

09 НОВОСТИ 2014 КОСМОНАВТИКИ



ИЗДАЕТСЯ ПОД ЭГИДОЙ ФЕДЕРАЛЬНОГО КОСМИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА
И ВОЙСК ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОБОРОНЫ

Журнал для профессионалов
и не только



ISSN 1561-1078

ISSN 771561-107002

Журнал основан в 1991 г. компанией «Видеокосмос». Издается Информационно-издательским домом «Новости космонавтики» под эгидой Роскосмоса и Войск воздушно-космической обороны Информационный партнер: журнал «Космические исследования» 太空探索, КНР

Редакционный совет:

А. В. Головкин – командующий Войсками воздушно-космической обороны,
В. А. Джанибеков – президент АМКос, летчик-космонавт,
Н. С. Кирдод – вице-президент АМКос,
В. В. Ковалёнок – президент ФКР, летчик-космонавт,
И. А. Маринин – главный редактор «Новостей космонавтики»,
О. Н. Остапенко – руководитель Роскосмоса,
Р. Пишель – глава представительства ЕКА в России,
Б. Б. Ренский – директор «R&K»,
В. А. Шабалин – президент Страхового центра «Спутник»

Редакционная коллегия:

Главный редактор: Игорь Маринин
Обозреватель: Игорь Лисов
Редакторы: Игорь Афанасьев, Сергей Шамсутдинов, Александр Ильин, Андрей Красильников
Специальный корреспондент: Екатерина Землякова
Дизайн и верстка: Олег Шинькович, Татьяна Рыбасова
Литературный редактор: Алла Синицына
Редактор ленты новостей: Константин Иванов
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
Временный тел.: +7(926) 997-31-39
E-mail: nk@novosti-kosmonavtiki.ru
Web: www.novosti-kosmonavtiki.ru
Тираж 8500 экз. Цена свободная
Отпечатано в Патриаршем ИПЦ, Зак. № 350
Подписано в печать 31.08.2014
Журнал издается с августа 1991 г.
Зарегистрирован в Государственном комитете РФ по печати № 01110293

© Перепечатка материалов только с разрешения редакции. Ссылка на НК при перепечатке или использовании материалов собственных корреспондентов обязательна
Ответственность за достоверность опубликованных сведений, а также за сохранение государственной и других тайн несут авторы материалов. Точка зрения редакции не всегда совпадает с мнением авторов.

В номере:

ГЛАВНОЕ

1 Афанасьев И.
Первый полет «Ангары»

ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

8 Красильников А., Хохлаев А.
Полет экипажа МКС-40
Июль 2014 года

16 Лисов И., Мохов В.
«Лебедь» и «Голуби»
летят на МКС

20 Красильников А.
«Прогресс М-24М»: российский-европейский эксперимент EXPOSE-R2

22 Мохов В.
«Жорж Леметр» – последний из ATV. В полете – европейский автоматический грузовой корабль ATV-5

27 Памяти Генри Уоррена Хартсфилда

ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

28 Белис Д.
Орбитальная углеродная

31 Красильников А.
Тройка «Гонцов» на «Рокете»

33 Ильин А.
«Метеор» в хорошей компании

42 Чёрный И.
Еще четыре спутника связи для трех миллиардов землян

44 Чёрный И.
Десятый полет девятого «Сокола»

47 Афанасьев И.
Номер четвертый в автономном полете

54 Лисов И.
«Ангель» и «стражи» для геостационара

ПИЛОТИРУЕМАЯ ТЕХНИКА

58 Афанасьев И.
Перспективный транспортный корабль нового поколения

62 Чёрный И.
Американские коммерческие корабли и русские двигатели

ЮБИЛЕИ

64 Догадаев В.
Краснодарскому ОАО «Сатурн» – 50 лет

66 Песляк А.
«Выбирать решение, за которое не буду себя ругать...» Алексею Елисееву – 80 лет

ВОЕННЫЙ КОСМОС

67 Павельцев П.
Третье испытание ПРО в Китае

ИСКУССТВЕННЫЕ СПУТНИКИ ЗЕМЛИ

68 Ильин А.
«Спектр-Р» продолжает работу. Три года – полет нормальный

70 Ильин А.
Виктор Хартов: «Во всем должна быть логическая связь»

КОСМОНАВТЫ. АСТРОНАВТЫ. ЭКИПАЖИ

72 Шамсутдинов С.
О космонавтах и астронавтах

На обложке: Старт ракеты-носителя «Ангара-1.2ГП»
Фото Д. Ефремова

Первый полет «Ангары»

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»

9 июля 2014 г. в 15:00:00.164 ДМВ (12:00:00.164 UTC) с пусковой установки универсального стартового комплекса (УСК 14П211) 35-й площадки космодрома Плесецк стартовые расчеты Войск воздушно-космической обороны при участии специалистов ГНПЦ имени М. В. Хруничева осуществили первый пуск новой РН «Ангара-1.2ПП» (изделие 14А125-01 № 71601).

Целями миссии, выполненной в рамках летно-конструкторских испытаний (ЛКИ), являлись:

- ◆ проверка функционирования составных частей космического ракетного комплекса (КРК) «Ангара» при подготовке и осуществлении пуска ракеты;
- ◆ отработка бортовых систем и эксплуатационной документации РН «Ангара».

В качестве полезной нагрузки в космической головной части (КГЧ) был использован неотделяемый от второй ступени массогабаритный макет (МГМ). В соответствии с планом полета вторая ступень вышла на суборбитальную траекторию (параметры незамкнутой орбиты):

- наклонение – $75,2^\circ \pm 2'$;
- минимальная высота – $-1008,527 \pm 5,8$ км;
- максимальная высота – $188,878 \pm 0,3$ км;
- период обращения – $76,3$ мин $\pm 3,5$ сек.

Время полета ракеты космического назначения (РКН) составило 21,28 мин. МГМ вместе с блоком второй ступени упал на полигоне Кура на Камчатке на расстоянии около 5700 км от места старта.

Подготовка и пуск

Согласно указу Президента РФ от 6 января 1995 г. первый пуск РН «Ангара» должен был состояться еще в 2005 г., однако создание нового носителя потребовало вдвое большего времени. В рамках пересмотренной программы пуск планировался на 2011 г., но затем многократно переносился. Реально подготовка к началу ЛКИ началась в мае 2013 г., когда в Плесецк была отправлена первая летная машина – изделие «первого пуска» «Ангара-1.2ПП».

Ее подготовка проводилась на техническом комплексе площадки №41. В ноябре 2013 г. ракету впервые вывезли на стартовый комплекс для «примерки». Параллельно на космодроме проводились испытания и тренировки персонала с электрическим и пневмогидравлическим аналогом – стендовым изделием «Ангара-1.2НЖ». В феврале 2014 г. специалисты в Плесецке протестировали изделие «Ангара-1.2ПП» для отработки наземных испытаний стартового оборудования, после чего началась непосредственная подготовка к пуску. 25 марта ракета была установлена на пусковом столе. Цикл электрических испытаний систем и агрегатов носителя, стартового оборудования и проверки готовности УСК к первому пуску занял шесть суток. В апреле на установленном на старте макете носителя прошли испытания систем и агрегатов заправки РН компонентами ракетного топлива.



В силу различных причин плановая дата старта с «конца мая» 2014 г. сдвинулась на 25 июня. 9 июня в ГКНПЦ имени М. В. Хруничева прошел Совет главных конструкторов, зафиксировавший готовность комплекса «Ангара» к летным испытаниям. 20 июня на заседании Государственной комиссии по проведению летных испытаний средств выведения КА в штабе Войск воздушно-космической обороны было принято решение о начале летных испытаний и были официально объявлены даты вывоза ракеты на старт (25 июня) и пуска (27 июня, резервная дата – 28 июня).

24 июня состоялось заседание Государственной комиссии по проведению ЛКИ: было принято решение вывезти РКН на УСК утром 25 июня. В 08:00–08:55 летнего времени агрегаты пускового устройства были подготовлены к установке ракеты; параллельно выполнялся контроль параметров системы наземных измерений (СНИ). Для установки РКН на пусковой стол потребовалось менее часа – с 08:55 до 09:50.

В 09:50–11:00 началась подготовка кабель-заправочной башни (КЗБ) к отводу транспортно-установочного агрегата (ТУА). Сразу после отвода, в 11:15, – подготовка КЗБ к обслуживанию ракеты. С 11:30 до 15:30 проводилась стыковка наземных коммуникаций с РКН, а также раскладка и стыковка кабелей разового применения. Затем с 15:30 до 18:00 проверяли бортовые системы ракеты, в том числе выполнили проверочные включения системы телеметрических измерений и электрические тесты бортовой аппаратуры системы управления (СУ).

Второй стартовый день – 26 июня – начался в 09:00 с двухчасовой проверки функционирования пневмогидросистем подачи. Параллельно с 09:00 до 16:45 шел контрольный набор стартовой готовности (по сути «сухой прогон»). Анализ и оценка телеметрической информации длились до 22:30.

Пусковой день 27 июня начался в 08:15 с 40-минутной подготовки агрегатов пусковой установки и наземного оборудования к заправке и электроиспытаниям. Одновре-

менно началось термостатирование РКН, которое должно было продолжаться до самого момента старта. В 08:40–09:55 были выполнены включения и защитные операции системы управления. В 09:40 начала работать система телеметрических измерений РН.

В 10:00 состоялось заседание Государственной комиссии, давшее «добро» на заправку. В 10:15 началась эвакуация боевого расчета с КЗБ и пусковой установки, которая завершилась спустя полчаса. В 10:15–10:45 готовили системы термостатирования и пожарной безопасности к заправке ракеты.

К этому времени представители различных ведомств и СМИ собрались на космодроме и в ситуационном центре Минобороны, а президент России В. В. Путин приготовился наблюдать за пуском по телестолу.

Целый час – с 11:33 до 12:33 – заняло захлаживание системы заправки жидким кислородом. Последующие два часа заправляли баки окислителя. Баки горючего были заправлены с 13:35 до 14:35. В 14:35–14:40 отвели устройства удержания.

В ходе предпусковых операций, начавшихся за 15 минут до расчетного момента старта (14:15:00 ДМВ), автоматизированная система управления пуском сформировала команду «Нет готовности двигательной установки к пуску». За несколько минут до зажигания обратный отсчет автоматически остановился.

Именно во время телемоста командующий Войсками воздушно-космической обороны РФ генерал-лейтенант А. В. Головкин доложил президенту: «Товарищ Верховный главнокомандующий, произошла автоматическая отмена пуска. Проводится анализ. После проведения анализа доклад будет представлен установленным порядком».

Владимир Путин дал указание министру обороны Сергею Шойгу: «Работайте без спешки. Аккуратненько все проанализируйте, через час доложите». Первоначально было объявлено о переносе пуска на резервную дату – 28 июня, однако анализ проблемы показал необходимость отложить его на более длительный срок.

Незванный источник в отрасли, принимавший участие в разработке и строительстве стартового комплекса, в интервью агентству «Интерфакс» отметил: «Есть циклограмма пуска – полная, пятичасовая – и так называемая бортовая, пятнадцатиминутная. Отмена пуска произошла во время работы бортовой циклограммы, примерно за три минуты до срока запуска». По его словам, система автоматизированного прерывания пуска вводилась как раз для того, чтобы предупредить аварийный старт: «Если изделие уберечь от неудачного пуска, то это хорошо. Во время испытаний, а первый пуск ракеты «Ангара» и есть испытание, любой перенос – это нормально. Торопиться нам некуда, работа продолжается».

27 июня Государственная комиссия решила оставить ракету на старте, и при этом слить компоненты топлива. Судя по повторно объявленным запретным районам, какое-то время рассматривалась возможность второй попытки пуска 1 или 2 июля. Однако 30 июня Госкомиссия все-таки приняла решение снять 1 июля «Ангару-1.2ПП» со стартового стола и вернуть на технический комплекс для выявления и устранения причин отмены, а также проведения дополнительных проверок.

1 июля со ссылкой на источник в отрасли агентству «Интерфакс» озвучило первые выводы комиссии, расследовавшей нештатную ситуацию. Было отмечено, что в процессе «прозвона» системой управления различных систем и параметров прошел отбой по пониженному давлению наддува бака жидкого кислорода, хотя проведенная до этого заправка завершилась штатно. Эксперты выдвинули три предположения о возможных районах возникновения неисправностей: датчики в баке, система наддува бака с жидким кислородом, а также клапан дренажа бака жидкого кислорода. Источник заявил, что осмотр изделия подтвердил третью версию: клапан дренажа остался в открытом положении.

Однако официальная информация, размещенная в тот же день на сайте НПО «Энергомаш», оказалась иной. В сообщении говорилось, что 27 июня за 19 секунд до за-

полнения горючим двигателя первой ступени и за 79 секунд до старта произошло аварийное прекращение пуска по сигналу «ненорма ДУ первой ступени». Причиной его оказалось падение давления в шар-баллоне наддува демпфера окислителя, который не является элементом конструкции двигателя РД-191.

Разработчик подчеркнул, что при изготовлении каждый двигатель проходит огневые контрольно-технические испытания (КТИ). Двигатель РД-191 № Д012, установленный на РН «Ангара 1.2ПП», выдержал КТИ на огневом стенде НПО «Энергомаш» без замечаний. Всего же двигатели РД-191 прошли 162 испытания с общей наработкой 37896,5 сек.

14 июля первый заместитель руководителя Роскосмоса Александр Иванов в передаче «Арсенал» на радиостанции «Эхо Москвы» сообщил дополнительные подробности: «Отбой был произведен за 1 мин 20 сек до пуска, когда проводился опрос готовности бортовых систем РН... Когда начали разбираться уже на техническом комплексе, обнаружили негерметичность в магистрали подачи гелия из шар-баллона, который находится в баке кислорода, к демпферу окислителя. Причину неисправности устранили совершенно спокойно. Почему не обнаружили до того? Да потому что все проверки на техническом и стартовом комплексе проводятся при одном давлении – при 40 атм, ну можно до 80 наддувать шар-баллон, а рабочее давление в нем после захлаживания бака кислородом составляет 230 атм. Поэтому здесь такая сложная неисправность, которая проявилась только при подаче повышенного давления».

«Это техническая особенность, которая выявилась на этапе подготовки РН к пуску, – объяснил впоследствии генеральный конструктор ракетно-космического комплекса «Ангара» В.Е. Нестеров, в 2005–2012 гг. бывший также генеральным директором, а после этого – первым заместителем гендиректора ГКНПЦ имени М.В. Хруничева. – Автоматизированная система определила замечание и своевременно дала команду на отмену запуска... Разумеется, были сделаны выводы, эту особенность парировали. Повторение такой ситуации исключено». После выявленной неисправности при первой

попытке ввели процедуру дополнительной проверки герметичности.

После выявления и устранения причин нештатной ситуации 5 июля Госкомиссия назначила новую дату пуска – **9 июля 2014 г. в 15:00 ДМВ**.

Повторный вывоз на старт состоялся 7 июля. На этот раз РН прошла все этапы подготовки к пуску штатно, все проверки все проверки бортовых и наземных систем выдали «норму», и за 8 сек до старта сформировался обобщенный сигнал о готовности РН к пуску. За 5 сек до «контакта подъема» (КП) была выдана команда на окончание точного приведения комплекса командных приборов – и система управления перешла на полетный режим работы. Двигатель первой ступени включился за 4,5 сек до КП и вышел на номинальный режим через предварительную ступень (~61% номинала). Когда тяга превысила вес ракеты, «Ангара-1.2ПП» плавно оторвалась от стартового стола.

На 3-й секунде полета начинается маневр увода РН и газовой струи двигателя от сооружений УСК, который проводится до достижения высоты 250 м. Надо сказать, что такие «пируэты» не в новинку: достаточно вспомнить старты южнокорейских ракет Naro-1, созданных при участии Центра Хруничева на базе УРМ-1 «Ангары». Хотя маневр и выглядит страшновато, это вполне штатная операция, необходимая для сохранения стартовых сооружений, в составе которых достаточно много механизмов, которые отделяются от ракеты только при старте. Поскольку элементы многоразовые, маневр увода позволяет исключить тепловое и газодинамическое воздействие на эти механизмы.

К сожалению, видеотрансляция ограничилась лишь начальным участком старта. Тем не менее согласно опубликованной информации телеметрия показала штатное выполнение полета в соответствии с расчетной циклограммой (табл. 1).

В 15:02 ДМВ «Ангара-1.2ПП» была взята на сопровождение средствами Главного испытательного космического центра имени Г.С. Титова. Через 4 мин после старта в заданном районе над южной частью Баренцева моря прошло отделение первой ступени и

Табл.1. Расчетная циклограмма полета РКН «Ангара-1.2ПП»

Событие	Время от КП, мин:сек	Примечание
Старт (КП)	00:00.00	
Начало плавного дросселирования двигателя первой ступени	02:49.00	
Выход двигателя первой ступени на конечную ступень тяги	03:36.28	Тяга 80 тс
Выключение двигателя первой ступени	03:39.28	
Отделение первой ступени	03:42.28	
Запуск двигателя второй ступени	03:44.28	
Сброс головного обтекателя	03:52.30	Высота 105 км
Перевод двигателя второй ступени на конечную ступень тяги	08:09.28	
Выключение двигателя второй ступени	08:11.78	Высота 200 км
Завершение баллистического существования второй ступени	21:02.47	

сброс головного обтекателя. В установленном время выключился маршевый двигатель второй ступени. Спустя чуть больше 21 мин после старта неотделяемый МГМ полезной нагрузки со второй ступенью ракеты попал в заданный район полигона Кура на полуострове Камчатка. Все цели* первого старта ракеты «Ангара-1.2ПП» были достигнуты.

Отметим, что полет РКН проходил согласно утвержденному плану по баллистической траектории над территорией России. Системы РН функционировали по командам СУ в соответствии с циклограммой и полетным заданием, с реализацией терминального («гибкого») метода управления, обеспечивающего выведение полезной нагрузки с высокой точностью по оптимальным траекториям и падение отделяющихся частей в заданные районы. При этом двигательные установки могут выключаться по первому из сформированных признаков: прогнозу остатков компонентов топлива в соответствии с данными системы управления расходом топлива или по набору заданного функционала наведения.

* Обобщенно в миссии проверялись технический и стартовый комплекс космодрома, отработывались заправка и стартовые операции с использованием летного изделия, определялись полетные характеристики блоков носителя, проверялось взаимодействие с командно-измерительным комплексом на участках работы первой и второй ступеней. Проводилась отработка сброса головного обтекателя.

Фото А. Моргунова



Табл. 2. Основные параметры носителей семейства «Ангара»

Характеристика	«Ангара-1.2»	«Ангара-А3»	«Ангара-А5»	«Ангара-А7»
Стартовая масса РКН, т	171	481	773	1133
Первая ступень	1×УРМ-1	2×УРМ-1	4×УРМ-1	6×УРМ-1
Вторая ступень	1×УРМ-2м*	1×УРМ-1	1×УРМ-1	1×УРМ-1м**
Третья ступень	–	1×УРМ-2	1×УРМ-2	–
Масса полезной нагрузки, т:				
– на опорной орбите (Нкр=200 км, i=63°)	3.8	14.6	24.5	35.0
– на геопереходной орбите (Нп=5500 км, i=25°)	–	3.6 (с КВСК) 2.4 (с «Бриз-М»)	7.5 (с КВТК) 5.4 (с «Бриз-М»)	12.5 (с КВТК-А7)
– на геостационарной орбите	–	2.0 (с КВСК) 1.0 (с «Бриз-М»)	4.6 (с КВТК) 3.0 (с «Бриз-М»)	7.6 (с КВТК-А7)

* УРМ-2 с диаметром баков 2.9 м.
** УРМ-1 с диаметром баков 4.1 м.

