию проекта в развитие предварительного контракта 2008 года. Подрядчик получил дополнительно 146 млн евро на завершение работ под пуск 2016 г. и 70 млн на работы по экспедиции 2018 г.; всего же на проект было выделено уже 643 млн евро. Эта вежа означала, что непростой путь проекта по-прежнему укладывается в сроки и имеет шанс осуществиться в январе 2016 г.!

Были утверждены приборы для TGO в том составе, в котором они вошли в окончательный вариант. Далее было два года изготовления и испытаний аппарата, активной подготовки всех экспериментов, изготовления, калибровки и испытаний приборов.

3 сентября было объявлено, что старт «ЭкзоМарса» состоится 7 января 2016 г., однако реализовать этот план не удалось. К этому моменту обнаружилась потенциальная проблема с двумя датчиками давления топлива на посадочном модуле EDM. Выявленное отклонение от технологии их производства могло привести к утечке и представлять серьезную опасность для успешной посадки на Марсе, поэтому ЕКА решило не идти на риск и удалить оба устройства из посадочного модуля: они не были необходимы для посадки.

На это нужно было время, и 18 сентября объявили о переносе запуска с января на март. Новое окно продолжалось с 14 по

На зонде TGO установлен не основной, а запасной экземпляр российского прибора FRENД, так как в работе одного из четырех детекторов первого был зафиксирован чрезмерно высокий уровень шума, сообщило 22 января РИА «Новости» со ссылкой на ЕКА.

Для TGO российские специалисты изготовили два одинаковых летных экземпляра прибора FRENД – основной и запасной. Первый из них был передан ЕКА для сборки в 2015 г. Во время заключительных испытаний зонда в Канне перед отправкой на Байконур было обнаружено, что один из четырех детекторов прибора FRENД выдает сигнал с повышенным уровнем шума. Проблема не была фатальной, но привела бы к снижению чувствительности FRENД, и было решено заменить прибор запасным.

Как и планировалось, в декабре TGO был доставлен на Байконур, а второй экземпляр FRENД, еще раз тщательно испытанный специалистами ИКИ, установили на КА в начале января уже на космодроме.

25 марта 2016 г., и на первый его день и назначили дату старта. Благодаря орбитальному расположению Земли и Марса EхоMars 2016 по-прежнему мог достичь своей цели в октябре, так же как если бы стартовала в январе.

25 ноября Роскосмос и ЕКА провели во Франции предполетную презентацию аппаратов миссии EхоMars 2016. Демонстрационный десантный модуль Schiaparelli прибыл из Турина на космодром Байконур на Ан-124 авиакомпании «Волга-Днепр» 22 декабря, орбитальный модуль – 23 декабря. После всех необходимых проверок 12 февраля оба объекта были состыкованы в стартовом положении.

12 февраля 2016 г. на космодром из Центра имени М.В.Хруничева была доставлена РН «Протон-М», предназначенная для запуска аппаратов. Железнодорожный состав с блоками ракеты перевезли в монтажно-испытательный корпус №50 на площадке 92А, где специалисты ГКНПЦ имени Хруничева и других предприятий приступили к сборке ступеней и подготовке к пуску.

2 марта 2016 г. завершилась сборка головной части. Аппарат с помощью переходной системы был установлен на разгонный блок «Бриз-М», а затем сборку из КА и РБ перевели в горизонтальное положение. Прошли совместные проверки системы управления и системы телеметрического контроля в составе сборки.

План работ на 2–4 марта включал монтаж головного обтекателя, электрические и пневмоиспытания систем головной части и ее подготовку к транспортировке в зал, где 5 марта специалисты выполнили общую сборку с РН «Протон-М».

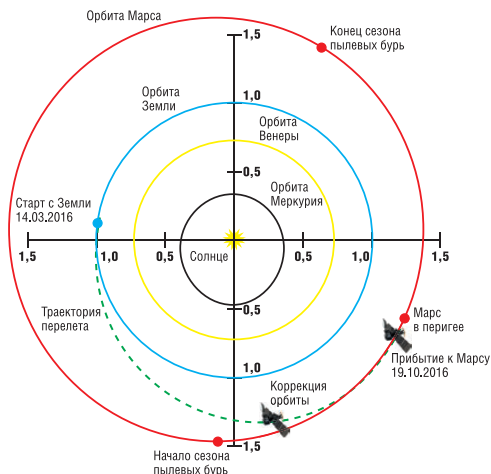
11 марта ракету вывезли на стартовый комплекс. До этого в течение двух суток она находилась на технологической заправочной площадке, где производилась заправка компонентами топлива баков низкого давления разгонного блока «Бриз-М».

В воскресенье 13 марта на предстартовой пресс-конференции на Байконуре директор ИКИ РАН Лев Матвеевич Зелёный и директор по науке ЕКА Альваро Хименес рассказали об особенностях и задачах установленного на модулях научного оборудования. Полученные миссией EхоMars исследовательские данные могут существенно продвинуть научное сообщество в поиске ответа на вопрос о существовании органической жизни на Красной планете.

### Семь месяцев ожидания

24 апреля должен завершиться этап проверки и испытаний служебных систем и научных приборов аппарата, и начнется этап перелета (Cruise Phase). В полете к Марсу КА будет повернут к Солнцу той стороной, где находится маршевый двигатель, а в холодный космос – модулем Schiaparelli.

Сеансы связи с «ЭкзоМарсом» будут проводиться трижды в неделю, запланированы периодические проверки работоспособности приборов и систем. В траекторных измерениях используется технология дифференциальных однопутных измерений  $\Delta\text{DOR}$  (Delta-Differential One-way Ranging) высокой точности.



Важным событием этого этапа станет маневр для обеспечения заданной даты и условий подлета к Марсу, в частности – чтобы минимизировать импульс маневра по переводу аппарата на высокоэллиптическую орбиту. Сейчас маневр планируется на 28 июля с приращением скорости 326 м/с. Через 14 суток после него запланирована коррекция траектории для устранения погрешности маневра, а 19 сентября при необходимости может быть проведена еще одна.

14 октября 2016 г. состоится подлетная коррекция, задающая условия входа в атмосферу планеты. 16 октября в 14:42 UTC модуль Schiaparelli отделился от TGO и ровно через трое суток войдет в атмосферу и осуществит спуск на поверхность Марса, в течение которого отработает технологию управляемой посадки и – в случае ее успеха – проведет ряд исследований окружающей среды на поверхности в течение четырех суток, до 23 октября.

Тем временем 17 октября модуль TGO выдаст импульс 10 м/с и уйдет с траектории попадания, а 19 октября будет выведен на орбиту вокруг Красной планеты. Торможение начнется в 13:09 UTC и продлится 134 минуты; за это время S400-15 замедлит скорость КА на 1550 м/с, обеспечив выход на орбиту с расчетной высотой 298×95856 км и периодом обращения в четверо марсианских суток.

После траекторных измерений и определения параметров орбиты аппарат еще одним импульсом в декабре 2016 г. будет переведен на орбиту наклонением 74°. Далее, в январе 2017 г. апоцентр будет снижен до высоты, соответствующей орбите с периодом около одних марсианских суток.

В течение 2017 г. TGO будет осуществлять аэродинамическое торможение за счет погружения перицентра в верхние слои атмосферы Марса с тщательным контролем высоты пролета. Когда в результате этого процесса высота апоцентра достигнет 400 км (предположительно к декабрю), формирование орбиты закончится повышением перицентра до высоты 400 км. Таким образом, аппарат перейдет на рабочую низкую круговую орбиту.

Начало полноценной научной миссии TGO намечено именно на это время. А в январе 2019 г., как предполагается, КА начнет работать в качестве станции-ретранслятора для миссии EхоMars 2018. Программа работы орбитального аппарата рассчитана до 2022 г.

По материалам Роскосмоса, ЕКА, ИКИ РАН

# Третий «Ресурс-П»

Фото С. Сергеева

**13** марта в 21:56:00.335 ДМВ (18:56:00 UTC) с пусковой установки №6 площадки 31 космодрома Байконур стартовые расчеты предприятий Роскосмоса осуществили пуск РН «Союз-2.1Б» (14А14-1Б №Т15000-016) с космическим аппаратом дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) «Ресурс-П» (47КС) №Т15003.

Выведение прошло успешно, и в 22:05 ДМВ спутник был отделен на целевой околополярной орбите с параметрами:

- наклонение – 97,28°;
- высота в перигее – 289,8 км;
- высота в апогее – 475,3 км;
- период обращения – 91,92 мин.

В каталоге Стратегического командования США «Ресурс-П» №3 получил номер **41386** и международное обозначение **2016-016А**.

## Спутник

«Ресурс-П» №3 – третий в серии российских гражданских КА дистанционного зондирования Земли, разработанных АО «Ракетно-космический центр "Прогресс"» (г. Самара) по заказу Роскосмоса для использования в составе одноименной космической системы исследования природных ресурсов Земли. Созаказчиками системы являются Минприроды, Минсельхоз, Росрыболовство, Росгидромет, МЧС и Росреестр.

Система «Ресурс-П» обеспечивает:

- ◆ получение данных для составления и обновления общегеографических, тематических и топографических карт;
- ◆ контроль загрязнения и деградации природной среды;
- ◆ мониторинг чрезвычайных ситуаций (наводнения, засухи, оползни и др.);

- ◆ инвентаризацию природных ресурсов (сельскохозяйственные и лесные угодья, пастбища, районы промысла морепродуктов и др.) и контроль хозяйственных процессов для обеспечения рациональной деятельности сельской, лесной, рыбной, водной и других отраслей хозяйства;

- ◆ получение данных для поиска нефти, газа, рудных и других месторождений полезных ископаемых;

- ◆ контроль застройки территорий;
- ◆ контроль водоохранных и заповедных районов;

- ◆ получение данных для прокладки магистралей и других крупных сооружений.

Космический сегмент системы в настоящее время состоит из трех КА «Ресурс-П», выведенных на орбиту 25 июня 2013 г. (НК №8, 2013), 26 декабря 2014 г. (НК №2, 2015) и 13 марта 2015 г. Спутники созданы на базе герметичной платформы типа «Янтарь-4КС», использованной ранее в проекте первого долгоживущего российского КА дистанционного зондирования Земли «Ресурс-ДК». Расчетный срок активного существования КА – 5 лет.

«Ресурс-П» №3 предназначен для высокодетального, детального широкополосного, спектрального и гиперспектрального наблюдения Земли.

Компоновка КА – «вертикальная» (оптическая ось параллельна продольной оси аппарата и направлена в надир). Во время орбитального полета вверху находится агрегатный отсек 4000-0 с бортовой двигательной установкой, ниже – приборный отсек 2000-0 с основными системами служебного борта, еще ниже – специальный отсек (отсек целевой аппаратуры 1000-0), из которого выступает в надирном на-

правлении труба оптической системы оптико-электронного комплекса «Геотон-Л1», в стартовом положении закрытая крышкой светозащитного устройства. На боковой поверхности отсека целевой аппаратуры смонтирован гиперспектрометр.

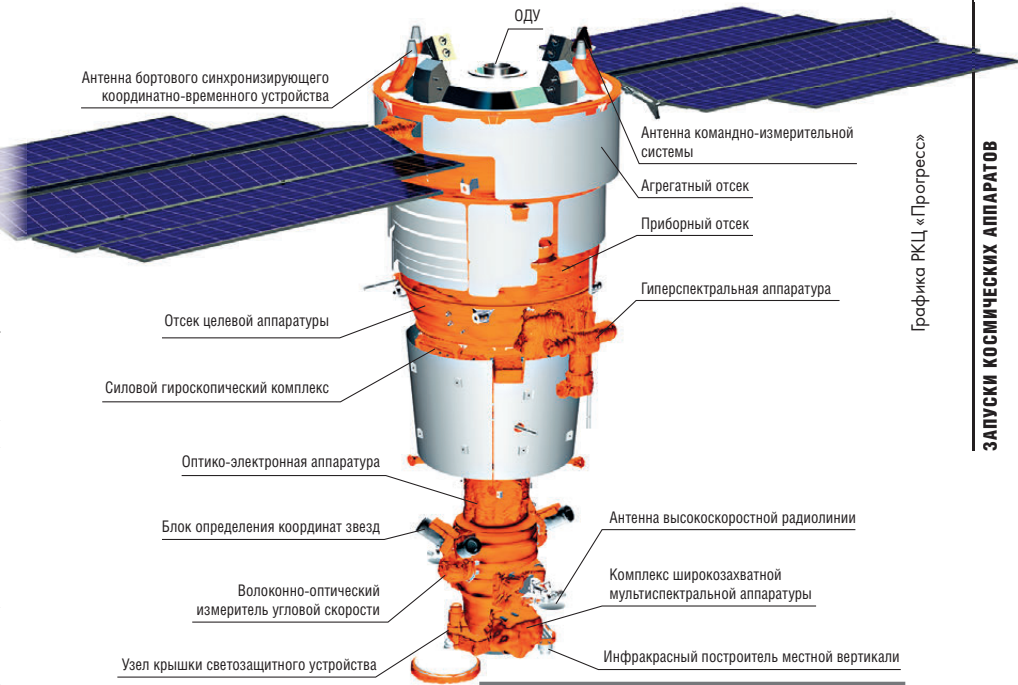
Аппаратура широкополосной съемки КШМСА, ИК-построитель местной вертикали и антенны командно-измерительной системы смонтированы у нижнего обреза трубы. В средней ее части установлены антенна высокоскоростной радиолинии, три звездных датчика БОКЗ и измеритель угловой скорости с волоконно-оптическими гироскопами и акселерометрами.



Фото С. Сергеева



Графика РКЦ «Прогресс»



Система электропитания КА оснащена двумя разворачиваемыми ориентируемыми солнечными батареями (СБ) и буферными аккумуляторными батареями (АБ). СБ и АБ поставлены ОАО «Сатурн», комплекс автоматики и стабилизации – АО «НПЦ «Полюс», привод СБ – РКЦ «Прогресс».

Силовой гироскопический комплекс обеспечивает ориентацию и стабилизацию аппарата и наведение на снимаемый объект с возможностью отклонения на  $\pm 45^\circ$  от надира по углу крена за 45 секунд.

Максимальная длина КА – 7930 мм, максимальный диаметр корпуса – 2720 мм, длина панелей СБ – 5003 мм, их ширина – 4500 мм. Масса собранного и заправленного КА «Ресурс-П» №3 составила 5730 кг\*. Поскольку базовый аппарат легче, чем позволяет вывести носитель «Союз-2.1Б» при запуске с Байконура в северном направлении, на части спутников серии устанавливались дополнительные блоки научной аппаратуры. Так, «Ресурс-ДК» с аппаратурой «Памела» и «Арина» имел стартовую массу 6670 кг, а «Ресурс-П» №2 с аппаратурой «Нуклон» и радиокomплексом для мониторинга судорождства потянул на 6392 кг. Минимальная масса оказалась у аппаратов «Ресурс-П» №1 (5691 кг) и №3 (5730 кг). По сообщениям о запуске можно видеть, что при меньшей стартовой массе удавалось получить более высокий перигей начальной орбиты, снижая расход топлива КА на доведение на рабочую орбиту.

Целевая аппаратура КА обеспечивает съемку земной поверхности в панхроматическом, спектральнональном, широкозахватном и гиперспектральном режимах в любом сочетании. Передача информации может осуществляться в реальном времени и в записи по высокоскоростной радиолинии X-диапазона с пропускной способностью 150 и 300 Мбит/с (разработка ОАО НИИ ТП).

### Целевая аппаратура

В состав целевой аппаратуры КА «Ресурс-П» №3 входят:

- ❖ оптико-электронная аппаратура (ОЭА) «Геотон-Л1» с системой приема и преобразования информации (СППИ) «Сангур-1У»;
- ❖ комплекс широкозахватной мультиспектральной аппаратуры (КШМСА);
- ❖ гиперспектральная аппаратура (ГСА);
- ❖ бортовая аппаратура системы сбора служебной информации (БА СССИ);
- ❖ бортовая аппаратура системы высокоскоростной радиолинии связи (БА ВРЛ).

Аппаратура высокого разрешения «Геотон-Л1» разработки Красногорского завода имени С. А. Зверева позволяет проводить с высоты 475 км панхроматическую съемку земной поверхности с разрешением не хуже 1 м, а также спектральнональную съемку с разрешением от 2 до 3 м.

«Геотон-Л1» оснащен широкопольным линзовым объективом Лыткаринского завода оптического стекла типа «Актиний-4А» с некоторыми доработками и обеспечивает формирование изображения в плоскости чувствительных элементов матрицы. Фокусное расстояние оптической системы –

4000 мм, диаметр входного зрачка – 500 мм, относительное отверстие 1:8, угол поля зрения –  $5^\circ 12'$ .

Система приема и преобразования информации (СППИ) «Сангур-1У» разработки НПЦ ОПТЭК (филиал РКЦ «Прогресс») осуществляет преобразование непрерывно движущегося изображения видимого диапазона, сформированного оптико-электронным комплексом, в цифровой электрический сигнал, обработку, сжатие и выдачу его в бортовую аппаратуру высокоскоростной радиолинии.

В состав СППИ входят блок управления и три оптико-электронных преобразователя (ОЭП): панхроматический и два мультиспектральных. Функции ОЭП включают преобразование изображения в электрический сигнал, его усиление, аналого-цифровое преобразование с радиометрическим разрешением 10 бит, сжатие и упаковку для передачи в бортовое запоминающее устройство через высокоскоростной интерфейс.

ОЭП панхроматического канала используют фоточувствительные элементы размером 6х6 мм, мультиспектральных каналов – 18х18 мкм. Теоретическое разрешение (проекция пикселя) «Геотона-Л1» с фокусным расстоянием 4000 мм при съемке с высоты 475 км составляет 0.71 м в панхроматическом канале и 2.1 м в мультиспектральном.

Максимальная протяженность территории земной поверхности, отснятая за одно включение, может достигать 2000 км, а ширина снимаемой полосы составляет 38 км. Производительность ОЭК составляет 80 000 км<sup>2</sup> в сутки в высокодетальном режиме при работе с одним пунктом приема информации. Точность привязки снимков без наземных контрольных точек составляет 10–15 м. Повторная съемка заданного объекта одним аппаратом возможна не более чем через трое суток.

Комплекс широкозахватной мультиспектральной съемочной аппаратуры КШМСА разработки Красногорского завода включает две камеры – высокого и среднего разрешения. Ширина снимаемого участка Земли составляет:

Основные характеристики аппарата «Ресурс-П»	
Параметр	Значение
Масса	Около 5700 кг
Мощность СЭП	1300 Вт
Срок активного существования	5 лет
<b>ОЭК «Геотон-Л1»/«Сангур-1У»</b>	
Ширина полосы обзора в надире	950 км
Ширина полосы захвата в надире	38 км
<b>Пространственное разрешение (проекция пикселя) при съемке в надире:</b>	
– в панхроматическом диапазоне	0.7–1.0 м
– в узких спектральных диапазонах	2.0–3.0 м
<b>Спектральные диапазоны:</b>	
– панхроматический диапазон	0.58–0.8 мкм 0.45–0.52 мкм 0.52–0.60 мкм 0.61–0.68 мкм 0.67–0.70 мкм 0.70–0.73 мкм 0.72–0.80 мкм 0.80–0.90 мкм
– узкие спектральные диапазоны	0.58–0.8 мкм 0.45–0.52 мкм 0.52–0.60 мкм 0.61–0.68 мкм 0.67–0.70 мкм 0.70–0.73 мкм 0.72–0.80 мкм 0.80–0.90 мкм
Точность координатной привязки	10–15 м
Максимальная длительность участка съемки	300 сек
Максимальная длина снимаемой полосы	2000 км
Съемка площадок	До 100х300 км
Стереосъемка маршрутов	115 км
Средняя производительность в высокодетальном режиме съемки в панхроматическом диапазоне	0.08 млн км <sup>2</sup> в сутки
Оперативность передачи информации на пункт приема	До 12 часов
Периодичность наблюдения	3 сут
<b>Гиперспектрометр ГСА</b>	
Спектральный диапазон	0.4–1.1 мкм
Количество спектральных интервалов	До 216
Спектральное разрешение	5–10 нм
Разрешение на местности	25–30 м
Ширина полосы захвата	25 км
<b>Комплекс КШМСА</b>	
Ширина полосы обзора	1300 км
<b>Спектральные диапазоны:</b>	
Панхроматический диапазон	0.43–0.70 мкм 0.43–0.51 мкм; 0.51–0.58 мкм; 0.60–0.70 мкм; 0.70–0.90 мкм
Узкие спектральные диапазоны	0.43–0.70 мкм 0.43–0.51 мкм; 0.51–0.58 мкм; 0.60–0.70 мкм; 0.70–0.90 мкм
<b>Размер фоточувствительного элемента</b>	
– в панхроматическом диапазоне	5х5 мкм
– в узких спектральных диапазонах	10х10 мкм
<b>Количество элементов в строке</b>	
– в панхроматическом диапазоне	8160
– в узких спектральных диапазонах	4х4080
Разрядность линейного кодирования информации	12 бит
<b>Камера ШМСА-ВР</b>	
Ширина полосы захвата	97.2 км
Фокусное расстояние объектива	200 мм
<b>Разрешение на местности</b>	
– в панхроматическом диапазоне	11.9 м
– в узких спектральных диапазонах	23.8 м
<b>Камера ШМСА-СР</b>	
Ширина полосы захвата	441.6 км
Фокусное расстояние объектива	40 мм
<b>Разрешение на местности</b>	
– в панхроматическом диапазоне	59.5 м
– в узких спектральных диапазонах	119 м

\* По данным ЦУП ЦНИИмаш. В сообщении Роскосмоса от 10 марта 2016 г. называлась масса 5920 кг.



◆ для камеры ШМСА-ВР с разрешением 12 м – 97.2 км;

◆ для камеры ШМСА-СР с разрешением 60 м – 441.6 км.

Характеристики камер определяются используемыми линейными фотоприемниками ПЗС с длиной строки 8160 и 4080 пикселей и специально разработанными Лыткаринским заводом оптического стекла телецентрическими объективами двух типов с различными фокусными расстояниями (200 и 40 мм). Каждая камера обеспечивает съемку в панхроматическом и четырех узких спектральных диапазонах.

Гиперспектральная аппаратура ГСА разработки Красногорского завода позволяет вести одновременную съемку одного и того же участка земной поверхности в большом количестве узких спектральных диапазонов, охватывающих видимую и ближнюю часть инфракрасного спектра – от 0.4 до 1.1 мкм. ГСА имеет до 216 спектральных каналов при спектральном разрешении от 5 до 10 нм. Ширина полосы захвата (в надире) – 25 км, пространственное разрешение (в надире) – 25 м, отношение сигнал/шум при значении сигнала, близком к сигналу насыщения, не менее 200, разрядность представления информации – 14 бит.

Аппаратура строится на базе светосильного зеркального объектива, диспергирующей системы и высокоскоростных фотоприемных матриц. Аппаратура управления ГСА и фотоприемные устройства созданы в НПП ОПТЭКС, фотоприемные кадровые ПЗС «Кадр-РП» разработаны в НПП ЭЛАР специально для «Ресурса-П».

Получение гиперспектральных данных открывает совершенно новые возможности для решения задач в разных областях хозяйственной деятельности, в особенности для мониторинга природной среды и сельскохозяйственных угодий, экологического контроля, ресурсно-сырьевого картографирования.

### Подготовка, пуск – полет

«Ресурс-П» №3 изготовлен РКЦ «Прогресс» в соответствии с государственным контрактом № 353-С003/12 от 24 мая 2012 г. на сумму 3431.2 млн руб. ЦЭНКИ отвечал за услуги по запуску по контракту № 924-С309/15/95 от 24 апреля 2015 г. на сумму 671.6 млн руб.

Испытания КА в Самаре были завершены 24 декабря 2015 г., и в ночь с 26 на 27 декабря он был отправлен на Байконур. 30 декабря Роскосмос сообщил о доставке «Ресурса-П» №3 на космодром. В этот день специалисты РКЦ «Прогресс» приступили к работам по выгрузке КА для заключительного этапа электрорадиотехнических испытаний и последующей предстартовой подготовки.