В полете СУ контролировала параметры аварийности по критериям предельного углового отклонения РН от заданных программных значений и снижения продольной перегрузки на участках работы двигателей первой и второй ступеней. При достижении критичных значений могла быть сформирована команда «Авария» с последующим прекращением полета, выключением двигателей и приведением изделия в безопасное состояние.

Через несколько минут после пуска министр обороны РФ С.К. Шойгу доложил Верховному главнокомандующему В.В. Путину об успешном проведении первого испытательного пуска РН «Ангара-1.2ПП».

Ракета

Разработка и изготовление РКН «Ангара» ведутся в рамках Государственной программы вооружения и Федеральной космической программы (ФКП) России на 2006–2015 гг. Государственными заказчиками комплекса являются Министерство обороны РФ и Федеральное космическое агентство, головным предприятием-разработчиком – ГКНПЦ имени М.В. Хруничева.

История семейства «Ангара» восходит к 1992 г., когда с целью обеспечения независимого доступа в космос Минобороны РФ инициировало разработку проекта носителя тяжелого класса, способного заменить «Протон» и обеспечить выведение широкого круга полезных грузов (в том числе на геостационарную орбиту) – в интересах национальной безопасности и социально-экономического развития страны – при пусках с космодрома Плесецк, где располагался недостроенный старт «Зенита».

В конкурсной разработке носителя приняли участие РКК «Энергия», ГРЦ «КБ имени академика В.П. Макеева» и ГКНПЦ имени М.В. Хруничева. После второго этапа конкурса победил проект Центра Хруничева,

который сочетал в себе как перспективные решения (использование жидкого водорода на второй ступени), так и большой задел по готовым элементам (двигатели РД-171 и РД-0120). Победу узаконил указ Президента РФ от 6 января 1995 г. № 14 «О разработке КРК «Ангара»».

Хотя данным указом и выпущенным вслед постановлением Правительства РФ от 26 августа 1995 г. проект нового носителя был объявлен «задачей государственной важности», в силу жесточайшей ломки экономической системы государства не удалось обеспечить финансирование разработки. В плановый период она велась крайне медленно: с 1994 по 2005 год на проект было выделено не более 4% суммы, необходимой для создания комплекса, причем половина денег пришла на 2004–2005 гг. Центр М.В. Хруничева был вынужден вкладывать в разработку носителя собственные средства, в том числе получаемые от коммерческих пусков «Протонов».

В условиях глубокого экономического кризиса первой половины 1990-х годов были утрачены многие критически важные технологии. Так, промышленного производства жидкого водорода в стране не было, серийный выпуск двигателя РД-0120 прекратился, в силу чего проект «Ангара» буквально рассыпался на глазах. Кроме того, после договоренностей с Казахстаном о долгосрочной аренде Байконура снизилась острота проблемы гарантированного доступа в космос, и разработка перешла в «реактивную фазу».

Несколько позже наметились серьезные трудности с выпуском и эксплуатацией носителей легкого («Космос», «Циклон») и среднего («Зенит») классов, в связи с чем у космического агентства России появилась потребность закрыть появившиеся бреши в линейке средств выведения. Центр Хруничева, до этого разработывавший фактически одноцелевую ракету «Ангара», принял решение переработать проект. Новая концепция, сформированная в 1997–1998 гг., предусматривала создание семейства РН легкого, среднего и тяжелого клас-

сов из набора двух универсальных ракетных модулей нижних (УРМ-1) и верхних (УРМ-2) ступеней с двигателями на кислородно-керосиновом топливе. Такое решение позволяло сократить затраты на разработку, производство и эксплуатацию, а впоследствии выйти на рынок коммерческих запусков. На УРМ-1 предполагалось установить новый двигатель РД-191, разработка которого началась в НПО «Энергомаш» в 1998 г. на базе летавшего РД-171 с первой ступени «Зенита». УРМ-2 планировалось оснастить модификацией двигателя РД-0124, создававшегося в Конструкторском бюро химической автоматики (КБХА) для третьей ступени «Союза-2.1Б».

Работа по проекту, полностью оформившемуся к 2004–2005 гг., пошла полным ходом только после 2006 г., когда появилась Федеральная целевая программа (ФЦП) «Развитие российских космодромов» и были получены средства для создания наземного комплекса «Ангара». В полной мере развернулась подготовка серийного производства ракеты.

Проект сильно затормозился еще раз из-за пресловутого финансово-экономического кризиса 2008 г., который привел к приостановке строительства наземного комплекса. По словам В.Е. Нестерова, «в 2009–2010 гг. [денег] выделили в три раза меньше, чем планировалось. Численность строителей в Плесецке сократилась на порядок – с 2000 до 150 человек, работа практически остановилась».

Даже после резкого увеличения финансирования отставание от графика оставалось (к ноябрю 2013 г. оно составляло шесть месяцев) и было фактически ликвидировано только к середине 2014 г.

Итак, КРК «Ангара» призван стать составной частью национальной системы средств выведения КА различного назначения, целиком базирующейся на использовании исключительно российского научно-промышленного потенциала.

К настоящему времени разрабатываемое семейство включает три типа носителей: «Ангара-1.2» легкого, «Ангара-А3» среднего и «Ангара-А5» тяжелого классов. На ранней стадии проектирования находится проект «Ангара-А7» тяжелого класса. Параметры ракет приведены в таблице 2 (см. также НК № 11, 2009, с.56-57). Основу семейства составляют модули УРМ-1 и УРМ-2: первый входит в состав нижних ступеней носителей всех классов, второй составляет основу верхних ступеней. Вторая ступень серийной (штатной) «Ангара-1.2» имеет ту же двигательную установку и элементы пневмогидравлической системы, что и УРМ-2, но отличается меньшим объемом и диаметром 2.9 м вместо 3.6 м.

Модуль УРМ-1 имеет длину 25.1 м, диаметр 2.9 м и заправку компонентами топлива и сжатыми газами (гелий) 130.43 т. В состав блока входят баки горючего и окислителя, межбаковый отсек, хвостовой отсек с однокамерным двигателем РД-191, а также элементы бортовой кабельной сети и пневмогидравлической системы. При эксплуатации в составе ступеней носителей различных классов УРМ-1 доукомплектовывается:

❖ первая ступень «Ангара-1.2» – блоком газовых сопел (2×100 кгс тяги), работающих на окислительном газе, который отбирается от двигателя РД-191, и аэродинамическим

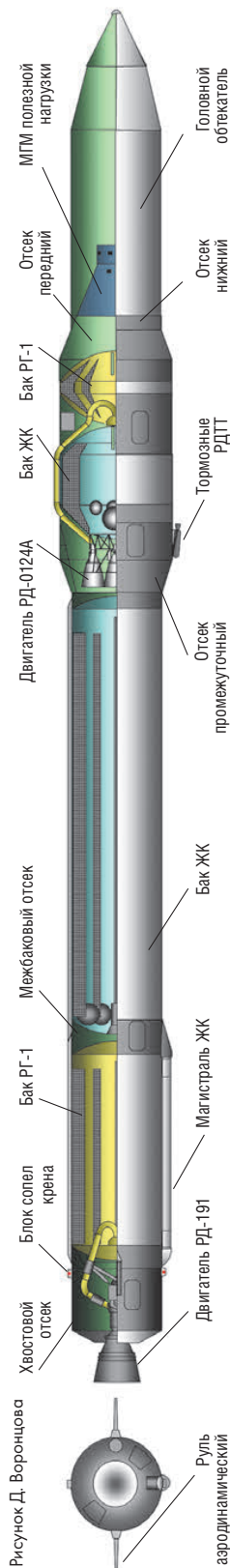


Табл. 3. Основные характеристики РКН «Ангара-1.2ПП»

Стартовая масса РКН	171 т
Число ступеней	2
Габаритные размеры:	
- длина РКН	42.794 м
- длина первой ступени	27.670 м
- диаметр первой ступени	2.900 м
- длина второй ступени	5.524 м
- диаметр второй ступени	3.600 м
- длина головного обтекателя	9.200 м
- диаметр головного обтекателя	2.900 м
Тяга двигателя (на Земле/в пустоте)	
- первой ступени, тс	196.0/212.6
- второй ступени, тс	-/30.0
Компоненты топлива ступеней	Жидкий кислород – керосин
Время активного полета РКН	8.45 мин
Время всего полета	21.28 мин
Способ управления полетом	Автономный
Управление подготовкой и пуском	Автоматизированное

рулями для управления по крену, а также промежуточным отсеком для соединения со второй ступенью;

❖ боковой блок «Ангара-А3» и -А5 – носовым обтекателем и узлами силовой связи с центральным блоком;

❖ центральный блок «Ангара-А3» и -А5 – промежуточным отсеком и узлами силовой связи с боковыми блоками.

В составе первой ступени «Ангара-1.2» и боковых блоков «Ангара-А3» и -А5 УРМ-1 имеет сухую массу примерно 10.48 т, в составе центрального блока «Ангара-А3» и -А5 – около 11.5 т.

Для отделения блоков первой ступени применяются твердотопливные двигатели (четыре – в составе УРМ-1 «Ангара-1.2»).

Модуль УРМ-2 имеет длину 5.524 м, диаметр – 3.6 м и заправку компонентами топлива и сжатыми газами около 35 т при сухой массе примерно 4.2 т. Блок включает баки горючего и окислителя, хвостовой отсек с четырехкамерным двигателем РД-0124А, бортовую кабельную сеть и пневмогидравлическую систему.

Разработка проекта ракеты «Ангара-1.2ПП» («первый пуск») для первого этапа ЛКИ началась в 2010 г. на основании решения, принятого заказчиками комплекса и в соответствии с предложенным техническим заданием.

В июле 2011 г. Минобороны и Роскосмос уточнили конфигурацию изделия: из состава РКН первого пуска был исключен разгонный блок «Бриз-М» (без дополнительного топливного бака), а КГЧ укомплектована неотделяемым МГМ. Согласно уточненному техзаданию, «Ангара-1.2ПП» предназначена для комплексной отработки составных частей КРК в реальных условиях подготовки и пуска, а также для повышения вероятности выполнения целевой задачи и снижения риска разрушения УСК при первом пуске РН тяжелого класса «Ангара-А5».

Таким образом, в первом пуске использовалось уникальное изделие, в состав которого входили УРМ-1 с блоком газовых сопел и аэродинамическими рулями, по форме в большей степени соответствующий ракете «Ангара-1.2»*, а также промежуточный (в составе первой ступени) и переходный отсеки с блоком УРМ-2 и передним отсеком, соответствующие ракетам «Ангара-А3» и -А5.

«Все модули ракеты первого пуска относятся к тяжелой «Ангаре» – и первая ступень, и вторая, – подчеркнул В. Е. Нестеров. – Это было нужно для того, чтобы максимально увеличить надежность старта тя-

желой версии, и специально оговаривалось с Минобороны».

Тем не менее для обеспечения необходимой тяговооруженности заправка УРМ-2 компонентами топлива была уменьшена примерно до 24.2 т. В состав головной части общей массой 2591 кг вошли:

- ◆ головной обтекателя массой 995 кг;
- ◆ нижний отсек, выполняющий функцию адаптера полезной нагрузки, массой 167 кг;
- ◆ МГМ полезной нагрузки массой 1429 кг.

Характеристики ракеты приведены в таблице 3.

На РН «Ангара-1.2ПП» используется система разделения, предназначенная для второй и третьей ступеней носителя тяжелого класса «Ангара-А5». Соблюдение теплового режима и мер пожарной безопасности ракеты на УСК обеспечивается бортовыми средствами термостатирования и пожаробезопасности путем продувки всех отсеков изделя воздухом и азотом от наземной системы термостатирования высокого давления.

Кооперация предприятий, принимавших участие в подготовке первого пуска «Ангара», представлена в таблице 4.

Универсальный стартовый комплекс

Работы по созданию объектов наземной инфраструктуры подготовки и запуска КРК «Ангара» ведутся на Государственном испытательном космодроме Министерства обороны РФ (космодром Плесецк) в Архангельской области в рамках ФЦП «Развитие российских космодромов на 2006–2015 годы».

Проект УСК «Ангара» был разработан Конструкторским бюро транспортного машиностроения (КБТМ)** на базе стартового комплекса РН «Зенит», строительство которого велось на космодроме Плесецк с июня 1986 г. и было заморожено в ноябре 1994 г. из-за прекращения финансирования и распада СССР. К этому времени ряд основных сооружений комплекса был готов к монтажу оборудования (на полигон было поставлено и частично смонтировано более половины технологических систем).

Несколько раньше, в 1992 г., начались проектные проработки УСК для нескольких РН разных классов. В 1995–1996 гг. был разработан эскизный проект универсального наземного комплекса (УНК) для запуска РКН «Зенит» и «Ангара», объединяющий стартовый и технический комплексы, а так-

Табл. 4. Основная кооперация по ракете «Ангара-1.2ПП»

Головное предприятие – ГКНПЦ имени М. В. Хруничева

Система	Разработчик
Бортовая аппаратура системы управления	НПЦ АП имени Н.А.Пилюгина
Система телеметрических измерений	ГКНПЦ имени М.В.Хруничева (аппаратура «Орбита» – ОКБ МЭИ)
Навигационная аппаратура потребителя	МКБ «Компас»
Двигатель первой ступени с агрегатами сопел крена	НПО «Энергомаш»
Двигатель второй ступени	КБХА
РДТТ торможения первой и второй ступеней	КБ «Точмаш»
Измерительная система абсолютного давления, автономный блок средств аварийной защиты	НИИ физических измерений
Блоки автоматики системы заправки компонентами ракетного топлива	ГосНИИП

же комплекс автоматизированных средств управления.

После отказа от запуска РКН «Зенит» с космодрома Плесецк, учитывая сформировавшиеся к тому времени технико-экономические условия (ограничение материальных и финансовых ресурсов) и высокую строительную готовность уже имевшихся сооружений, в 1995 г. было принято решение о создании КРК «Ангара» на базе незавершенного комплекса «Зенит». В 1997 г. в проект УСК, обеспечивающего предстартовую подготовку, заправку и пуск РН на основе универсального ракетного модуля, были внесены изменения и доработки. Реальное строительство началось в 2001 г. после оценки степени готовности сооружений и объема необходимых доработок и изменений. Генеральным подрядчиком строительства объектов выступило Главное управление Спецстрой России.

Наземная инфраструктура КРК «Ангара» включает технический комплекс и УСК, обеспечивающие подготовку и пуск РН легкого, среднего и тяжелого классов.

Полностью готовый УСК должен состоять из 211 зданий и сооружений, 18 из которых являются основными. Сооружения в основном имеют заглубленное (либо подземное) расположение. Доступ обеспечивается как через защищенные входы, так и через связующие проходные каналы, общей протяженностью порядка 5 км. УСК включает

* Прототип УРМ-1 трижды (в 2009, 2010 и 2013 гг.) прошел ЛКИ в составе первого южнокорейского носителя Naro-1 (KSLV-1).

** С мая 2009 г. входит в состав Центра эксплуатации наземной космической инфраструктуры (ЦЭНКИ).



Фото И. Маринина

технологическое оборудование, комплекс автоматизированных систем управления, комплекс заправки баков низкого давления разгонного блока «Бриз-М», заправки КВРБ, а также комплекты наземного оборудования и проверочной аппаратуры.

УСК – автоматизированный комплекс; постоянное пребывание персонала предусмотрено только в командном пункте (сооружение 3), конструктивные решения которого обеспечивают защиту людей и оборудования при возможных аварийных ситуациях, в том числе от воздействия ударной волны, загазованности и пожаров.

При подготовке РКН к пуску на стартовом комплексе используются как автоматизированные процессы (установка ракеты на пусковой стол, испытания систем носителя, заправочные и пусковые операции), так и процессы с участием операторов эксплуатирующего состава (соединение коммуникаций второй ступени, демонтаж «красных» защитных элементов и транспортных креплений). До начала непосредственной подготовки РКН к пуску (начиная с заправки) весь персонал покидает стартовое сооружение и эвакуируется в безопасные зоны.

Стартовое сооружение выполнено в заглубленном варианте и имеет шесть этажей. Основными его агрегатами являются пусковой стол (ПС) и кабель-заправочная башня (КЗБ). Кроме того, в сооружении размещается оборудование систем газоснабжения, заправки компонентами ракетных топлив, охлаждения газохода, электроснабжения, обеспечения температурного режима и автоматизированных систем управления оборудованием.

Стационарный заглубленный одногазоходный (с односкатным газоотражателем и прямым газоходом) ПС* предназначен для установки на него ракет «Ангара» всех классов, от легкого до тяжелого, отвода газов от работающей двигательной установки при пуске, а также для размещения и защиты элементов технологического оборудования.

ПС обеспечивает стыковку с транспортно-установочными агрегатами РКН всех

классов, их центрирование, установку, вертикализацию, подвод автоматических стыковочных устройств заправки компонентами топлива, сжатыми газами, термостатирования и пожаропредупреждения.

Проход обслуживающего персонала и техническое обслуживание оборудования обеспечены внутри рамы ПС.

Неподвижная КЗБ** высотой 54 м и массой 1500 т предназначена для использования в качестве средств подвода (отвода) необходимых коммуникаций к РКН, ее ветрового удержания и обеспечения доступа обслуживающего персонала. Перед пуском площадки обслуживания и устройства удержания отводятся от РКН, а непосредственно при пуске отводятся и коммуникации второй ступени. Управление агрегатом производится одним оператором с командного пункта.

Кроме сооружений, инженерных сетей и коммуникаций протяженностью более 22 км, а также сетей автомобильных и железных дорог, в состав УСК входят площадки инженерного обеспечения комплекса (объекты внешнего энергоснабжения, комплексы водозаборных и водопроводных сооружений, комплекс сооружений котельной и очистных сооружений).

Строительство УСК осуществляется в две очереди. Первая обеспечивает проведение ЛКИ ракеты «Ангара-1.2ПП», а также пуски РКН «Ангара» легкого класса. Вторая обеспечивает пуски РКН «Ангара» тяжелого класса, в том числе ЛКИ ракеты «Ангара-А5» с разгонным блоком «Бриз-М» (первый пусковой комплекс) и «Ангара-А5» с кислородно-водородным блоком КВРБ (второй пусковой комплекс).

Помимо того, что УСК дает возможность подготовки и проведения пусков РН различных классов и вывод грузов и спутников различного назначения, сложность его создания состояла в проектировании сооружений на базе существующих. Поскольку конструкции сооружений КРК «Зенит» не обеспечивали необходимую несущую способность, специалистам при строительстве пришлось решать

очень сложную задачу по усилению оснований, фундаментов и стен сооружений.

Основание стартового сооружения, к примеру, усиливалось свайным полем, содержащим более 480 свай длиной от 30 м до 50 м, для фундаментов КЗБ выполнено основание из восьми свай диаметром 1.2 м на глубину 50 м каждая. Все несущие стены и перекрытия стартового сооружения инъецировались на всю толщину специальными составами и усиливались монолитным железобетоном. Покрытие сооружения обеспечивает гидроизоляцию, является защитой от газовой струи, взрывной волны и передачи тепловых нагрузок.

Во время строительства постоянно возникали вопросы по увязке проектно-сметной и конструкторской документации, выпускались сотни проектных и технических решений в связи с тем, что системы постоянно подвергались модернизации.