14 января пресс-служба ГК «Роскосмос» опубликовала план-график запусков автоматических космических аппаратов на 1-й квартал 2016 г., в соответствии с которым пуск РН «Союз-2.1Б» с КА «Ресурс-П №3» был назначен на 12 марта. 26 февраля было названо точное время старта – 21:56 ДМВ.

К этому дню аппарат успешно прошел проверку на герметичность в вакуумной камере, состоялись проверочные включения его систем. 2 марта были заправлены компонентами топлива и сжатыми газами баки двигательной установки «Ресурса». 3 марта проводилась проверка цепей пиропатронов солнечных батарей, а 5 марта СБ были установлены на аппарат.

9 марта в МИК-40 площадки №31 специалисты РКЦ «Прогресс» и предприятий ракетно-космической отрасли состыковали третью ступень носителя со сборочно-защитным блоком 17С13А7 №Г15000-02 (внутри которого находится «Ресурс-П») и провели общую сборку головной части с пакетом ракеты-носителя «Союз-2.1Б».

Ранним утром 10 марта ракету космического назначения вывезли из МИКа на стартовый комплекс площадки №31 и установили в стартовое сооружение. Специали-

сты предприятий Роскосмоса приступили к работам по графику первого стартового дня.

12 марта Государственная комиссия приняла решение о готовности ракеты космического назначения к заправке и пуску. Работами руководил начальник совместного расчета подготовки и пуска РКН Космического центра «Южный» Владимир Дмитриевич Инголенко.

Через 10 секунд после команды «Пуск» по команде «Зажигание» было подано напряжение на пирозажигательные устройства (ПЗУ), установленные в камерах двигателей ракеты. Однако в одной из камер сигнализация о воспламенении пирозапала отсутствовала. Как следствие, была сформирована команда автоматического выключения двигателей (АВД). В реальности они и не включались – отбой старта прошел перед открытием клапанов для подачи окислителя в камеры сгорания. Вместо этого открылись дренажно-предохранительные клапаны, обеспечивая безопасное давление в баках кислорода.

Системы носителя были приведены в исходное состояние, компоненты ракетного топлива слиты. Через час после отбоя Роскосмос объявил, что пуск перенесен по техническим причинам на резервную дату 13 марта.

В этот день старт состоялся по графику, в 21:56:00. На 117-й секунде полета прошло отделение боковых блоков, а на 287-й – центрального блока. Третья ступень, сбросив в первые секунды своей работы хвостовой и головной обтекатели, обеспечила выход КА на орбиту на 562-й секунде от старта.

После отделения управление полетом КА было передано Главной оперативной группе управления в ЦУП ЦНИИмаш, сформированной из специалистов ЦУПа и представителей организаций – разработчиков КА. Циклограмма работы КА после отделения включала:

- ❖ раскрытие панелей солнечных батарей;
- ❖ подготовка объединенной двигательной установки к работе;



❖ выставка КА в ориентированное в орбитальной системе координат (ОСК) положение.

После этого планировалось включение навигационного режима бортового синхронизирующего координатно-временного устройства с использованием сигналов глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS.

Сразу после отделения телеметрия показала нормальную работу борта, расфиксацию и начало раскрытия солнечных батарей. Однако в последующих сеансах связи было установлено, что одна из двух батарей раскрылась не полностью, не дает расчетного тока и к тому же затеняет два звездных датчика БОКЗ. Из-за этого пришлось изменить запланированную программу полета и отложить запланированный на 37-м и 69-м витках двухимпульсный маневр перехода на рабочую орбиту.

16 марта «Известия» со ссылкой на источник в ЦУП ЦНИИмаш сообщили, что Главная оперативная группа управления совместно с Ракетно-космическим центром «Прогресс» проводит анализ ситуации и выработку мероприятий для ее парирования. С космическим аппаратом поддерживается устойчивая связь, обеспечивается выдача необходимой командно-программной информации и получение телеметрии. На борту обеспечивается положительный энергобаланс, необходимый температурный режим, а также требуемая ориентация аппарата.

17 марта на 60-м витке был с успехом проведен первый маневр с целью перехода КА на рабочую орбиту. Двигательная установка КА была включена в 17:02:46 ДМВ.

▼ Монтаж солнечных батарей

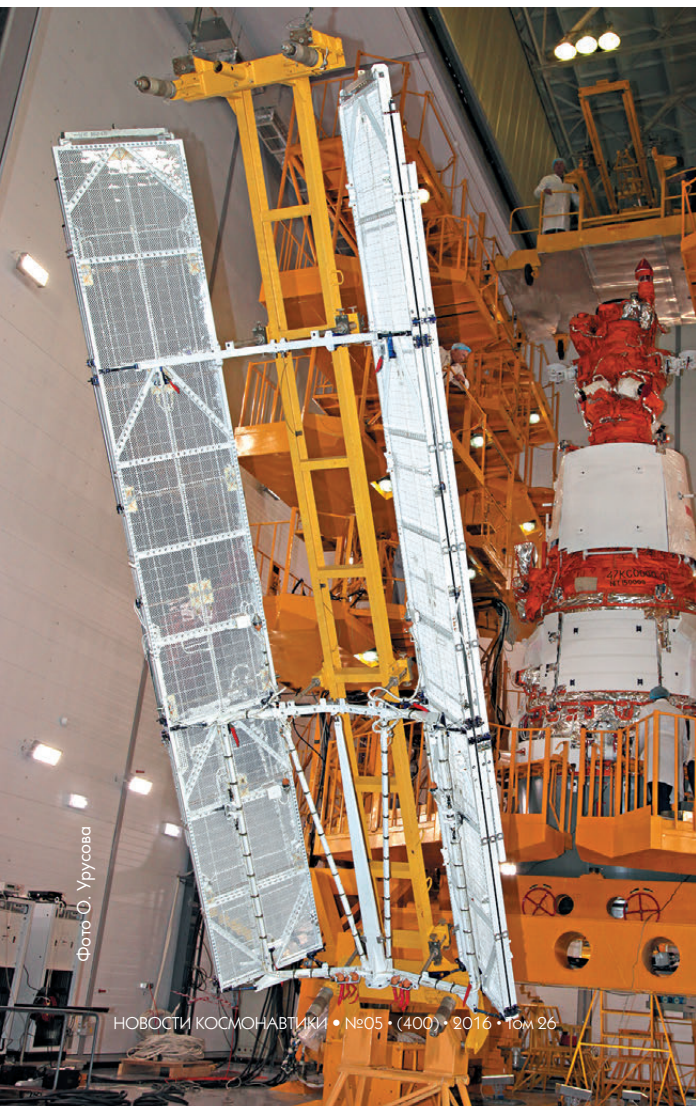


Фото Ю. Урусова

Проработав около 70 секунд, она израсходовала 68.6 кг компонентов топлива и выдала приращение скорости 36.6 м/с, в результате чего спутник перешел на орбиту высотой 403.7×497.4 км. Лишь после этого Роскосмос официально признал нераскрытие одной панели СБ, но подтвердил, что обеспечивается «положительный энергобаланс (суммарная мощность СБ спутника превышает 100А)», и заявил, что «бортовые системы функционируют штатно и позволяют решать все целевые задачи».

18 марта ТАСС со ссылкой на источник в ракетно-космической отрасли сообщил, что одна из солнечных батарей КА, не полностью раскрытая при выходе на орбиту, дает лишь половину предусмотренной мощности. «Комплекс мер по раскрытию солнечной батареи будет продолжен, но даже в не разложенном до конца состоянии солнечная панель генерирует около половины от предусмотренной мощности. В совокупности со второй батареей они с запасом обеспечивают энергопотребление целевой аппаратуры спутника», – заявил собеседник агентства.

Второй маневр провели 20 марта в 10:34:59 ДМВ на 102-м витке. За 43.9 сек спутник получил приращение скорости 23.1 м/с и оказался на рабочей солнечно-синхронной орбите с параметрами:

- наклонение – 97.28°;
- высота в перигее – 472.9 км;
- высота в апогее – 497.9 км;
- период обращения – 94.07 мин.

По итогам маневра Роскосмос сообщил: «Бортовые системы КА в целом функционируют штатно и позволяют решать поставленные задачи». Оговорка «в целом» очевидным образом означала, что даже динамические нагрузки во время двух коррекций не смогли заставить солнечную батарею развернуться штатным образом.

21 марта началось тестирование целевой аппаратуры КА. 23 марта были выполнены первые тестовые снимки высокодетальной аппаратуры «Геотон» в панхроматическом и мультиспектральном режиме, а также широкозахватной аппаратуры высокого разрешения; в частности, был опубликован снимок порта г. Далинь (КНР). С 24 по 29 марта было получено более 20 маршрутов данных дистанционного зондирования Земли. Предварительная оценка показывает соответствие основных характеристик КА «Ресурс-П» №3 заявленным в тактико-техническом задании.

РКЦ «Прогресс» (разработчик космической системы «Ресурс-П») совместно с

Научным центром оперативного мониторинга Земли АО «Российские космические системы» (оператор космической системы), ЦУП ФГУП «ЦНИИмаш» и кооперацией исполнителей продолжает настройку, тестирование и калибровку всего комплекса целевой аппаратуры.

Система с двумя КА «Ресурс-П» №1 и №2 была принята в летную эксплуатацию в конце 2015 г. Данные, получаемые со спутников, используют более 200 различных российских организаций и ведомств. Запуск третьего КА серии должен обеспечить ежесуточное беспрерывное наблюдение всей территории России в видимом диапазоне спектра. Группировку из трех КА «Ресурс-П» планируется сдать в эксплуатацию в 2016 г.

Спутник №1 начал свою работу в июне 2013 г. на орбите с условной средней высотой 465.6 км, которая к апрелю 2014 г. «просела» до 458.2 км. Компенсировав тормозящее действие атмосферы, аппарат провел четыре коррекции: 21 апреля (подъем до 465.8 км), 22 декабря (подъем до 466.9 км), 17 августа 2015 г. (подъем до 470.6 км) и 22 февраля 2016 г. (вновь до 470.6 км). За время эксплуатации КА из-за дрейфа плоскости орбиты местное время прохождения нисходящего узла сдвинулось с 10:22 до 09:50.

«Ресурс-П» №2 был выведен на рабочую орбиту высотой 466.6 км 31 декабря 2014 г. и провел первую коррекцию почти синхронно с первым аппаратом, 6 августа 2015 г., поднявшись до 470.6 км. Коррекция проводилась во исполнение Решения об уточнении параметров и условий орбитального построения и поддержания баллистической структуры ОГ в составе двух и трех КА «Ресурс-П». Параметры новой орбиты спутников №1 и №2 позволяют более эффективно решать задачи целевого применения КА.

Второй подъем орбиты КА «Ресурс-П» №2 до 470.5 км состоялся 24 марта 2016 г. на витке 6850 уже с целью синхронизации движения спутников №2 и №3. По состоянию на 18 апреля, они находятся в одной орбитальной плоскости с местным временем прохождения нисходящего узла 11:50, однако разведены почти на 180° вдоль орбиты, так что №2 пересекает экватор на 45 минут позже и на 11.1° западнее напарника. Витки



орбиты второго спутника ложатся посередине между витками третьего; при этом № 2 отстает более чем на виток от № 1.

### К «Ресурс-ПМ»

Федеральной космической программой на 2016–2025 гг. предусмотрено изготовление еще двух серийных аппаратов «Ресурс-П» с запуском в 2018 и 2019 гг. Контракт с РКЦ «Прогресс» на сумму 10 266.4 млн руб на изготовление и поставку этих спутников был заключен 22 декабря 2014 г.

Впрочем, еще совсем недавно назывались более близкие сроки. 20 ноября 2015 г.

начальник научно-производственного отдела создания и эксплуатации специальных наземных комплексов РКЦ «Прогресс» Антон Александрович Юдаков заявил: «Что касается перспектив нашего развития, мы планируем наращивание орбитальной группировки аппаратов «Ресурс-П». Ведется разработка технического задания на изготовление еще двух космических аппаратов – четвертого и пятого. Сроки их запуска соответственно 2017 и 2018 годы».

8 апреля 2016 г. генеральный директор РКЦ «Прогресс» А. Н. Кирилин заявил, что два новых КА находятся в производстве и

что основная сборка спутника «Ресурс-П» №4 будет завершена в 2017 г. «Они идут сегодня в производстве, – сказал Александр Николаевич. – Четвертый аппарат отправили на оснащение так называемой корпусной части спецаппарата на Красногорский завод. Мы планируем со следующего года на четвертом номере завершить основную сборку основных узлов и агрегатов и деталей». По словам Кирилина, «Ресурс-П» №4 должен быть полностью готов в 2018 г.

ФКП на период до 2025 г. также предусмотрено создание оптико-электронного космического комплекса исследования природных ресурсов Земли и космической системы «Ресурс-ПМ» на его основе. Задачи новой системы остаются теми же, что и у «Ресурса-П», но характеристики КА будут значительно выше, а срок его службы планируется довести до семи лет.

«Ресурс-ПМ» должен быть оснащен оптико-электронным комплексом, обеспечивающим пространственное разрешение на местности 0.4 м с высоты орбиты 700 км, а также широкозахватной мультиспектральной аппаратурой среднего разрешения и гиперспектрометром с разрешением 25–30 м в полосе захвата 25–30 км и количеством каналов не менее 200. В качестве дополнительной полезной нагрузки «Ресурс-ПМ» должен нести бортовую аппаратуру автоматизированной идентификационной системы АИС для контроля судоходства.

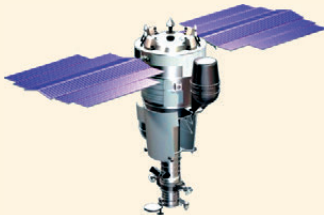
Первый «Ресурс-ПМ» для летной отработки планируется вывести на орбиту в 2020 г., а второй аппарат – в 2021 г. Еще два серийных спутника стоят в плане на 2023 и 2024 г.

### «Ресурс-ДК» завершил службу

Российский КА дистанционного зондирования Земли «Ресурс-ДК» № 1 в феврале 2016 г. прекратил свою работу, сообщается в выпущенном в марте отчете Главного информационно-аналитического центра АСПОС ОКП ЦНИИмаш.

«Операции по поддержанию орбиты КА «Ресурс-ДК» № 1 в феврале не проводились, – говорится в документе. – С 7 февраля в связи с выключением бортовой аппаратуры и переходом КА в неориентированный режим полета уточнение параметров орбиты не осуществлялось... В соответствии с указаниями Роскосмоса с 1 марта 2016 г. спутник снят с сопровождения средствами АСПОС ОКП».

18 апреля ТАСС со ссылкой на ЦНИИмаш сообщил, что с конца 2015 г. у космического аппарата начались проблемы со связью, а в феврале 2016 г. связь со спутником была в значительной степени потеряна. Объем



информации, получаемой с «Ресурса-ДК» и передаваемой на борт, стал недостаточен для полноценного управления КА. По заключению комиссии работа спутника признана успешной, а возможности по его дальнейшей эксплуатации исчерпанными.

Управление космическим аппаратом прекращено 2 марта 2016 г.

«Ресурс-ДК» № 1, созданный в РКЦ «Прогресс» под руководством генерального конструктора Дмитрия Ильича Козлова, был выведен на орбиту 15 июня 2006 г. и успешно отработал девять лет, что в три раза превысило гарантированный срок службы. Это был реальный скачок к мировому уровню, так как до него ни один российский аппарат для съемки Земли не работал более полутора лет. В общей сложности «Ресурсом-ДК» № 1 проведена съемка более 100 млн км<sup>2</sup> земной поверхности по заявкам организаций Минтранса, Минприроды, МЧС РФ и др.

# «Космос-2515»: из семейства хищных

П. Павельцев.  
«Новости космонавтики»  
Фото А. Моргунова

ЗАПУСК КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ



**24** марта в 12:42:00.241 ДМВ (09:42:00 UTC) с пусковой установки №4 площадки №43 Государственного испытательного космодрома Плесецк боевым расчетом Космических войск Воздушно-космических сил (ВКС) был произведен пуск РН «Союз-2.1А» (14А14.1А №76058161) с российским КА в интересах Министерства обороны Российской Федерации.

Общее руководство пуском осуществлял командующий Космическими войсками – заместитель главнокомандующего ВКС генерал-лейтенант Александр Головкин, прибывший на космодром для контроля подготовки и проведения запуска КА военного назначения.

Все предстартовые операции и старт прошли в штатном режиме. Через две минуты после старта ракета-носитель была взята на сопровождение средствами наземного автоматизированного комплекса управления Главного испытательного космического центра имени Г.С.Титова. В расчетное время – 12:51 ДМВ – космический аппарат был выведен на целевую орбиту и в 14:30, при возвращении на втором витке в зону радиовидимости с территории России, принят на

управление наземными средствами ВКС. С космическим аппаратом установлена и поддерживается устойчивая телеметрическая связь. Бортовые системы космического аппарата функционируют нормально. После выведения на орбиту космическому аппарату присвоено наименование «Космос-2515» [1].

Пресс-служба АО РКЦ «Прогресс» (Самара) сообщила, что запущенные 24 марта ракета-носитель «Союз-2.1А» и космический аппарат разработаны и изготовлены в Ракетно-космическом центре «Прогресс» [2].

Предварительного анонса предстоящего старта не было, однако 20 марта на специализированном сайте [3] были опубликованы предупреждения авиаторам о закрытии районов для полетов в связи с предстоящим пуском. Из этих объявлений стало известно, что пуск назначен на 24 марта в период с 12:40 до 13:40 ДМВ с возможностью отсрочки до 29 марта. Расположение заявленных районов падения – в Белом море для боковых блоков и севернее полуострова Рыбачий для створок головного обтекателя – указывало, что целью пуска будет выведение КА на солнечно-синхронную орбиту. Аналогичные районы объявлялись ранее под пуск 27 февраля 2015 г.

23 марта «Известия» сообщили, что 24 марта в 13:00 с космодрома Плесецк будет осуществлен пуск ракеты-носителя «Союз» с секретным спутником. Источник «Известий» в Госкорпорации «Роскосмос» допустил, что с Плесецка стартует спутник оптической разведки «Барс-М», построенный самарским ЦСКБ «Прогресс».

## Орбитальные данные

В каталоге Стратегического командования (СК) США спутник «Космос-2515» получил номер 41394 и международное обозначение 2016-020A. По орбитальным элементам на объект 41394, которые доступны зарегистрированным пользователям на специализированном сайте [4], определяются следующие параметры начальной орбиты КА:

- наклонение – 97.64°;
- минимальная высота – 339.6 км;
- максимальная высота – 567.8 км;
- период обращения – 93.32 мин.

Из этого же источника стало известно, что 25 марта спутник провел с использованием собственной двигательной установки первую небольшую коррекцию и увеличил свою высоту до 344.0×567.3 км. 27 марта космический аппарат «Космос-2515» провел основной маневр скругления орбиты, а 1 апреля – завершающую малую коррекцию. После нее параметры орбиты КА составляли:

- наклонение – 97.62°;
- минимальная высота – 559.9 км;
- максимальная высота – 605.2 км;
- период обращения – 96.16 мин.

Таким образом, к 1 апреля «Космос-2515» был переведен на рабочую солнечно-синхронную орбиту с условной высотой 571.7 км\* с прохождением нисходящего узла в 01:26 и восходящего узла в 13:26 по местному времени.

Летные испытания космического ракетного комплекса «Союз-2» начались на космодроме Плесецк 8 ноября 2004 г. По сообщению Управления пресс-службы и информации Минобороны РФ, за прошедшие 12 лет с северного космодрома проведено 25 пусков ракет-носителей «Союз-2» этапов модернизации 1А, 1Б и 1В. Кроме того, 17 пусков РКН «Союз-2» выполнено с космодрома Байконур и еще 13 пусков – с Гвианского космического центра в Куру.

\* Указанные выше максимальная и минимальная высота рассчитаны относительно поверхности земного эллипсоида. Условная высота является результатом экспресс-оценки по орбитальным элементам СК США. Она не зависит от формы эллипсоида и текущего положения большой полуоси орбиты относительно него и поэтому удобнее для анализа орбитального построения и поведения КА.



Дата и время запуска, ДМВ	Космодром	Носитель	Аппарат	Наклонение	Высота орбиты, км	
					Начальная	Рабочая
27.02.2015, 14:02	Плесецк	Союз-2.1А	Космос-2503	97,64°	339,8х567,9	568,4х606,3
24.03.2016, 12:42	Плесецк	Союз-2.1А	Космос-2515	97,64°	339,6х567,8	559,9х605,2

Как видно из таблицы, совпадение закрытых районов падения отделяющихся частей РН не было случайным. «Космос-2515» и запущенный 27 февраля 2015 г. «Космос-2503» идеально совпали по параметрам начальной орбиты и по текущим параметрам рабочей орбиты, рассчитанным исходя из орбитальных элементов СК США за 18 апреля 2016 г. Небольшое различие параметров рабочей орбиты не должно смущать, так как оно обусловлено разной ориентацией большой оси орбиты относительно земного эллипсоида. Условная средняя высота полета обоих КА одинакова и составляет 571,7–517,8 км. Этой высоте соответствует солнечно-синхронная орбита с повторением наземной трассы через 599 витков за 40 суток, причем межвитковое расстояние на экваторе составляет 66,9 км.

Отметим, что «Космос-2503» начал свою работу в марте 2015 г. на орбите средней высотой 557 км, которая за полгода «просела» на 2 км в результате естественного торможения в верхних слоях атмосферы. 22 сентября он поднялся до 559 км, а 15 октября – до 571,8 км, однако за последующие пять месяцев снизился до 570,9 км. 25 марта 2016 г. аппарат провел коррекцию, восстановив условную среднюю высоту 571,8 км.

По состоянию на 18 апреля «Космос-2515» опережает «Космос-2503» в движении по орбите примерно на 37 минут и проходит узлы орбиты на 11,2° западнее. Как следствие, витки трассы второго аппарата ложатся точно посередине между витками первого, обеспечивая более плотное покрытие земной поверхности.

Никакие другие российские аппараты не работают на орбитах с такими параметрами. Это позволяет отнести «Космос-2503» и «Космос-2515» к одному и тому же типу, а именно – к картографическим спутникам «Барс-М».

### Краткая техническая справка

Спутник «Космос-2503» был идентифицирован как составная часть комплекса «Барс-М» западными экспертами, такими как Анатолий Зак [5, 6] и Гюнтер Кребс [7], на основании совокупности данных из открытых источников (НК № 4, 2015).

Общее описание КА комплекса «Барс-М» имеется в материалах по проекту реконструкции производственных мощностей РКЦ «Прогресс», опубликованных на сайте госзакупок [8]. Согласно документу «Конкурсная документация», входящему в указанные материалы, картографический комплекс «Барс-М» создается в соответствии с тактико-техническим заданием Минобороны Российской Федерации К-50-07 на ОКР и Государственным контрактом К-33-02-07 от 12.10.2007. Спутник 14Ф148 имеет габаритные размеры 4000х2300х2300 мм и массу 4000 кг. Госзаказом предусмотрен выпуск двух изделий в год. Факт работы РКЦ «Прогресс» над вторым спутником этого типа подтверждается выдачей в октябре 2015 г. контракта на изготовление и поставку комплекта жгутов для изделия 14Ф148 № 2 [9].

В конкурсной документации на «Барс-М» указывается, что в состав КА 14Ф148 входят:

- ◆ модуль целевой аппаратуры (МЦА);
- ◆ модуль служебных систем (МСС);
- ◆ система выдачи импульсов тяг (СВИТ).

МЦА представляет собой конструктивно и функционально обособленный модуль, включающий в себя полный набор аппаратуры, составляющей бортовой специальный комплекс (БСК), и предназначенный для решения целевой задачи. В состав МЦА входит оптико-электронный комплекс «Картат», который включает в себя размерно-стабильную несущую платформу (РСНКП), служащую для установки двух объективов, двух лазерных излучателей, системы контроля визирных объективов, зеркальных отражателей и других элементов и систем.

МСС представляет собой негерметичный отсек, собранный из алюминиевых сотовых панелей. Сотопанели образуют конструкцию в виде решетки, на сторонах которой размещается бортовая аппаратура, а внутренняя полость отведена для размещения СВИТ.

К торцевой поверхности приборных сотопанелей по всем плоскостям стабилизации крепятся четыре панели радиатора-охлаждителя (РО). Для обеспечения теплового режима поверхности МСС, кроме поверхностей РО, покрываются матами экранно-вакуумной теплоизоляции (ЭВТИ).

Система СВИТ состоит из следующих частей:

- ◆ корректирующе-тормозного двигателя (КТД), предназначенного для создания импульсов реактивной тяги, обеспечивающих

изменения скорости центра масс изделия при маневрах;

- ◆ 12 двигателей для создания импульсов реактивных тяг на расстояниях от центра масс изделия, обеспечивающих ориентацию и стабилизацию изделия относительно центра масс;

- ◆ системы хранения и подачи компонентов топлива к двигателям – два бака окислителя и два бака горючего с датчиками контроля остатков компонентов топлива;

- ◆ датчиковой аппаратуры для выдачи информации в систему управления и систему телеметрического контроля;

- ◆ кабельной сети с платами электрических соединителей для подключения изделия к бортовому комплексу управления;

- ◆ трубопроводов.

В обзоре российских космических средств ДЗЗ для решения социально-экономических задач, сделанном в мае 2011 г. Г. М. Полищуком [10], фигурирует картографический комплекс «Барс-М» с оптико-электронным комплексом «Картат» с характеристиками:

- ◆ ширина полосы обзора – 1340 км;
- ◆ ширина полосы захвата – 60 км;
- ◆ пространственное разрешение – 1,1/1,35 м;
- ◆ количество спектральных диапазонов – 7;
- ◆ периодичность наблюдений – один раз в трое суток;
- ◆ гарантированный срок активного существования – 5 лет;
- ◆ носитель – «Союз-2».

Межвитковое расстояние для орбиты, используемой КА «Космос-2503» и «Космос-2515» сегодня, несколько больше ширины полосы ОЭК «Картат». Однако это имело бы значение лишь при съемке экваториальной зоны, так как уже на широте 26,5° межвитковое расстояние сокращается до 60 км. Следовательно, при использовании двух КА с синхронизированным движением по орбитам обеспечивается съемка в надире любой территории вне экваториальной полосы между 26,5° северной и южной широты не реже чем раз в 20 суток.

### Источники

1. [http://function.mil.ru/news\\_page/country/more.htm?id=12081483@egNews](http://function.mil.ru/news_page/country/more.htm?id=12081483@egNews)
2. [http://samspace.ru/news/press\\_relizy/7748/](http://samspace.ru/news/press_relizy/7748/)
3. <http://pilotweb.nas.faa.gov/PilotWeb/> – сайт Федеральной авиационной администрации США для публикации предупреждений для авиаторов NOTAM.
4. <http://izvestia.ru/news/607311/>
5. Anatoly Zak. Russia to launch its first digital mapping satellite // <http://sen.com/news/russia-to-launch-its-first-digital-mapping-satellite>
6. Bars-M: Russia's first digital cartographer // <http://www.russianspaceweb.com/bars-m.html>
7. Bars-M (14F148) // [http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/bars-m.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/bars-m.htm)
8. <http://www.zakupki.gov.ru/epz/order/notice/ok44/view/common-info.html?regNumber=0542100000314000001>
9. <http://www.my-tender.ru/#!/tenders223/31502899737>
10. Возможности российских космических средств ДЗЗ для решения социально-экономических задач // [www.cpn.ru/userfiles/G\\_M\\_Polishuk.pdf](http://www.cpn.ru/userfiles/G_M_Polishuk.pdf)

**30** марта в 04:11:04 по пекинскому времени (29 марта в 20:11:04 UTC) со стартового комплекса №2 Центра космических запусков Сичан был выполнен пуск РН «Чанчжэн-3А» (CZ-3A №Y26) с серийным спутником второго поколения глобальной навигационной системы «Бэйдоу» с обозначением I6, официально именуемым 22-м спутником «Бэйдоу».

Еще 1 февраля после успешного запуска экспериментального спутника M3-S главный конструктор системы «Бэйдоу» Ян Чанфэн упомянул о планах запуска в 2016 г. двух серийных аппаратов с целью дополнить существующую орбитальную группировку. О том, что первый из них намечен на конец месяца, объявил 3 марта главный конструктор ракет типа CZ-3A Цзян Цзе. Точная дата старта стала известна накануне из предупреждений о закрытии воздушных зон над расчетными районами падения первой ступени, головного обтекателя и второй ступени. Стартовое окно 30 марта продолжалось 10 минут – с 04:11 до 04:21 пекинского времени. Внутреннее обозначение пуска было «операция 07-71».

Спутник был успешно выведен на переходную орбиту с параметрами:

- наклонение – 55,04°;
- минимальная высота – 201 км;
- максимальная высота – 35792 км;
- период обращения – 630,7 мин.

Между 30 марта и 4 апреля аппарат перевели на рабочую наклонную геосинхронную орбиту с параметрами:

- наклонение – 54,97°;
- минимальная высота – 35676 км;
- максимальная высота – 35890 км;
- период обращения – 1435,9 мин.

Спутник разработан и изготовлен Китайской исследовательской академией космической техники CAST, а ракета-носитель – Китайской исследовательской академией ракет-носителей CALT. Оба объединения входят в состав Китайской корпорации космической науки и техники CASC.

Контроль за подготовкой и проведением пуска на космодроме и в Пекинском центре управления осуществляли высшие руководители соответствующих ведомств, председатель Совета директоров CASC Лэй Фаньпэй, ее вице-президенты Сюй Цян и Ян Баохуа.

Это был 73-й пуск носителя семейства CZ-3A, 152-й для изданий разработки CALT и 225-й пуск ракеты «Великий поход» вообще. Ракета CZ-3A использовалась впервые после декабря 2014 г.; за это время была завершена ее доработка с целью улучшения характеристик, надежности и удобства использования.

По информации агентства Синьхуа, целью запуска является поддержание существующей группировки навигационной системы «Бэйдоу». Сообщается, что после орбитальных испытаний спутник «присоединится к уже имеющимся на орбите и увеличит стабильность и улучшит пользовательские характеристики системы, тем самым готовя ее к предложению глобального покрытия». Напомним, что существующая группировка из пяти геостационарных, пяти наклонных и трех серийных средневысотных аппаратов работает с декабря 2012 г. лишь в



И. Лисов.

«Новости космонавтики»

региональном масштабе, охватывая Китай и прилегающие к нему с юга районы.

Опубликованная по случаю запуска статья в корпоративной газете «Чжунго хантянь бао» с характерным заголовком «Резерв для поддержания стабильности» делает особый упор на доступность китайской системы для конечного пользователя, приводя в качестве контрпримера историю полного развертывания в 1995 г. орбитальной группировки системы ГЛОНАСС с ее последующей деградацией в неблагоприятных политических условиях. В статье I6 прямо называется «первым резервным спутником, запущенным после завершения развертывания группировки в октябре 2012 г.». Такая формулировка позволяет думать о спутнике I6 как об орбитальном резерве, предназначенном для замены одного из оперативных аппаратов в случае выхода его из строя. Тем не менее занятое им место на орбите дает основания считать, что это не так.

Спутник I6 включен во вторую подгруппу наклонных спутников с пересечением экватора над 93–96° в.д. Первая подгруппа с узлами орбит над 116–122° была создана в 2010–2011 гг. в ходе развертывания группировки «Бэйдоу» второго этапа в полном объеме: в нее вошли спутники I1, I2 и I3. В 2011 г. была образована вторая подгруппа с аппаратами I4 и I5, а в 2015 г. к ним добавились экспериментальные аппараты I1-S и I2-S. Последние, однако, не заняли третье свободное место на «восьмерке», которая представляет собой наземную трассу двух первых спутников, а устроились в группу сопровождения аппарата I5. А вот новый спутник I6 «вписался» в структуру правильным образом: по состоянию на 8 апреля 2016 г., он пересекает экватор на 8 час 05 мин позже I5 и на 8 час 17 мин раньше I4.

Следовательно, более логично рассматривать I6 как аппарат для усиления существующей группировки. Закрыв собой «дырку» на западной «восьмерке» наклонных аппаратов, он позволит обеспечить постоянное количество геостационарных и наклонных КА, доступное для пользователей в рабочей зоне системы в любое время суток. (Количество оперативных спутников на средневысотных орбитах пока слишком мало, чтобы они оказывали существенное влияние на возможности группировки.)

Главным конструктором КА названа Ян Хуэй (杨慧), работающая в программе соз-

Как сообщила 5 апреля корпоративная газета «Чжунго хантянь бао», академия CAST недавно закончила испытания на орбите 18-го, 19-го и 20-го спутников системы «Бэйдоу», то есть экспериментальных аппаратов M1-S, M2-S и I2-S. На трех аппаратах проведено в общей сложности 29 орбитальных тестов, включая испытания платформы, полезной нагрузки, новых приборов и компонентов китайского производства, а также дополнительных полезных нагрузок.

Указывается, что эти три аппарата начали совместную работу, создавая надежный фундамент для демонстрации технологии и совершенствования проекта будущей орбитальной группировки с глобальным покрытием.

дания навигационных спутников Китая с 1995 г. Свою задачу и задачу своих коллег на текущем этапе она видит так: «В процессе строительства глобальной навигационной системы «Бэйдоу» мы не просто рассматриваем новые достижения в технологии, забывая о пользователе. Китайская система не идет по такому пути. Мы держим свои обещания, чтобы удержать пользователя».

Вероятно, в основу I6 был положен тот же проект, что и у пяти его предшественников. В этом случае аппарат массой около 2300 кг собран на базе платформы DFH-3 и рассчитан на 8 лет работы. Его бортовой радионавигационный комплекс массой 247 кг должен транслировать открытые (гражданские) и закрытые (военные) сигналы в диапазонах 1195,14–1219,14, 1256,52–1280,52, 1559,05–1563,15 и 1587,69–1591,79 МГц.

По словам ведущего конструктора Чан Цзиня (常进), аппарат состоит из семи подсистем, включающих 278 комплектов оборудования. Существенные изменения коснулись 18% из них, причем доля оборудования китайского производства возросла с 71 до 91%.

На космодроме Сичан к мартовскому пуску 2016 г. было завершено создание собственной компьютерной системы представления информации и управления подготовкой и проведением пуска. Учитывая выявленные в последние годы многочисленные уязвимости продуктов западных компаний и факты их использования в диверсионных целях, как в Иране в 2010 г., разработчики отказались от использования соответствующих решений и внедрили компьютерную систему на базе компонентов собственного производства – центрального компьютера, национальной операционной системы, баз данных, серверов, средств контроля безопасности и т.д.

# Проблемы американских метеоспутников

И. Лисов.

«Новости космонавтики»

**24** марта прекращены попытки вернуть в рабочее состояние метеоспутник DMSP Block 5D-3 F19, запущенный менее двух лет назад, 3 апреля 2014 г. Американский КА признан утраченным в связи с выходом из строя командной радиолитии и невозможностью управления им.

Аппарат с номером F19, изготовленный компанией Lockheed Martin на основе применяющейся с 1978 г. платформы Ticos-N, оказался невезучим с самого начала. Носитель Atlas V успешно вывел его на заданную солнечно-синхронную орбиту высотой около 850 км, но всего через трое суток после старта стало известно, что единственная панель солнечной батареи раскрылась не полностью.

Представители ВВС США заявили, что последствия для использования КА по целевому назначению будут пренебрежимо малы. Последующие попытки завершить развертывание батареи не были успешными. Однако после внесения некоторых изменений в бортовое программное обеспечение и корректировки параметров отдельных приборов, а также по завершении орбитальных испытаний спутник был принят в эксплуатацию Стратегическим командованием США с 19 августа 2014 г. в качестве основного аппарата на «утренней» орбите с прохождением нисходящего узла в 06:32 местного времени.

Как и предыдущие спутники этого типа, DMSP 5D-3 F19 предназначался для метеорологического обеспечения военных и гражданских пользователей США. Управление им осуществляла совместная оперативная группа ВВС США и Национального управления по океанам и атмосфере NOAA в г. Сьютланд (штат Мэриленд).

данских пользователей США. Управление им осуществляла совместная оперативная группа ВВС США и Национального управления по океанам и атмосфере NOAA в г. Сьютланд (штат Мэриленд).

Состав военной метеосистемы США						
КА	Тип	Дата запуска	Местное время прохождения узла		Инструменты	
			Начальное	Апрель 2016	В работе	Выключены
F14	5D-2	04.04.1997	08:25	04:02	OLS, SSJ4, ES2, SSM	SSM/I, SSM/T, SSM/T2
F15	5D-3	12.12.1999	09:15	02:38	OLS, SSMIS, SSULI, ES3, SSM, SSJ5	SSUSI
F16	5D-3	18.10.2003	07:54	04:09	OLS, SSMIS, SSULI, ES3, SSM, SSJ5	SSUSI
F17	5D-3	04.11.2006	05:35	06:18	OLS, SSMIS, SSUSI, SSULI, ES3, SSM, SSJ5	
F18	5D-3	18.10.2009	07:55	07:10	OLS, SSMIS, SSUSI, SSULI, ES3, SSM, SSJ5	

## Внезапный отказ

11 февраля 2016 г., отработав всего полтора года из пяти лет гарантийного ресурса, F19 перестал принимать команды с Земли. Не сумев вступить в контакт с ним в очередном сеансе связи, операторы сначала искали проблему в наземной аппаратуре, однако затем обратили внимание на приемник командной радиолитии на борту спутника, температура которого неожиданно поднялась на 10°. Через четыре часа аппарат был объявлен аварийным; в четырех последующих сеансах связи «достучаться» до него не удалось несмотря на все усилия.

В это время спутник еще продолжал работать в штатном режиме, формировать телеметрию и передавать метеоданные, но отказ командного приемника сделал невозможным отправку на борт команд реального времени и обновление оперативной и навигационной информации. В связи с этим роль основного КА на «утренней» орбите перешла к F17, запущенному в 2006 г. Как заявил представитель Космического командования ВВС США Энди Роук (Andy Roake), это не повлияло на выполнение задачи по метеобеспечению стратегических пользователей. «Группировка продолжает обеспечивать погодными и атмосферными данными пользователей, как она делает это уже пять десятилетий», – сказал он.

По аппарату F19 был инициирован 30-суточный план восстановления воз-

можности командования и управления, однако предпринятые усилия не дали результатов. Выступая 15 марта в комитете по Вооруженным силам Палаты представителей, командующий Космическим командованием ВВС США генерал Джон Хайтен (John E. Hyten) заявил, что шансов вернуть аппарат к жизни практически нет. 24 марта Энди Роук официально подтвердил, что операторы 50-го космического крыла на авиабазе Шривер прекратили работу со спутником и что Дж. Хайтен сформировал комиссию по расследованию причин аварии.

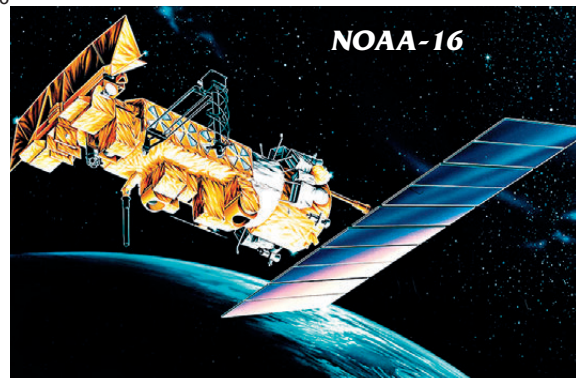
На момент запуска F19 на орбите работали четыре его предшественника с номерами от F15 до F18, запущенные в период с 1999 по 2009 г., и два еще более древних аппарата типа Block 5D-2 с номерами F13 и F14. Однако 3 февраля 2015 г., отработав почти двадцать лет с момента запуска в марте 1995 г., спутник F13 разрушился вследствие взрыва никель-кадмиевой аккумуляторной батареи. К 12 марта в каталог Стратегического командования США было внесено 67 фрагментов от разрушения «тринадцатого», а в последующие месяцы их количество увеличилось до 160.

Это был второй такой случай в истории группировки – одиннадцатью годами раньше, 15 апреля 2004 г., спутник F11 такого же типа разрушился с образованием 84 каталогизированных фрагментов. К моменту события он уже был выведен из эксплуатации, а его аккумуляторные батареи разряжены, так что разрушение списали на двигательную установку, в баках которой оставалось около 6 кг гидразина.

Добавим, что 25 ноября 2015 г. произошло разрушение гражданского метеоспутника NOAA-16, выведенного на орбиту в сентябре 2000 г. и вышедшего из строя 6 июня 2014 г. Вероятной причиной события считается взрыв аккумуляторной батареи. К настоящему времени в каталог внесено 136 фрагментов этого КА.

Таким образом, после гибели F19 в работе в составе военной метеосистемы США остаются пять спутников – от F14 до F18 (см. таблицу), проработавшие уже от 5 до 19 лет.

В гражданской группировке работают спутники NOAA-15, NOAA-18 и NOAA-19 с различной степенью деградации целевой аппаратуры, а также экспериментальный метеоспутник следующего поколения NPP Suomi. Здесь же стоит упомянуть о европейских аппаратах MetOp-A и MetOp-B, работающих по согласованной программе с американскими КА.





## Судьба «двадцатого»

В наземном резерве все еще находится спутник DMSP Block 5D-3 F20. «Все еще» – это потому, что в декабре 2015 г. при утверждении Конгрессом бюджета на 2016 финансовый год (ф.г.) после долгих дискуссий законодатели решили закрыть программу DMSP и срезать финансирование, необходимое для дальнейшего хранения и запуска последнего аппарата серии.

Аппарат с номером F20 был изготовлен Lockheed Martin еще в 1990-е годы и с тех пор хранился в г. Саннивейл в контролируемых условиях в ожидании решения о запуске. Темп запусков и прекращения работы ранее запущенных аппаратов подсказывал, что необходимость в нем возникнет лишь около 2020 г. Между тем стоимость хранения последнего КА в серии составляла около 40 млн \$ в год, и к концу 2015 г. ВВС США успели израсходовать на него 518 млн \$.

В 2015 г., вероятно, вследствие ограничений на работу аппарата F19 с не полностью развернутой солнечной батареей, ВВС США обратились к Конгрессу с просьбой профинансировать запуск последнего КА примерно в 2018 г. Однако законодатели, взбешенные уже понесенными огромными расходами, отказались выделить необходимые для оплаты пусковых услуг 120 млн \$ и вместо этого приняли решение о прекращении финансирования. Как заявил в этой связи 7 января член комитета по Вооруженным силам Майкл Роджерс, «Конгресс потерял веру в способность ВВС управлять этой программой».

В соответствии с бюджетным законом ВВС США подготовили план-график завершения работ по программе к декабрю 2016 г., и уже 20 июня технический экземпляр и летный спутник F20 должны быть удалены из хранилища в г. Саннивейл. Так как с вывозом спутника гарантия на его приборы снимается, с этого момента КА станет непри-

годным к запуску и может рассчитывать в лучшем случае на место в музее, а в худшем, цитируя все того же Роджерса, «пойдет на бритвенные лезвия».

Уже много месяцев должностные лица ВВС США искали источник метеоданных сопоставимого объема и качества, и теперь у них внезапно появился сильный довод в пользу отмены импульсивного решения законодателей. «В идеальном мире я бы предпочел запустить F20», – недвусмысленно заявил генерал Хайтен на слушаниях 15 марта. Он также сказал, что заместитель председателя Объединенного комитета начальников штабов генерал Пол Селва (Paul J. Selva) дал ВВС США задание изучить потенциальные нарушения в получении метеоданных, которые сегодня поставляют спутники DMSP, и к 1 мая доложить, соответствует ли спутниковая программа предъявляемым к ней требованиям Минобороны США.

Тем временем 14 марта командир Центра космических и ракетных систем ВВС генерал-лейтенант Сэмюел Гривз (Samuel A. Greaves) подтвердил американскому изданию Space News, что отдал управлению программы DMSP распоряжение «не производить никаких необратимых действий, чтобы дать ВВС, Минобороны и Конгрессу возможность... оценить ситуацию».

## Проблемы нового поколения

Разрабатываемый по заданию ВВС США метеоспутник нового поколения пока так и называется – Weather Satellite Follow-on (WSF). Программа его создания была учреждена после развала в 2010 г. проекта совместной военно-гражданской полярной метеосистемы США. Новые военные метеоспутники должны вести глобальные наблюдения атмосферных, наземных, океанографических и гелиогеофизических условий, включая поставку критически необходимых данных трех типов: о скорости и направлении ветров над океаном, об интенсивности тропических циклонов и о заряженных частицах в области низких орбит, которые могут создавать помехи работе других спутников.

Год назад, в феврале 2015 г., старт первого аппарата намечался на 2021 г., однако в опубликованном в феврале 2016 г. проекте военного бюджета на следующий финансовый год сроки готовности к запуску сдвинулись: первого аппарата – на 2022 ф.г., второго – на 2026 ф.г.

Не факт, что существующая группировка спутников DMSP, даже с учетом продемонстрированных способностей КА многократно превышать заявленный ресурс, дотянет до указанного времени. Между тем одна из необходимых функций сегодня обеспечивается даже не DMSP, а единственным в своем роде спутником Coriolis, запущенным 6 января 2003 г. (HK № 3, 2003) с расчетным сроком службы всего в три года. Именно стоящий на нем микроволновой поляриметрический радиометр Windsat, разработанный в Военно-морской исследовательской лаборатории NRL, поставляет для ВВС США данные о скоростях и направлениях ветров над океаном. Выход этого КА из строя ожидался еще в 2015 г., и, хотя он и сумел дожить до настоящего времени, шанс получить в ближайшее время «дыру» в ветровых данных очень велик.



▲ Спутник Coriolis

Поэтому еще в марте 2015 г. ВВС объявили о намерении срочно закупить «временный» аппарат для получения тех же данных, что сегодня дает Coriolis. Именно на это сейчас направляется финансирование по проекту WFS. В обосновании проекта бюджета говорится, что первая фаза проекта состоит в создании и запуске совместно с Управлением оперативного реагирования в космосе ORS экспериментальной полезной нагрузки COWVR (Compact Ocean Wind Vector Radiometer). Создание этого компактного микроволнового датчика обещает существенное снижение размера, массы, энергопотребления и стоимости полезной нагрузки основного КА WFS.

Чтобы, с одной стороны, в минимально короткие сроки заместить WindSat, а с другой – успеть внедрить новую технологию на спутниках WFS, старт «временного» аппарата планируется на 2017 ф.г. Лаборатория реактивного движения JPL свою часть работы уже сделала: прибор COWVR, являющийся вариантом микроволнового радиометра AMR спутника Jason-3 (HK № 3, 2016), готов к интеграции со спутником. Теперь Управление программ WFS в Центре космических и ракетных систем должно заказать через ORS аппарат-носитель и запуск для проведения технической демонстрации.

Дэвид Мэдден (David W. Madden), исполнительный директор Центра, утверждает, что интеграция COWVR с коммерческой спутниковой платформой не займет много времени, тем более что она уже была изготовлена для экспериментального радиолокационного спутника ORS-2, впоследствии отмененного. Запуск планируется на ракете Minotaur I.

По материалам ВВС США и Space News



21 марта пресс-служба АО «Корпорация ВНИИЭМ» сообщила, что КА «Метеор-М» №1, запущенный 17 сентября 2009 г. и функционирующий в настоящее время в составе российской орбитальной группировки за пределами гарантийных обязательств, переведен в режим исследования по программе главного конструктора в связи с техническим состоянием бортовых систем КА.