Значение и перспективы

Успешный пуск РН «Ангара-1.2ПП» ознаменовал не только появление нового средства выведения, но и возрождение отечественной школы ракетостроения. Впервые в истории современной России практически без непосредственного использования советского задела создан абсолютно новый КРК.

Прежде всего, следует помнить, что комплекс решает основную задачу, с постановки которой и началась разработка: создание семейства носителей исключительно на базе отечественных технологий и комплектующих для обеспечения гарантированного доступа в космос с российской территории.

В плане технического совершенства «Ангара» находится на уровне лучших мировых достижений. В частности, по показателю удельной грузоподъемности (отношение массы полезной нагрузки к стартовой массе ракеты) при полетах на низкую околоземную

* Головное предприятие-разработчик – КБТМ; изготовитель – предприятие «Звездочка» (г. Северодвинск).

** Головное предприятие-разработчик – КБТМ.



Фото Д. Ефремова

орбиту «Ангара-А5» вполне сопоставима с современными американскими ракетами Atlas V и Delta IV. По второму показателю – коэффициенту конструктивного совершенства (отношение сухой массы ракеты к выводимому полезному грузу) – носитель также близок к тяжелым ракетам мирового класса. По словам В. Е. Нестерова, разговоры о моральном старении ракеты «Ангара» – не более чем миф.

Что касается технико-экономической эффективности проекта, то общую стоимость работ по состоянию на 2012 год бывший глава Роскосмоса В. А. Поповкин оценивал в 160 млрд руб*. Много это или мало? Формально около 5 млрд \$ – казалось бы, очень большая сумма. Особенно если учесть сопоставимые деньги, которые в советское время ушли на разработку и летные испытания РН «Энергия». Но при рассмотрении общей суммы надо, как минимум, учитывать инфляцию и не забывать, что указанные деньги, пусть и неравномерно, но были «размазаны» почти на 20 лет. В годовом исчислении – совсем немного! С другой стороны, точно не известно, потрачена ли вся сумма только на разработку ракеты или сюда включены также расходы на строительство и реконструкцию наземной инфраструктуры. Наконец, нелишним будет вспомнить, что в рамках проекта разработаны не одна, а целых три ракеты различного класса.

В настоящее время стоимость пуска «Ангары» примерно вдвое превышает такую для «Протона», однако сравнивать две ракеты по меньшей мере некорректно: надо понимать, что вторая уже не первый десяток лет изготавливается серийно, тогда как первая – пока лишь штучное опытное изделие. Изготовление первого образца любой машины обходится гораздо накладнее последующих. Первые «Протоны» перед запуском в серию также стоили дороже нынешних вдвое и более. Специалисты считают, что после освоения серийного производства «Ангара» также подешевеет. У нее есть для этого объективные предпосылки: она технологичнее выпускаемых ныне отечественных носителей. Без учета верхней ступени («Бриза-М») и головного обтекателя для сборки «Ангары» применяются всего шесть блоков двух типоразмеров, включающие в свой состав шесть маршевых двигателей также двух наименований. На изготовление «Протона-М» уходит целых девять блоков четырех типоразмеров и 12 двигателей четырех наименований.

Что касается ближайших перспектив проекта, то сейчас все внимание направлено на подготовку и осуществление первого пуска тяжелой «Ангара-А5». Это ключевое событие для всей программы ожидается в конце года. 15 июля составные части первого летного экземпляра РН «Ангара-А5» двумя железнодорожными составами были отправлены с Ракетно-космического завода ГКНПЦ и к 25 июля доставлены на космодром Плесецк. После этого начались автономные испытания блоков носителя.

* В 2002 г. начальник космодрома Плесецк генерал-лейтенант Г. Н. Коваленко утверждал, что на завершение проекта понадобится 15 млрд руб; в 2008 г. эта стоимость оценивалась в 17 млрд руб – такие данные приводил руководивший космодромом на тот момент генерал-майор О. В. Майданович.

Фото А. Моргунова



При первом пуске тяжелой «Ангары» также будет использован МГМ полезной нагрузки, но, в отличие от полета «Ангары-1.2ПП», профиль полета будет соответствовать стандартному запуску на околоstationарную орбиту. Для ее формирования планируется использовать разгонный блок «Бриз-М», который в дальнейшем вместе с макетом должен уйти на орбиту захоронения. Таким образом, будут отработаны все этапы выведения – и на промежуточную низкую, и на геопереходную, и на stationарную орбиту.

Программа ЛКИ комплекса «Ангара» рассчитана до 2020 г. и включает несколько пусков ракет – как легкого, так и тяжелого классов. Начиная со второго старта оба варианта носителей предполагается использовать для запуска реальных, уже определенных полезных грузов. Серийные пуски начнутся, когда «Ангара» будет принята в эксплуатацию.

В первых пусках тяжелой «Ангары» на средне- и высокоэнергетические орбиты вывести полезные нагрузки по федеральным программам будет разгонный блок «Бриз-М». В будущем с появлением криогенного кислородно-водородного блока тяжелого класса (КВТК) возможности носителя резко возрастут: его применение позволит увеличить массу КА, выводимых на геостационарную орбиту, более чем в полтора раза, что благотворно скажется на конкурентоспособности КРК.

«Ангара-А5» планируется запускать и с Восточного. Согласно ОКР «Восток-А» (НК № 2, 2012, с.49), в 2018 г. на дальневосточном космодроме намечено строительство двух пусковых установок УСК.

Штатная «Ангара-1.2», закрывающая практически весь участок запусков спутников легкого класса, должна появиться в 2015–2016 гг. Как отмечалось выше, ее основным отличием от «Ангары-1.2ПП» станет вторая ступень с меньшим, чем у УРМ-2, диаметром и оптимальной заправкой. Об этом варианте, кстати, стало известно еще семь лет назад (НК № 9, 2007, с.45).

Неясным пока остается будущее среднего носителя – «Ангара-А3». Минобороны РФ составило техзадание на легкую и тяжелую ракеты. По носителю среднего класса решение в настоящее время не принято. Не исключено, что в будущем у него также появится своя ниша.

В разработке находятся еще как минимум два варианта «Ангары». Один из них –

это тяжелая «Ангара-А7», предназначенная для запуска на низкую околоземную орбиту аппаратов массой до 35 т (а в варианте с кислородно-водородным центральным блоком – до 50 т). Конструктивно она существенно отличается от всех ракет семейства: ее центральный блок имеет диаметр 4.1 м и существенно большую заправку топливом.

Второй вариант известен как «Ангара-5.2» («Ангара-А5П»). Это двухступенчатая ракета, оптимизированная для пилотируемых полетов. Она построена из пяти модулей типа УРМ-1 и за счет вариации программы дросселирования двигателя центрального блока может вывести на низкую околоземную орбиту полезный груз массой от 14 до 20 т. Такой носитель вполне может применяться для запуска пилотируемого транспортного корабля нового поколения (ПТК НП).

Сейчас трудно сказать, какие именно варианты «Ангары» приживутся. В любом случае можно полагать, что новому ракетному семейству предстоит долгая жизнь. И первым шагом к этому стал первый пуск, значение которого оценило руководство страны. В частности, вице-премьер России Д. О. Рогозин считает необходимым наградить разработчиков и участников первого испытательного пуска РН «Ангара». Он сообщил об этом 12 июля при посещении Центра Хруничева. В ходе визита он лично поздравил и поблагодарил всех, кто участвовал в разработке носителя, создании первых летных образцов, подготовке и проведении первого испытательного пуска: «Для нас крайне важно сегодня морально поддержать всех тех, кто приложил свой интеллект и руку к созданию ракеты; будем ходатайствовать о награждении всех специалистов, конструкторов, инженеров, военных – кто принимал участие». Дмитрий Олегович подчеркнул, что «Ангара» важна не только как технологически новая и совершенная ракета, но и как проект, который может выйти на рынок космических услуг с новыми конкурентными преимуществами.

С использованием материалов Роскосмоса, ЦЭНКИ, Управления пресс-службы и информации Министерства обороны РФ, сообщений «Интерфакс», ИТАР-ТАСС, РИА «Новости» и ГКНПЦ имени М. В. Хруничева

А. Красильников, А. Хохлов.
«Новости космонавтики»
Фото NASA и из блога
Олега Артемьева

Полет экипажа МКС-40

Июль 2014 года

Экипаж МКС-40:

Командир – Стивен Свонсон
Бортинженер-1 – Александр Скворцов
Бортинженер-2 – Олег Артемьев
Бортинженер-4 – Максим Сураев
Бортинженер-5 – Рид Уайзман
Бортинженер-6 – Александер Герст

В составе станции на 01.07.2014:

ФГБ «Заря»	МИМ-2 «Поиск»
Node 1 Unity	Node 3 Tranquility
СМ «Звезда»	Супола
LAB Destiny	МИМ-1 «Рассвет»
ШО Quest	PMM Leonardo
СО «Пирс»	«Союз ТМА-12М»
Node 2 Harmony	«Союз ТМА-13М»
АРМ Columbus	«Прогресс М-23М»
JPM Kibo	

«Очки» и «обручи» для маневрирующих «сфер»

В первой половине июля Максим Сураев провел эксперимент «Кулоновский кристалл» по изучению динамики системы заряженных частиц в магнитном поле в условиях микрогравитации. Полученные данные он сбрасывал на Землю посредством российской высокоскоростной системы передачи информации, работающей в X-диапазоне.

В этом месяце космонавты также уделили внимание экспериментам «Идентификация» (исследование динамики конструкции МКС при различных внешних силовых воздействиях с учетом изменения модульного состава станции) и «Отклик» (регистрация ударов метеороидных и техногенных частиц по внешним элементам конструкции станции с помощью пьезоэлектрических датчиков). В первом из них Олег Артемьев перезаписывал полученные результаты с измерителя микроускорений на лэптоп RSE-1 и затем отправлял их на Землю.

21 июля Олег, вооружившись анализатором ультразвука АУ-1, «проник» в Лабортаторный модуль Destiny и в рамках эксперимента «Бар» измерил акустический фон в зонах датчиков шума UBNT.

2 июля Рид Уайзман провел в установке CIR эксперимент FLEX-2, изучающий горение капель топлива в невесомости. При этом он использовал изооктан. 21–23 июля Уайзман выполнил обслуживание и проверку установки с целью ее сертификации для дальнейшего осуществления эксперимента.

28 и 30 июля Стивен Свонсон сжег в установке CIR капли изооктана и смеси из 50% гептана и 50% изооктана.

2–3 июля Рид сделал эксперимент BASS-2: изучение зависимости горения в невесомости от концентрации кислорода и скорости потока вентиляции. 7 июля он сжег семь акриловых пленок и плитку из того же

материала толщиной 4 мм. Затем в течение июля Уайзман вместе с Александром Герстом регулярно сжигал твердые материалы различной формы.

3 июля Свонсон подготовил емкость прямоугольного сечения для эксперимента CFE и запустил в стойке ICF сеанс исследования капиллярных потоков в сосудах разной геометрии. 8 и 10 июля Герст поэкспериментировал с конусообразной емкостью.

7 июля Максим в рамках эксперимента «Матрешка-Р» (исследование радиационной обстановки на трассе полета и на борту МКС) инициализировал пузырьковые детекторы «бабл-дозиметр». Часть из них он передал Стивену для размещения на американском сегменте, а другую установил на российском. Через неделю Сураев собрал все детекторы и снял с них показания.

18 июля с иллюминатора правой каюты в СМ «Звезда» была демонтирована научная аппаратура «Шторка защитная» (НК №8, 2010, с.12) и уложена на хранение в Функционально-грузовой блок «Заря».

8 июля Рид смешал образцы эксперимента BCAT-KP по изучению коллоидных составов. Он сообщил в ЦУП-Х, что в одном из них образовались 12–15 пузырей. После экспонирования и получения результатов 22 июля Уайзман извлек образцы и переконфигурировал аппаратуру для схожего эксперимента BCAT-Canada 1, где используется более вязкая жидкость, с коллоидными частицами, которые со временем самоорганизуются в кристаллы. 23–25 июля он подготовил и хорошенько взболтал образцы и начал эксперимент, включив фотокамеру с настроенным интервалометром для получения изображений с нужной периодичностью.

9 июля был осуществлен очередной сеанс эксперимента OPALS (НК №8, 2014, с.5). Оборудование, доставленное на коммерческом грузовом корабле Dragon (полет SpX-3)

в апреле, успешно передало видеофайл на Землю по лазерной линии связи. Станция находилась на 25° над горизонтом, а скорость передачи составляла 50 Мбит/с. При этом мощность маяка наземной приемной станции преднамеренно изменялась.

10 июля немец помог наземным специалистам обновить программное обеспечение градиентной печи GHF, а также вынул из нее картридж с образцами эксперимента Hicari и упаковал их для возвращения на корабле Dragon (SpX-4) в октябре.

После этого ЦУП-Х приступил к подготовке эксперимента Alloy Semiconductor,

CIMEX: особенности испарения жидкостей в невесомости

Ученые Института теплофизики имени С.С. Кутателадзе Сибирского отделения РАН разработали конденсационно-сепарационную систему для проведения на МКС российско-европейского эксперимента CIMEX, изучающего испарение жидкостей в невесомости.

По словам заведующего лабораторией интенсификации процессов теплообмена института Олега Кабова, эксперимент потребует испарения огромного количества специальной жидкости, которое просто невозможно доставить на станцию, поэтому нужно, чтобы в экспериментальном модуле осуществлялся круговорот этой жидкости.

«Проблема в том, что в невесомости гравитации нет и жидкость не может осесть, как на Земле, в любой стакан и всегда будет растекаться. Поэтому мы применили новую технологию – это микроканалы 20 микрон. Жидкость всасывается под действием капиллярных сил в микроканалы, – пояснил ученый. – В условиях невесомости часто на первый план выходят силы, которые на Земле незначительны – многие их даже не учитывают. Но когда мы взлетаем в космос, эти силы становятся очень важными. Это, например, силы Мараньони, поверхностные силы, силы смачивания».

изучающего рост и кристаллизацию полупроводниковых материалов в условиях микрогравитации. 28 июля Александр измерил сопротивление изоляции в градиентной печи GHF.

10 июля Уайзман и Герст надели на микроспутники SPHERES «обручи» Rings, позволяющие перемещающимся при помощи углекислого газа аппаратам взаимодействовать друг на друга электромагнитными полями. После этого астронавты провели сеанс эксперимента. 24–25 июля Стивен и Александр экипировали «сферы» очками Vertigo, обеспечивающими использование трехмерных моделей для передвижения в пространстве. К сожалению, эксперимент оказался неудачным, и специалисты ищут причину.

14 июля Стивен заменил образец исследования ACE-M-2 в стойке изучения жидкостей FIR, но на этот раз смешал его с коллоидной жидкостью эксперимента BCAT. ACE-M-2 наблюдает поведение жидкостей и газов вблизи критической точки с помощью так называемого процесса спинодального распада.

Будем экономить одежду

21 июля Александр Скворцов вместе с Артемьевым и Свонсоном приступили к российско-американскому эксперименту IVA Clothing Study, цель которого протестировать новые типы одежды для экипажа МКС.

Имеющиеся сейчас на станции стандартные костюмы, шорты, футболки и нательное белье для космонавтов изготавливаются по специальному заказу из хлопковых тканей, что ведет к повышению их стоимости и росту массы доставляемых грузов. Так вот в ходе эксперимента экипажу предстоит носить одежду из легких современных тканей с антибактериальной защитой, которую производят большими партиями крупные компании.

При этом испытуемые заполняют специальный вопросник и после физических упражнений сушат и укладывают одежду на хранение для повторного использования.



▲ День ГИБДД на Международной космической станции

Такой подход может дать заметную экономию на грузопотоке и стоимости космической одежды.

Визит дамы – встреча «Дженнис Восс»

В первой половине месяца Свонсон, Уайзман и Герст готовились к приему грузового корабля Cygnus (миссия Orb-2), получившего второе имя в честь астронавта NASA Дженнис Восс. 7 июля в японском модуле Kibo немец проверил работу межбортовой радиолнии УКВ-диапазона.

9 июля состоялась тренировка астронавтов по ловле «Лебедя» дистанционным манипулятором SSRMS. Находясь в Обзорном модуле Cupola, они подводили концевой захват-эффектор на плече В манипулятора к узлу FRGF Многоцелевого модуля Leonardo. Астронавты также отрепетировали выход из нештатной ситуации, связанной с потерей питания роботизированного рабочего места RWS в модуле Cupola, путем быстрой передачи управления манипулятором на аналогичное место RWS в модуле Destiny.

После этого по командам с Земли с помощью камер манипулятора SSRMS был осмотрен нижний стыковочный узел модуля Harmony, куда планировалось установить Cygnus. 10 июля Рид смонтировал телекаме-

ру на люке этого узла. 15 июля Герст установил панель управления кораблем в модуле Cupola и проложил кабели питания и передачи данных до модуля Kibo.

16 июля в 10:36:06 UTC Стивен поймал «Лебедя» манипулятором SSRMS.

«Хьюстон, у нас появился седьмой член экипажа, – сказал он. – «Дженнис Восс» теперь часть 40-й экспедиции. Дженнис посвятила свою жизнь космосу и достигла замечательных успехов в NASA и корпорации Orbital Sciences, включая пять полетов на шаттлах. И сегодня наследие Восс в космосе продолжается. Добро пожаловать на борт станции, Дженнис!»

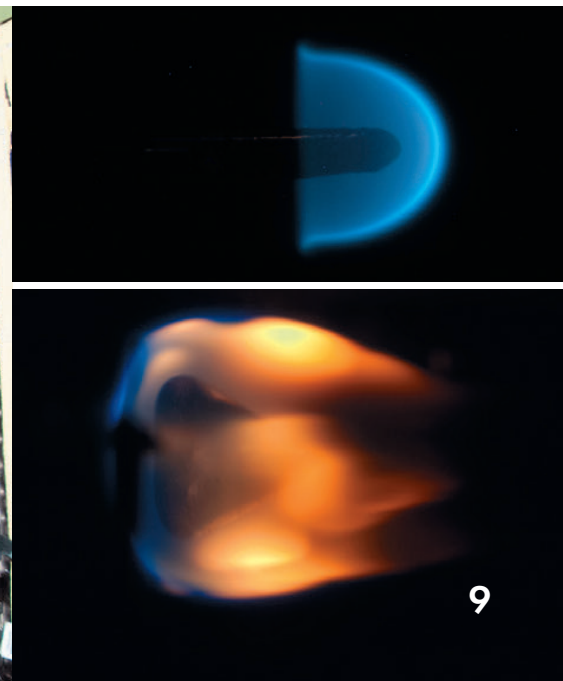
Затем управление манипулятором SSRMS перешло к наземным специалистам, которые переместили и в 12:53 присоединили «Лебедя» к модулю Harmony. Масса МКС увеличилась до 407 676 кг.

Стоит отметить, что NASA опасалось ненормального функционирования захвата-эффектора плеча В манипулятора при ловле корабля Cygnus, однако процесс прошел штатно. Дело в том, что к работе обоих захватов есть замечания, особенно к тому, который находится на плече А: на нем фиксируется повышенное потребление тока, и был случай, когда захват не сработал. В связи с этим было решено держать данный захват на модуле Harmony, а другой оставить присоединенным к «Лебедю» на все время его пребывания на станции, то есть до 15 августа.

17 июля в 09:02 Стивен открыл люк в «Дженнис Восс». Олег взял пробы воздуха в корабле пробозаборником АК-1М. Кроме того, экипаж провел тренировку по действиям в аварийных ситуациях с учетом прибывшего «Лебедя».