Как мы уже сообщали (HK № 3, 2016, с.54), первый «Метеор-М» полностью отработал заданный пятилетний срок службы и был выведен из оперативного использования 1 октября 2014 г. из-за прекращения стабилизации по каналу крена. Впоследствии, в ноябре 2015 г., удалось возобновить съемку Земли в штатном режиме ориентации с использованием экспериментального набора маховиков. Изначально было ясно, что такая работа не может продолжаться долго, и уже 20 марта российский радиолокационный Дмитрий Пашков (R4UAB) принял с КА серию «картинок», искаженных вращением спутника.



## Второй «Бион-М» надо доработать

И. Афанасьев.

«Новости космонавтики»

19 февраля Совет\* главных конструкторов самарского АО «Ракетно-космический центр (РКЦ) «Прогресс»» счел необходимым доработать эскизный проект (ЭП) спутника «Бион-М» № 2 и выпустить к нему дополнения.

Представители предприятий-соисполнителей доложили о результатах полета «Биона-М» № 1, рассказали о научных экспериментах, запланированных для «Биона-М» № 2, ходе разработки ЭП на научную аппаратуру и готовности к защите дополнения к ЭП, которая запланирована на конец 2016 г.

Спутники «Бион-М» предназначены для фундаментальных и прикладных исследований по космической биомедицине и биотехнологии в орбитальном полете с возвращением результатов на Землю. Миссии способствуют совершенствованию системы медицинского обеспечения длительных пилотируемых полетов и деятельности человека в экстремальных условиях. Первый аппарат данной серии совершил полет в апреле–мае 2013 г.

Ранее генеральный директор РКЦ «Прогресс» А. Н. Кирилин сообщал, что в июне 2015 г. Роскосмос заключил с Центром государственный контракт на разработку дополнения к ЭП космического комплекса «Бион-М» со спутником «Бион-М» № 2, предназначенного для фундаментальных исследований в области космической биологии и медицины. Руководитель РКЦ «Прогресс» пояснил, что в настоящее время Межведомственная комиссия – при головной научной роли Института медико-биологическим про-

блем (ИМБП) РАН – отбирает эксперименты и исследования для проекта КА «Бион-М» № 2 на основании установленных критериев. По результатам работы комиссии будет разработана Программа фундаментальных, научно-прикладных исследований и экспериментов, а также уточнен и утвержден состав научной аппаратуры Советом РАН по космосу.

В проекте Федеральной космической программы на 2016–2025 годы (ФКП–2025) предусмотрено изготовление и запуск с помощью РН «Союз-2.1Б» с космодрома Байконур «Биона-М» № 2 в 2021 г. и «Биона-М» № 3 в 2025 г. (В предыдущем варианте проекта ФКП–2025 запуски этих спутников планировались на 2019 и 2022 гг.) Общая стоимость этой программы составит 12,29 млрд руб.

Аппарат массой свыше 6000 кг с научной аппаратурой суммарной массой до 650 кг планируется вывести на орбиту высотой до 1000 км. Предполагается, что время полета научных спутников составит до 60 суток.

Заместитель директора ИМБП РАН по науке В. Н. Сычев в 2015 г. отмечал: «Сейчас ведутся работы по заключению контракта с РКЦ «Прогресс». Официальный старт работ уже дан». Он отметил, что работа по проекту началась еще раньше: «В декабре [2014 г.] Совет по космосу РАН определил примерный перечень аппаратуры, которая может быть установлена на борту биоспутника, утвердил ИМБП в качестве головной организации по разработке научной программы и определению комплекса научной аппаратуры».

\* В ходе заседания также рассматривался ход работ по проектам КА «Ресурс-П» и «Обзор-Р».

\*\* «Бион-М» № 1 вышел на орбиту 19 апреля 2013 г. (НК № 6, 2013, с. 28–37) и через месяц приземлился под Оренбургом. На борту аппарата в космосе побывали мыши, монгольские песчанки, гекконы, улитки, растения и колонии различных микроорганизмов. Во время полета проводилось 30 экспериментов, в программу послеполетных исследований были включены 79 научных экспериментов, разработанных российскими учеными совместно со специалистами Украины, США, Франции, Италии, Германии и Южной Кореи.

По словам ученого, на биоспутнике отправятся в космос более 70 мышей. «Основной объект на «Бионе» – это мыши, количество которых мы хотим увеличить с 45 (столько было на первом «Бионе») до 75». Владимир Николаевич уточнил, что возрастет и число блоков с мышами – с трех до пяти. Грызуны займут те места, где в первом эксперименте стояло оборудование с песчанками и гекконами – от их отправки в космос на этот раз решили отказаться.

Замдиректора ИМБП пояснил, что увеличение числа животных объясняется несколькими факторами. Так, примерно 10–15% мышей в космическом полете могут погибнуть. Кроме того, исследователи хотят иметь больше подопытных, чтобы провести некоторое воздействие на них еще до полета: ввести определенные препараты, удалить вестибулярный аппарат и так далее. «Чем больше таких групп, которые будут иметь модификацию перед полетом, тем больше различных вариантов исследований», – отметил В. Н. Сычев.

Помимо мышей, в космос на новом «Бионе» отправятся мухи дрозофилы, которые не летали на первом биоспутнике. На втором аппарате будут повторены эксперименты по микробиологии и экзобиологии (наука, изучающая происхождение, эволюцию и распространение жизни во Вселенной).

«В основном все будет практически то же самое, что было на первом «Бионе». Наша задача – максимально повторить первый «Бион» в новых условиях», – подчеркнул замдиректора ИМБП.

В апреле 2015 г. был утвержден состав Межведомственной комиссии, призванной отобрать исследования и эксперименты для научной программы «Биона-М» № 2. Комиссия провела три заседания, получила более 30 технических заданий с предложениями исследований в космическом полете и в сентябре 2015 г. определила научную программу и аппаратуру для установки на аппарате.

Владимир Сычев пояснил: второй «Бион-М» в основном повторит полет первого\*\*, но с той существенной разницей, что орбита нового биоспутника будет находиться на высоте 1000 км, что практически вдвое больше, чем у первого, и в 2,5 раза выше орбиты МКС.

«На таких больших высотах биологические объекты практически никогда еще не летали, – уточнил замдиректора института. – «Бион-М» № 2 будет находиться в пределах радиационных поясов Земли, [так что] уровень радиации на этой орбите [будет] в десять раз выше по сравнению с условиями первого «Биона». Мы хотим получить информацию, аналогичную той, которую передал первый «Бион», сравнить изменения, происходящие в организме различных животных и других биологических объектов, с результатами первого «Биона», чтобы посмотреть, какой вклад дает радиационная составляющая».

С 2017 г. пойдет основное финансирование на создание спутника и аппаратуры для исследования. В 2019 г. весь комплекс должен быть проверен в РКЦ «Прогресс».

По сообщениям РИА «Новости», Интерфакс, <http://tass.ru/kosmos/2104954>

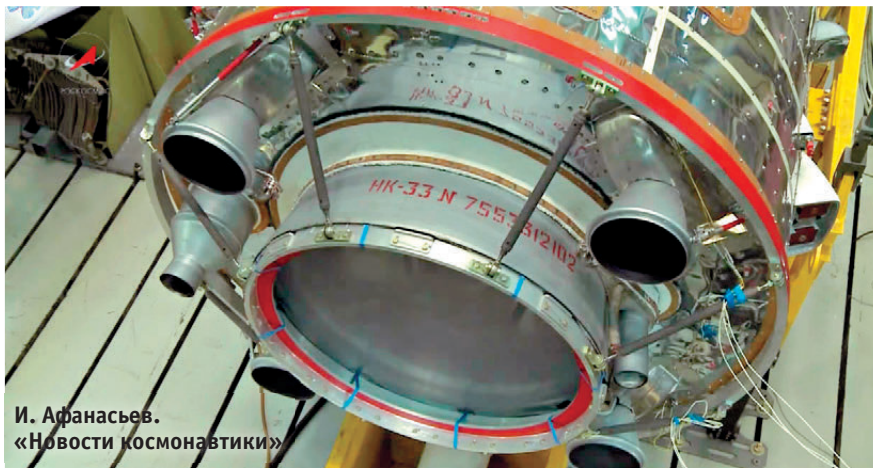
2 марта на стендовой базе Публичного акционерного общества (ПАО) «Кузнецов»\* (Самара) прошли приемо-сдаточные огневые стендовые испытания (ОСИ) очередного двигателя НК-33 для ракеты легкого класса «Союз-2.1В».

Экземпляр изделия проработал на стенде положенные 40 сек без замечаний. Впервые за довольно продолжительное время полный технологический процесс подготовки изделия к испытаниям осуществляли специалисты ПАО «Кузнецов» без привлечения сторонних подрядчиков. Собственные мощности, необходимые для заправки трубопроводов ПГ-2, которые используются при запуске системы зажигания НК-33, были утрачены на предприятии более сорока лет назад, однако в настоящий момент данный тип производства полностью восстановлен за счет собственных средств, что позволило замкнуть цикл производства и ОСИ на одной площадке.

НК-33 – кислородно-керосиновый маршевый жидкостный ракетный двигатель номинальной тягой 154 тс (у земли), разработанный в период с 1968 по 1974 г. коллективом под руководством генерального конструктора Н.Д. Кузнецова на базе прототипа НК-15 для установки на первой ступени сверхтяжелого носителя Н-1. После этого работы были остановлены, но двигатели сохранены. Во второй половине 1990-х годов американская фирма Aerojet приобрела часть партии НК-33 для применения в проекте многоразового носителя К-1 компании Rocketplane Kistler, а затем – ракеты Taurus II (Antares) разработки Orbital Sciences Corp. В 2009 г. самарское предприятие объявило о возобновлении работ по двигателю.

«Концентрация всех технологических процессов внутри предприятия-производителя гарантирует качество и четкое исполнение сроков на всех этапах, что особенно важно, когда речь идет о ракетном производстве, – отметил исполнительный директор ПАО «Кузнецов» Николай Якушин. – Мы рассчитываем, что НК-33 с его возможностью многоразового использования, показателями удельного импульса тяги и удельного веса, отвечающими современным требованиям, а также надежностью, подтвержденной многократными стендовыми и летными испытаниями, будет востребован в рамках различных проектов».

Предыдущие испытания НК-33 (также на 40 сек) проводились в октябре 2015 г. на пятом летном экземпляре двигателя. Тогда



И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»

## Двигатель для легкого «Союза» проходит стендовые испытания

проверку прошли конструктивно доработанная камера сгорания и вновь изготовленная пусковая камера.

Первый испытательный пуск новой РН «Союз-2.1В» состоялся 28 декабря 2013 г. с космодрома Плесецк, второй – 20 января 2016 г. Создание этой ракеты обусловлено увеличением потребности мирового рынка в выведении малых космических аппаратов, а также необходимостью замены конверсионного носителя «Рокот», пуски которого завершатся в ближайшие годы. До серийного производства планировалось провести пять испытательных пусков «Союза-2.1В».

Сейчас это единственная ракета, оснащенная двигателем НК-33. До недавнего времени изделие (в американизированной версии носившее название AJ26-62) применялось также на первой ступени РН Antares, но после аварии ракеты 28 октября 2014 г. компания – разработчик носителя Orbital ATK приняла решение отказаться от НК-33 в пользу РД-181 разработки НПО «Энергомаш». В результате ПАО «Кузнецов» потеряло около 500 млн \$ (договор, ранее заключенный ОАО «Кузнецов» с Aerojet Rocketdyne, предусматривал поставку вновь изготовленных НК-33 с 2016 по 2020 г.).

«В 2013 г. во время ОСИ носителя среднего класса Antares с модифицированными двигателями НК-33/AJ26 в адрес американской корпорации Orbital Sciences поступило еще одно предложение – от НПО «Энергомаш». Спустя год представители Orbital Sciences решили отказаться от двигателей «Кузнецова», а упущенная выгода по опционному договору составила порядка 500 млн \$», – сообщила пресс-служба ПАО «Кузнецов».

Причиной аварии «Антареса» представители Orbital ATK назвали неполадки в двигателе первой ступени ракеты. Самар-

ская сторона, в свою очередь, заявила о своей непричастности к инциденту, поскольку исходные НК-33 прошли успешную проверку, а затем подверглись модернизации на территории США. В своем интервью после аварии РН Antares президент Orbital – ATK Дэвид Томпсон (David W. Thompson) отметил, что у его фирмы уже имеются новые поставщики.

В нынешнем году предприятию предстоит обеспечить 19 пусковых кампаний.

В настоящее время основной продукцией ПАО «Кузнецов» по ракетной тематике являются РД-107А/108А первой и второй ступеней носителей «Союз-2.1А» и «Союз-2.1В». Сегодня все отечественные пилотируемые пуски осуществляются на самарских двигателях. Указанные изделия проходят полный цикл изготовления (на создание каждого уходит около 10 месяцев) и испытываются на стенде объекта «Химзавод» (поселок Винтай, Самара).

«[РД-107/108], несомненно, претерпели ряд модификаций, направленных на улучшение качества и надежности двигателей, – сообщил Игорь Фирман, директор производства ракетных двигателей ПАО «Кузнецов». – То есть сейчас они выпускаются в самой последней модификации. Ну и в дальнейшем, разумеется, с помощью «Энергомаша» мы будем внедрять другие новые разработки».

По сообщениям РИА «Новости» и Lenta.ru

\* ПАО входит в состав Объединенной двигателестроительной корпорации (ОДК), является ведущим российским предприятием по разработке, производству, техническому сопровождению в эксплуатации и ремонту газотурбинных авиационных, жидкостных ракетных двигателей, газотурбинных установок для наземного использования в газовой отрасли, энергетике. До апреля 2010 г. носило название ОАО «Моторостроитель», затем – ОАО «Кузнецов».



Фото С. Степанова

## Полвека назад Плесецк стал космодромом

**17** марта 2016 г. исполнилось 50 лет со дня запуска «Космоса-112» – первого спутника, отправленного на околоземную орбиту с космодрома Плесецк. В 1975 г., через девять лет после этого запуска, Плесецк занял первое место в мире по количеству орбитальных пусков и удерживает его по сей день.

Представленный ниже исторический опус не претендует на абсолютную полноту, но в нем отражены все события, связанные с боевым дежурством и испытаниями боевых и космических ракетных комплексов, а также с созданием экспериментально-испытательной базы в Плесецке.

### Боевая тематика

Космодром Плесецк начал свою жизнь 15 июля 1957 г. в качестве первой в СССР базы межконтинентальных баллистических ракет (МБР) Р-7 – объекта «Ангара».

Строительство наземных стартовых комплексов для «семерок» началось в марте 1957 г. 1 января 1960 г. на боевое дежурство заступила 42-я боевая стартовая станция (БСС) с пусковой установкой (ПУ) № 1 на площадке 41 («Лесобазы»). 15 апреля 1960 г. к боевому дежурству приступила 48-я БСС с ПУ № 2 на площадке 16 («Горный»), а 15 июля 1961 г. – 70-я БСС с ПУ № 3 и № 4 на площадке 43 («Скипидарный»). Всего с Плесецка были выполнены три учебно-боевых пуска ракеты Р-7А – 14 и 21 декабря 1965 г. с площадки 41 и 25 июля 1967 г. с ПУ № 4 площадки 43.

В августе 1960 г. началось строительство стартовых комплексов для ракеты Р-16. 27 октября 1961 г. на боевое дежурство заступил первый дивизион 593-го ракетного полка с наземными ПУ № 5 и № 6 на площадке 5 («Стройдеталь»), 15 января 1962 г. – второй дивизион этого же полка с наземными ПУ № 7 и № 8 на площадке 24 («Лисицыно»).

Строительство шахтных ПУ № 9, № 10 и № 11 для ракеты Р-16У на площадке 25 («Лесорубов») началось в первом квартале 1961 г. 30 марта 1963 г. на ней приступил к боевому дежурству 3-й дивизион 593-го ракетного полка. Именно отсюда, из ШПУ № 11, 22 октября 1963 г. стартовала первая в истории Плесецка МБР.

В дальнейшем на полигоне был создан ракетный учебный центр, куда со всей страны приезжали ракетные полки для обучения и выполнения учебно-боевых пусков ракет Р-16У. Всего с Плесецка было осуществлено 107 пусков Р-16У. Наземные ПУ ракет Р-16У в Плесецке были сняты с боевого дежурства в 1969 г., шахтные – в 1974 г.

В декабре 1961 г. началось строительство стартовых комплексов для ракеты Р-9А. 15 декабря 1964 г. на боевое дежурство заступил 329-й ракетный полк с наземными ПУ № 14 и № 15 на площадке 32 («Большое Усово»). В тот же день к боевому дежурству приступил 63-й ракетный полк с наземной ПУ № 12 на площадке 31 («Малое Усово»). Еще одна наземная ПУ № 13 была поставлена на боевое дежурство 10 февраля 1965 г. Всего с Плесецка было проведено семь пусков Р-9А.

В первом квартале 1964 г. началось строительство наземных ПУ № 1 и № 2 для баллистической ракеты средней дальности Р-14У на площадке 131 («Медвежьих горы»). В 1969–1970 гг. с них были осуществлены шесть пусков Р-14У для отработки системы противоракетной обороны «Алдан».

В сентябре 1963 г. было принято решение о создании на полигоне инфраструктуры для испытаний твердотопливных МБР.

Первой из них была ракета РТ-2. В марте 1965 г. в Плесецке началось строительство шахтных ПУ № 1-1 и № 1-2 на площадке 161 («Заря»). Позже строители приступили к проходке шахтной ПУ на площадке 165 («Ясное»).

Летные испытания РТ-2 проходили с ноября 1966 г. по октябрь 1968 г. Было выполнено 25 пусков, в том числе залповый – из трех шахтных ПУ на площадках 161 и 165.

В декабре 1965 г. было решено построить на полигоне семь шахтных ПУ по программе длительного хранения РТ-2, заключавшейся в опытном дежурстве ракет с их последующими пусками. И уже через два года были введены в эксплуатацию шахтные ПУ на площадках 162 («Озерки»), 163/1 («Серебрянка»), позже переименована в «Юбилейную»), 164 («Лосиное»), 166 («Озёрная»), 167 и 169 («Лазурное»), 170 («Горки»).

В период с января 1970 г. по январь 1972 г. в Плесецке прошли летные испыта-

ния модернизированной ракеты РТ-2П, во время которых состоялось 15 пусков.

В апреле 1966 г. началось строительство экспериментальной базы для испытаний РТ-20П – ракеты смешанного типа (первая ступень – твердотопливная, вторая – жидкостная) на гусеничном тягаче. На площадках 157 («Цветочное») и 158 («Токовище») были созданы по две стартовые позиции. Кроме того, на площадке 158 началось, но не было завершено строительство двух шахтных ПУ для стационарного варианта РТ-20П.

Летные испытания РТ-20П прошли с октября 1967 г. по август 1969 г. и включали 12 пусков. Но из-за низкой надежности ракета не была принята на вооружение.

Эта же экспериментальная база использовалась затем для летных испытаний ракеты подвижного комплекса «Темп-2С», которые прошли с марта 1972 г. по декабрь 1974 г. с выполнением 30 пусков. Тем временем в ноябре 1974 г. Генеральный секретарь ЦК КПСС Леонид Брежнев пообещал президенту США Джеральду Форду не разворачивать этот комплекс. В результате 42 пусковые установки «Темпа-2С» с февраля 1976 г. по июль 1986 г. несли боевое дежурство на полигоне на площадках 5, 24, 25 и 31, перешедших в наследство от ракет Р-16У и Р-9А.

Строительство экспериментальной базы для испытаний ракет РТ-23 в стационарном и железнодорожном вариантах началось в октябре 1981 г. Была проложена магистральная железная дорога протяженностью 56 км, на площадке 163/2 («Лощина») построены шахтные ПУ № 1 и № 2 и четыре железнодорожные стартовые позиции с разной несущей способностью полотна. Кроме того, были переоборудованы шахтные ПУ на площадках 163/1 и 165.

Летные испытания стационарного варианта РТ-23 состоялись с октября 1982 г. по февраль 1984 г. (восемь пусков), железнодорожного – с января 1984 г. по апрель 1985 г. (десять пусков). РТ-23 не была принята на вооружение, так как к тому времени уже шла разработка модернизированной РТ-23У.

Для испытаний железнодорожного варианта РТ-23У использовалась база, созданная для РТ-23. А вот для отработки стационарного варианта РТ-23У в январе 1984 г. началось строительство двух шахтных ПУ на площадке 172 («Светлая») и двух шахтных ПУ на площадке «Южная».

Летные испытания железнодорожного варианта РТ-23У осуществлялись с февраля 1985 г. по декабрь 1987 г. (16 пусков), стационарного – с июля 1986 г. по сентябрь 1988 г. (16 пусков).

Для отработки ракет РТ-2ПМ подвижного комплекса «Тополь» были построены стартовые позиции на площадках 167 и 169, на месте шахтных ПУ ракет РТ-2. Испытания «Тополя» на полигоне проводились с сентября 1981 г. по декабрь 1987 г. В ходе них были выполнены 19 пусков, в том числе три бросковых.

На базе «Тополя» была создана командная ракета 15Ю75, испытания которой прошли на площадке 169 с августа по декабрь 1990 г. (четыре пуска).

С марта 1989 г. по май 1991 г. в Плесецке отработывалась малогабаритная ракета подвижного комплекса «Курьер». Были

выполнены четыре бросковых пуска, но по соглашению с США дальнейшие испытания «Курьера» прекратились в обмен на сворачивание работ по аналогичной ракете Midgetman.

Для отработки стационарного варианта ракеты РТ-2ПМ2 комплекса «Тополь-М» в 1992 г. началось переоборудование шахтных ПУ на площадках 163/1, 172 и «Южная». Испытания РТ-2ПМ2 состоялись в период с декабря 1994 г. по февраль 2000 г. (десять пусков). С декабря 2013 г. на площадке «Южная» началась отработка ракеты стационарного комплекса «Ярс» (осуществлены два пуска).

Для испытаний подвижного варианта ракеты РТ-2ПМ1 комплекса «Тополь-М» использовались площадки 167 и 169. Всего во время летных испытаний с сентября 2000 г. по декабрь 2004 г. были проведены четыре пуска. Те же самые площадки применялись для отработки ракет подвижных комплексов «Ярс» (с мая 2007 г. по ноябрь 2008 г.; три пуска) и «Рубеж» (с сентября 2011 г.; два пуска).

Кроме того, по данным Билла Гертца из энциклопедии издания The Washington Free Beacon, на полигоне проводятся испытания противоракеты «Нудоль». К настоящему времени осуществлены три пуска, в том числе один успешный (18 ноября 2015 г.).

В 2016 г., по информации ТАСС, в Плесецке планируется начать отработку ракеты «Сармат», которая в будущем придет на смену ракетам Р-36М2.

В настоящее время, судя по снимкам из космоса, действующие шахтные ПУ на полигоне остались только на площадках 163/1 и «Южная». Остальные шахтные ПУ демонтированы, а площадки, на которых они располагались, сровняли с землей.

Пуски межконтинентальных баллистических ракет	
Ракета	Всего пусков
8К64У (Р-16У)	107 (5)
8К74 (Р-7А)	3 (0)
8К98 (РТ-2)	101 (12)
8К98П (РТ-2П)	41 (7)
8К75 (Р-9А)	7 (0)
8К99 (РТ-20П)	12 (7)
15Ж42 (Темп-2С)	35 (8)
15Ж44 (РТ-23)	8 (5)
15Ж52 (РТ-23)	10 (2)
15Ж60 (РТ-23У)	19 (4)
15Ж61 (РТ-23У)	20 (1)
15Ж58 (РТ-2ПМ)	95 (3)
15Ж65 (РТ-2ПМ2)	12 (1)
15Ж55 (РТ-2ПМ1)	4 (0)
15Ж55М (Ярс)	5 (0)
15Ж65М (Ярс)	2 (0)
15Ж59 (Курьер)	4 (0)
15Ю75 (Сирена)	4 (0)
15Ж67 (Рубеж)	2 (1)
<b>Всего</b>	<b>491 (56)</b>

*В скобках указано число аварийных пусков*

## Космическая тематика

Идея переоборудовать стартовые комплексы «семерок» в Плесецке под космические запуски возникла еще в 1962 г.

Решено было начать с площадки 41. В марте 1965 г. 42-я боевая стартовая станция (БСС) была временно снята с боевого дежурства. Переоборудование ПУ №1 завершилось в октябре 1965 г., и 17 марта 1966 г. с нее ракетой-носителем «Восток-2» был осуществлен первый на полигоне запуск спутника («Космос-112»). До июля 1968 г. 42-я БСС совмещала боевое дежурство с

запусками космических аппаратов. Последний, 313-й пуск с площадки 41 состоялся в сентябре 1989 г., и в конце 1990-х годов ПУ была демонтирована.

Переоборудованию ПУ №2 на площадке 16 помешал взрыв ракеты-носителя «Союз» на площадке 31 космодрома Байконур, произошедший 14 декабря 1966 г. Для скорейшего восстановления ПУ в январе 1967 г. 48-я БСС была снята с боевого дежурства, и в течение месяца со стартового комплекса демонтировали и отправили на Байконур 16 агрегатов и систем.

В 1979 г. было решено восстановить ПУ на площадке 16, и уже в феврале 1981 г. с нее был осуществлен первый запуск спутника («Космос-1247»). Последний, 136-й пуск с площадки 16 состоялся в мае 2012 г. Планом предусматривается к 2019 г. переоборудовать данную ПУ под ракету «Союз-2.1В».

В июле 1968 г. была снята с боевого дежурства 70-я БСС с ПУ №3 и №4. Переоборудование ПУ №3 проходило с марта по июль 1970 г. В феврале 1971 г. с нее провели первый запуск спутника («Космос-396»). Именно на этой ПУ в мае 1973 г. начались летные испытания унифицированной ракеты «Союз-У», которая служит российской космонавтике по сей день.

Последний, 214-й пуск с ПУ №3 был осуществлен в октябре 2002 г. В настоящее время она переоборудуется под ракету «Союз-2.1А» и «Союз-2.1Б». Работы намечается завершить в 2017 г.

В декабре 1969 г. после реконструкции первый спутник («Космос-313») был запущен с ПУ №4. В 2002–2004 гг. ПУ была переоборудована под ракеты «Союз-2.1А» и «Союз-2.1Б», и в ноябре 2004 г. с нее стартовал первый «Союз-2.1А». В 2012 г. ПУ дооборудовали под ракету «Союз-2.1В» (первый пуск – декабрь 2013 г.). К настоящему моменту с ПУ №4 проведено 290 пусков.

В первом квартале 1964 г. в Плесецке началось сооружение наземной ПУ №1 для ракеты «Космос-2» на площадке 133 («Лесное») и наземных ПУ №1 и №2 для ракеты «Космос-3М» на площадке 132 («Лесное»).

В марте 1967 г. с площадки 133 был запущен первый спутник («Космос-148»). После выполнения 90 пусков «Космосов-2» в 1977 г. ПУ №1 была выведена из эксплуатации. В 1980-х годах она была также переоборудована под ракету «Космос-3М» и получила №3. В период с октября 1985 г. по август 1994 г. с ПУ №3 стартовали 39 «Космосов-3М».

Весной 1998 г. началась реконструкция ПУ №3 под ракету «Рокот». С мая 2000 г. с нее произведено 25 пусков «Рокотов».

В мае 1967 г. состоялся первый пуск ракеты «Космос-3М» с ПУ №2 площадки 132. Всего до апреля 1990 г. с нее запустили 172 «Космоса-3М». В октябре 1969 г. прошел первый пуск «Космоса-3М» с ПУ №1 площадки 132. Последний, 211-й пуск с нее был в апреле 2010 г. Сейчас обе ПУ на площадке 132 выведены из эксплуатации.

В июле 1971 г. на площадке 32 началось строительство наземных ПУ №1 и №2 для ракеты «Циклон-3». Летные испытания ракеты прошли успешно, и их ограничили шестью пусками вместо первоначально планировавшихся одиннадцати. В период с июня 1977 г.

Орбитальные пуски ракет космического назначения					
Ракета	Всего пусков	Результаты пусков			
		1	2	3	4
8А92 (Восток-2)	6 (6)	4 (4)	0 (0)	2 (2)	0 (0)
8А92М (Восток-2М)	79 (79)	75 (75)	0 (0)	3 (3)	1 (1)
8К78М (Молния-М)	229 (234)	221 (226)	0 (0)	7 (7)	1 (1)
11К63 (Космос-2)	90 (90)	84 (84)	0 (0)	0 (0)	6 (6)
11К65М (Космос-3М)	422 (769)	396 (724)	1 (1)	8 (22)	17 (22)
11А57 (Восход)	166 (166)	152 (152)	1 (1)	3 (3)	10 (10)
11А511М (Союз-М)	8 (8)	6 (6)	0 (0)	2 (2)	0 (0)
11А511У (Союз-У)	435 (441)	420 (426)	0 (0)	4 (4)	11 (11)
14А14-1А (Союз-2.1А)	10 (10)	9 (9)	0 (0)	1 (1)	0 (0)
14А14-1Б (Союз-2.1Б)	14 (14)	12 (12)	0 (0)	1 (1)	1 (1)
14А15 (Союз-2.1В)	2 (5)	1 (4)	1 (1)	0 (0)	0 (0)
11К68 (Циклон-3)	122 (238)	114 (214)	0 (0)	3 (9)	5 (15)
3К-25 (Старт-1)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0)	0 (0)
3К-25 (Старт)	1 (2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (2)
14А05 (Рокот)	25 (63)	23 (61)	0 (0)	1 (1)	1 (1)
14А127 (Ангара-А5)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0)	0 (0)
<b>Всего</b>	<b>1611 (2125)</b>	<b>1517 (1997)</b>	<b>3 (3)</b>	<b>37 (55)</b>	<b>54 (70)</b>

*В скобках указано число запущенных спутников.  
1 – Спутники выведены на расчетную орбиту.  
2 – Основной спутник выведен на расчетную орбиту, но не отделен от средства выведения.  
3 – Спутники выведены на нерасчетную орбиту.  
4 – Спутники не выведены на орбиту.*

Суборбитальные пуски ракет космического назначения	
Ракета	Всего пусков
14А14-1А (Союз-2.1А)	1 (0)
14А125-01 (Ангара-1.2ПП)	1 (0)
<b>Всего</b>	<b>2 (0)</b>

*В скобках указано число аварийных пусков*

по январь 2009 г. с ПУ №2 выполнили 65 пусков, с января 1980 г. по декабрь 2001 г. с ПУ №1 – 57 пусков. В настоящее время обе ПУ не используются.

В марте 1993 г. и в марте 1995 г. с площадки 158 стартовали ракеты «Старт-1» и «Старт», созданные на базе ракеты РТ-2ПМ подвижного комплекса «Тополь». В дальнейшем пуски ракет «Старт-1» перевели на космодром Свободный.

В 1986 г. на площадке 35 началось строительство наземной ПУ №1 для ракеты «Зенит», однако в 1992 г. с распадом СССР оно было прекращено. К тому времени было выполнено около 70% строительно-монтажных работ. В 1995 г. приняли решение о создании на этом месте универсального стартового комплекса под ракеты семейства «Ангара». Но из-за тяжелой экономической ситуации в России переоборудование «зенитовской» ПУ началось только в 2002 г. и продолжалось более десяти лет.

В июле и в декабре 2014 г. состоялись первые пуски ракет «Ангара-1.2ПП» и «Ангара-А5». В будущем на площадке 35 планируется построить ПУ №2 для пусков ракеты «Ангара-А5» с разгонным блоком КВТК.

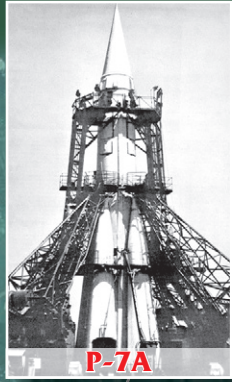
## Подводя итоги

По состоянию на 31 марта 2016 г., с космодрома Плесецк осуществлены 491 пуск межконтинентальных баллистических ракет и 1613 пусков ракет космического назначения, в результате которых на околоземные орбиты выводились 2125 спутников.

Следует обратить внимание: в статистических таблицах под пуском понимается событие, при котором ракета начала полет; в число спутников не включены габаритно-весовые макеты и эквиваленты полезной нагрузки; носители сгруппированы в семейства по происхождению и упорядочены по первому пуску первого представителя соответствующего семейства.

*Список источников имеется в редакции*

# Космодром



**Р-7А**



**«Молния-М»**



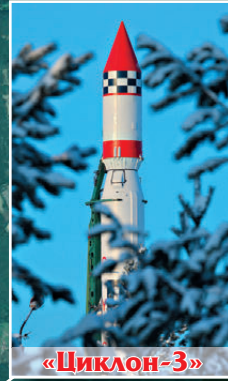
**Р-16У**



**«Союз-2»**



**«Ангара-А5»**



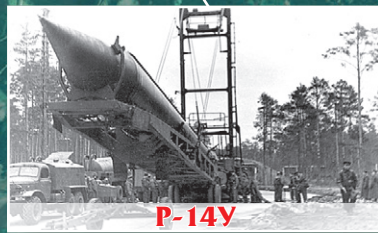
**«Циклон-3»**



**«Рокот»**



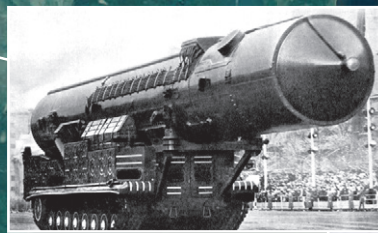
**«Космос-3М»**



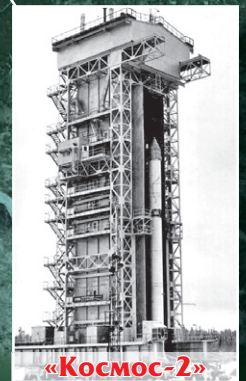
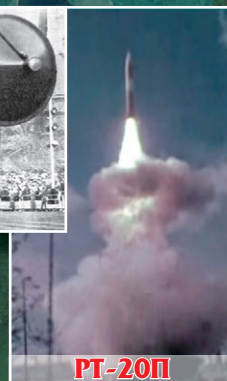
**Р-14У**



**Р-9А**



**РТ-20П**



**«Космос-2»**

# Плесецк





# Китай в космосе в 13-й пятилетке и далее

**В** первых числах марта, когда в Пекине проходит традиционная совместная сессия Всекитайского собрания народных представителей (ВСНП) и Всекитайского комитета Народного политического консультативного совета Китая (ВК НПКСК), были преданы гласности многочисленные прогнозы развития космической программы страны на 13-ю пятилетку (2016–2020 гг.) и перспективу.

2 марта Лян Сяохун, член ВК НПКСК, бывший до недавнего времени секретарем парткома Китайской исследовательской академии ракет-носителей CALT, заявил, что в течение 13-й пятилетки будет использовано 110 носителей семейства «Великий поход». Он отметил, что в 2011–2015 гг. состоялись пуски 86 ракет этого семейства, а в 2006–2010 гг. – всего 48. Приведенные статистические данные достоверны и демонстрируют быстрый рост производства и пусков носителей в Китае, причем не менее 90% их используется в интересах национальной космической программы.

На 13-ю пятилетку придется основной объем летных испытаний ракет нового поколения CZ-6, CZ-7 и CZ-5, а кроме того, будет осуществляться разработка сверхтяжелой CZ-9. Как заявил Лян Сяохун, этот носитель, по грузоподъемности сопоставимый с американской ракетой Saturn V, а по технологическим решениям – с создаваемой сегодня системой SLS, может быть запущен в течение ближайших 15 лет.

## От CZ-6 к CZ-9

Первая легкая ракета нового поколения CZ-6 была с успехом запущена 20 сентября 2015 г., послужив «летающим стендом» для отработки двигателей и систем среднего носителя CZ-7 и тяжелого CZ-5. Все они создаются на базе новых двигателей на экологически чистых компонентах топлива – кислород/керосин (ЖРД YF-100 для стартовых ускорителей и первых ступеней, YF-115 для верхней ступени) и кислород/водород (YF-77 для первой и YF-75D для верхней ступени).

Как было объявлено ранее, первый пуск CZ-7 с нового космодрома Вэньчан на острове Хайнань запланирован на конец июня 2016 г., а ракеты CZ-5 – на конец сентября или начало октября 2016 г. 8 марта главный конструктор пилотируемой программы Чжоу Цзяньпин объявил, что первая CZ-7 будет нести уменьшенный масштабный макет возвращаемого аппарата нового перспективно пилотируемого корабля.

Сверхтяжелый носитель CZ-9 предполагается строить на базе мощного двухкамерного кислородно-керосинового двигателя тягой 4800 кН (489 тс) на первой ступени и кислородно-водородных двигателей тягой 2200 кН (224 тс) и 250 кН (25,5 тс) на второй и третьей

Проектные характеристики РН семейства CZ-9			
Параметр	CZ-9B	CZ-9A	CZ-9
Стартовая масса, т	1964	2861	4137
Стартовая тяга, тс	2447	3915	5873
Грузоподъемность на низкую орбиту, т	50	100	140
Грузоподъемность на трассу полета к Луне, т	15	35	50
Грузоподъемность на трассу полета к Марсу, т	12	28	44
Число стартовых ускорителей	–	2	4
Общее число ЖРД на старте	5	4+4	4+8
Число ЖРД второй ступени	2	2	2
Число ЖРД третьей ступени	4	4	4

ступени соответственно. Разработка таких двигателей поручена коллективу Исследовательской академии жидкостных ракетных двигателей в Сиане на базе опыта создания двигателей для ракет семейства CZ-5.

Базовый трехступенчатый вариант (диаметр первой ступени около 10 м, высота – 93 м) грузоподъемностью 50 т на низкую околоземную орбиту может быть оснащен двумя или четырьмя стартовыми ускорителями, что увеличит выводимую массу до 100 т и 140 т соответственно. Проектные характеристики этих вариантов приведены в таблице.

На другом полюсе спектра китайских носителей лежат твердотопливные РН семейства «Куайчжоу». 15 марта Синьхуа сообщило, что в Китае будет создана коммерческая компания по разработке и эксплуатации таких ракет.

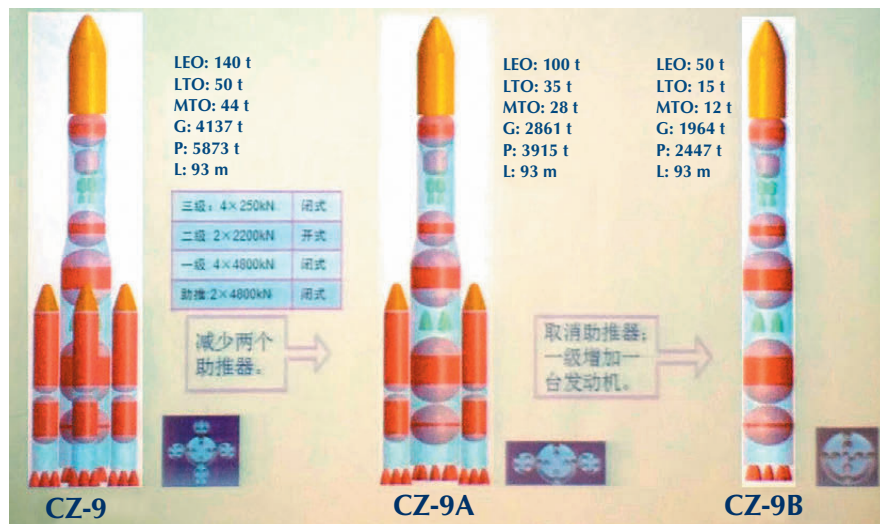
Ху Шэньюнь (胡胜云), главный конструктор проекта Китайской космической корпорации «Саньцзян» (中国航天三江集团公司, «Чжунго хантянь Саньцзян цзитуань гунсы», г. Ухань, провинция Хэбэй) в составе Космической корпорации космической науки и промышленности, в эксклюзивном интервью Синьхуа сообщил, что его фирма готова к созданию специализированной коммерческой компании для оказания пусковых услуг в области запуска легких спутников.

Он отметил, что базой для этого являются успешные пуски в 2013 и 2014 гг. созданных «Саньцзян» твердотопливных ракет «Куайчжоу-1» и «Куайчжоу-2», и сообщил, что уже в 2017 г. новая компания будет готова провести первый коммерческий пуск вновь разработанного твердотопливного носителя «Куайчжоу-11» (快舟十一号). По утверждению Ху, интерес к этому начинанию проявили несколько крупных интернет-компаний.

## Через освоение окололунного пространства – к покорению космоса

Ближайшие планы Китая остаются неизменными. Вторая орбитальная лаборатория «Тяньгун-2» должна быть запущена в 3-м квартале 2016 г. За этим последует запуск и 30-суточный полет «Шэньчжоу-11» с экипажем из двух космонавтов, а в 1-м квартале 2017 г. – запуск с Вэньчана носителем CZ-7 первого грузового корабля «Тяньчжоу».

Некоторые неофициальные источники утверждают, что в 2017 г. состоится второй в рамках программы «Тяньгун-2» пилотиру-







▲ Примерочные испытания ракеты CZ-5 на космодроме Вэнчан в январе 2016 г.

емый полет на «Шэньчжоу-12». Источником этой информации является опубликованный план выпуска памятных конвертов филателистической ассоциацией при двигательной академии в Сиане, что, пожалуй, не является достаточным основанием для 100-процентного доверия.

Среднесрочный план также остается в силе. В 2018 г. должен быть выведен на орбиту на ракете CZ-5 первый модуль «Тяньхэ» китайской постоянной пилотируемой станции, к которому затем планируется пристыковать два экспериментальных модуля, с тем чтобы завершить сборку 60-тонного комплекса в 2022 г.

В отличие от объявленных ранее планов, решено не устанавливать на одном из экспериментальных модулей большой обзорный оптический телескоп: он будет выполнен в автономном варианте с возможностью обслуживания на станции. Аппарат с зеркалом диаметром 2 м должен иметь разрешение, сравнимое с «Хабблом», при поле зрения в 300 раз большем. Если он проработает десять лет, то сможет отснять примерно 17 500 квадратных градусов, то есть до 40% неба.

После строительства космической станции Китай намерен приступить к эксплуатации пространства между Землей и Луной с целью выработки электроэнергии и использования других ресурсов, заявил 7 марта заместитель начальника Управления разработки вооружений и военной техники генерал-лейтенант Чжан Юйлинь, добавив, что уже начато предварительное планирование этой программы.

Чжан пояснил, что производство электроэнергии в космосе намного более эффективно, чем на Земле, а двуокись кремния – сырье для изготовления фотоэлементов – имеется на Луне в неограниченных количествах. Водяной лед в ее полярных районах и на астероидах, сближающихся с Землей, может быть превращен путем электролиза в кислород и водород для двигательных установок космических аппаратов. Только таким способом можно обеспечить строительство в пространстве между Землей и Луной космической солнечной электростанции, масса которой оценивается более чем в 10 000 тонн.

«Будущее китайской пилотируемой космической программы – это не высадка на

Луну, что достаточно просто, и даже не пилотируемая марсианская программа, которая остается пока сложным делом, но постоянное освоение пространства между Землей и Луной с непрерывным развитием необходимых технологий», – сказал Чжан Юйлинь. Именно такая программа может заложить фундамент для пилотируемой марсианской программы и исследований других объектов дальнего космоса.

«Пространство между Землей и Луной будет иметь стратегическое значение для великого возрождения китайской нации», – заключил он.

### Межпланетные станции

Усилия Китая в дальнем космосе пока были ограничены в основном исследованиями Луны. В 2007 и 2010 гг. были запущены аппараты «Чаньэ-1» и «Чаньэ-2» для ее картографирования и изучения с орбиты, причем второй в рамках дополнительной программы совершил пролет астероида Тутатис с его фотографированием. В 2013 г. «Чаньэ-3» произвел мягкую посадку на поверхность Луны и выполнил исследования с использованием лунохода «Юту». Кроме того, была проведена экспериментальная отработка возвращаемого аппарата для проекта «Чаньэ-5» по доставке лунного грунта.

Дальнейшие лунные планы Китая включают:

- ◆ 2017 г. – доставка лунного грунта на «Чаньэ-5»;
- ◆ 2018 г. – посадка «Чаньэ-4» на невидимой стороне Луны в районе Бассейна Аполлон, исследования района посадки с помощью лунохода;
- ◆ 2023 г. – доставка лунного грунта с невидимой стороны Луны;
- ◆ 2025 г. – посадка в районе южного полюса Луны с луноходом;
- ◆ 2027 г. – посадка в районе северного полюса Луны, отработка использования лунных ресурсов.

Пуски 2017 и 2018 гг. официально утверждены и финансируются. «Чаньэ-6», который должен быть изготовлен как дублер «Чаньэ-5», может быть запущен при необходимости в 2020 г.

Первую попытку изучения Марса и космической среды вблизи него Китай предпринял в 2011 г., разместив свой спутник «Инхо-1» на российском аппарате «Фобос-Грунт», но она не увенчалась успехом из-за выхода последнего из строя.

В январе 2016 г. Госсовет КНР утвердил к реализации чисто китайский проект изучения Красной планеты, включающий орбитальный аппарат и посадочный комплекс с марсоходом. Этот комплекс предполагается отправить к Марсу на ракете CZ-5 с разгонным блоком YZ-2. Старт планируется в августе 2020 г. с посадкой на Марсе в 2021 г. Предполагается, что в случае успеха этого проекта может быть утвержден и следующий этап, предусматривающий автоматическую экспедицию за марсианским грунтом в 2028 г.

В течение 13-й пятилетки предполагается приступить к созданию китайского межпланетного аппарата для изучения астероидов с электрореактивной двигательной установкой. Один из вариантов полетного задания, представленный на научной конференции в

Пекине в январе 2016 г., выглядит следующим образом: старт – 17 марта 2022 г., встреча с астероидом Апофис – 18 марта 2023 г. и совместный полет с ним до 24 октября 2023 г., пролет 10 июня 2025 г. у астероида 2002EX11 и, наконец, сближение с астероидом 1996FG3 в январе и посадка на него в июне 2027 г. По другим данным, расчетным сроком запуска является 2024 год, а следовательно, цели наблюдений будут иными.

Еще одним перспективным направлением китайских исследований в дальнем космосе является Юпитер, однако запуск к нему планируется не ранее 2030 г.

### Научные проекты

В декабре 2015 г. Китай дебютировал в сфере фундаментальных научных проектов, доставив на орбиту аппарат DAMPE (Dark Matter Particle Exploration) для регистрации частиц высоких энергий и поиска признаков «темной материи».

На июль 2016 г. запланирован запуск КА QSS (Quantum Science Satellite) с задачей изучения явления квантовой запутанности и построения экспериментальной системы связи с его использованием.

В конце 2016 г. может быть запущен модуляционный телескоп жесткого рентгеновского диапазона HXMT (Hard X-Ray Modulation Telescope), предназначенный для обзора неба в диапазоне энергий от 1 до 250 кэВ.

В китайских источниках фигурирует целый спектр перспективных космических проектов, статус которых не всегда ясен: где речь идет лишь о предположении, а где – об утвержденной и финансируемой разработке. В их число, например, входят Einstein Probe (обзор неба в мягком рентгеновском диапазоне), обсерватории гравитационных волн «Тайцзи» (аналог европейской eLISA с построением из трех КА треугольника со стороной 3 млн км) и «Тяньцин» (значительно более дешевый вариант с расстояниями порядка 150 000 км) и ряд других.

В ходе реформы системы управления китайскими вооруженными силами (ВС), объявленной председателем КНР, председателем Центрального военного совета (ЦВС) Си Цзиньпином 11 января 2016 г., Генеральный штаб НОАК преобразован в Объединенный штаб, который будет осуществлять оперативное управление всеми видами ВС. Вновь созданные командования Сухопутных войск и Ракетных войск и существовавшие ранее командования ВВС и ВМС Китая переподчинены Объединенному штабу.