Разгрузка корабля завершилась к концу месяца, и 30 июля астронавты начали укладывать в него мусор. Интересно, что в этот процесс ЦУП-Х внес «изюминку»: связь с «Землей» шла с задержкой в 50 сек. Таким образом, ученые имитировали выполнение

▼ Рид Уайзман на установке CIR проводит эксперименты по горению веществ и материалов в невесомости





операций в дальнем космосе, когда нужно будет учитывать задержку в приходе радиосигнала.

24 июля Александр смонтировал на многоцелевой экспериментальной платформе МРЕР в шлюзовой камере модуля Kibo восемь пусковых контейнеров с 16 спутниками Flock 1b, доставленными на МКС кораблем «Дженис Восс». В августе платформа при помощи японского манипулятора JEM RMS будет вынесена на внешнюю поверхность станции – и спутники отправят в полет.

На связи с Монбланом

2 июля Герст с использованием радиолобительской связи ответил на вопросы студентов, собравшихся в немецком аэрокосмическом центре в Нойштрелице. 11 июля он побеседовал со школьниками из Брауншвейга.

13 июля россияне пообщались с российскими участниками восхождения на вершину Монблан в Западных Альпах. 25 июля космонавты связались с молодежным слетом радиолобителей в Давлекановском районе Башкирии. Юные участники спрашивали о тернистом пути становления космонавтом, интересовались работой экипажа, удобством сна и разнообразием еды в космосе.

А 29 июля Олег на своем сайте своеобразно поздравил российских моряков с профессиональным праздником: «Мы тоже

от моряков недалеко ушли: у нас космический корабль и шлюпки есть спасательные, и капитан есть, и матросы, и каюты, и иллюминаторы, и корма, только мачты нет, но у подлодки ее тоже нет, поэтому мы ближе к классу подводных крейсеров».

Обустройство домика для рыбок-зебр

2 июля в модуле Kibo Герст демонтировал флуоресцентный микроскоп из многоцелевой научной стойки MSPR и подготовил ее к новому эксперименту с рыбками в аквариуме AQH. 21 и 25 июля Александр установил в стойку новый контроллер, лампы и камеры. Дополнительное оборудование для эксперимента привез июльский «Прогресс М-24М». Кроме того, часть аппаратуры доставит в августе европейский грузовик ATV-5 «Жорж Леметр». А сами рыбки-зебры (данио рерио) «приплывут» на «Союзе ТМА-14М» в сентябре.

Ученые считают, что рыбки легче переносят невесомость, поскольку находятся в воде – некое подобии невесомости.

«Судя по тому, как они себя ведут, наличие вектора гравитации абсолютно на них не сказывается. Они плавают, кормятся, все у них нормально. Однако по тем данным, которые начинают поступать, у них тоже идет снижение мышечной массы, уменьшается

костная масса. То есть на них также действует невесомость», – рассказал заместитель директора Института медико-биологических проблем РАН Владимир Сычёв.

По его словам, японско-российский эксперимент с рыбками под названием «Аквариум» предполагает пять этапов, два из которых уже прошли: в октябре–декабре 2012 г. в аквариуме AQH жили пресноводные рыбки медака (НК № 2, 2013, с.27), а в феврале 2014 г. в стойке MSPR исследовались образцы их тканей (НК № 4, 2014, с.8).

8 и 29 июля Свонсон провел техническое обслуживание и замену старых блоков в биологической стойке CBEF. 29 июля он также сменил ротор и модуль удаления газа в установке EMCS и установил три трубки водяного насоса. Эта работа делалась в преддверии совместного американско-европейского эксперимента с растениями Seedling Growth-2.

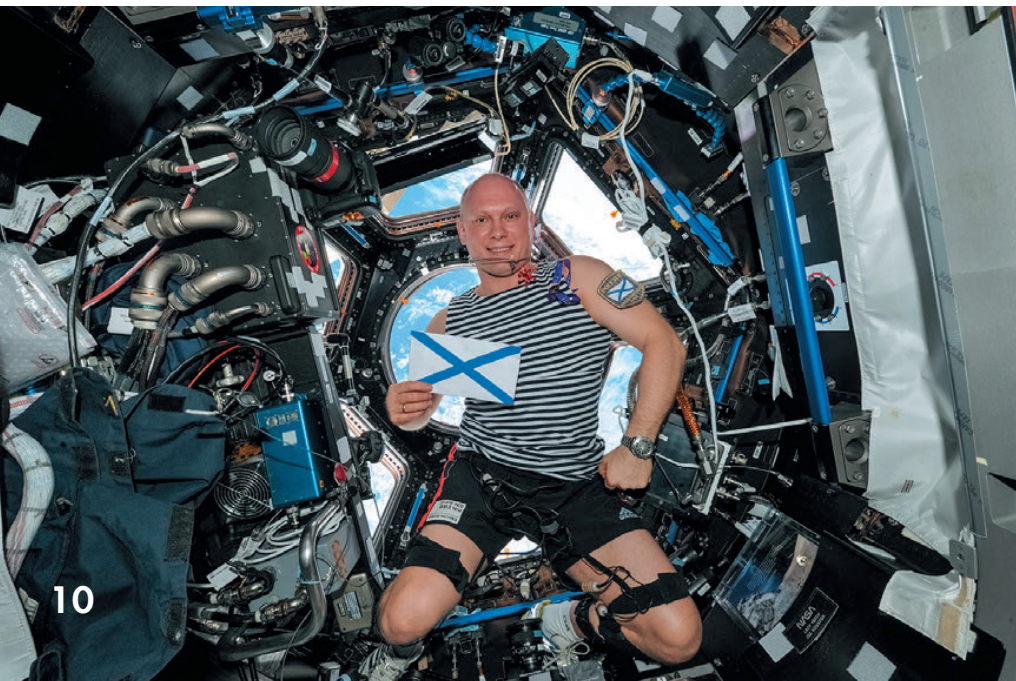
«Прогресс» стал мишенью

В этом месяце Александр занимался укладкой удаляемого оборудования в грузовой корабль «Прогресс М-23М».

8–9 июля по командам подмосковного ЦУПа баки объединенной двигательной установки (ОДУ) модуля «Звезда» были дозаправлены 54 кг горючего и 112 кг окислителя из баков системы дозаправки «Прогресса М-23М». А 18 июля в баки высокого давления модуля «Заря» были перекачаны 41 кг горючего и 79 кг окислителя из баков комбинированной двигательной установки корабля. 19 июля «Земля» продула и вакуумировала заправочные устройства «Прогресса М-23М».

8 и 17 июля Скворцов перекачал в баки грузовика урину из трех емкостей ЕДВ-У. 12 и 15 июля Артемьев наддул атмосферу МКС кислородом и азотом из запасов «Прогресса М-23М». 16 июля Александр осмотрел механизмы герметизации крышек стыковочных агрегатов Стыковочного отсека «Пирс» и «Прогресса М-23М» и выполнил чистку приводов, а затем перелил воду из бака системы «Родник» корабля в стационарные емкости.

На следующий день Сураев смонтировал стыковочный механизм «Прогресса М-23М». 18 июля Скворцов расконсервировал грузовик, вынул из него воздухоход и в 17:28 UTC





Маневры корабля «Прогресс М-23М» в рамках эксперимента «Радар-Прогресс»

Дата	Время включения СКД, UTC	Длительность, сек	Импульс, м/с	Орбита после маневра
26.07.2014	20:24:56	8.0	4.69	51.67°, 378.80x420.99 км, 92.31 мин
27.07.2014	19:28:16	9.0	4.68	51.67°, 379.06x420.97 км, 92.27 мин
28.07.2014	20:07:10	9.2	4.70	51.67°, 376.68x420.66 км, 92.25 мин
29.07.2014	19:09:26	9.2	4.83	51.67°, 369.86x421.13 км, 92.21 мин
30.07.2014	18:11:10	9.2	4.70	51.67°, 363.00x422.30 км, 92.18 мин
31.07.2014	18:48:30	7.5	4.72	51.67°, 356.50x423.02 км, 92.15 мин

закрыв переходные люки между модулем «Пирс» и «Прогрессом М-23М».

20 июля хьюстонский ЦУП с использованием оптимизированного по затратам топлива маневра ОРМ (НК №10, 2012, с.23) развернул станцию по оси X на 180° в положение, необходимое для отстыковки грузовика. Во время этой операции в 23:06:13 был зафиксирован отказ второго коллектора ОДУ модуля «Звезда» с автоматическим переходом на первый коллектор. Специалисты выяснили, что причиной является динамический контроль операции, функция которого вспомогательная и заключается в сравнении расчетной и фактической угловых скоростей при включении выбранных двигателей, и оперативно временно запретили его. После завершения разворота был осуществлен обратный переход на второй коллектор ОДУ модуля «Звезда».

21 июля космонавты ненадолго закрыли крышки иллюминаторов модуля «Звезда»

для защиты поверхности стекол от загрязнений. В 21:44:23 «Прогресс М-23М» отчалил от станции, масса которой после этого составила 401537 кг. Александр заснял стыковочный агрегат грузовика на предмет наличия и целостности кольцевых уплотнительных резинок.

В 21:47:24 корабль с помощью двигателей причаливания и ориентации выполнил маневр увода от МКС продолжительностью 15 сек и величиной импульса 0.71 м/с. 22 июля в 00:43:40 «Прогресс М-23М» с использованием сближающе-корректирующего двигателя (СКД) провел тормозной маневр (22.45 сек, 12.49 м/с) и перешел на орбиту наклонением 51.67°, высотой 373.71x420.55 км и периодом обращения 92.35 мин.

Автономный полет грузовика был посвящен экспериментам «Радар-Прогресс» (наблюдения и исследование наземными средствами отражательных характеристик плазменных неоднородностей, генерируемых в ионосфере при работе двигателей) и «Изгиб» (измерение проекции вектора угловой скорости).

31 июля в 21:51:00.9 двигатель СКД выдал тормозной импульс для сведения «Прогресса М-23М» с орбиты (141.4 сек, 86.8 м/с). Корабль вошел в плотные слои земной атмосферы и разрушился. Несгоревшие элементы его конструкции упали в 4560 км юго-восточнее города Веллингтон (Новая Зеландия) в точке с координатами 50°42'ю.ш., 126°12'з.д.

Уклонение от обломка «Бриза-М»

Очередная коррекция орбиты МКС для обеспечения стыковки «Прогресса М-24М» планировалась на 17 июля. Однако «на горизонте» появился космический мусор – фрагмент индийской ракеты-носителя PSLV, имеющий номер 27029 в каталоге Стратегического

командования (СК) США. Поначалу вероятность его столкновения со станцией классифицировалась как средняя, и баллистики ЦУПа-М рассчитали маневр уклонения на 11 июля. В случае его проведения коррекция орбиты 17 июля не понадобилась бы.

Со временем прогноз столкновения уточнили – обломок перестал угрожать МКС. Но поскольку маневр уже был заготовлен, то его решили выполнить 11 июля. Два корректирующих двигателя модуля «Звезда» включились в 14:53:00 UTC и проработали 58 сек, увеличив скорость станции на 0.95 м/с. При этом использовалось топливо из баков ОДУ «Звезды». В результате средняя высота орбиты МКС поднялась на 1.7 км, и станция оказалась на орбите наклонением 51.67°, высотой 415.17x431.23 км и периодом обращения 92.84 мин.

13 июля американская сторона, отвечающая за безопасность полета МКС, сообщила российской об опасном сближении станции с объектом 34653 – фрагментом спутника Iridium 33. Из-за позднего оповещения был подготовлен предопределенный маневр уклонения PDAM (НК №2, 2012, с.25-26) на четырех двигателях причаливания и ориентации «Прогресса М-23М» с их включением в 13:20 и выдачей импульса величиной 0.5 м/с. Но угроза столкновения сошла на нет – и маневр был отменен.

22 июля баллистики ЦУПа-М снова получили сообщение от американцев о недопустимо высокой вероятности столкновения (2.08·10⁻³) МКС с объектом 38925 – обломком разгонного блока «Бриз-М», который в августе 2012 г. вывел на нерасчетную орбиту спутники «Экспресс-МД2» и Telkom-3 (НК №10, 2012, с.38-43) и в октябре 2012 г. взорвался, образовав множество фрагментов (111 из них зарегистрированы СК США).

На этот раз времени до уклонения было достаточно, поэтому баллистики вычислили стандартный маневр DAM, который и был реализован в 10:57:00 **23 июля** двумя корректирующими двигателями модуля «Звезда». Двигатели отработали 30 сек и выдали тормозной импульс 0.5 м/с. Почему тормозной? Потому что к тому времени станция уже была

IV МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС ЭРА-ГЛОНАСС

Современные технологии для обеспечения безопасности и комфорта на дорогах

Основная цель конгресса:

Информирование российской и зарубежной аудитории о статусе и планах развития «Системы экстренного реагирования при авариях ЭРА-ГЛОНАСС», о технических требованиях к терминалам, программам испытаний, созданию инфраструктуры системы, дополнительных услугах в рамках проекта «ЭРА-ГЛОНАСС» и зарубежном опыте по разработке и использованию подобных систем.

8 ОКТЯБРЯ 2014
МОСКВА, ЦМТ

Некоммерческое партнерство «ГЛОНАСС»
Федеральный сетевой оператор

www.congress-era-glonass.ru | +7 (495) 66 324 66

Члены некоммерческого партнерства





▲ Осмотр иллюминаторов модуля МИМ-2 проводит Олег Артемьев

подготовлена к стыковке с «Прогрессом М-24М» и находилась в ориентации модулем «Звезда» вперед по вектору скорости...

После маневра средняя высота МКС уменьшилась на 800 м, и станция перешла на орбиту наклоном 51.7°, высотой 415×430 км и периодом обращения 92.8 мин. Правда, практически перед началом уклонения по уточненным расчетам выяснилось, что обломок «Бриза-М» перестал угрожать МКС...

«Волшебные башмачки» в действии

1–2 июля Александр и Олег провели эксперимент «Спланх» (получение данных, отражающих специфику изменений различных отделов желудочно-кишечного тракта, возникающих в условиях космического полета). Для этого они сняли накожные потенциалы аппаратурой «Спланх-1» и сделали биохимический анализ крови аппаратурой «Рефлотрон-4».

В эти же дни Скворцов и Артемьев уделили внимание эксперименту «Хроматомасс спектр-М» (оценка микробиологического статуса человека методом хроматомасс-спектрометрии), взяв пробы слюны и крови.

2 июля россияне выполнили биохимический анализ мочи с помощью аппаратуры «Урисис». 2–3 июля Александр и Олег побегали на российской дорожке БД-2 в интересах эксперимента «Мотокард» (изучение механизмов сенсомоторной координации в невесомости). 3 июля они вместе с Максимом исследовали биоэлектрическую активность сердца в покое.

21 июля Артемьев и Сураев измерили объем голени. 23 июля Олег исследовал вены ног. 29 июля россияне определяли гематокритное число в крови, а 31 июля зафиксировали массу тела.

В течение июля Александр, Олег и Максим осуществляли эксперимент «Взаимодействие» (изучение закономерностей поведения экипажа в длительном космическом полете). А в конце месяца они сделали эксперимент «Виртуал» (получение новых данных о механизмах сенсорных взаимодействий и адаптации и динамики устойчивости адаптивных сдвигов в коротких и длительных космических полетах).

В июле Свонсон и Герст проводили эксперимент Skin-B. С помощью зонда Tewameter измеряли барьерную функцию кожи, камерой Visioscan – топографию ее поверхности и зондом Corneometer – ее гидратацию. Эксперимент Skin-B призван улучшить понимание процесса старения кожи, который по каким-то причинам ускоряется при жизни в невесомости. Это важно как для подготовки

будущих длительных космических миссий, так и для общего осознания механизмов старения тканей человека.

3 июля немец подготовил лэптоп ASC для эксперимента Force Shoes по испытанию «волшебных башмачков» – высокотехнологичных сандалий, привезенных на МКС в конце мая (НК № 7, 2014, с. 16).

К подошвам сандалий прикреплены блоки датчиков, позволяющих измерять силу по трем направлениям (вверх–вниз, влево–вправо и вперед–назад) и крутящий момент. С их помощью специалисты получают информацию для вычисления нагрузок, ощущаемых в определенных суставах, таких как лодыжки, колени и бедра. Это поможет медикам разработать наиболее эффективные упражнения для поддержания в тонусе костей и мышц астронавтов во время пребывания на орбите.

10 июля Александр начал тренировки на бегущей дорожке Colbert в сандалиях ForceShoe. На следующий день в «башмачках» побегал Уайзман. С 17 июля астронавты

▼ Максим Сураев за пультом ТОРУ встречает «Прогресс»



приступили к испытаниям сандалий на силовом тренажере aRED.

1 июля Герст надел на 36 часов аппаратуру эксперимента Circadian Rhythms, исследующего изменение циркадных ритмов (или «биологических часов») в длительном космическом полете. Полученные данные не только дают важную информацию о приспособлении вегетативной нервной системы человека к невесомости с течением времени, но и имеют практическую сторону, помогая улучшить планирование труда и отдыха на станции. 20–22 июля этот эксперимент провел и Рид.

7 и 21 июля Стивен и Александер собрали пробы мочи и крови в рамках исследования Biochemical Profiles. Результаты анализов заносятся в специальную базу данных, которую ученые используют для наблюдения за состоянием астронавтов во время долговременных полетов на МКС.

9 июля Свонсон в ходе эксперимента Sprint побегал на дорожке Colbert в модуле Tranquility, измеряя объем потребляемого кислорода и параллельно снимая данные по уровню артериального давления и электрокардиограмму. 16 июля эту же процедуру прошел Уайзман. 22 июля Герст помог Стивену провести ультразвуковое исследование (УЗИ) мышц ног на его 120-й полетный день. А 23 июля уже Свонсон ассистировал Уайзману в УЗИ на его 60-й полетный день. Эксперимент Sprint оценивает физические упражнения высокой интенсивности как инструмент для минимизации атрофии мышц, костей и сердечно-сосудистой системы во время длительных полетов в невесомости.

В этом месяце астронавты также делали эксперименты Ocular Health, Cardio Ox, Pro-K, Food Frequency Questionnaire и измеряли массу тела прибором SLAMMD.

Вот и новый «Прогресс»

9 июля Скворцов заменил поврежденный кабель питания блока согласования сигналов бортового тренажера по телеоператорному режиму управления (ТОРУ) и проверил тренажер, закрыв замечание, возникшее еще в апреле (НК № 7, 2014, с. 17). 11 июля Александр вместе с Максимом выполнили межбортовой тест ТОРУ с пристыкованным «Прогрессом М-23М».

21 июля они провели тренировку по ТОРУ на бортовом тренажере и переговорили с инструктором. Александр также прете-



▲ Новоросси́йск



▲ Геленджик

стировал канал передачи телевизионного сигнала с камеры грузовика на Землю через американские средства связи.

Корабль «Прогресс М-24М» состыковался со станцией **24 июля** в 03:31:37 UTC. И масса МКС возросла до 408436 кг.

После этого станцию при помощи двигателей ориентации модуля «Звезда» планировалось перевести в другое положение в пространстве. Однако маневрирование МКС было прервано из-за неожиданно высокого потребления топлива двигателями по крену. В результате станция ушла в свободный дрейф...

Специалисты ЦУП-М срочно выбрали другую конфигурацию, задействовавшую двигатели модуля «Звезда» по тангажу и рысканью и двигателя «Прогресса М-24М» по крену, – и маневрирование было успешно завершено.