Ракетные войска (火箭军) как самостоятельный вид Вооруженных сил созданы на базе так называемой Второй артиллерии (第二炮兵部队), находившейся ранее в прямом подчинении ЦВС. Главнокомандующим Ракетных войск еще 1 января был назначен Вэй Фэнхе (魏凤和).

На базе 3-го и 4-го управлений Генштаба создан отдельный род войск центрального подчинения – Войска стратегического обеспечения. В их состав, по-видимому, включено и Государственное управление по запуску, контролю и управлению спутниками.

Существовавшее с 1998 г. в структуре ЦВС Главное управление вооружений и военной техники преобразовано в Управление разработки вооружений и военной техники с выделением Научно-технического комитета на правах отдельного управления ЦВС.



## Награждение космонавтов

**С. Шамсутдинов.**  
**«Новости космонавтики»**

**10** марта 2016 г. в Екатерининском зале Кремля состоялось вручение государственных наград Российской Федерации и дипломов о присвоении почетных званий выдающимся людям, в числе которых были космонавты Олег Артемьев, Елена Серова, Александр Самокутяев и Александр Скворцов.

На церемонии награждения Владимир Путин произнес слова признательности в адрес собравшихся – тех, кто посвятил нашей стране свои яркие победы и принес ей славу и уважение: «Сердечно приветствую всех вас! Совсем недавно мы отмечали 8 Марта, и в этой связи хотел бы сказать, что наши женщины добиваются высоких результатов буквально везде, на самых разных поприщах проявляют свои блестящие способности и таланты. Их выдержка и смелость достойны восхищения.

Так, все сложности и испытания длительного космического полета уверенно

прошла четвертая в истории нашей страны женщина-космонавт Елена Олеговна Серова. Вместе с коллегой по отряду космонавтов Олегом Германовичем Артемьевым она удостоена Звезды Героя России и звания «Летчик-космонавт Российской Федерации».

Орденом «За заслуги перед Отечеством» IV степени за мужество и высокий профессионализм, проявленные при осуществлении космического полета на МКС, удостоены Герои Российской Федерации, летчики-космонавты Александр Скворцов и Александр Самокутяев.

Александр Скворцов и Олег Артемьев выполнили космический полет с 26 марта по 11 сентября 2014 г. на ТК «Союз ТМА-12М» и в составе экипажа МКС-39/40.

Александр Самокутяев и Елена Серова совершили полет с 26 сентября 2014 г. по 12 марта 2015 г. на ТК «Союз ТМА-14М» (МКС-41/42).

За два дня до этой церемонии, 8 марта 2016 г., вышел указ Президента России № 104 о награждении Героя Российской Федерации, летчика-космонавта РФ, космонавта-испы-

тателя 3-го класса отряда космонавтов ЦПК Максима Викторовича Сураева орденом «За заслуги перед Отечеством» IV степени. Космонавт удостоен высокой государственной награды за космический полет, который он совершил с 28 мая по 10 ноября 2014 г. в качестве командира ТК «Союз ТМА-13М» и экипажа МКС-41, бортинженера МКС-40. Орден Максиму Сураеву будет вручен на следующей церемонии награждения, которая проводится примерно один раз в квартал.

Редакция *НК* поздравляет всех награжденных космонавтов.

Между тем вызывает недоумение тот факт, что два космонавта, совершившие космические полеты раньше, чем вышеперечисленные, до сих пор не отмечены наградами. Особое возмущение вызывает совершенно непонятная ситуация с награждением космонавта-испытателя Александра Мисуркина. Мы уже писали об этом в *НК* № 3, 2016.

Александр Мисуркин отлично выполнил космический полет более 2,5 лет назад, с 29 марта по 11 сентября 2013 г. бортинженером корабля «Союз ТМА-08М» и экипажа МКС-35/36. Он был представлен к присвоению звания Героя Российской Федерации и летчика-космонавта Российской Федерации. Но по непонятным причинам награждение космонавта, прямо скажем, просто неприлично затянулось.

Задерживается также награждение Михаила Тюрина. Он совершил полет два года назад, с 7 ноября 2013 г. по 14 мая 2014 г., командиром корабля «Союз ТМА-11М» и бортинженером экипажа МКС-38/39 и был представлен к награждению орденом «За заслуги перед Отечеством» III степени.

Кроме того, в настоящее время к награждению представлены еще пять космонавтов:

– Антон Николаевич Шкаллеров. Он выполнил полет с 24 ноября 2014 г. по 11 июня 2015 г. командиром ТК «Союз ТМА-15М» и бортинженером МКС-42/43. Представлен к ордену «За заслуги перед Отечеством» IV степени;

– Геннадий Иванович Падалка, который совершил полет с 27 марта по 12 сентября 2015 г. командиром ТК «Союз ТМА-16М» и МКС-44, бортинженером МКС-43. Он установил новый мировой рекорд по суммарному времени пребывания в космосе – более 878 суток. Представлен к ордену «За заслуги перед Отечеством» I степени;

– Олег Дмитриевич Кононенко (полет с 23 июля по 11 декабря 2015 г. командиром ТК «Союз ТМА-17М» и бортинженером МКС-44/45) – к ордену «За заслуги перед Отечеством» III степени;

– Сергей Александрович Волков (полет со 2 сентября 2015 г. по 2 марта 2016 г. командиром ТК «Союз ТМА-18М» и бортинженером МКС-45/46) – к ордену «За заслуги перед Отечеством» III степени;

– Михаил Борисович Корниенко выполнил полет длительностью более 340 суток. Стартовал 27 марта 2015 г. бортинженером ТК «Союз ТМА-16М». Работал на МКС почти целый год в качестве бортинженера в составе четырех экспедиций – МКС-43/44/45/46. Вернулся на Землю 2 марта 2016 г. на ТК «Союз ТМА-18М». Представлен к награждению орденом «За заслуги перед Отечеством» IV степени.

▼ После награждения космонавты и их родные сфотографировались с руководителем Администрации Президента РФ Сергеем Борисовичем Ивановым



# Об увековечении памяти Дмитрия Ильича Козлова

И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»

**16** марта в пресс-центре «Парламентской газеты» состоялась презентация проекта увековечения памяти выдающегося конструктора ракетно-космической техники, дважды Героя Социалистического Труда, генерального конструктора Центрального специализированного конструкторского бюро (ЦСКБ, ныне – Ракетно-космический центр «Прогресс»), члена-корреспондента Академии наук СССР (с 1984 г.) Дмитрия Ильича Козлова, ушедшего из жизни 7 марта 2009 г. В мероприятии участвовали председатель комитета Совета Федерации по федеративному устройству, региональной политике, местному самоуправлению и делам Севера Дмитрий Игоревич Азаров, заместитель председателя Самарской губернской думы Михаил Владимирович Белоусов, внук Дмитрия Ильича, глава благотворительного фонда имени Д.И. Козлова Дмитрий Александрович Квашин, скульптор Карен Борисович Саркисов.

Дмитрий Азаров отметил огромный вклад, который Дмитрий Ильич внес не только в освоение космоса и в создание мощнейшей системы обороноспособности страны, но и в благоустройство города: «Это человек, который известен и очень почитаем в Самаре, который много сделал для нашего города, для города Куйбышева. Он внес огромный вклад в развитие социальной сферы – в жилищное строительство, в социальные объекты, парки, скверы – до всего было дело этому удивительному человеку».

По словам Дмитрия Игоревича, Совет Федерации очень внимательно относится к общественным инициативам, связанным с патриотизмом в отношении конкретной территории, где люди живут и честно трудятся, растят детей. Увековечение памяти о гениальных земляках всегда будет поддержано в Совете Федерации. «Без этих людей не было бы истории конкретного региона, не было бы истории нашей страны», – подчеркнул Д. И. Азаров.

Д. А. Квашин поделился воспоминаниями о своем деде. В Куйбышеве Дмитрий Ильич практически за восемь месяцев организовал серийное производство ракет Р-7. Совместно с директором завода «Прогресс» (тогда еще Завод №1) и жителями города он проделал гигантскую работу: лично подбирал новых работников для совершенно нового тогда космического производства. «Говорят, он и сварщик сам смотрел, поскольку любая трещина в конструкции – это потеря ракеты, – отметил Дмитрий Александрович. – В Куйбышевском авиационном институте (сейчас – Самарский государствен-

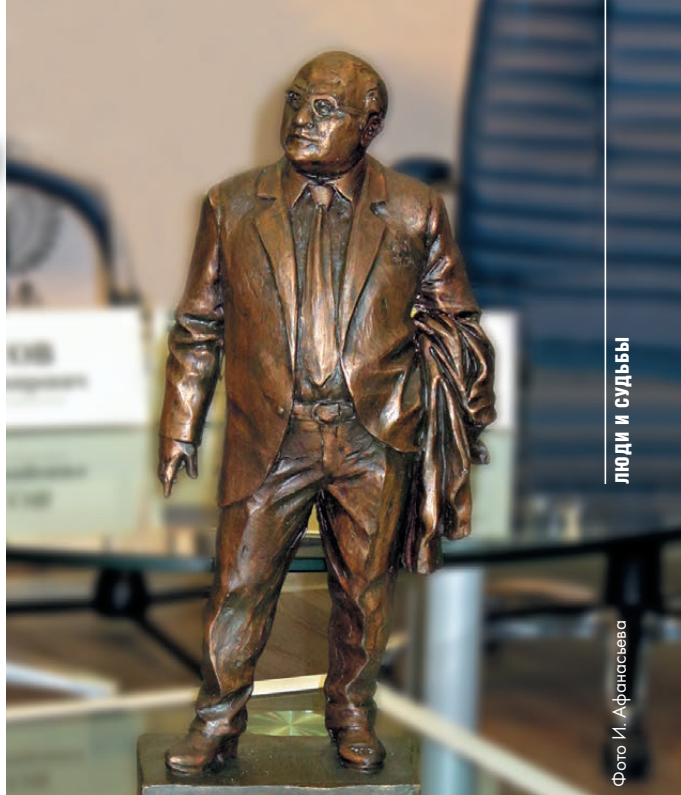
ный аэрокосмический университет имени С.П. Королёва) создал и долгое время возглавлял кафедру «Летательные аппараты»».

В советское время из-за секретности и личной скромности имя конструктора было мало известно даже в Куйбышеве, для которого он делал не меньше, чем для отечественной космонавтики. Вместе с тем ветераны по праву называют «козловским» дом №1 по проспекту Ленина: Дмитрий Ильич строил его для сотрудников своего предприятия. По его инициативе возле дома был разбит прекрасный сквер: в посадке деревьев, кустарников и цветов он сам участвовал. «...при всем масштабе его личности ему было дело до всего, – подчеркнул Д. И. Азаров. – До того, как организовано производство, как живут люди, где они отдыхают и как устроен сквер».

В «проклятые 90-е» на этот сквер не раз посягали, но благодаря гражданской позиции жителей он был сохранен. Дмитрий Ильич оставил о себе добрую память у жителей Самары, общественность которой готова помочь в увековечении его имени. В Тихорецке, где он родился, установлен бюст дважды Героя Социалистического Труда, в Самаре в его честь названа площадь на проспекте Ленина. Для увековечения памяти созданы благотворительный фонд и инициативная группа, подготовлен проект памятника великому конструктору. Макет монумента был представлен на мероприятии.

Михаил Белоусов отметил, что многие самарцы долгие годы работали на предприятиях ракетно-космической отрасли – заводе «Прогресс», ЦСКБ, Заводе имени Фрунзе (Завод №24). «Они с огромной благодарностью выступили за сохранение памяти о Д. И. Козлове... Мы должны... почувствовать и понять этот патриотизм. Он – в поступках жителей Самары, которые обратились в самарскую губернскую думу, и наша роль – организовать этот процесс... На сегодня прошли общественные слушания по месту, где будет установлен памятник. Были споры и предложения. В конечном итоге пришли к единому мнению, что площадку надо будет выделять у «козловского» дома», – сообщил зампред Самарской губернской думы.

К обсуждению памятника подключились все активные жители Самары – начиная от культурной, исторической общественности и до простых жителей, с учетом мнения семьи. Отбор проектов шел три года: рассмотрено множество вариантов. Изначально было ясно, что нужен не бюст или мемориальная доска, а масштабный памятник, соответствующий личности Дмитрия Ильича. В конечном счете остановились на работах



люди и судьбы

Фото И. Афанасьева

скульптора К. Б. Саркисова, который является также автором памятника основателю Самары – воеводе Засекину.

«Когда Михаил Владимирович обратился ко мне с просьбой сделать макет памятника, меня это очень заинтересовало, – вспоминает Карен Борисович. – Задача каждого художника – как можно тоньше, профессиональнее и точнее передать, визуализировать образ человека, которого знали его современники, друзья, родные. Я каждый раз стараюсь подходить к этому очень бережно. В данный момент сделал несколько эскизов: сначала пять, а сейчас остались три. Когда определились, что все-таки будет фигура ростовая, убрали письменный стол – он не вписывался в компоновку парка... Проекты памятника передали в думу. Сейчас мне интересно мнение людей, которые смотрят эскизы. Естественно, они еще будут дорабатываться. Для памятника будет сделан большой портрет – рабочая модель».

Окончательный вариант монумента пока не выбран. Один из них предусматривает постамент в форме первой ступени – блока «А» – ракеты-носителя Н-1, в создании которой Дмитрий Ильич принимал самое непосредственное участие. И памятник, и постамент в таком случае планируются полностью из бронзы. Но пока это только обсуждается.

Известно, что на Великой Отечественной войне (он участвовал в боях с 1941 по 1944 год) Дмитрий Ильич потерял левую руку. «Это очень сложный момент... – отмечает скульптор. – Понятно, что такая утрата легла следом на всю жизнь, но она и усложнила создание памятника. Родственники настаивали на том, чтобы на памятнике не было руки, без которой Дмитрий Ильич прошел всю жизнь. Я пытался в разных вариантах проекта каким-то образом обыграть или замаскировать этот момент».

По планам никаких бюджетных денег на монумент затрачено не будет: все средства будут получены от благотворительных взносов благодарных граждан Самары и других городов России. Установка памятника планируется в следующем году.



# Штрихи процесса познания

Окончание. Начало в НК №3 и №4, 2016

И. Афанасьев.

«Новости космонавтики»

После раскрытия «лепестков» и стабилизации автоматической лунной станции (АЛС) была отдана команда на выпуск зачеканных подпружиненных антенн (одна не сработала), а спустя пять минут после посадки включилась телекамера для передачи первых панорам Луны. В этот момент Солнце возвышалось над горизонтом всего на 3,5°, и значительная часть лунной поверхности находилась в тени.

«Луна-9» остановилась у края кратера диаметром 25 м и оказалась расположенной под наклоном 15° к местной вертикали. На протяжении нескольких последующих часов за счет оседания грунта угол наклона достиг 22,5°.

Станция проработала на Луне 75 часов. С ней было проведено несколько сеансов связи общей продолжительностью 8 час 05 мин (см. таблицу). АЛС передала по радиоканалу три полных панорамных изображения (на снимке внизу) и два фрагмента лунной поверхности вблизи места посадки. Последний участок поверхности был снят, когда Солнце поднялось над горизонтом на 40°. Работа АЛС прекратилась по исчерпанию заряда бортовых аккумуляторов.

Телепередача панорамы имела ряд особенностей, связанных со статичностью лунного пейзажа: атмосферы, а следовательно, облаков и туч на Луне нет, солнечный свет достигает поверхности практически без поглощения, падая на нее равномерно, и только тени неровностей рельефа меняют свою длину в зависимости от высоты Солнца. Смена «дня» и «ночи» происходит почти в 30 раз медленнее, чем на Земле. Поэтому аппаратура АЛС передавала на Землю фактически неподвижное изображение. Тем не менее трудностей у разработчиков камеры хватало: широкий диапазон возможных

яркостей различных деталей рельефа, известные характеристики отражения света, возможность посадки станции в различных условиях освещенности.

В конструкции аппарата нашли свое отражение требования к съемке лунной поверхности. Основание АЛС и контур защитных лепестков задавались так, что при открытии последних станция (а с ней и ось телевизионной камеры) на достаточно ровной горизонтальной поверхности была наклонена примерно на 16° к местной вертикали. Это обеспечивало попадание в поле зрения камеры одного из близлежащих участков лунной поверхности и создавало благоприятные условия для съемки изображения микрорельефа с минимального расстояния. У «Луны-9» такой участок с наилучшим разрешением на поверхности располагался в восточном секторе съемки.

Предполагая, что при нормальной ориентации АЛС ближайшие участки лунной поверхности будут находиться на расстоянии около 1,5 м от камеры, объектив заранее сфокусировали так, чтобы обеспечить получение резкого изображения с этого расстояния до бесконечности.

Качество снимков свидетельствовало, что выбранный вертикальный угол обзора близок к оптимальному, дает правильное представление об общей структуре ландшафта поверхности и обеспечивает хорошо дешифрируемое изображение. О качестве «картинки» говорит тот факт, что она позволила опознать детали микрорельефа, измеряемые миллиметрами.

Как уже говорилось, телекамера АЛС имела форму небольшого металлического цилиндра, внутри которого располагались все необходимые блоки и узлы. Заранее условия работы на лунной поверхности определить было трудно, и предусматривалась работа камеры в различных режимах, задаваемых по командам с Земли. Это позволяло управлять прибором, просматривая наиболее интересные места изображения с минимальной потерей времени.

Головка телекамеры за одну секунду просматривала сверху вниз полосу высотой в 30° и шириной в 3'. Одновременно с вертикальным движением происходило вращение всей головки по оси, так что за время одного прохода по высоте головка поворачивалась и вокруг оси – на ширину всей просматриваемой полосы.

Вращаясь вокруг оси, головка телекамеры просматривала строчку за строчкой панораму участка лунной поверхности, а телепередатчик передавал зафиксированное изображение на Землю. «Картинка» передавалась по радиоканалу на частоте 183.538 МГц, при этом использовался метод частотной модуляции радиосигнала. Для наилучшей настройки канала связи глубина частотной модуляции могла изменяться по командам с Земли.

На Земле Центр космической связи принимал радиосигналы АЛС и выделял из них сигнал изображения, который записывался на магнитофонной ленте и на фотопленке: на фототелеграфных аппаратах барабанного типа, у которых один оборот барабана (цилиндра, обтянутого фотопленкой), соответствовал одной строке изображения, а перемещение записывающей

Сеансы связи с АЛС «Луна-9»		
Номер сеанса связи	Дата, время начала и окончания сеанса	Содержание сеанса
1	3 февраля. 21:49:40–22:06:00	Первый сеанс радиосвязи с АЛС на поверхности Луны. Включение вентиляционной системы, радиопередатчиков и приемников, а также научной и служебной аппаратуры. Передача научных данных и телеметрический контроль «борта». Включение системы терморегулирования АЛС. Раскрытие лепестковых и штыревых антенн (дублировалось механическим временным устройством), переключение приемников с лепестковых на штыревые антенны
2	4 февраля. 00:00–00:15	Второй сеанс радиосвязи
3	4 февраля. 04:50–06:37	Сеанс передачи первой панорамы и телеметрических данных. Включение телевизионной аппаратуры, обзор лунного ландшафта и передача панорамы на Землю. Прием телеметрии о состоянии и функционировании бортовых систем и аппаратуры
4	4 февраля. 07:00–09:54	Сеанс передачи второй панорамы и телеметрических данных
5	5 февраля. 04:00–04:04	Третий сеанс радиосвязи
6	5 февраля. 09:00–20:41	Сеанс передачи третьей панорамы и телеметрических данных
7	5 февраля. 21:47–21:56	Четвертый сеанс радиосвязи
8	5 февраля. 22:28–22:45	Пятый сеанс радиосвязи
9	6 февраля 23:37– 7 февраля 01:55	Дополнительный сеанс передачи отдельных участков лунной поверхности и телеметрических данных

Панорама III, ориентация I

Панорама III, ориентация II



светооптической головки вдоль об-  
разующей барабана – панорамной  
развертке.

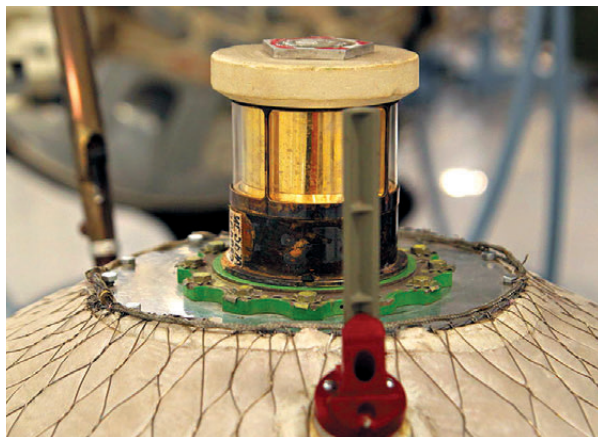
Неопределенные условия ос-  
вещенности потребовали создания  
системы автоматической регулиров-  
ки чувствительности камеры (АРЧ):  
ее датчик (фоторезистор с ограни-  
чительной блендой) реагировал на  
среднюю освещенность в поле зре-  
ния  $10 \times 10^\circ$ . Поскольку настройка си-  
стемы АРЧ происходила в земных ус-  
ловиях, для исключения ошибок было  
введено управление по командам с  
Земли: одна команда повышала чув-  
ствительность прибора по сравнению  
с номинальной, другая понижала.

Принятые изображения показав-  
ли эффективность АРЧ камеры. В то  
же время влияние свойств отражения сильно  
изрытой поверхности было хорошо заметно  
по потемнению участков, расположенных на  
горизонте, относительно переднего плана.  
Во время работы камеры «Луны-9» необхо-  
димо вмешиваться в работу системы АРЧ  
не возникло. Команды на повышение чув-  
ствительности передавались в первом сеан-  
се на ограниченное время и лишь для экс-  
периментальных целей: на первой панораме  
в режиме с повышенной чувствительностью  
был передан участок в секторе  $69 - 133^\circ$ , ко-  
торый при высоте Солнца  $7^\circ$  был затенен.

Для получения пространственной пано-  
рамической засечки на АЛС «Луна-9» были  
установлены три двугранных зеркала пер-  
пендикулярно к плоскости панорамирова-  
ния. Таким образом, ограниченные участки  
местности камера просматривала два-  
жды – непосредственно и после отражения в  
зеркала. При этом в первом случае пано-  
рамирование происходит из действительного  
центра, во втором – из мнимого, образуя  
мнимый базис.

Интересно, что панорамную оптико-ме-  
ханическую систему с двухкоординатным  
сканированием для проекта Е-6 с 1960 г.  
разрабатывали в Ленинграде во ВНИИ-380  
(с 1966 г. – Всесоюзный научно-исследова-  
тельский институт телевидения, ВНИИТ; ди-  
ректор – И. А. Росселевич, главный конст-  
руктор аппаратуры – Б. И. Баранов, заместитель  
главного конструктора – М. Н. Товбин). К со-  
жалению, эта аппаратура так и не смогла  
проявить себя из-за аварий ракет-носите-  
лей, разгонных блоков и лунных станций.

Некоторые источники указывают, что при  
одном из запусков телесистема ВНИИТ была  
включена и «показала свою дееспособность».  
Между тем камера до посадки на Луну закры-  
та лепестками, а сама АЛС во время перелета  
находилась в защитной надувной амортиза-  
ционной оболочке. Так что при включении  
камера ничего показать не могла...