Правда, при этом было получено другое замечание: отказал один из двигателей второго коллектора ОДУ модуля «Звезда». В связи с этим система управления движением и навигации переключилась на аналогичный двигатель первого коллектора. Скорее всего, отказ вызван ошибочным сигналом низкого давления в двигателе.

24 июля в 16:20 после проверки герметичности Скворцов и Сураев открыли переходные люки между «Прогрессом М-24М» и модулем «Пирс». Артемьев по традиции взял пробы воздуха пробозаборником АК-1М, а затем Александр и Максим законсервировали корабль, проложили в него воздуховод и демонтировали стыковочный механизм. Космонавты вытащили из «Прогресса М-24М» срочные, первоочередные и американские грузы, не забыв при этом занести информацию о них в станционную базу данных системы инвентаризации IMS.

На МКС было перемещено оборудование для экспериментов «Асептик», «Биополимер», «Кальций», «Каскад», «Мембрана» и «Регенерация-1».

25 июля Скворцов осмотрел механизмы герметизации крышек стыковочных агрегатов модуля «Пирс» и «Прогресса М-24М» и почистил приводы. На следующий день Сураев заменил бортовую документацию на доставленную грузовиком.

29 июля «Земля» проверила герметичность топливных магистралей системы дозаправки и комбинированной двигательной

установки «Прогресса М-24М», а 30 июля – заправочных устройств горючего и окислителя.

Российские биотехнологии

26 июля Александр почистил пылесосом пространство за панелями в Малом исследовательском модуле «Рассвет», где на следующий день разместил перчаточный бокс «Главбокс-С» для эксперимента «Асептик» (исследование надежности и эффективности методов и технических средств создания асептических условий для биотехнологических экспериментов).

28–29 июля он поместил укладки «Воздух» и «Поверхность» с питательной средой в «Главбокс-С», провел стерилизацию бокса, взял пробы с поверхности «Главбокса-С» и перенес укладки в холодильник-термостат «Криогем-03» на инкубирование.

Тем временем Олег выполнял биотехнологический эксперимент «Каскад» (исследование процессов культивирования клеток различных видов в условиях микрогравитации). 24 июля он извлек тубу со шприцем с посевной культурой из привезенного «Прогрессом М-24М» термостата «Анабиоз» и вместе со сменным биореактором разместил ее в станционном высокотемпературном универсальном биотехнологическом термостате ТБУ-В №4.

28 июля Артемьев вытащил биореактор и тубу из ТБУ-В, засунул их в «Главбокс-С» для стерилизации и заправки биореактора посевной культурой и затем снова разместил биореактор в ТБУ-В, в котором поддерживалась температура +26°C. Начиная с этого момента Олег ежедневно вручную перемешивал содержимое биореактора.

Школьникам – доступным языком

15 июля российские космонавты записали видеорепортаж с ответами на вопросы победителей викторины «Задай свой вопрос экипажу МКС».

17 июля Александр активировал модули стойки NanoRacks, доставленные на грузовике Cygnus. В них находятся наборы образовательных экспериментов по исследованию колоний муравьев, устойчивости бактерии *E. coli* к антибиотикам в невесомости, роста растений и развития пенициллина.

В течение месяца Герст регулярно делал образовательные видеоролики для показа школьникам. Один из них был посвящен предстоящей в ноябре 2014 г. посадке зонда Philae на комету Чурюмова–Герасименко. Для демонстрации этого события немец использовал один микроспутник SPHERES, наупник и липучку велкро.

Остальные ролики рассказывали о поведении пенной воды, различиях между вакуумом и микрогравитацией (использовались бумажные вертолет и самолет и карандаш), работе гироскопа в невесомости и об эффекте конвекции Мараньони.

Видеокамера EarthKAM на российском сегменте

В июле космонавты осуществляли наблюдение и фотосъемку земной поверхности для оценки экологической обстановки (эксперимент «Экон-М»), исследования характеристик излучения Земли («Альbedo») и выявления природных катаклизмов («Ураган»). Правда, в рамках последнего эксперимента 14 июля Олег выявил некорректную работу фотоспектральной системы.

В июле Артемьев написал на своем сайте: «16 июня крупнейший действующий вулкан Европы Этна вновь решил напомнить о себе. Прошло несколько недель, а вулкан все продолжает “дымить”».

В ходе эксперимента «Визир» (исследование методов регистрации текущего положения и ориентации переносной научной аппаратуры пилотируемых космических комплексов) при помощи угломерной ультразвуковой аппаратуры СКПФ-У, установленной на иллюминаторе №6 модуля «Звезда», а также фотокамеры Nikon D3x снимался район ледника Аллалин.

Во время эксперимента «Релаксация» (регистрация изображений и спектров при наблюдении поверхности Атлантического океана и промышленных объектов Европы) наблюдались индустриальные районы и загрязнения атмосферы Германии, а также остров Ява.

15 июля Олег измерял сопротивление цепей подачи питания на двухосную платформу наведения, находящуюся снаружи модуля «Звезда». На платформе установлена одна из камер канадской компании UrtheCast (*HK* №3, 2014, с.37-39).

«Наука» полетит в 2017 году

14 июля президент и генеральный конструктор РКК «Энергия» Виталий Лопота сообщил, что ремонт Многоцелевого лабораторного модуля «Наука» в ГКНПЦ имени М.В. Хруничева должен завершиться в феврале 2016 г. Он отметил, что после этого модуль будет доставлен на Байконур, где специалисты осуществят повторный полный цикл заводских контрольных испытаний.

«Запуск модуля теперь намечен на первый квартал 2017 г.», — уточнил Виталий Александрович. Он также добавил, что изготавливать корпус Научно-энергетического модуля (НК №2, 2013, с.68) будет самарский Ракетно-космический центр «Прогресс».

3 июля Герст установил фотокамеры в модуле Сирота и сделал несколько последовательных снимков земной полусферы. Съемка производилась синхронно с камерой блока научной аппаратуры МСЕ, находящейся на внешней платформе JEF модуля Kibo и работающей в видимом и инфракрасном диапазонах. Это позволит получать стереоскопические изображения для изучения структуры и динамики в верхних слоях атмосферы Земли. 24 июля еще одну совместную съемку провел Уайзман.

9 июля сбойнула аппаратура HDEV на европейском Лабораторном модуле Columbus, снимающая земную поверхность в высоком качестве.

14 июля Олег и Рид смонтировали фотокамеру Nikon D2x американского эксперимента EarthKAM, носящего имя астронавта NASA Салли Райд, на иллюминатор №7 в модуле «Звезда» и начали автоматическую съемку земной поверхности по заявкам школьных команд со всего мира. В течение четырех суток Артемьев ежедневно заряжал и менял аккумуляторы в фотокамере, а 19 июля демонтировал ее и уложил на хранение.

Скафандры готовят к выходам

В июле NASA поведало об очередных результатах расследования причин нештатной ситуации с американским скафандром EMU №3011 во время выхода в открытый космос 16 июля 2013 г. (НК №4, 2014, с.17-18).

Привезенные на Землю сборки вентилятора/насос/сепаратор, вынутые из скафан-

дров №3005, 3010 и 3015, были относительно чистые: в двух из них найдены маленькие частички загрязнений в одном из восьми отверстий ротора сепаратора.

Осмотр возвращенных на Землю фильтров, которые очищают воду в контурах скафандров, показал, что они полностью загрязнены. Источником загрязнения была некачественная вода в Космическом центре имени Джонсона, использованная при обслуживании фильтров. Восемь новых фильтров доставлены на МКС на кораблях «Союз ТМА-12М», Dragon (SpX-3) и Cygnus (Orb-2).

На этом фоне в июле Стивен, Рид и Александер готовились к двум плановым выходам в открытый космос по американской программе, намеченным на 21 и 29 августа. Во время второго из них предполагается заменить светильник на телекамере ETVCG на модуле Destiny, в котором отказала одна из ламп.

28 июля Свонсон и Уайзман провели очистку и йодирование водяных контуров скафандров №3005 и 3011 и осмотр их сублиматоров на наличие влаги. На следующий день аналогичной процедуре подверглись скафандры №3003 и 3010. Правда, астронавтам не удалось подобраться ко всем местам внутри сублиматоров.

30 июля Стивен измерил электропроводность образцов воды из контуров всех четырех имеющихся на станции скафандров EMU и вместе с Ридом освободил Шлюзовой отсек Quest от мешающего выходам оборудования. 31 июля Свонсон открыл люк в гермоадаптер PMA-2 и вытащил из него новый светильник для телекамеры ETVCG. Стоит отметить, что при выравнивании давления между гермоадаптером и модулем Harmony давление в PMA-2 оказалось выше стационарного на несколько десятков миллиметров ртутного столба. Специалисты заволновались, что такой перепад давления мог привести к деформации люка...

Радиатор прошло мусором

2 июля NASA проинформировало, что осмотр сделанных экипажем фотографий внешних элементов станции выявил отверстие на третьей панели радиатора системы терморегулирования фотоэлектрического модуля секции P4 на поперечной ферме американского

сегмента. Надо отметить, что космический мусор оставил дыру диаметром 13 см, но при этом, судя по отсутствию утечки аммиака, не задел магистрали внутри панели радиатора.

Радиатор, о котором идет речь, состоит из семи панелей размером 1.83×3.35 м. Специалисты считают, что удар космическим мусором пришелся на период с 12 мая по 20 июня.



В ожидании «Жоржа Леметра»

В июле на российском сегменте продолжилась подготовка к приему последнего европейского грузового корабля ATV-5 «Жорж Леметр».

7 июля в модуле «Звезда» Скворцов смонтировал на панелях 225 и 226 моноблок межбортовой радиолонии (МБРЛ) PCE Z0000, подключил его и выдал тестовые команды. На следующий день он и Герст провели тест МБРЛ, проверив прохождение команд с пульта управления ATV.

14–16 июля «Земля» испытала аппаратуру спутниковой навигации АСН-М. Тем временем Артемьев занимался поиском воздушоводов для предотвращения попадания пыли из ATV-5 в российский сегмент.

Европейский грузовик был запущен из Гвианского космического центра в ночь на 30 июля. Программа его автономного полета предполагала пролет станции в ночь на 9 августа для тестирования новой системы сближения LIRIS (НК №5, 2014, с.18) и стыковку с МКС 12 августа.

Сразу после запуска на «Жорже Леметре» отказал блок преобразования команд PDE-1 – одно из четырех таких устройств, имеющихся на корабле и управляющих работой двигательной установки. Специалисты считают, что это связано с программным обеспечением, а не с самим PDE. Полетное правило E2-27 требует наличия трех работоспособных блоков PDE для обеспечения стыковки со станцией. Кстати, подобные отказы PDE случались и на двух предыдущих ATV.

30 июля в 09:18:58 и 10:07:22 UTC корабль осуществил маневры ТРО для подъема высоты орбиты. Величины импульсов составили 21.2 м/с и 21.3 м/с соответственно, затраты топлива – 285 кг.

Андроид получил обновку

16 июля Стивен «отряхнул от накопившейся с декабря 2013 г. пыли» человекоподобного робота Robonaut 2 и начал поэтапный процесс его модернизации. Астронавт заменил андроиду шлем, налокотники и плечи. Затем ЦУП-Х начал обновление программного обеспечения робота.

На следующий день Свонсон демонтировал панель процессора и вместе с Уайзманом снял «Робонавта» с подставки, чтобы установить поясничный адаптер. 18 июля Стивен



демонтировал старые блоки из андроида, переложил кабели, установил адаптер подвижности, отремонтировал разъем остановки движения и снял различные платы и процессоры.

Данные ремонтные работы проводились в преддверии экипировки андроида ногами, которые привез на станцию корабль Dragon (SpX-3) в апреле.

Немного подымило-2

В НК № 8, 2014, с. 10 мы сообщали о задымившемся 10 июня блоке раздачи и подогрева воды БРП-М в модуле «Звезда». Тогда его временно заменили на собранный в мае из «подручных материалов» запасной блок (НК № 7, 2014, с. 17).

В конце июля «Прогресс М-24М» доставил на МКС новый БРП-М, и 29 июля Олег произвел смену блока. Однако после замены во время регламентных работ в зоне остановки БРП-М Артемьев увидел задымление и почувствовал запах гари. Специалисты порекомендовали космонавту отключить нагреватель БРП-М и на всякий случай измерить показатели атмосферы газоанализатором CSA-CP, которые оказались в норме. Затем Олег снова установил ранее демонтированный блок.

Долгожданная замена насоса в «Кибо»

В течение июля Сураев занимался осмотром и фотосъемкой стекол иллюминаторов модулей «Звезда», «Пирс» и «Поиск» и сбрасывал снимки на Землю.

1 июля Свонсон заменил блок перекачки жидкости FCPA в системе переработки урины UPA, отказавший 28 июня из-за скачка тока в моторе.

2 июля Скворцов провел тестовую передачу телевизионного сигнала в цифровом режиме с внешней телекамеры КЛ-153 модуля «Рассвет» на командно-измерительный пункт под Усурийском с использованием станционного передатчика КЛ-108/109Ц. На следующий день такому же испытанию подверглась внешняя телекамера КЛ-154М и внутренняя Sony Z7E в модуле «Звезда». Напомним, что в апреле 2012 г. тестирование передатчика цифровой телевизионной системы «Синица-2» проводилось на «Прогрессе М-14М» (НК № 6, 2012, с. 4).

2 июля в модуле Tranquility Стивен заменил водяной клапан, регулятор давления и два датчика водорода в туалете российского производства. На следующий день он поменял гибкие шланги и переключил подачу урины от внутренней емкости на систему переработки урины UPA.

2 июля был наконец-то восстановлен информационный обмен между системой радиационного контроля и компьютером центрального поста КЦП2 (НК № 8, 2014, с. 11). В тот же день в 19:56 UTC была зафиксирована потеря активности третьего канала терминальной вычислительной машины (ТВМ) в модуле «Звезда», в результате чего машина осталась работать на двух каналах. Позже ТВМ была перезагружена – и функционирование третьего канала восстановилось. Но 19 июля в 18:09 потерял активность второй канал ТВМ...

3 июля было обнаружено отсутствие питания одного из трех каналов автоматике



▲ Хронометры МКС

магистральных клапанов ОДУ модуля «Звезда».

8 июля Артемьев сфотографировал места крепления ручки толкателя выходного люка № 1 модуля «Пирс» к рычагам. Дело в том, что во время июньского выхода в открытый космос (НК № 8, 2014, с. 13) по каким-то причинам накладка ручки вылетела наружу станциями...

9 июля Александр и Олег проверили работоспособность системы связи на российском сегменте. Выяснилось, что сохраняется замечание к пульту абонента ПА-3 в модуле «Звезда»: на Земле экипаж слышно с прерыванием. 22 июля Скворцов попытался подключить ПА-3 к другому усилителю, но это не удалось из-за сложного доступа и сильной затяжки крепежа.

9 июля астронавты заменили шнур на силовом тренажере aRED. Эта операция делается каждые 80 суток.

15 июля в 03:08 по признаку «Отказ насоса откачки конденсата НОК-1» отключилась система кондиционирования воздуха СКВ-1. 21 июля Максим заменил насос.

15 июля система получения кислорода OGS была переведена в режим ожидания из-за того, что после продувки установки азотом датчики стали показывать высокую концентрацию водорода. После обдува датчиков кислородом показания пришли в норму – и систему снова включили.

15 июля в 10:50 экипаж доложил, что у ноутбуков российского сегмента отсутствует сетевая связь с блоком размножения интерфейсов (БРИ). После анализа ситуации ЦУП-М признал, что блок отказал и нуждается в замене. Запасного БРИ на станции нет, поэтому бортовая компьютерная сеть модуля «Звезда» была переведена на резервную схему – с использованием адаптера беспроводных соединений. Кстати, такая же проблема уже была в июле–сентябре 2013 г. (НК № 11, 2013, с. 21).

15 июля Уайзман по просьбе ЦУП-Х выполнил фотосъемку из модуля «Поиск» па-

нели солнечной батареи 3А, находящейся на секции S4 поперечной фермы. Дело в том, что при осмотре панели 19 июня были обнаружены ее повреждения.

17–18 июля Герст заменил отказавший еще в январе насос в низкотемпературном контуре охлаждения модуля Kibo. Новый насос был прислан на корабле Sudyus. 21 июля японский модуль снова перевели на два контура охлаждения.

18 июля реактор Сабатье сбойнул из-за высокой температуры. А 29 июля установка выключилась вследствие наличия воды в ламинарном потоке.

22 июля Артемьев сменил преобразователи расхода и напряжения в датчике расхода воздуха ВИР-1М в системе удаления углекислого газа «Воздух». 28 июля он заменил два светильника ССД-305 в модуле «Звезда», а 31 июля – четыре светильника СД1-7 в модуле «Рассвет».

30 июля Скворцов сменил электрический клапан ЭЛВ-1 в водородной магистральной системе получения кислорода «Электрон-ВМ», который в марте–апреле не закрывался при продувке установки. В этот же день в 19:20 в ходе ежедневного теста датчиков-сигнализаторов дыма ДС-7А системы пожаробнаружения и пожаротушения «Сигнал-ВМ» в модуле «Звезда» был выявлен отказ датчика № 8. 31 июля система была перезапущена – и штатная конфигурация всех десяти датчиков дыма восстановилась.

30–31 июля Олег и Максим установили накладные листы на три поистрепавшиеся панели интерьера модуля «Заря». Напомним, что впервые такие работы на российском сегменте стали проводиться в ноябре 2012 г. (НК № 1, 2013, с. 13).

31 июля Александр заменил три вентилятора в модуле «Звезда» и один в модуле «Пирс» на малолушмные, измерив уровень шума аппаратурой «Шумомер» до и после смены.

«Лебедь» и «Голуби» летят на МКС

И. Лисов.
«Новости космонавтики»

13 июля 2014 г. в 12:52:16 EDT (16:52:16 UTC) со стартового комплекса 0A Среднеатлантического регионального космического порта MARS на территории Летного центра Уоллопс NASA стартовые расчеты компании Orbital Sciences Corp.* (OSC) произвели пуск PH Antares 120 с беспилотным грузовым кораблем Cygnus («Лебедь») этой же фирмы. Его задачей являлась доставка грузов на американский сегмент МКС по полетному заданию Orb-2. В программе сборки и эксплуатации МКС этот старт был юбилейным, 150-м.

Пуск прошел успешно. Корабль был выведен на орбиту с параметрами**:

- наклонение – 51.64°;
- высота в перигее – 199.1 (193.1) км;
- высота в апогее – 268.2 (259.1) км;
- период обращения – 88.97 мин.

Третий летный Cygnus получил личное имя «Дженис Восс» (SS Janice E. Voss) в память об американской астронавтке, работавшей в компании Orbital Sciences до зачисления в отряд. В каталоге Стратегического командования США ему были присвоены номер 40084 и международное обозначение 2014-039A.

С опозданием на два месяца

Это был второй рабочий пуск из восьми предусмотренных контрактом на сумму 1.9 млрд \$ между NASA и OSC в период до 2016 г. Первый штатный полет «Лебеда» под маркой Orb-1 состоялся в период с 9 января по 19 февраля (НК № 3, 2014). Миссия Orb-2 в предварительном плане эксплуатации МКС на 2014 г. стояла на 1 мая, а после уточнения в марте – на 6 мая.

Непосредственная подготовка к старту началась 29 января, когда Ан-124 компании «Волга-Днепр» доставил герметичный грузовой отсек РСМ из Турина (Италия) на аэродром Летного центра Уоллопс. После необходимых испытаний и подготовки 29–31 марта в него были заложены 1083 кг предметов

длительного хранения – примерно 65% от запланированной полной загрузки. 31 марта на полигон был доставлен из Даллеса (США) служебный модуль SM, и 4 апреля в корпусе Н-100 состоялась стыковка служебного и грузового модулей. Предполагалось, что запущенный корабль будет состыкован с носителем 29 апреля, а старт состоится 6 мая в 15:44 EDT (19:44 UTC).

Две ракеты Antares – четвертое и пятое летное изделия – уже в марте находились в Здании горизонтальной сборки Н1F в 1.5 км к северу от стартового комплекса. Их первые ступени были изготовлены на Южном машиностроительном заводе в Днепрпетровске (Украина). Твердотопливные вторые ступени были произведены в США.

Первая ступень ракеты №4 была оснащена двумя двигателями НК-33 советского производства, модернизированными в США по проекту AJ26-62 и получившими американские номера E13 и E14. Их приемочные испытания на стенде E-1 Космического центра имени Стенниса NASA были проведены 8 августа и 19 ноября 2013 г. соответственно. Еще два двигателя – предположительно для пятой ракеты – были успешно испытаны 17 января и 29 марта 2014 г.

Отсрочка с 16 марта на 18 апреля третьего рабочего полета к МКС конкурирующей фирмы SpaceX (НК №6, 2014) нарушила планы запуска «Лебеда». «Орбиталовцы» до последнего продолжали подготовку по графику в надежде на то, что у коллег «что-то пойдет не так» и Cygnus все-таки получит «зеленый свет». Однако 20 апреля астронавты благополучно пристыковали Dragon SpX-3 к станции, и на следующий день было объявлено, что пуск Orb-2 состоится 10 июня или позднее. Назначить его на более раннюю дату не позволяла запланированная на май ротация половины экипажа станции на «Союзе», а затем – неблагоприятная светотеневая обстановка. 2 мая эту дату подтвердили официально и назвали время старта – 02:07 EDT (06:07 UTC).

Новая и совершенно неожиданная проблема появилась 22 мая, когда при прие-



мочном испытании на стенде E-1 взорвался двигатель AJ26-62 с номером E17. Хотя он предназначался для далекого еще запуска Orb-4 в начале 2015 г., нужно было установить, не повлияет ли авария на задел, то есть на четыре уже испытанных двигателя.

Пока специалисты Aerojet Rocketdyne разбирались в ситуации, 28 мая было объявлено, что пуск Orb-2 отложен по крайней мере до 17 июня. Неделий позже последовал перенос на вечер 20 июня, а 9 июня назвали новую дату «для целей планирования» – 1 июля. 23 июня старт перенесли еще раз – на 10 июля в 14:03 EDT.

Наконец, двигателисты сделали свое заключение и рекомендовали определенные инспекции двух ЖРД, уже смонтированных на первой ступени «Антареса». Они были выполнены, и 3 июля старт официально назначили на 11 июля в 13:40:27 EDT. В тот же

* Находится в процессе слияния с ATK в компанию Orbital ATK Inc.

** Рассчитаны по орбитальным элементам, высоты приведены над поверхностью земного эллипсоида и (в скобках) над сферой радиусом 6378.14 км. После запуска была объявлена орбита высотой 191×284 км при расчетной 197×303 км.



день заправленный корабль был пристыкован ко второй ступени носителя.

Ранним утром 8 июля в отсеке РСМ поместили 585 кг срочных грузов и закрыли люк. Затем корабль был укрыт двумя створками обтекателя, и в ночь на 9 июля ракету космического назначения планировали вывезти из корпуса HIF на старт, однако помешала сильная гроза. Вывоз состоялся с опозданием на сутки, а установка на старте – утром 10 июля. Поэтому пуск был отложен на 12 июля в 13:14 EDT, причем 11 июля под новые баллистические условия пришлось проводить коррекцию орбиты МКС.

Последний перенос был объявлен утром 11 июля, и вновь из-за погоды, которая препятствовала подготовке носителя на старте.

Старт и стыковка

13 июля пуску грозили помешать лишь два внешних обстоятельства. Сначала не работала запасная линия передачи данных с полигонной измерительной станции на Бермудских островах, но она была восстановлена вовремя. Затем в запретной зоне у берегов острова Уоллопс оказалась судно, которое Береговая охрана выдворила примерно за 40 минут до старта. В итоге пуск состоялся вовремя – в 16:52 UTC. Выведение выполнялось в соответствии с расчетной циклограммой:

Расчетная циклограмма пуска	
Событие	Время, сек
Включение ЖРД 1-й ступени	0.0
Старт	2.1
Разворот по крену и тангажу	18.0
Дросселирование ЖРД 1-й ступени	208.0
Выключение ЖРД 1-й ступени	235.0
Разделение ступеней	241.0
Сброс обтекателя	331.0
Сброс межступенчатого переходника	336.0
Включение РДТТ 2-й ступени	340.0
Окончание работы РДТТ 2-й ступени	477.0
Ориентация ступени	487.0
Отделение КА	597.0

Согласно печальной традиции коммерческих полетов к МКС официальной информации по этапу автономного полета почти не было. Известно лишь, что сразу после выхода на орбиту имела место 10-минутная задержка с развертыванием одной из солнечных батарей «Лебеда», а 14 июля в хронике полета станции было упомянуто замечание к одному из комплектов аппаратуры ретрансляции через геостационарные спутники TDRS. Поскольку запасной комплект работал нормально, последствий эта неисправность не имела.

Первый маневр корабля из семи запланированных (DV1–DV7) был выполнен примерно через 2.5 часа после старта. В течение дня 14 июля орбитальные данные на корабль показали серию последовательных подъе-

Полет корабля Cygnus делится на пять этапов:

- 1 Запуск и выведение (Integrated Launch Operations Phase, ILOPS);
- 2 Фазирование (Phasing Operations Phase, POPS);
- 3 Стыковка с МКС (Joint Operations Phase, JOPS);
- 4 Работа в составе МКС (Berthed Operations Phase, BOPS);
- 5 Расстыковка и сведение с орбиты (Descent & Reentry Operations Phase, DROPS).

мов орбиты – сначала до 246.6×284.4 км, затем до 249.6×381.2 и 331.8×407.3 км. На следующий день, 15 июля, были отмечены еще два маневра – до 387.3×420.2, 401.7×426.1 и 411.1×426.6 км. В результате Cygnus оказался примерно на 4 км ниже станции и более чем в 400 км позади ее. За счет меньшего периода обращения он постепенно догнал орбитальный комплекс, и к утру 16 июля расстояние до МКС сократилось до 35 км.

Заключительный этап сближения с МКС начался 16 июля около 07:00 UTC. При подходе корабль «Дженис Восс» использовал новую навигационную систему TriDAR, разработанную канадской фирмой Neptec при поддержке NASA и Канадского космического агентства и испытанную в трех полетах шаттлов в 2009–2011 гг.

На двух первых грузовиках Cygnus – экспериментальном Orb-D и штатном Orb-1 – как штатные средства использовались лидеры германской компании Jena, взаимодействующие с лазерными отражателями на МКС. Теперь один из них заменили на TriDAR, сравнивающий вид станции с ее компьютерной моделью, чтобы определить относительное местонахождение корабля. В будущих полетах будет использоваться комплект из двух устройств TriDAR и одного лидера.

Маневры ADV1 и ADV2 вывели аппарат на уровень в 1500 м ниже МКС, а два следующих – в контрольную точку под станцией. В 09:42 группа управления «Лебеда» получила разрешение на маневр ADV5 и вход в 250-метровую запретную зону. На борту МКС Стивен Свонсон и Александер Герст готовились принять подходящий корабль и захватить его манипулятором.

В 10:10 Cygnus завис на отметке 30 м и после выхода из тени в 10:18 возобновил подход до 12-метровой дистанции. В 10:36, на одну минуту раньше расчетного времени, Свонсон выполнил захват, а затем уже Герст перенес корабль к надирному узлу модуля Node 2 Harmony и к 12:53 пристыковал. Еще примерно через час завершился процесс жесткой фиксации «Лебеда». Орбита МКС в день стыковки имела наклонение 51.65° и высоту 416.2×430.7 км при периоде обращения 92.84 мин.

Открытие переходных люков состоялось утром 17 июля. Корабль будет оставаться в составе МКС около 30 суток – до 15 августа. После разгрузки и заполнения герметичного отсека мусором Cygnus будет отстыкован и 20 августа сведен с орбиты.

Ближайший пуск американского грузового корабля планируется на 12 сентября (миссия SpX-4 компании SpaceX). В октябре на станцию должен прийти Cygnus Orb-3, и еще три грузовика этого типа будут запущены в 2015 г.

В октябрьском и последующих пусках к МКС, в отличие от июльского, будет использована ракета Antares 130 с двигателем второй ступени Castor XL (вместо Castor-30B в варианте 120), что увеличит примерно на 500 кг выводимую массу. При этом на октябрьский носитель (пятое летное изделие) будет поставлен стандартный корабль Cygnus, а начиная с шестого «Антареса» планируется запускать грузовики, известные как Enhanced Cygnus, с массой полезной нагрузки до 2700 кг.



Кока-кола как средство для коррозии. Грузы Cygnus Orb-2

В. Мохов.

«Новости космонавтики»

Между двумя эксплуатационными полетами Cygnus – первым Orb-1 и вторым Orb-2 – прошло полгода. В этом промежутке грузы на американский сегмент МКС доставлял лишь Dragon SpX-3 в апреле 2014 г. К российскому сегменту за это же время причалили три «Прогресса». Таким образом, темп запусков грузовых кораблей к обоим сегментам МКС стал практически одинаковым.

Степень загрузки Cygnus в миссии Orb-2 несколько подросла по отношению к Orb-1: по данным NASA, в июле «Лебеда» доставил на станцию 1493.8 кг грузов, что на 232.8 кг больше, чем в январском полете. Загрузка герметичного грузового отсека РСМ составила почти 75% от максимально возможной грузоподъемности стандартного корабля Cygnus (2000 кг).

Уже традиционно массы отправленного на орбиту груза по данным NASA и OSC разошлись: изготовитель корабля в разных предстартовых пресс-релизах сообщал о 1657 кг или 1664 кг полезной нагрузки, а NASA в своей детальной сводке высказалось значительно скромнее. Возможно, различие возникает из-за того, что NASA дает массу своих грузов, переданных для укладки в Cygnus, а OSC учитывает также массу упаковки и элементов крепления, необходимых для транспортировки.

Июльский «Лебеда» доставил на станцию грузы для обеспечения работы экипажа 40-й основной экспедиции, ремонта и обслуживания систем МКС, а также оборудование для выполнения новых научных исследований. Основная часть полезной нагрузки Orb-2 – 764.2 кг – пришлась на грузы для экипажа: продукты, одежда, посылки, борт-документация.

Среди них были и свежие фрукты, которые астронавты особенно ждали. «Я просто утопил мой большой палец в кожуру свежего апельсина – и запах совершенно потряс меня до глубины души. Не знаю, сколько я пропустил настоящих фруктов», – писал в своем микроблоге в twitter Рид Уайзман в день начала разгрузки корабля.

Доставленное оборудование для служебных систем МКС имело массу 355.1 кг. В эту категорию попала аппаратура системы



Загрузка кораблей Cygnus

Миссия	Старт	Стыковка	Расстыковка	Сход с орбиты	Масса доставляемых грузов, кг	
					Данные NASA	Данные OSC
Orb-D	18.09.2013	29.09.2013	22.10.2013	23.10.2013	590	699.8
Orb-1	09.01.2014	12.01.2014	18.02.2014	19.02.2014	1261	1465.7
Orb-2	13.07.2014	16.07.2014	15.08.2014 (план)	20.08.2014 (план)	1493.8	1664.3

жизнеобеспечения ECLSS (мобильные автоматические устройства для контроля уровня радиации, уровня света и качества воздуха), оборудование для системы контроля здоровья экипажа SHeCS, запчасти для системы электропитания EPS и внутреннего контура системы терморегулирования ITCS. В эту категорию вошло также оборудование для робототехнического комплекса MT (Mobile Transporter) для работ в открытом космосе, оборудование для обеспечения удобства жизни астронавтов, приспособления для работы с полезной нагрузкой.

Еще 39.4 кг были учтены отдельно как снаряжение и оборудование для работ в открытом космосе, а 8.1 кг пришлось на компьютерное оборудование и фото- и видеоаппаратуру.

Наконец, 327.0 кг значились в графе «Научная аппаратура». Сюда вошли оборудование и расходные материалы для научных исследований, в частности по медико-биологической программе, для японского эксперимента Dynamis Surf и для студенческих и школьных экспериментов. Здесь же по не вполне понятным причинам числились и 32 спутника класса CubeSat с пусковыми установками для их выведения в автономный полет.

Все доставляемые на Cygnus грузы были упакованы в стандартные транспортные сумки CTB (Cargo Transfer Bag) различных габаритов, и в большие транспортные мешки M-01 (он эквивалентен по объему шести стандартным транспортным сумкам CTB), M-02 (четыре CTB) и M-03 (восемь CTB). Сумки типа M, как правило, используются на американском сегменте для транспортировки больших негабаритных предметов.

В качестве провайдера по доставке значительной части грузов выступила компания

NanoRacks LLC (главный исполнительный директор – Джеффри Манбер), за которой числятся все 32 кубсата и 10 полезных грузов для использования внутри станции.

В число малых спутников вошли:

- ◆ 28 КА Dove («Голубь») серии Flock-1b для дистанционного зондирования Земли, принадлежащих компании Planet Labs и аналогичных доставленным в январе 2014 г.;

- ◆ спутник MicroMAS-1 (Micro-sized Microwave Atmospheric Satellite) с мультиспектральным пассивным микроволновым радиометром для изучения земной атмосферы, разработанный в Массачусетском технологическом институте;

- ◆ спутник TechEdSat-4 (Technical and Educational Satellite 3), разработанный специалистами Университета штата Айдахо и Исследовательского центра имени Эймса с целью отработки технологии возврата образцов с МКС;

- ◆ технологический спутник Lambdasat (Λ-sat), построенный группой ученых и студентов греческого происхождения в Сан-Хосе (США), с ретранслятором системы AIS и экспериментом по радиационному воздействию на графен в условиях космического пространства;

- ◆ спутник GEARSSAAT (владелец и разработчик неизвестны) для отработки возможности использования системы спутниковой связи Globalstar наноспутниками.

Все эти КА будут запущены с негерметичной платформы японского модуля Kibo.

Cygnus также привез на МКС аппаратуру и программное обеспечение для очередного и, как уверяет NASA, последнего апгрейда малых спутников SPHERES (Synchronized Position Hold, Engage, Reorient, Experimental Satellites).

Сравнение номенклатуры грузов миссий Orb-1 и Orb-2

Тип грузов	Масса, кг	
	Orb-1	Orb-2
Грузы для экипажа	424	764.2
Оборудование для служебных систем МКС	333	355.1
Оборудование и материалы для научных исследований	434	327.0
Электронное и компьютерное оборудование, фото- и видеоаппаратура	48	8.1
Оборудование для работ в открытом космосе	22	39.4
Итого	1261	1493.8

Эти изделия предназначены для отработки во внутреннем объеме МКС алгоритмов взаимного маневрирования группировок малых спутников. В эксперименте используются три малых КА, каждый размером с шар для боулинга: габариты 213×213×229 мм, сухая масса – 3.55 кг, масса в снаряженном и заправленном состоянии – 4.16 кг.

Аппараты оснащены 12 двигателями, работающими на сжатом углекислом газе. Для контроля взаимного перемещения КА оснащен 24 ультразвуковыми (УЗ) датчиками, аналогичными парковочным датчикам автомобилей. Они позволяют определить положение SPHERES с точностью 10 мм.

Спутники были доставлены на орбиту в 2006 г. – на корабле «Прогресс М-56» (апрель) и на шаттлах STS-121 (июль) и STS-116 (декабрь). Сначала с ними проводились эксперименты по телеоператорному управлению и автономной навигации, во время которых выполнялись как одиночные, так и

групповые полеты. В 2011 г. после апгрейда начался эксперимент Smart SPHERES («Умные сферы»). Для него «сферы» оснастили смартфонами, которые позволяли делать фотографии и производить расчеты взаимного положения спутника. Расчеты передавались через смартфон в локальную WiFi-сеть станции в режиме реального времени. В рамках этого эксперимента спутники совершали более сложное взаимное маневрирование, а также использовались для прикладных экспериментов: изучение динамики жидкостей в модели топливного бака космического корабля или верхней ступени.

Теперь решили сделать «сферы» еще «умней». На корабле Cygnus Orb-2 для них был доставлен прототип 5-дюймового Android-смартфона Project Tango, разработанный группой инженеров ATAP (Advanced Technology and Projects) из компании Google. Смартфон оснащен стереокамерой, сенсорами и программным обеспечением, которые позволяют отслеживать его положение в 3D-пространстве, а также сканируют окружающий мир в реальное время со скоростью 250 тыс измерений в секунду. С помощью процессора Myriad 1, разработанного стартапом Movidius, смартфон создает единую 3D-модель окружающего пространства, которая позволит спутнику отслеживать свое положение и ориентацию в реальном масштабе времени.

Испытания SPHERES, оснащенных смартфоном Project Tango, пройдут позже в 2014 г. Результаты эксперимента будут использованы при создании спутников для инспекций и мониторинга пространства как внутри космических объектов, так и снаружи.

«Лебедь» доставил на МКС очередную малую научную стойку NanoRacks Module 22. Эта стойка известна также под именем GSH (от Girl Scouts of Hawaii – стойка девочек-скаутов с Гавайев), поскольку эксперимент разработан ученицами-скаутами восьми школ острова Оаху (на нем расположена столица Гавайев – город Гонолулу).

В стойке будет исследоваться рост съедобных травянистых растений (руккола) в условиях микрогравитации. Цель эксперимента – оценить жизнеспособность растений на борту космического корабля и возможность их использования для питания членов экипажа во время длительных полетов. Руккола была выбрана в качестве подопытного растения, поскольку она может расти на гидропонике, имеет небольшие размеры, быстро прорастает и вызревает уже через две недели после появления всходов.

NanoRacks Module 22 не требует участия экипажа, за исключением установки внутри научной стойки на МКС и укладки для возвращения на Землю. В стойке расположена трубка, в которой находятся восемь семян растения. Полив осуществляется автоматически: по команде небольшого контроллера подается команда на клапан, открывающий доступ воды из емкости (пластиковый мешочек объемом 50 мл) в трубку с семенами. Система, состоящая из синих, красных и белых светодиодов, используется для освещения растений и управляется тем же контроллером. Белые светодиоды применяются для съемки процесса роста фотоаппаратом, входящим в состав стойки.

В число грузов NanoRacks вошли пять установок NanoLab, подготовленных образовательным партнером Valley Christian High School. С их помощью будут изучаться мезоскопические липиды, слизи, дрожжи, питание растений и водоросли.

Cygnus также привез аппаратуру и материалы для небольших образовательных экспериментов, предложенных учениками школ и студентами колледжей в рамках программы SSEP (Student Spaceflight Experiments Program). Программа реализуется при поддержке Национального центра образования в области изучения Земли и космоса NCESSSE (National Center for Earth and Space Science Education), Института космического образования имени Артура Кларка (Arthur C. Clarke Institute for Space Education) и компании NanoRacks LLC.