▲ Головка телевизионной камеры и треугольные зеркала для стереосъемки

По утверждениям разработчиков ап-  
паратуры, однажды на заседании Государ-  
ственной комиссии, где анализировались  
причины неудачных запусков, И. А. Росселе-  
вич заявил: «Научитесь сначала делать  
космические аппараты, тогда мы будем по-  
ставлять телевизионное оборудование!»  
В результате работы по камере для Е-6  
вместе с заделом и документацией были  
переданы из ВНИИТ в НИИ-885 (впослед-  
ствии – Научно-исследовательский институт  
космического приборостроения; НИИ КП),  
где разработка продолжалась под руко-  
водством Ю. К. Ходарева и А. С. Селиванова  
(ведущие конструкторы – В. М. Говоров,  
М. Н. Нараева и В. В. Засецкий). Уже из-  
готовленными ленинградскими камерами  
были оснащены аппараты вплоть до «Луны-  
8». На «Луна-9» стоял уже доработанный,  
московский вариант телекамеры с обозна-  
чением Я-198. Таким образом, ВНИИТ (как и  
королёвское ОКБ-1) лишился приоритета на  
это достижение...

Три круговые панорамы, сделанные ка-  
мерой «Луны-9» при различных высотах  
Солнца, дали первые детальные представ-  
ления о лунном рельефе. Извилистая линия  
горизонта подчеркивала холмистость мес-  
тности с множеством мелких кратеров. Са-  
мый заметный из них, в правой части первой  
панорамы, выглядит черной полосой. При  
более высоком Солнце (на второй панораме)  
этот кратер – размером в поперечнике при-  
близительно 3 м – уже не так заметен.

В поле зрения камеры попало много  
камней. Самый заметный (у него треуголь-  
ная длинная тень) имел в поперечнике  
около 10 см и находился менее чем в 2 м от  
станции. Камни свидетельствовали, что лун-  
ный грунт сравнительно твердый. Это под-

тверждалось и тем, что АЛС никуда  
заметно не погрузилась.

Линия горизонта на панораме  
плавно искривлена из-за наклона  
станции, который на снимках не оди-  
наков и увеличился между сеансами  
передач. Таким образом, помимо  
панорам, снимки позволили еще за-  
фиксировать и тот факт, что, веро-  
ятно, под давлением станции грунт  
деформировался.

Отечественные ученые, коммен-  
тируя успех «Луны-9», утверждали,  
что телекамера станции имела раз-  
решающую способность лишь втрое  
меньше, чем у человеческого глаза,  
что хорошо подтверждалось снятыми  
детальными. Например, в левой стороне  
панорамы видно четкое изображение

замка лепестковых антенн АЛС: он удален  
от телекамеры на расстояние руки, и на нем  
заметен крепеж малого размера. Считалось,  
что благодаря «Луна-9» человек впервые  
увидел лунную поверхность такой, «какой ее  
увидят космонавты своими глазами без вся-  
ких приборов, когда ступят на Луну».

Полученная научная информация под-  
твердила «метеорно-шлаковую»\* теорию  
строения наружного покрова Луны, выдвину-  
тую советскими астрономами В. В. Шаро-  
новым и Н. Н. Сытинской.

Помимо телевизионной аппаратуры, на  
борту АЛС «Луна-9» имелись два научных  
прибора:

◆ гамма-спектрометр для исследования  
интенсивности и спектрального состава гам-  
ма-излучения лунной поверхности, характе-  
ризующего тип лунных пород;

◆ прибор для регистрации корпускуляр-  
ного излучения как на трассе перелета, так и  
после посадки на лунную поверхность.

Увы, в результате поломки один из них –  
гамма-спектрометр – был отключен еще до  
старта. Второй прибор улавливал протоны,  
электроны и гамма-кванты. Их энергия была  
настолько велика, что проходила сквозь  
стенки гермокорпуса станции. Счетчик ре-  
гистрировал первичные космические лучи,  
падающие на АЛС со всех сторон. После  
посадки интенсивность космических лучей  
должна была уменьшиться вдвое, так как  
счетчик облучался с одной, а не с обеих  
сторон, зато могло добавиться лунное из-  
лучение, и его действительно обнаружили.  
Если при перелете прибор регистрировал от  
3.24 до 3.28 частицы в секунду, то на поверх-  
ности Луны он должен был обнаруживать  
примерно 1.63 частицы. На самом же деле их  
оказалось больше – от 2.06 до 2.08. Добавка

\* Согласно метеорно-шлаковой теории реголит (рыхлое вещество, сплошным чехлом покрывающее поверхность Луны) образован дроблением, частичным расплавлением, спеканием и переотложением лунных пород и минералов (размером от пылевых частиц до камней нескольких метров в поперечнике), стекол, брекчий, фрагментов метеоритов и т. д.



составила 0.45 частицы в секунду – в десять раз больше земного облучения. Тем не менее ученые не стали делать вывод об очень большой радиоактивности Луны, поскольку лунная поверхность бомбардируется первичными космическими лучами, а земная защищена атмосферой. В целом было сделано заключение, что «наблюдавшаяся доза радиации совершенно безопасна для космонавтов, одетых в скафандры».

Главным результатом миссии «Луны-9» стали первое в мире мягкое прилунение и передача первых панорам лунной поверхности. Полученные снимки дали возможность определить особенности микрорельефа и подтвердить отсутствие на Луне слоя пыли. Кроме того, на траектории полета было уточнено расположение внешнего радиационного пояса вокруг Земли, установлено отсутствие заметного магнитного поля Луны и лунных радиационных поясов.

В ноябре 2015 г. ученые NASA и астрономы-любители попытались обнаружить место посадки АЛС «Луна-9» на лунной поверхности с помощью орбитального зонда LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter). «На самом деле мы хотим составить «сетку» из фотографий поверхности, покрывающих предположительное место посадки «Луны-9», и внимательно изучить каждую из них в надежде найти что-нибудь, – заявил Джеффри Плешиа (Jeffrey Plescia) из Университета Джона Хопкинса в Балтиморе (США). – Учитывая то, что посадка производилась при помощи двигателей, я надеюсь найти темное или светлое пятно, которое они должны были оставить на поверхности».

По словам американского специалиста, советские лунные атласы постулируют, что «Луна-9» прилунилась в точке с координатами в 7.13° с.ш. и 64.37° з.д., в районе кратера Гевелий. Съемка этой точки посредством наземных и орбитальных телескопов, а также последующих лунных зондов не подтвердила, что зонд приземлился именно там.

Дж.Плешиа полагает, что советские инженеры и ученые допустили опечатку при изначальном занесении координат на карту: снимки, переданные «Луной-9» на Землю, говорят о том, что аппарат приземлился на равнине, а не на кромке кратера. По всей видимости, он сел к северу или к востоку от этой точки, в окрестностях одного из кратеров Кавальери. Это предположение планетолог и его научная команда проверят с помощью снимков с LRO.

Сам советский лунный аппарат, как объясняет ученый, заметить вряд ли получится: он очень компактен, и даже на весьма высококачественных снимках камер LRO его размеры составят всего 2X2 пикселя. С другой стороны, остатки амортизационных мешков, при помощи которых приземлился модуль, а также тормозной двигательной установки, которая опускала «Луну-9» на поверхность, вполне могут быть заметны. Посадку первого рукотворного «гостя» Луны смогут подтвердить и отпечатки на поверхности, которые оставило пламя посадочных двигателей.

Сейчас ученые не до конца уверены, что найдут все эти следы, но все же надеются, что им удастся раскрыть этот фрагмент истории первых этапов космической гонки между СССР и США.



▲ Съемка на центральном телевидении СССР. Пресс-конференция по поводу мягкой посадки станции «Луна-9». Фото ТАСС

По результатам миссии Международная авиационная федерация FAI (Fédération Aéronautique Internationale) зарегистрировала приоритетные научно-технические достижения «Луны-9»:

- ❖ мягкая посадка автоматической станции на поверхность Луны;
- ❖ передача первой в мире круговой фотопанорамы лунной поверхности в районе посадки станции;
- ❖ научные исследования и измерения с помощью автоматического КА непосредственно на поверхности Луны.

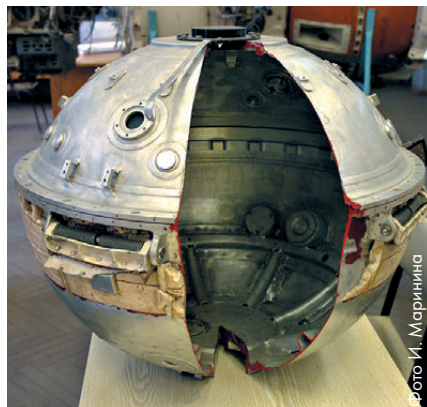
FAI зарегистрировала и подтвердила дипломами следующие рекорды «Луны-9»:

- ◆ мировой рекорд наибольшей массы, доставленной на поверхность Луны автоматической станцией, в классе С;
- ◆ мировой рекорд продолжительности активного существования на лунной поверхности в классе С.

31 марта 1966 г. успех «Луны-9» был закреплен запуском новой станции – «Луна-10». 3 апреля она стала первым искусственным спутником Луны.

Разработка спутника Луны с индексом Е-7 началась еще в королёвском ОКБ-1, но продвигалась медленнее проекта Е-6. Получив в 1965 г. всю автоматическую лунную тематику, проектанты Машиностроительного завода имени С.А.Лавочкина решили остановить проект Е-7 и сделать искусственный спутник Луны (ИСЛ) на базе станции Е-6, принятой в качестве унифицированного блока. На тормозной двигательной установке вместо отстреливаемой АЛС с амортизаторами и телеаппаратурой устанавливался отделяемый герметичный контейнер с приборами.

Проект, получивший индекс Е-6С, предусматривал размещение внутри контейнера те-



▲ Препарированный СА «Луны-9» в качестве учебного пособия в лаборатории 601 кафедры МАИ

метрической аппаратуры для сбора служебной и научной информации, программно-временного устройства, командной радиосистемы метрового диапазона и приемопередатчика дециметрового диапазона РКТ-1, блоков научных приборов и химических источников тока. Система терморегулирования включала газовый контур с вентилятором и сбрасывала избыточное тепло непосредственно через стенки контейнера.

Среди научных приборов ИСЛ были гамма-спектрометр для получения данных о химическом составе лунной поверхности, радиометр для наблюдения радиационной обстановки вблизи Луны, аппаратура для изучения солнечной плазмы, приборы для регистрации ИК-излучения лунной поверхности, регистратор метеорных частиц, трехкомпонентный магнитометр на штанге длиной 1.5 м для исследования межпланетного магнитного поля, прибор для обнаружения рентгеновского излучения Луны. Система ориентации на ИСЛ отсутствовала, поэтому аппарат совершал неориентируемый полет. Никаких устройств для получения изображений лунной поверхности на Е-6С не было: на внешней стороне контейнера размещались спиральные антенны радиоконфлексов и датчики научных приборов.

Схемы полета Е-6М и Е-6С имели много общего: станции запускались на промежуточную околоземную орбиту носителем 8К78М, после чего включался разгонный блок Л, переведивший аппараты на траекторию полета к Луне. На пути к цели выполнялась коррекция траектории, но теперь она обеспечивала не направление аппарата в заданный район лунной поверхности, а переход на траекторию полета вблизи небесного тела на минимальном расстоянии. Чтобы станция вышла на орбиту спутника Луны, необходимо было уменьшить подлетную скорость – с 2100 м/с примерно до 1250 м/с. Поскольку КТДУ обеспечивала полное гашение подлетной скорости Е-6М, массу приборного контейнера Е-6С можно было заметно увеличить по сравнению с массой посадочной АЛС.

Общая масса аппарата Е-6С достигала 1585 кг, масса основного блока вместе с КТДУ после отделения ИСЛ составляла около 850 кг (без топлива), масса отделяемого контейнера – около 248 кг.

Станция Е-6С №204 была запущена 1 марта 1966 г. и успешно выведена на промежуточную околоземную орбиту, однако из-за отказа системы управления блока Л и потери стабилизации старт в сторону Луны не состоялся. Аппарат остался на околоземной орбите, получив название «Космос-111». Через двое суток он вошел в плотные слои атмосферы и разрушился.

Станция Е-6С №206 стартовала 31 марта 1966 г. в 13:47 ДМВ и успешно вышла на промежуточную околоземную орбиту. После срабатывания разгонного блока и вывода на траекторию полета она получила название «Луна-10». На следующий день после старта, 1 апреля, по команде с Земли АЛС скорректировала свою траекторию. Еще через два дня, 3 апреля в 21:44 ДМВ, на подлете к Луне на 57 сек включилась КТДУ –



Фото И. Афанасьева



Фото И. Афанасьева

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

▲ Герметичный контейнер (слева) и автоматическая станция «Луна-10» в музее НПО имени С. А. Лавочкина

и станция вышла на окололунную орбиту с начальными параметрами:

- наклонение к плоскости лунного экватора –  $71^{\circ}54'$ ;
- переселений – 352 км;
- апоселений – 1016 км;
- период обращения – 178.25 мин.

Система радиоконтроля траектории работала хорошо, и это обеспечило нормальное управление на всех ответственных участках полета. Через 20 сек после отключения двигателя, в 21:45:39, герметичный контейнер с научной аппаратурой отделился от основного блока, став первым в мире искусственным спутником другого небесного тела. КТДУ также осталась на селеноцентрической орбите.

Станция «Луна-10» проработала на окололунной орбите 56 суток. До 30 мая 1966 г., когда исчерпались бортовые источники тока, с ней было проведено 219 сеансов радиосвязи. К моменту завершения работ ИСЛ сделал 460 витков вокруг Луны. Впоследствии он упал на лунную поверхность. В отличие от запущенных позже американских станций Lunar Orbiter, ни дата, ни координаты точки падения его неизвестны – оно проходило не по командам с Земли, а в результате естественного снижения высоты орбиты. Неизвестны также дата и координаты точки падения остальной части станции с КТДУ.

За время полета «Луны-10» удалось полностью выполнить всю намеченную программу, получив массу информации. На орбите ИСЛ измерялось альbedo проникающего корпускулярного излучения от первичного космического излучения, что позволило сделать вывод об отсутствии у Луны радиационных поясов. С помощью установленных на борту спутника высокочувствительных магнитометров изучалось магнитное поле Луны – оно оказалось примерно в тысячу раз слабее земного. Магнитное поле нашей планеты создается жидким металлическим ядром, тогда как поле Луны обусловлено влиянием солнечного излучения, космических лучей и периодического магнитного шлейфа Земли и не имеет полюсов, как земное.

Анализ возмущений\* траектории «Луны-10» позволил провести предварительное определение параметров гравитационного поля нашей ближайшей соседки. Специалисты обнаружили, что лунное поле тяготения несимметрично, поскольку Луна имеет не ша-

рообразную, а скорее грушевидную форму с вытянутостью на обратной стороне. Данное открытие вызвало большой интерес со стороны ученых-космогонистов, занимающихся проблемами происхождения и развития небесных тел. По периоду обращения «Луны-10» удалось подтвердить, что отношение масс Луны и Земли составляет 1 к 81.3.

За время активного существования станция дважды пересекла «хвост» магнитосферы Земли, что было зафиксировано научными приборами. Выяснилось также, что на окололунной орбите плотность метеоров выше, чем в межпланетном пространстве: фактически вокруг нашего ночного светила существует метеорный рой из захваченных гравитационным полем частиц.

С помощью «Луны-10» удалось впервые получить данные об общем химическом составе Луны по характеру радиоизлучения ее поверхности, общий уровень которого, как оказалось, несколько превышает уровень гамма-излучения над породами земной коры. Методом гамма-спектрометрии впервые измерялось содержание естественных радиоактивных элементов (K, U, Th) и был определен тип пород, залегающих на поверхности Луны. Оказалось, что радиоактивных элементов в лунных породах примерно столько же, сколько в земных базальтах. Основными породообразующими элементами лунной поверхности являются кислород, магний, алюминий, кремний. Обнаружено присутствие на поверхности частиц реголита неокисленных форм железа, титана и кремния.

По результатам полета «Луны-10» FAI зарегистрировала приоритетные научно-технические достижения:

- ◆ выведение первого в мире искусственного спутника Луны;
- ◆ первые в мире научно-технические исследования и измерения посредством автоматической станции, выведенной на орбиту искусственного спутника Луны.

FAI также зарегистрировала и подтвердила дипломами следующие рекорды «Луны-10»:

- ❖ мировой рекорд максимальной массы, доставленной на лунную орбиту, в классе С;
- ❖ абсолютный мировой рекорд продолжительности активного существования автоматической станции на лунной орбите;
- ❖ мировой рекорд продолжительности активного существования на лунной орбите в классе С.

Одной из основных задач запуска «Луны-10» было опередить американцев, которые планировали вывести на орбиту искусственный спутник Луны. Полет советского аппарата совпал по времени с XXIII съездом КПСС. 4 апреля делегаты, собравшиеся в Кремлевском дворце на утреннее заседание, услышали важную новость: «3 апреля в 21 час 44 мин по московскому времени автоматическая станция «Луна-10» была выведена на селеноцентрическую (окололунную) орбиту и стала первым в мире искусственным спутником Луны». Зал устроил овацию присутствующим в зале космонавтам (в их числе был и Юрий Гагарин). Прозвучала мелодия коммунистического гимна «Интернационал», переданная на Землю бортовым магнитофоном станции. Делегаты партсъезда слушали его стоя, а «космическую музыку» передавали тысячи радиостанций планеты.

Миссии «Луны-9» и «Луны-10» стали не только блестящим техническим достижением, но и событием общечеловеческого значения. Впервые в истории удалось мягко посадить искусственный космический объект на поверхность другого небесного тела и вывести искусственный спутник на окололунную орбиту. Эти достижения показывали реальность пилотируемой экспедиции на Луну и открывали дорогу напланетным исследованиям Солнечной системы.

Не менее важным был и политический аспект миссий. Советский Союз вновь смог опередить Соединенные Штаты: только 2 июня автоматический аппарат Surveyor 1 произвел мягкую посадку, а 14 августа 1966 г. вышел на орбиту первый американский искусственный спутник Луны Lunar Orbiter 1. Эти и последующие зонды, созданные в рамках названных программ, занимались главным образом изучением лунной поверхности – как на месте, так и при съемке с селеноцентрической орбиты – в целях подготовки высадки американских астронавтов на Луну и выбора мест, удобных для посадки кораблей Apollo.

1. Интервью с Г. Ю. Максимовым, Г. М. Петрашом и О. Г. Ивановским.
2. <http://www.kik-sssr.ru/Rodionov.htm>
3. Первые панорамы лунной поверхности, ч. I и II, «Наука», М. 1966, 1969.
4. У. Хантресс, М. Маров. «Советские роботы в Солнечной системе. Технологии и открытия», М. Физматлит, 2013
5. [http://kik-sssr.ru/Series\\_E-6.htm](http://kik-sssr.ru/Series_E-6.htm)

\* Нецентральность поля тяготения Луны вносила в пять-шесть раз больше возмущений, чем гравитационное влияние Земли и Солнца.

# К 30-летию проекта «Венера – комета Галлея»

**Встреча в Доме авиации и космонавтики**

**И. Соболев специально для «Новостей космонавтики»**

**30** марта в Центральном доме авиации и космонавтики (ЦДАиК) ДОСААФ России состоялась памятная встреча «Космические исследования в СССР планеты Венера (к 30-летию Международного проекта «Венера – комета Галлея», 1984–1986 гг.)». Среди ее участников были научные сотрудники ИКИ РАН, ГАИШ имени П. К. Штернберга МГУ имени М. В. Ломоносова, НПО имени С. А. Лавочкина, Мемориального музея космонавтики, студенты МГТУ имени Н. Э. Баумана, МИИГАиК и МАИ. Вела встречу администратор ЦДАиК О. В. Костилова. С приветственным словом выступил начальник ЦДАиК И. Б. Исаков.

С научным докладом «Некоторые результаты исследований планеты Венера, как мы их видим в 2016 году» выступил д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник и руководитель лаборатории ИКИ РАН Л. В. Ксанфомалити. Леонид Васильевич – ветеран отечественной программы исследования планет Солнечной системы, автор более 300 научных публикаций. Широкому кругу энтузиастов космонавтики его имя стало известно в 2012 г. после серии статей, посвященных гипотетическому открытию жизни на Венере, в том числе в солидном академическом журнале «Доклады Академии наук». Такой интерпретации результатов съемки, осуществленной на поверхности планеты в 1982 г., и был посвящен доклад.

На мысли о венерианской жизни Леонида Васильевича натолкнуло внимательное сравнение последовательных кадров, полученных камерами на посадочных аппаратах «Венеры-13» и «Венеры-14»: некоторые элементы рельефа, попавшие в поле зрения телекамер, либо имели весьма загадочную форму, как, например, описанный «странный камень со стержнеобразным выступом и бугорчатой поверхностью», либо... перемещались по поверхности. И если первое обстоятельство еще может быть объяснено игрой теней или особенностями ракурса съемки, то как быть со вторым? Может ли вообще существовать что-то живое при давлении 93 атм и температуре 465°С?

Самое интересное, что феномен земных «движущихся камней» имеет вполне разумное объяснение. Известный советский геохимик и минералог академик Александр Ферсман сформулировал его в ходе арктических исследований. В своей книге «Занимательная минералогия», впервые изданной в 1935 г., он писал: «Во время Хибинских экспедиций за Полярный круг... после ясных морозных ночей мы наблюдали на площадках многочисленные тонкие иголки льда, стоявшие вертикально... На концах они несли песчинки и гальки различной величины,

которые они, вырастая, подняли с поверхности земли... Длина ледяных кристалликов от 1–2 см до 10–12 см... Поднимая гальки на своих головках, кристаллики утром при таянии изгибаются навстречу солнцу, и гальки падают уже не на то место, откуда лед их поднял. Так кристаллики передвигают камни... к востоку».

И рассматривая мы не Венеру, а хотя бы Марс, возможно, механизм, описанный Ферсманом, был бы подходящей версией. Но о каких кристалликах льда может идти речь при венерианских температурах, к тому же на планете, лишенной воды как таковой? Но если это не лед – тогда что? «Однозначно ответить на эти вопросы сможет только специализированная миссия «Био-Венера», оснащенная оборудованием для исследования следов этой необычной жизни», – полагает Леонид Васильевич. При этом он вспоминает афоризм Артура Шопенгауэра: «Каждое открытие проходит три фазы. Первая: какая дикость! Вторая: в этом что-то есть, и третья: да кто же этого не знает!»

С докладом на тему «Особенности рельефа планеты Венера, отраженные на гипсометрических картах» выступила к.ф.-м.н., с.н.с. ГАИШ Ж. Ф. Родионова.

До начала эпохи космических полетов составить карту рельефа Венеры не представлялось возможным: мощный слой облаков скрывал от земного наблюдателя все детали. Да и в космическую эпоху заглянуть под это облачное одеяло удалось только с помощью радиолокационных методов. Поэтому на карте Венеры, где, по решению Международного астрономического союза (МАС), могут присутствовать только женские имена, все-таки имеются горы Максвелла, названные по имени основоположника электродинамики.

Первая в истории карта Венеры в пределах широт от 65° ю. ш. до 75° с. ш. с разрешением около 100 км была создана в 1980 г. в США на основе данных радиолокационной съемки, выполненной американским искусственным спутником Венеры Pioneer Venus 1. Первые советские гипсометрические (то есть изображающие рельеф с помощью горизонталей – изогипс и соответствующей раскраски) карты Венеры были составлены по результатам съемки радиолокатором бортового обзора с синтезированной апертурой на «Венере-15» и -16. В 1983–1984 гг. они сняли часть северного полушария Венеры общей площадью 115 млн км<sup>2</sup> с разрешением до 1 км. На основе этих материалов в 1989 г. был издан «Атлас поверхности Венеры», включающий различные карты этой планеты, в том числе и гипсометрические, в масштабе 1:10 000 000. Более мелкомасштабная гипсометрическая карта почти всей поверхности Венеры, кроме южной полярной области, в масштабе 1:75 000 000 впервые была опубликована в «Атласе планет земной группы и их спутников» (М.: МИИГАиК, 1992).



▲ Подготовка АМС «Вега» на космодроме

Основной задачей проекта «Вега», осуществленного в 1984–1986 гг., было детальное изучение планеты Венера и кометы Галлея. В рамках данного проекта в НПО Лавочкина были разработаны и созданы две тяжелые автоматические межпланетные станции «Вега-1» и «Вега-2», позволившие впервые в СССР совершить многоплановую экспедицию, включающую изучение планеты Венеры и последующий пролет в окрестностях кометы Галлея.