Это уже пятый комплект экспериментов по данной программе, отправленный на орбиту, поэтому он имел обозначение SSEP M5, а также NanoRacks–NCESSSE–Charlie Brown*.

В рамках программы SSEP M5 из 1344 предложенных экспериментов было выбрано 15:

1. Оценка свойств напыляемых эмалевых покрытий в качестве защиты от коррозии. Используются четыре металлических диска (99.5% железа) – два с эмалевым покрытием, два без него. В качестве инициатора коррозии будет использоваться кока-кола, в которой диски пробудут 72 часа. Степень коррозии и толщину оставшегося защитного покрытия сравнят с контрольными образцами, которые будут трое суток лежать в кока-коле на Земле.

2. Изучение развития в невесомости клеток корней лука. Семена лука будут пророщены в космосе и на Земле для послеполетного анализа клеток корней, чтобы определить любые мутации при репликации ДНК в космосе.

3. Наблюдение за ростом в условиях микрогравитации щитня *Tripops longicaudatus* – небольшого длиннохвостого пресноводного ракообразного. Срок жизни этих рачков на Земле составляет 50–60 дней, тем самым можно будет наблюдать за время эксперимента все стадии развития животного – от цисты (уже развившийся эмбрион, покрытый оболочкой), через личинку и до половозрелой взрослой особи (примерно через две недели после начала развития). Щитни рассматриваются как потенциальный источник богатой белком пищи для будущих длительных космических полетов.

4. Наблюдение за ростом редиса со стадии семян в условиях микрогравитации. Изучение влияния факторов космического полета на механизм геотропизма – способности органов растений располагаться и расти в определенном направлении по отношению к центру земного шара. Результаты будут сравнены с контрольной партией редиски, выращенной на Земле.

5. Изучение изменения частоты прорастания семян салата в условиях невесомости по сравнению с такими же семенами на Земле.

* Чарли Браун – герой американских комиксов *Peanuts*, выходящих с октября 1950 г. Является хозяином пса Снупи. Чарли Брауна описывают как милого неудачника, обладающего бесконечной решимостью и надеждой. Его именем был назван командный модуль КК Apollo 10.

6. Наблюдение влияния микрогравитации на производство спирта дрожжами в смеси меда и воды путем определения после полета концентрации оставшегося сахара и анализа кислотности образцов. Эксперимент должен ответить на вопрос: могут ли условия микрогравитации увеличить скорость дрожжевого брожения в меде?

7. Исследование ядер-оболочек микро- и нанодисков, возникающих при микроинкапсуляции в условиях невесомости. Эксперимент изучит влияние микрогравитации на процесс образования микрокапсул в двумерных мембранах. В отличие от Земли, невесомость позволяет любым жидкостям образовывать тонкие мембраны. Ожидается, что мембрана в процессе микроинкапсулирования образует ядро-оболочку в виде микро- или нанодисков. Значительное увеличение площади поверхности этих микро/нано-дисков позволит ускорить процесс их растворения, что может понадобиться для лучшего контроля скорости высвобождения лекарственных препаратов. Этот эксперимент будет выполняться путем смешивания раствора аспирина и раствора желатина. Смесь формирует двумерные мембраны на кольцах из тонкой платиновой проволоки. Жидкость затем перейдет в естественный процесс образования микрокапсул в пределах мембран. Экспериментальный образец будет возвращен на Землю для дальнейшего анализа размеров и форм микрокапсул.

8. Отработка технологии производства в невесомости антибиотиков из бактерии сенной палочки (*Bacillus subtilis*).

9. Изучение процесса регенерации в невесомости у плоских червей – планарий (*Dugesia Planarian*). На Земле он способен регенерировать после разрезания пополам. Произойдет ли то же самое в условиях микрогравитации?

10. Определение изменения скорости окисления в космосе. В качестве образца будет использован железный гвоздь, на который будет нанесена вода. В эксперименте будет сравниваться скорость коррозии гвоздя в космосе и на Земле.

11. Эксперимент по производству в невесомости полигидроксиалканоата (ПГА). Этот полиэфир синтезируется многими микроорганизмами (в данном эксперименте будет использоваться почвенная бактерия *Ralstonia eutrophia*) и отдельными растениями (например, зерновыми). ПГА обладают широким спектром физико-механических свойств, позволяющим производить из них практически все типы полимерных изделий. Эти полиэферы устойчивы к действию горячей воды, в то же время они быстро разлагаются в природных условиях. Поэтому ПГА используются при производстве биоразлагаемых пластмасс и биосовместимых медицинских материалов (нити для операций, кожные лоскуты для пересадки, венозные клапаны).

12. Исследование образования в невесомости пеницилла (*penicillium*) – плесневого грибка, образующегося на продуктах питания, из которого впервые был получен антибиотик пенициллин. Ожидается, что рост пеницилла в невесомости будет выше, чем на Земле.

13. Изучение влияния невесомости на рост плесени на белом хлебе. На орбите об-

разец белого хлеба будет смочен, на Земле при такой же влажности и температуре будет выдержан контрольный образец.

14. Наблюдение за ростом салата-лукта в невесомости и сравнение темпов его роста с контрольными образцами на Земле.

15. Изучение кристаллизации сульфата кальция в условиях микрогравитации, выявление различий в темпах роста по сравнению с кристаллами, полученными на Земле. Идея эксперимента связана с поведением медуз, рожденных в невесомости: у них было нарушено формирование органа равновесия, содержащего кристаллы сульфата кальция в волосящих мешочках.

Кораблем Cygnus Orb-2 на МКС был доставлен также новый объектив для камеры Sally Ride EarthKAM. Изображения Земли с этой камеры используются в процессе изучения географии учениками американских средних школ. Проект был предложен в 1995 г. первой американской женщиной-астронавтом Салли Райд и назывался тогда KidSat. Теперь камера на МКС носит ее имя.

Кроме того, «Лебедь» доставил японское оборудование для продолжения изучения динамического эффекта деформации столба жидкости в присутствии эффекта Мараньони (капиллярная конвекция). Эксперимент проводится на установке MS (Marangoni Surface) в стойке FPEF (Fluid Physics Experiment Facility) – оборудованное для экспериментов в области физики жидкости) в модуле Kibo. В эксперименте изучаются процессы перехода от хаоса к турбулентности в условиях микрогравитации в присутствии эффекта Мараньони – перемещения масс вдоль границы между двумя потоками из-за градиента поверхностного натяжения. При этом используется вязкая жидкость с высоким числом Прандтля, которая движется в колебательном потоке.

На разгрузку Cygnus запланировано около 28 человеко-часов рабочего времени экипажа. На место извлеченного из отсека РСМ груза планируется разместить 1346 кг использованного или неисправного оборудования, пустой тары, ненужных на борту вещей и прочих отходов. Вместе с кораблем они сгорят в атмосфере Земли.

По данным NASA, OSC, NanoRacks LLC





фото С. Сергеева

А. Красильников.

«Новости космонавтики»

«Прогресс М-24М»:

российско-европейский эксперимент EXPOSE-R2

Корабль доставили на космодром Байконур 8 февраля. Его подготовка проходила в монтажно-испытательном корпусе (МИК) на площадке 254. 13 марта после выполнения автономных и комплексных испытаний систем грузовик был переведен в режим хранения. 17 июня его снова расконсервировали и отправили в МИК 2Б на площадке 2 для проверки герметичности в вакуумной камере. 15 июля «Прогресс М-24М» заполнили компонентами топлива и сжатыми газами на заправочной станции 11Г12 на 31-й площадке.

21 июля в МИКе на площадке 112 была осуществлена общая сборка ракеты космического назначения, и на следующий день «Союз-У» был транспортирован на стартовый комплекс 1-й площадки.

Пересчитанная траектория сближения

При полете «Прогресс М-24М» к станции использовалась многократно отработанная «быстрая» (четырёхвитковая) схема сближения.

На 1–2-м витках корабль провел первый двухимпульсный маневр. Импульсы были рассчитаны баллистиками ЦУПа по номинальным параметрам орбиты выведения и заложены в бортовую ЦВМ-101 перед стартом грузовика.

Сближающе-корректирующий двигатель (СКД) «Прогресс М-24М» включился 24 июля в 01:26:42 и 02:06:36 ДМВ. Продолжительность работы и приращение скорости при первом импульсе составили 114.1 сек и 45.86 м/с, при втором – 104.8 сек и 42.68 м/с. В результате корабль перешел на орбиту наклонением 51.66°, высотой 335.21×377.91 км и периодом обращения 91.48 мин.

Стоит отметить, что апогей орбиты выведения хоть и был в допуске ±42 км, однако оказался непривычно низким – на 22 км ниже номинала (223 против 245 км). Это, в свою очередь, привело к тому, что орбита после первого двухимпульсного маневра получилась ниже орбиты, рассчитанной баллистиками перед полетом.

Второй двухимпульсный маневр, который проводится на 2–3-м витках, обычно по умолчанию имеет импульсы по 7 м/с каждый. Перед этим маневром на 2-м витке с Земли в бортовую ЦВМ-101 был заложен текущий вектор состояния, учитывающий фактические параметры орбиты выведения и плановые величины первого двухимпульсного маневра. Обнаружив несоответствие фактической траектории и плановой, ЦВМ-101 пересчитала параметры второго двухимпульсного маневра.

СКД запустился в 03:03:39 (29.2 сек, 11.59 м/с) и 03:55:17 (51.7 сек, 21.12 м/с). В итоге «Прогресс М-24М» очутился на орбите наклонением 51.67°, высотой 400.68×425.83 км и периодом обращения 92.65 мин. Теперь орбита оказалась выше рассчитанной перед

полетом. Поэтому в ходе последующего автономного сближения с МКС корабль убрал это рассогласование: вместо двух импульсов на разгон были выданы один на торможение величиной 7.13 м/с и один на разгон величиной всего 0.23 м/с.

Пока грузовик подлетал к станции, Александр Скворцов с использованием пульта телеоператорного режима управления в Служебном модуле «Звезда» без замечаний осуществил тестирование ручек управления ориентацией и движением корабля. Он также улучшил освещенность картинки с телекамеры «Прогресса М-24М» при помощи команды «Пересветка».

К облету МКС корабль приступил в 06:13 с дальности 400 м. Завершив его, он развернулся по крену и после недолгого зависания напротив узла стыковочного отсека «Пирс» в 06:20 начал автоматическое причаливание. В 06:22 станция и грузовик вошли в тень, и на последнем включилась фара для освещения стыковочного узла «Пирса».

– Есть «Касание», есть «Сцепка», – доложил Скворцов.

– Ребята, я вас поздравляю! – сказал руководитель полетом российского сегмента МКС Владимир Соловьёв.

Стыковка «Прогресса М-24М» с МКС произошла в 06:31:37 ДМВ. Она стала 155-й выполненной кораблями семейства «Прогресс» и 157-й в истории станции (в подсчет вошли только стыковки кораблей Space Shuttle, «Союз», «Прогресс» и ATV и модуля «Звезда»).

Длительность полета грузовика от старта до касания составила 5 час 46 мин 53 сек. В момент стыковки МКС находилась на орбите наклонением 51.67°, высотой 414.73×428.61 км и периодом обращения 92.81 мин.

Улитки, бактерии и грибы

В рамках биологического эксперимента «Регенерация-1» корабль «Прогресс М-24М» доставил на МКС два инкубационных контейнера, в которых находятся соответственно 20 и 25 легочных наземных улиток. Цель эксперимента – исследовать влияние различных факторов космического полета на процессы регенерации у биологических

▼ Кассеты эксперимента EXPOSE-R2



24 июля в 00:44:43.824 ДМВ (23 июля в 21:44:44 UTC) с 5-й пусковой установки 1-й площадки космодрома Байконур стартовые расчеты предприятий ракетно-космической промышленности России осуществили пуск ракеты-носителя «Союз-У» (11А511У-ПВБ №Т15000-140) с транспортным грузовым кораблем «Прогресс М-24М» (11Ф615А60 № 423).

В 00:53:32.839 аппарат отделился от третьей ступени ракеты и вышел на орбиту с параметрами (по данным службы баллистико-навигационного обеспечения подмосковного ЦУПа; в скобках – расчетные значения):

- наклонение – 51.65° (51.66±0.06);
- минимальная высота – 192.65 км (193+7/-15);
- максимальная высота – 223.34 км (245±42);
- период обращения – 88.40 мин (88.59±0.37).

В каталоге Стратегического командования США кораблю присвоили номер **40097** и международное обозначение **2014-042A**. Он получил индекс 56Р в графике сборки и эксплуатации МКС.

Стартовая масса «Прогресса М-24М» составляла 7280 кг, из них – 2322 кг грузов, доставляемых на станцию, и 880 кг собственного топлива.

Состоявшийся старт является:

- ◆ 780-м полетом ракеты-носителя «Союз-У»;
- ◆ 1823-м стартом ракеты семейства Р-7;
- ◆ 1427-м орбитальным пуском с космодрома Байконур;
- ◆ 492-м пуском со стартового комплекса 17П32-5;
- ◆ 151-м пуском в рамках программы МКС;
- ◆ 147-м запуском корабля типа «Прогресс».

объектов по морфологическим и электрофизиологическим показателям. Полученные данные могут помочь при разработке стратегии медицинского обеспечения длительных космических полетов.

На грузовике прибыло оборудование для российской-европейского эксперимента EXPOSE-R2, которое планируется установить на внешней поверхности модуля «Звезда» во время выхода в открытый космос Александра Скворцова и Олега Артемьева, намеченного на 18 августа.

Российская часть EXPOSE-R2 называется «Биоразнообразие». Предусмотрено оценить длительное (в течение 12–18 месяцев) воздействие условий космического пространства на выживаемость эволюционно разнесенных покоящихся форм живых существ. Ученые из Института медико-биологических проблем РАН надеются, что результаты эксперимента расширят знания о пределах жизнеспособности биологических систем различного уровня организации и соответственно о возможности распространения биологической формы жизни во Вселенной, а также помогут обосновать требования и разработать мероприятия планетарного карантина при осуществлении межпланетных космических полетов.

В исследовании «Биоразнообразие» задействованы четыре вида бактерий (52 образца), восемь видов грибов (100 образцов), шесть видов семян (64 образца), личинка комара-звонца *Polypedilum vanderplanki* (четыре образца) и ракообразные щитни *Tigrids saproformis* (четыре образца).

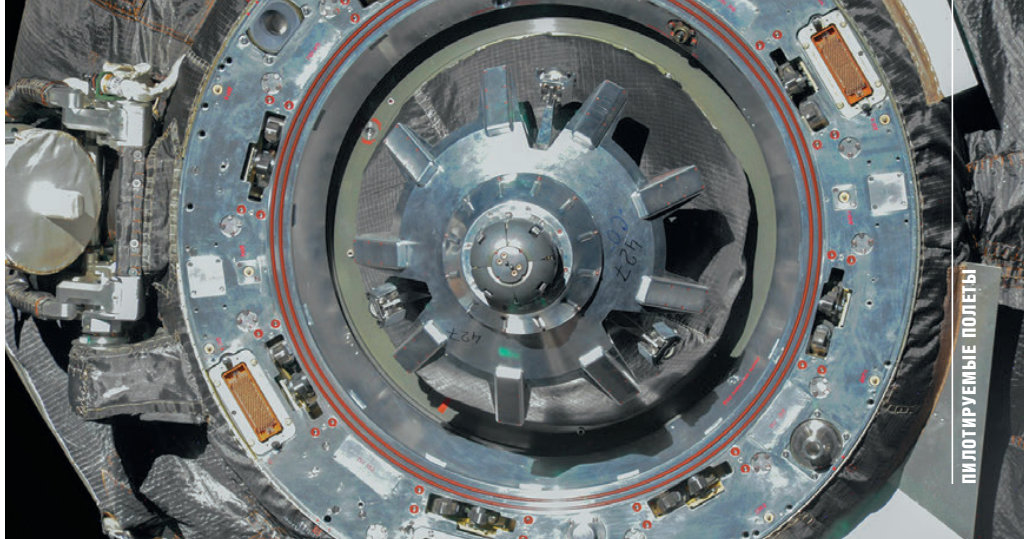
В европейскую часть EXPOSE-R2 вошли три исследования – BIOMEX (Biology and Mars Experiment), BOSS (Biofilm Organisms Surfing Space) и PSS (Photochemistry on the Space Station).

BIOMEX имеет две цели: первая – определение стойкости биологических молекул (биологические пигменты и клеточные компоненты) и их способности поддерживать свою стабильность в космических и подобных Марсу условиях; вторая – изучение выживаемости земных экстремофилов в космосе и их взаимодействия с аналогами земных, лунных и марсианских минералов в космических и подобных Марсу условиях. В исследовании участвуют бактерии, археобактерии, морские водоросли, грибы, лишайники и мхи.

В ходе BOSS планируется проверить гипотезу о том, что микроорганизмы, образующие биопленки (внеклеточные полимерные вещества), более терпимы к космическим и марсианским условиям по сравнению с планктоном. Для исследования выбраны сине-зеленые водоросли *Chroococcidiopsis* и стойкие к радиации бактерии *Deinococcus geothermalis*.

Задача PSS – экспонирование в открытом космосе различных органических соединений в твердых и газообразных формах. В исследовании будут участвовать, в частности, так называемые биологические чипы, способные обнаруживать биологические молекулы.

Напомним, что в ноябре 2008 г. корабль «Прогресс М-01М» доставил на МКС аналогичное научное оборудование EXPOSE-R, содержащее три кассеты с более чем 1000



ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

биологическими, химическими и дозиметрическими образцами (НК № 1, 2009, с.20-21). Со второй попытки в марте 2009 г. оно было установлено и подключено снаружи станции (НК № 2, 2009, с.16-18; № 5, 2009, с.1-2). В январе 2011 г. EXPOSE-R после 22 месяцев экспонирования сняли и занесли внутрь МКС (НК № 3, 2011, с.8).

Кассеты демонтировали из металлического корпуса и возвратили на Землю, а сам корпус хранился на станции. И вот его час снова настал: на «Прогрессе М-24М» приехали очередные три кассеты, которые экипаж монтирует в корпусе.

В двух кассетах размещены четыре сборки с биологическими образцами, в третьей – три сборки. Сборки имеют разную конструкцию, а образцы в них располагаются на нескольких уровнях (от двух до трех). Образцы, находящиеся в верхней части аппаратуры, экспонируются под действием ультрафиолетового излучения, а другие – на нижних ярусах – в темноте. Сборки в каждой кассете соединены между собой каналом, предназначенным для удаления воздуха. Герметичность канала обеспечивается клапаном, открывающимся после выноса оборудования наружу МКС.

В предыдущем эксперименте EXPOSE-R впервые было установлено избирательное действие жесткого космического ультрафиолетового излучения (с длиной волны от 200 нм) на покоящиеся формы различных биологических объектов: споры микроорганизмов, семена высших растений и сухие эмбрионы ракообразных, которые выжили в отсутствие ультрафиолета, погибли под его действием, а споры микроскопических грибов *Aspergillus sydowii* и *Aspergillus versicolor* и личинки комара *Polypedilum vanderplanki* частично сохранили свою жизнеспособность.

На «Прогрессе М-24М» также отправили научную аппаратуру «Биополимер», задача которой – экспонирование образцов полимерных материалов в российской модулях с целью определения их стойкости к биологической коррозии в условиях космического полета. В аппаратуре находится контейнер, содержащий четыре герметично-заваренных пленочных пакета с образцами. Внутри пакетов – чашки Петри с полимерными материалами, биологически поврежденными реальной микрофлорой в ходе длительных космических полетов и дезинфицирующим средством в различных концентрациях.