Исследования Венеры осуществлялись при помощи посадочных аппаратов и впервые в мире запущенных в атмосферу другой планеты аэрозатных зондов, а кометы Галлея – с пролетной траектории.

С кометой Галлея станция «Вега-1» сблизилась 6 марта, а «Вега-2» – 9 марта 1986 г. Станции прошли через газопылевую атмосферу (кому) и плазменную оболочку кометы на расстоянии 8889 км и 8030 км от ее ядра.

Сложность миссии состояла, в первую очередь, в том, что траектория кометы не была известна с необходимой для баллистического обеспечения точностью. Для уточнения данных о ее движении и физических характеристиках в Советском Союзе в 1983–1987 гг. была развернута отдельная научная программа СоПроГ (Советская программа исследований кометы Галлея), в реализации которой участвовали 22 астрономических учреждения. Уточнение орбиты кометы продолжалось вплоть до прохождения обеих станций мимо ее ядра. (Информация, полученная с советских аппаратов, помогла осуществить пролет европейского зонда Giotto на еще более близком расстоянии от ядра кометы – 596 км.)

По итогам реализации этой миссии большая группа работников НПО Лавочкина была удостоена правительственных наград, отмечена Государственными премиями, а главный конструктор В. М. Ковтуненко, под руководством которого разрабатывался проект этой экспедиции, а также предшествующих миссий от «Венеры-11» до «Венеры-16», избран членом-корреспондентом Академии наук СССР.



В 2008 г. в ГАИШ по данным радиолокационной съемки АМС Magellan (США), выполненной в 1990–1992 гг., была составлена полная гипсометрическая карта Венеры в масштабе 1:90 000 000. Самая же свежая карта рельефа Венеры в масштабе 1:45 000 000 издана в 2010 г. Основой для ее создания также послужили данные «Магеллана», но если для первой карты за основу были взяты значения высоты в 64 800 точках, то для второй – уже более чем в 6000 точках. В новой карте отсчет высот ведется от нового среднего уровня поверхности – сферы радиусом 6051.8 км (до этого – 6051.0 км), из-за чего на Венере стало больше низменностей и меньше возвышенностей. Горы Максвелла возвышаются над средним уровнем поверхности Венеры на 10.3 км, а самая низкая отметка составляет –3.1 км.

Технические вопросы проектирования аппаратов для полетов к Венере освещали представители НПО имени С.А. Лавочкина. Главный конструктор, д.т.н. В.А. Воронцов рассказал о технических средствах исследования планеты Венеры в проекте «Вега» и в перспективном проекте «Венера-Д».

Этот проект еще в 2003 г. был заявлен РАН на включение в ФКП 2006–2015 гг. Предполагалось создание космического комплекса, обеспечивающего: измерения химического состава атмосферы Венеры, температуры и давления, потоков излучения, характеристик аэрозольной среды, определение минерального состава вещества поверхностного слоя, съемку поверхности на этапе спуска, а также сбор данных о сейсмической активности планеты. Основной научной задачей миссии должны были стать поиски ответа на вопрос о причинах исчезновения воды с поверхности Венеры. В состав станции включался орбитальный модуль, посадочный аппарат и два атмосферных аэростатных зонда.

Запуск планировался на 2013 г. Перед разработчиками была поставлена задача обеспечить функционирование долгоживущей станции на поверхности на протяжении 30 суток, а орбитального аппарата – до 3 лет. Однако вскоре срок работы на поверхности был сокращен до нескольких суток (что все равно было бы огромным шагом вперед в развитии венерианской техники, работающей в экстремальных условиях).

В 2007 г. рассматривался вопрос о совмещении российской миссии с европейской, но срок запуска сдвинулся на 2015–2016 гг., а вскоре и сам проект European Venus Explorer был отменен. Спустя пять лет, в 2012 г., РАН предложила план исследований Солнечной системы до 2025 г., в котором срок миссии отнесен к периоду после 2024 г. В докладе, прозвучавшем на встрече, в качестве возможного срока запуска назывался уже 2026 год, что выходит за рамки текущей ФКП.

Виктор Александрович представил три варианта состава КА. Первый, помимо основного орбитального модуля и спускаемого



аппарата, включает еще четыре сбрасываемых зонда, второй – два субспутника, третий – два субспутника и десантный модуль. Спускаемый аппарат доставляет на поверхность планеты посадочный аппарат, а в атмосферу – атмосферные зонды, осуществляющие исследование на высотах 45 и 55 км.

Докладчик напомнил слова академика Михаила Яковлевича Марова: «Венера – незаслуженно забытая планета!» И действительно: за 30 лет, прошедших после экспедиции «Вега», на ее орбите работали только американский Magellan, европейская Venus Express и японская «Акацуки». Galileo, Cassini Huygens и Messenger побывали в ее окрестностях в ходе выполнения гравитационных маневров на пути к другим планетам – Юпитеру, Сатурну и Меркурию. А поверхности больше не касался ни один земной аппарат!

Вообще говоря, в исследованиях Солнечной системы явно превалирует интерес к внешним планетам. Но если с Меркурием все понятно – к нему лететь тяжело, то объяснить охлаждение интереса к Венере можно, пожалуй, лишь серьезной «конкуренцией» со стороны марсианских амбиций, где есть шансы побороться за обнаружение следов жизни. Даже вопрос, почему Венера и Земля, будучи столь похожими по физическим свойствам, настолько разительно отличаются по своей природе, отошел на задний план. Равно как и вытекающий из него вопрос: а не ждет ли Землю в будущем то же самое,

что сейчас происходит на Венере?

В докладе упоминалось о новом техническом средстве для полета в атмосфере Венеры – ветролете, использующем значительный градиент скорости ветра по высоте. Конструктивно ветролет состоит из парашюта – крыла или «воздушного змея», находящегося на большей высоте с большей скоростью ветра, и капсулы с тормозным круглым парашютом, находящейся на меньшей высоте, где скорость ветра меньше. Аэродинамические и гравита-

ционные силы уравновешиваются, позволяя всему устройству дрейфовать по ветру. В отличие от аэростатных зондов, здесь не используется гелий, который нужно хранить на протяжении всего полета и который потом протекает через стенки оболочки, ограничивая тем самым срок существования зонда. Кроме того, такому устройству легче пережить переход с ночной стороны Венеры на дневную, которого аэростатная оболочка, скорее всего, не выдержит. В инициативном порядке совместно со студентами МАИ сегодня ведутся испытания образца-демонстратора, уже показавшие осуществимость заложенного в основу принципа полета. И в случае успешного подтверждения реализуемости возможна замена ветролетом одного из двух аэростатных зондов.

На встрече прозвучал еще ряд докладов: «Пролет кометы Галлея космическими аппаратами «Вега-1» и «Вега-2»» (гл. конструктор по направлению «Лунная программа», гл. специалист Центра планетных исследований НПО Лавочкина В.П. Долгополов), «Исследование динамики атмосферы планеты Венера с помощью аэростатных зондов проекта «Вега»» (д.ф.-м.н., гл. науч. сотр. ИКИ В.М. Линкин), «Результаты зондирования кометы Галлея когерентными радиоволнами космических аппаратов «Вега-1» и «Вега-2»» (к.ф.-м.н., вед. науч. сотр. ИРЭ А.Л. Гаврик) и «Исследование частиц пыли и плазмы кометы Галлея» (д.ф.-м.н., проф., гл. науч. сотр. ИКИ О.Л. Вайсберг).

▼ Леонид Васильевич Ксанфомалити рассказывает о Венере



**27 марта 2016 г.** на 96-м году жизни скончался Анатолий Иванович Савин, научный руководитель Концерна воздушно-космической обороны «Алмаз-Антей». Ушел из жизни последний из тех великих, кто лично руководил производством вооружений в годы Великой Отечественной войны и кто создавал целые направления в оборонном космосе.

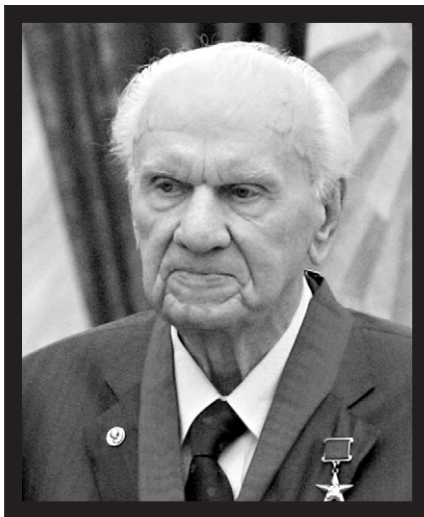
А. И. Савин родился 6 апреля 1920 г. в г. Осташков Тверской губернии. После окончания школы он поступил в Московское высшее техническое училище имени Н. Э. Баумана на факультет артиллерийского вооружения. С началом войны студент-старшекурсник пошел в народное ополчение, однако вскоре был отозван с фронта и направлен на работу в г. Горький на завод № 92 по производству полевой и танковой артиллерии.

Здесь впервые проявились его выдающиеся инженерно-конструкторские и организаторские способности. В 1941–1943 гг. А. И. Савиным были спроектированы и пошли в серийное производство противооткатное устройство для пушки танка Т-34 и ряд артиллерийских орудий. В 1943 г. 23-летний Анатолий Савин был назначен главным конструктором Конструкторского бюро завода № 92. За годы войны предприятием было выпущено более 100 тысяч различных орудий и устройств разработки Савина, в том числе самая массовая артиллерийская система – 76-мм пушка ЗИС-3.

Начиная с 1946 г. в КБ Горьковского завода (с 1947 г. – Особое конструкторское бюро по проектированию специальных машин) под руководством А. И. Савина был разработан ряд основных конструкций для ключевых промышленных технологий получения обогащенного урана и плутония. Был создан комплекс оборудования по газодиффузионному разделению изотопов, что позволило в кратчайший срок организовать производство оружейного урана.

Савиным была также спроектирована ответственная и сложная система разгрузки облученных урановых блоков первого промышленного атомного реактора «А» на заводе № 817 для наработки плутония. Начиная с 1948 г. он руководил разработкой промышленного уран-графитового ядерного реактора (проект ОК-110) и реактора на тяжелой воде (проект ОК-180).

В 1951 г. А. И. Савин получил назначение в Москву, в КБ-1 – головное предприятие по созданию многоканальной системы зенитно-ракетной обороны Москвы «Беркут» (С-25), которое возглавил директор завода № 92 А. С. Елян. «К началу моей работы в КБ-1 основные обязанности распределялись следующим образом, – вспоминал А. И. Савин. – С. Л. Берия, А. А. Колосов и Д. Л. Томашевич вели системы «Комета» и ШБ-32, П. Н. Куксенко и А. А. Расплетин – систему «Беркут». Вскоре я был назначен заместителем главного конструктора С. Л. Берии по предприятию. После отставки С. Л. Берии и П. Н. Куксенко [в 1953 г.] заместителем главного конструктора по науке А. А. Расплетин был назначен главным конструктором по зенитной ракетной тематике, а я – его заместителем». Работая в КБ-1, А. И. Савин внес существенный вклад в создание первой советской зенитно-ракетной системы С-25.



## Анатолий Иванович Савин

06.04.1920 – 27.03.2016

В феврале 1955 г. в составе КБ-1 были образованы три специальных конструкторских бюро: № 30 – по тематике противоракетной обороны (Г. В. Кисунько); № 31 – по зенитно-ракетной тематике (А. А. Расплетин); № 41 – по авиационным системам ракетного оружия (А. А. Колосов). Савин стал заместителем главного конструктора СКБ-41 и главным конструктором лаборатории бортовых приборов. В составе СКБ-41 он работал над созданием систем класса «воздух–море» («Комета», К-10), «воздух–воздух» (К-5, К-9), «воздух–поверхность» (К-20, К-22), «море–море» (П-15, П-25), «земля–море» и «земля–земля» («Стрела», «Метеор», «Дракон»). В 1960 г. А. И. Савин возглавил ОКБ-41 и стал заместителем генерального конструктора КБ-1.

«Разрабатывая авиационные, зенитную и противотанковую системы, я обратил внимание на совершенно новую, и, как мне показалось, очень близкую нам космическую тематику, – вспоминал А. И. Савин. – Наше оружие предназначалось для борьбы с подвижными целями – авианосцами, самолетами, танками... Раздумывая над перспективами нашего ОКБ, я понял: либо мы перейдем на космическую тематику, либо прекратим свое существование как коллектив. Позволив В. Н. Челомею, я попросил меня принять».

В 1959 г. В. Н. Челомей привлек коллектив КБ-1 и СКБ-41 к работам над двухступенчатой сверхзвуковой зенитной управляемой ракетой стрельбового комплекса дальнего перехвата С-500 по заданию 4-го Главного управления Минобороны. В 1960 г. последовали совместные работы над проектами пилотируемого ракетоплана и космических комплексов ИС («истребитель спутников») для уничтожения вражеских КА в интересах Войск ПВО и УС («управляемый спутник») для разведки и целеуказания в интересах ВМФ.

Создание комплексов УС и ИС было санкционировано постановлением ЦК КПСС и СМ СССР от 16 марта 1961 г., и с этого дня судьба А. И. Савина была неразрывно связана с этой тематикой. «Осенью 1960 г. мы приступили к разработке аванпроекта системы «Истре-

битель спутников», – писал он. – Нам были поручены наземный комплекс, бортовой комплекс, часть автоматики спутника и программа управления».

За этими скупыми словами скрывалась вся идеология системы. Предприятие В. Н. Челомея разрабатывало носитель УР-200 и спутник-перехватчик, а его аппаратура управления и головка самонаведения находились в сфере ответственности А. И. Савина. Далее, для поражения космической цели нужно было обнаружить и идентифицировать вражеский аппарат, определить его орбиту (за это отвечали наземные радиолокационные станции ОС-1 и ОС-2), рассчитать баллистическую схему перехвата, осуществить пуск, определить фактическую орбиту перехватчика, уточнить орбиту цели, рассчитать и заложить на борт КА уточненную программу его наведения в зону перехвата с дальнейшим сближением с целью по данным от головки самонаведения и поражением боевой частью осколочного типа. За построение наземного комплекса управления также отвечал А. И. Савин, причем на подготовительные операции – от задания на перехват до пуска – отводился час, на поражение цели – два витка!

В ОКБ-41 был разработан командно-измерительный пункт (КИП) системы, включающий радиотехнический комплекс (РТК) со станцией определения координат и передачи команд и главный командно-вычислительный центр. Именно А. И. Савин предложил и обосновал в кандидатской диссертации (1959) однопунктную схему управления боевыми спутниками. РТК имел один центральный приемопередающий пост и четыре удаленных на километр приемных поста, расположенных в виде креста и работающих в режиме радиоинтерферометра.

Проектирование средств командно-измерительного пункта системы ИС завершилось в 1962 г. Он был построен к лету 1964 г. на объекте 224Б вблизи деревни Дуброво Ногинского района Московской области. (Там же соорудался и аналогичный по структуре КИП для спутников разведки морских целей УС.) Первый прототип космического перехватчика был запущен 1 ноября 1963 г.

В конце 1964 г. после снятия с высшего государственного поста Н. С. Хрущёва была создана комиссия по переводу систем ИС и УС с ракеты УР-200 на Р-36 во главе с Ю. А. Можориным, в составе которой активно работали генеральный конструктор КБ-1 А. А. Расплетин и А. И. Савин. В декабре решение о замене челомеевского носителя на янгелевский было принято. Постановлением от 26 августа 1965 г. КБ-1 Госкомитета по радиоэлектронике было назначено головной организацией по темам ИС и УС, А. И. Савин стал главным конструктором и техническим руководителем работ, а главными конструкторами систем – К. А. Власко-Власов и М. К. Серов.

19 октября 1968 г. был выведен на орбиту спутник-мишень «Космос-248», а 1 ноября 1968 г. впервые в мировой практике перехватчик 5В91 (И2П, «Космос-252») вышел в район цели, захватил ее на автосопровождение, навелся и заставил «замолчать», поразив цель осколками направленной боевой части.

После государственных испытаний системы полного состава 13 февраля 1973 г. комплекс ИС и вспомогательный мишенный комплекс «Лира» были приняты в опытную эксплуатацию. Тогда же ЦНИИ «Комета», созданное на базе ОКБ-41 с включением завода «Мосприбор» и его проектно-конструкторского бюро, начало разработку модернизированного комплекса перехвата ИС-М, который был испытан в 1976–1978 гг. Систему ИС-М приняли в эксплуатацию 14 ноября 1978 г. и поставили на боевое дежурство 1 июня 1979 г.

В 1978 г. в ЦНИИ «Комета» началась разработка системы ИС-МУ для перехвата маневрирующих целей. Она была приостановлена в 1983 г. решением Ю.В. Андропова, возобновлена в 1984 г., и в апреле 1991 г. без проведения натурных испытаний комплекс был принят в эксплуатацию. Сняли его по указу Б.Н. Ельцина от 26 апреля 1993 г. в порядке «жеста доброй воли» руководства Российской Федерации.

Большим успехом КБ-1 и кооперации стало создание системы морской разведки и целеуказания со спутниками радиолокационного наблюдения УС-А (единственный в мире серийный КА с ядерным реактором в качестве бортовой энергетической установки) и радиотехнического наблюдения УС-П. Эти средства были приняты в эксплуатацию в 1975 и 1979 гг. соответственно и впоследствии модернизировались. ОКБ-41 А.И. Савина отвечало за бортовые и наземные средства управления, включая систему ориентации и стабилизации КА.

В 1965 г. командование Войск ПВО поставило перед КБ-1 задачу рассмотреть и обосновать принципиальную возможность создания космического эшелона системы предупреждения о ракетном нападении, его общую конструкцию и техническое вопло-

щение. Эта работа стала третьим важнейшим направлением для ОКБ-41 и ЦНИИ «Комета» как головной организации, что было закреплено постановлением от 29 сентября 1969 г. Главным конструктором А.И. Савин назначил В.Г. Хлибко.

Первоначально система проектировалась по аналогии с американским проектом MIDAS и должна была включать 18 низкоорбитальных аппаратов УС-К. Создание последних было поручено Машиностроительному заводу имени С.А. Лавочкина. Ведущий конструктор А.Г. Чесноков доказал, что такая группировка не способна выполнить поставленную задачу обнаружения одиночных, групповых и массированных стартов МБР с территории США в любое время суток при любой фоновой обстановке. С учетом реально достигнутых характеристик бортовой аппаратуры обнаружения, телевизионной и тепловизионной, было решено строить систему с четырьмя аппаратами на высокоэллиптической орбите.

Экспериментальный спутник 5В95 (УС-К, «Космос-520») был выведен на орбиту 19 сентября 1972 г. Его бортовая ЦВМ и программа управления были созданы в ОКБ-41. С учетом результатов испытаний КА и целевой аппаратуры ЦНИИ «Комета» настояло на режиме регистрации факелов ракет на фоне космоса, что повлекло увеличение группировки для наблюдения ракетно-опасных районов США до восьми спутников с девятым страхующим аппаратом на геостационаре. В январе 1979 г. постановлением правительства система УС-КС была принята на вооружение и поступила на опытную эксплуатацию, а 27 декабря 1982 г. приказом министра обороны поставлена на боевое дежурство.

Разработка системы глобального обнаружения УС-КМО с размещением спутников

на геостационаре по аналогии с американской DSP началась в 1975 г. при головной роли ЦНИИ «Комета» и шла долго и тяжело. В декабре 1996 г. были завершены испытания и введена в опытную эксплуатацию ее первая очередь, но в сложившихся политико-экономических условиях система так и не заработала в полную силу.

А.И. Савин был директором и генеральным конструктором ЦНИИ «Комета» (НПО «Комета», ЦНПО «Комета») с 1973 по 1999 год. С 1999 г. он – научный руководитель предприятия. Под его руководством были созданы системы раннего обнаружения стартов ракет; морской космической разведки и целеуказания; противокосмической обороны; освещения надводной и подводной обстановок и ряд других систем, успешная эксплуатация которых стала основой поддержания стратегического равновесия и стратегического паритета.

В 2004 г. Анатолий Иванович стал генеральным конструктором Концерна ПВО «Алмаз-Антей» (с 2007 г. – научный руководитель концерна) и работал в этой организации до последних дней своей жизни. Им был разработан облик основной системообразующей компоненты воздушно-космической обороны страны – Глобального информационного поля.

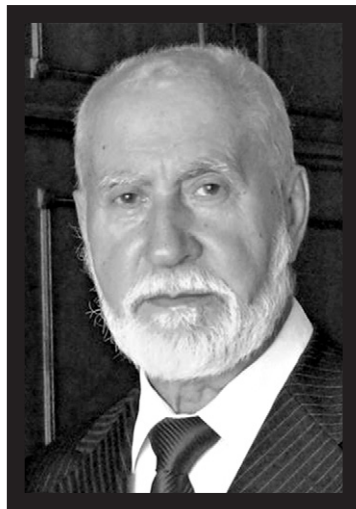
А.И. Савин – Герой Социалистического Труда (1976). Он был награжден четырьмя орденами Ленина (1945, 1951, 1971, 1976), орденом «За заслуги перед Отечеством» III степени (1995) и II степени (2010). Анатолий Иванович был лауреатом трех Сталинских премий (1946, 1949, 1951), Ленинской премии (1972), Государственных премий СССР (1981) и Российской Федерации (1999), доктором технических наук (1965), член-корреспондентом АН СССР (1979), академиком АН СССР (1984). – И.Л.

**5 марта 2016 г.** ушел из жизни Юрий Иванович Зайцев – бессменный руководитель пресс-службы Института космических исследований Академии наук.

С космосом была связана почти вся трудовая биография Юрия Ивановича. Он родился 26 апреля 1937 г. и в 1954 г. поступил в Североморское военно-морское училище. В 1958 г. был направлен на службу в формируемые в те годы Ракетные войска стратегического назначения. Ветеран космодрома Плесецк. С 1961 г. работал инженером в Государственном комитете по оборонной технике при Совете Министров СССР в космическом управлении.

В 1963 г. по запросу Мстислава Келдыша переведен в Межведомственный научно-технический совет по космическим исследованиям на должность старшего инженера. С тех пор его жизнь была неразрывно связана с космической наукой и в большой степени – с Институтом космических исследований, сотрудником которого он стал через три года после его создания – в 1968 г.

Юрий Иванович начал работать в должности ведущего инженера в Отделе научно-технической информации и пропаганды и в том же 1968 г. возглавил только что созданную в составе отдела Группу печати и пропаганды, которая стала фактической



**Юрий Иванович  
Зайцев**  
26.04.1937 – 05.03.2016

пресс-службой Института. С 1980 г. – руководитель отдела.

Он активно популяризировал достижения отечественных ученых: читал научно-популярные лекции под эгидой общества «Знание», писал книги и научно-популярные

статьи. Его перу принадлежат более 10 книг и 3500 статей по ракетно-космической и военно-технической тематике. С энтузиазмом принимал участие во всевозможных дебатах и дискуссиях, где всегда имел свою точку зрения и твердо ее отстаивал.

Юрий Иванович был действительным академическим советником Академии инженерных наук РФ, членом Союза журналистов России. Он имел многочисленные награды. Федерация космонавтики наградила его дипломом Ю.А. Гагарина, золотой и серебряной медалями имени С.П. Королёва, золотыми медалями В.П. Глушко и В.П. Макеева. Командующим Космическими войсками ему был вручен памятный знак «50 лет Космической эре».

Руководитель пресс-службы ИКИ РАН был требователен и строг, в первую очередь по отношению к себе. Его качества руководителя включали очень важные свойства – готовность принять и поддержать инициативу работников и нежелание чрезмерно контролировать их действия. ярко выделялось его безграничное жизнелюбие, он просто «горел» на работе и всегда имел четкие планы на будущее. Юрий Иванович был не просто руководителем, но в первую очередь человек, который заботился об окружающих и был готов прийти на помощь в трудную минуту.