По материалам Роскосмоса, РКК «Энергия» и ЦУП

Перечень грузов корабля «Прогресс М-24М»

Наименование	Масса, кг
В грузовом отсеке:	
Средства обеспечения газового состава (вентилятор, пробозаборники АК-1М, принадлежность для анализатора оперативного контроля ГАНК-4М, блок согласования сигналов и команд, электропневмоклапан, резиновые кольца)	8
Средства водообеспечения (ручной запорный клапан, блок раздачи и подогрева БРП-М, блок колонок для блока кондиционирования воды, блок колонок очистки, фильтр-реактор)	45
Средства санитарно-гигиенического обеспечения (приемник, сигнализатор, салфетки для ассенизационно-санитарного устройства, емкости с консервантом, контейнеры для твердых отходов, блок датчиков для урины/воды, переходник для емкости с водой, мочеприемники, шланги, дозатор консерванта и воды, фильтр-вставка, пылесборники, штуцер угловой, тройник)	66
Средства обеспечения питанием (контейнеры с рационами питания, свежие продукты, салфетки для средств приема пищи, термостат)	371
Одежда, средства личной гигиены, профилактики неблагоприятного действия невесомости, оказания медицинской помощи и контроля чистоты атмосферы и уборки станции, оборудование для медицинского контроля и обследования	119
Средства индивидуальной защиты (литиевый поглощательный патрон ЛП-10М, кислородный баллон БК-3М, емкость 5ПТ с водой, комплект запчастей, инструментов и принадлежностей ЗИП-2М, сменные элементы)	63
Система обеспечения теплового режима (сменные кассеты пылефильтров, вентиляторы, сменный блок для сменной панели насосов, заглушки)	27
Система управления бортовой аппаратурой (кабель, жесткий диск)	2
Система электропитания (стабилизатор напряжения и тока СНТ-50МП, блок управления преобразователем тока БУПТ-1М, преобразователь тока аккумуляторной батареи ПТАБ-1М, кабель, аккумуляторная батарея)	110
Фидерное устройство Единой командно-телеметрической системы (зажим для замка механического адаптера, кабель)	1
Средства технического обслуживания и ремонта (мешки для контейнеров, вкладыши, опора, инструментальный пояс, видеоэндоскоп, мультиметр)	7
Комплекс средств поддержки экипажа (бортовая документация, посылки для экипажа, пальчиковые батарейки, жесткий диск, комплект для очистки фото-оборудования, конверты Роскосмоса, флаг информационного агентства ИТАР-ТАСС, теплозащитный костюм ТЭК-14, бейсболки, футболки)	37
Комплекс целевых нагрузок (DVD-диск с учебным фильмом, чехол для наноспутника «Часик-1», аппаратура и оборудование для экспериментов «Аквариум», «Асептик», «Биодegradация», «Биополимер», «Визир», «Кальций», «Каскад», «Кулоновский кристалл», «Мембрана», «Обстановка», «Пародонт-2», «Регенерация-1», «Сейсмопрогноз», «Тест» и EXPOSE-R2)	114
Средства межмодульной вентиляции (переходник)	1
Оборудование для модуля «Заря» (преобразователь тока аккумуляторной батареи ПТАБ-2, пробирки, аккумуляторная батарея)	139
Оборудование для модуля «Пирс» (заглушки, рукоятка, ось, гайки, пульт абонента ВСБ-95)	2
Оборудование для модуля «Поиск» (индивидуальный противогаз космонавта ИПК-1М)	3
Американские грузы для российского сегмента (продукты питания, одежда, средства гигиены, предметы предпочтения экипажа)	125
Американские грузы для американского сегмента (емкости с консервантом, дозатор консерванта и воды, блок датчиков воды/урины, шланг с фильтром для урины, блок клапанов интерфейса по воде, шланг-тройник, шланги)	84
В отсеке компонентов дозаправки:	
Топливо в баках системы дозаправки	530
Газ в баллонах средств подачи кислорода (кислород – 26 кг, воздух – 22 кг)	48
Питьевая вода в баках системы «Родник»	420
Всего:	2322



«Жорж Леметр» – последний из ATV

В полете – европейский автоматический грузовой корабль ATV-5

Путь на орбиту

Корабль ATV-5 и РН Ariane 5ES-ATV (L593) для его запуска изготовила компания Airbus Defence and Space (дочернее предприятие корпорации Airbus). 7 октября 2013 г. «Леметр» был отправлен с завода-изготовителя в Бремене (Германия) во Французскую Гвиану: сначала автодорожным транспортом, затем по морю на контейнеровозе Agata M. Весь груз состоял из трех больших контейнеров с составными частями ATV – интегрированный грузовой отсек ICC (Integrated Cargo Carrier), служебный модуль SS (Spacecraft Subassembly) и отдельно четыре панели солнечных батарей – и 80 контейнеров с испытательным и вспомогательным оборудованием.

29 октября судно прибыло в порт Париакабо во Французской Гвиане, откуда на следующий день весь груз был переправлен в корпус подготовки полезных нагрузок S5, в его самый большой зал S5C. 1 ноября составные части «Леметра» были выгружены из транспортных контейнеров. В тот же день официально началась подготовка ATV-5 к запуску. К 4 ноября завершились контрольные электрические проверки корабля, затем с 29 ноября по 19 декабря проводились испытания его двигательной установки. Отметив рождественские и новогодние праздники, персонал космодрома с 8 по 24 января 2014 г. выполнил монтаж солнечных батарей на модуле SS.

Затем с 12 февраля по 5 марта шло размещение доставляемых сухих грузов в герметичном модуле оборудования EPM (Equipped Pressurized Module) отсека ICC. Тогда же были заполнены водой три бака в негерметичном отсеке внешнего оборудования EEB (Equipped External Bay) отсека ICC.

6 мая состоялась стыковка отсека ICC с модулем SS, а 16 мая «Леметр» перевезли из зала подготовки S5C в зал заправки полезных нагрузок S5B. С 20 по 28 мая прошла заправка двух блоков дозаправки горючим и окислителем российского стандарта, рассчитанным на использование в топливной системе российского сегмента МКС (блоки дозаправки располагаются в отсеке EEB). Тогда же были заправлены три газовых баллона отсека EEB сжатыми газами – кислородом и воздухом. С 5 по 13 июня была выполнена заправка баков собственной топливной системы ATV, расположенных в модуле SS, компонентами, соответствующими стандартам ЕКА.

23 июня «Леметр» был перевезен из корпуса S5 в корпус окончательной сборки BAF, где его уже дожидалась РН Ariane 5ES.

Носитель был доставлен в порт Париакабо 20 марта кораблем MN Toucan. С 22 апреля в корпусе предварительной сборки BIL началась его подготовка: на мобильной

пусковой платформе установили криогенную ступень EPS тип P2/H175. На следующий день в BIL были доставлены стартовые ускорители EAP тип S1/P240. 24 апреля их смонтировали на ступени EPS. 28 апреля на РН были установлены приборный отсек VEB тип 001D и вторая ступень EPS-E/P2000 тип L10. Ракета была перевезена из BIL в корпус окончательной сборки BAF 5 июня. Там 26 июня прошла установка ATV-5 на РН. «Леметр» был смонтирован на специализированном адаптере SDM (Separation and Distancing Module) диаметром 3936 мм, который, в свою очередь, крепился к ступени EPS-E.

На следующий день, 27 июня, над стыковочным узлом был смонтирован механический подъемник LCAM (Late Cargo Access Means), позволяющий опускать персонал и грузы в вертикально стоящий ATV. С 30 июня по 3 июля с помощью LCAM через люк в стыковочном узле в корабле разместили «оперативно загружаемые грузы» (Late Load Cargo, LLC). Предварительно все они были продезинфицированы: 16 июня контейнеры с грузами NASA и JAXA, 23 июня – с грузами ЕКА. Люк в «Леметр» был закрыт 3 июля, затем прошли его испытания на герметичность. На корабле были смонтированы носовые маты экранно-вакуумной теплоизоляции (ЭВТИ), проведено контрольное внешнее фотографирование ATV-5.

11 июля в BAF установили головной обтекатель (производство компании RUAG Aerospace) диаметром 5.4 м и высотой 17 м. В тот же день была подготовка к заправке ступени EPS-E и системы ориентации SCA. Старт на тот момент планировался на 25 июля в 01:41:04 UTC. Однако с 12 по 21 июля шли дополнительные испытания на РН. По неофициальным сообщениям, возникли проблемы с системой управления второй ступени.

Лишь 22 июля работы по подготовке к пуску возобновились: прошла заправка топливом баков системы SCA. Тогда же было официально объявлено о переносе запуска на 29 июля. 23 июля ступени EPS-E заправили гидразином, а на следующий день – азотным тетроксидом. В тот же день, 24 июля, состоялась репетиция предстартового отсчета, а 26 июля – смотр стартовой готовности, который не выявил проблем.

28 июля РН перевезли из BAF на стартовый комплекс площадки ELA3. На следующий день загрузили в бортовые компьютеры ATV-CC (ATV Control Centre) окончательную версию полетных данных, после чего за 11 час 30 мин до пуска начался предстартовый отсчет. Он прошел гладко, и в расчетное время РН поднялся в ночное практически безоблачное небо Французской Гвианы. Общая

В. Мохов.
«Новости космонавтики»

29 июля в 20:47:38 по местному времени (23:47:38 UTC) со стартового комплекса ELA3 Гвианского космического центра (ГКЦ) стартовая команда компании ArianeSpace выполнила пуск РН Ariane 5ES-ATV (миссия VA 219, бортовой номер L593). Полезной нагрузкой носителя стал автоматический транспортный космический корабль ATV-5 «Жорж Леметр» (Georges Lemaître), созданный Европейским космическим агентством.

В результате первого включения второй ступени EPS-E корабль был выведен на переходную, а после второго – на низкую околоземную орбиту и в 22:56:05 UTC отделился.

Параметры орбиты ATV-5 «Жорж Леметр» по данным компании ArianeSpace составили (в скобках плановые значения):

- наклонение – 51.64° (51.63°);
- высота в перигее – 255.3 км (256.5 км);
- высота в апогее – 260.5 км (261.5 км).

Расчет по данным Стратегического командования (СК) США дал следующие параметры с высотами над сферой радиусом 6378.14 км:

- наклонение – 51.63°;
- высота в перигее – 256.3 км;
- высота в апогее – 262.2 км;
- период обращения – 89.64 мин.

В каталоге СК США кораблю были присвоены номер **40103** и международное регистрационное обозначение **2014-044A**.

Событие	Время (от контакта подъема)	Высота, км	Скорость, м/с
Отделение ускорителей EAP	00:02:16.7	66.7	2055
Сброс головного обтекателя	00:03:25.2	109.7	2432
Отключение маршевого двигателя Vulcain 2 ступени EPS	00:08:40.4	136.6	7032
Отделение ступени EPS	00:08:46.4	137.3	7056
Первое включение двигателя Aestus ступени EPS-E	00:08:53.4	138.1	7055
Отсечка двигателя Aestus	00:17:05.1	145.9	7564
Второе включение двигателя Aestus ступени EPS-E	00:59:22.7	264.9	7420
Отсечка двигателя Aestus	00:59:50.7	265.2	7454
Отделение ATV-5	01:03:49.7	268.2	
Третье включение двигателя Aestus ступени EPS-E	02:24:14.7	259.0	
Отсечка двигателя Aestus	02:24:29.7	259.1	

масса полезной нагрузки в миссии VA219 (включая адаптер) составила 20 294 кг при массе корабля ATV-5 в 19 896 кг. Выведение проходило по циклограмме, приведенной в таблице.

«Леметр» отделился от ступени EPS-E в зоне видимости наземной станции в Адelaide (Австралия), после чего корабль установил связь с ЦУПом в Тулузе через американский спутник-ретранслятор TDRS. Успешно прошло раскрытие всех внешних элементов ATV – солнечных батарей, антенн. Ступень EPS-E была сведена с орбиты третьим импульсом, ее обломки упали в Тихом океане.

После запуска компания Arianespace объявила, что это был 60-й подряд безаварийный старт для РН семейства Ariane 5.

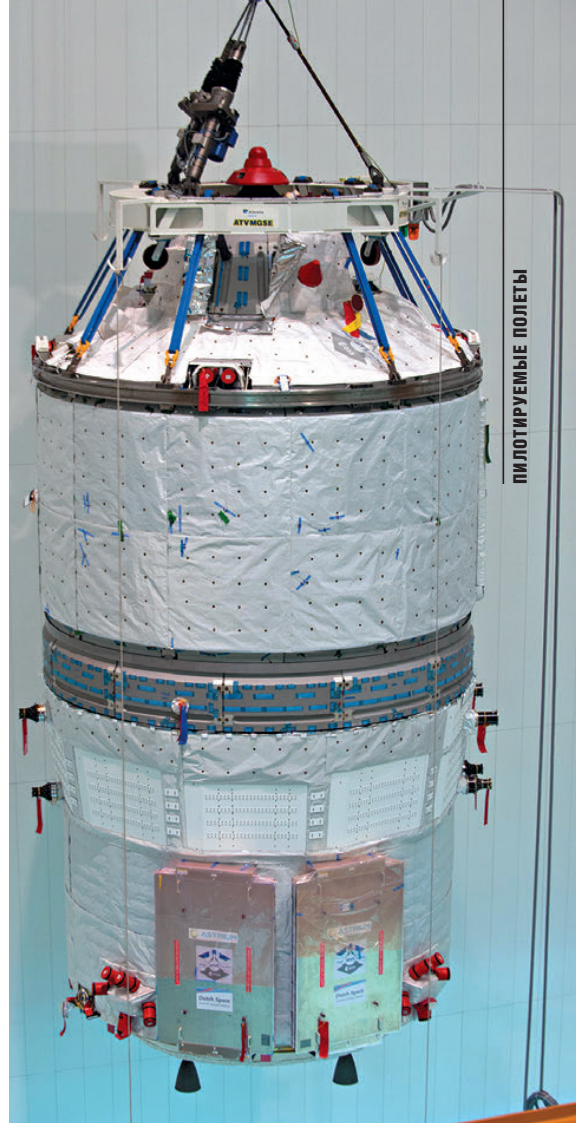
Успешный грузовик и его перспективы

Программа ATV, начатая в середине 1980-х как проект буксира для доставки герметичных модулей и негерметичных грузов к

космическим станциям, затем постепенно трансформировалась в тяжелый грузовой корабль МКС. Полет «Жоржа Леметра» стал пятым и последним для кораблей данного типа. Эти пять кораблей ЕКА обязались построить и запустить в качестве своего вклада в программу МКС за период до 2017 г. Запуск ATV-5 в июле 2014 г., агентство досрочно выполнило свои обязательства. При этом ЕКА заранее объявило, что решило прекратить производство ATV после пятого корабля. Примечательно, что во всех пяти полетах ATV было выполнено их главное задание – доставка грузов на станцию.

Изначально недостатком корабля считался слишком «узкий» просвет люка стыковочного механизма – лишь 800 мм. Из-за этого ATV нельзя было использовать для доставки на станцию крупногабаритного оборудования типа американских стандартных стоек. Однако, как показала практика эксплуатации МКС, потребность в таких грузах небольшая. Зато европейский грузовик мог проводить дозаправку баков станции топливом, а также имел автономную систему стыковки, не требующую захвата корабля манипулятором для последующей его пристыковки (как это делается при полетах японского HTV и американских Dragon и Cygnus). Такие возможности есть только у российских «Прогрессов».

Европейский корабль оказался близок по возможностям к советскому транспортному кораблю снабжения 11Ф72 ТКС. Тот также выполнил немного полетов – четыре, и лишь в двух из них использовался для доставки грузов на орбитальную станцию «Салют-7». Еще два корабля использовались в качестве



ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

Священник-астроном

Присвоение имен трем первым кораблям ATV проводилось с учетом доли участия в создании корабля. Национальные космическим агентствам стран, которые внесли наибольший вклад в проект, предоставлялось право дать очередному кораблю имя какого-либо известного их земляка. Так, ATV-1 был назван в честь знаменитого французского писателя Жюль Верна (Jules Verne), ATV-2 – в честь великого немецкого астронома Иоганна Кеплера (Johannes Kepler), ATV-3 – в честь не самого известного итальянского физика Эдоардо Амальди (Edoardo Amaldi). ATV-4 нарекли в честь величайшего физика-теоретика XX века Альберта Эйнштейна (Albert Einstein). Он был евреем, родившимся в Германии, но инициативу назвать корабль «Эйнштейн» проявила Швейцария, куда будущий физик переехал в возрасте 14 лет и где жил в течение 21 года.

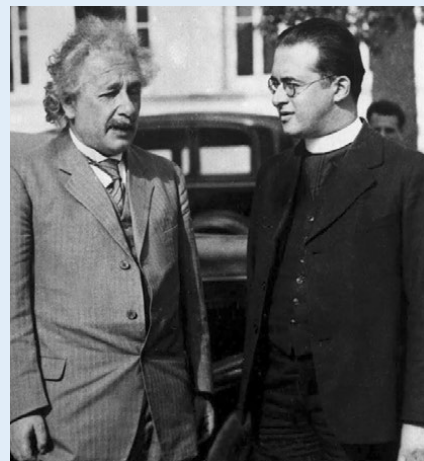
Корабль ATV-5 был назван в честь Жоржа-Анри-Жозефа-Эдуара Леметра (Georges Henri Joseph Édouard Lemaître) – бельгийского римско-католического священника, а также всемирно известного астронома, математика и физика. Делегация Бельгии в ЕКА официально внесла такое предложение, и название «Жорж Леметр» одобрил Совет ЕКА по программе МКС в ходе своего заседания, состоявшегося в штаб-квартире агентства в Париже 14–15 февраля 2012 г.

Жорж Леметр родился 17 июля 1894 г. в Шарлеруа (Бельгия). В 1914 г. окончил в родном городе иезуитский колледж. Получив чисто духовное образование, он продолжил обучение в Лёвевском католическом университете по инженерной специальности. Во время Первой мировой войны Леметр служил в артиллерии,

был награжден бельгийским Военным крестом. После войны продолжил обучение в Лёвене, изучая математику, физику, астрономию и теологию, а в 1920 г. получил докторскую степень по физике и математике.

В 1923 г. Леметр был рукоположен в священники и получил сан аббата. Одновременно он поступил в Кембриджский университет, где под руководством известного британского астрофизика сэра Артура Стэнли Эддингтона (Arthur Stanley Eddington) написал ряд работ по космологии, звездной астрономии и вычислительной математике. Занятия астрономией аббат Леметр продолжил в Гарвардской обсерватории (США), а затем – в Массачусеттском технологическом институте, где получил степень доктора наук. В США он познакомился с исследованиями Весто Слайфера (Vesto M. Slipher) и Эдвина Хаббла (Edwin P. Hubble), измеривших красное смещение у галактик. В 1925 г., вернувшись в Бельгию, Леметр получил должность профессора астрофизики, а позднее – прикладной математики в Католическом университете Лёвена, в котором и работал до конца своей карьеры.

В 1927 г. в *Анналах Бельгийского научного общества* вышла его работа «Однородная Вселенная постоянной массы и возрастающего радиуса, объясняющая радиальные скорости внегалактических туманностей». В ней он объяснил огромные значения красного смещения у галактик, измеренные Слайфером и Хабблом, разбеганием галактик, вызванным общим расширением Вселенной. Леметр также сформулировал зависимость между расстоянием и скоростью галактик и дал довольно точную оценку связывающего их коэффициента. Однако его работа, опубликованная на

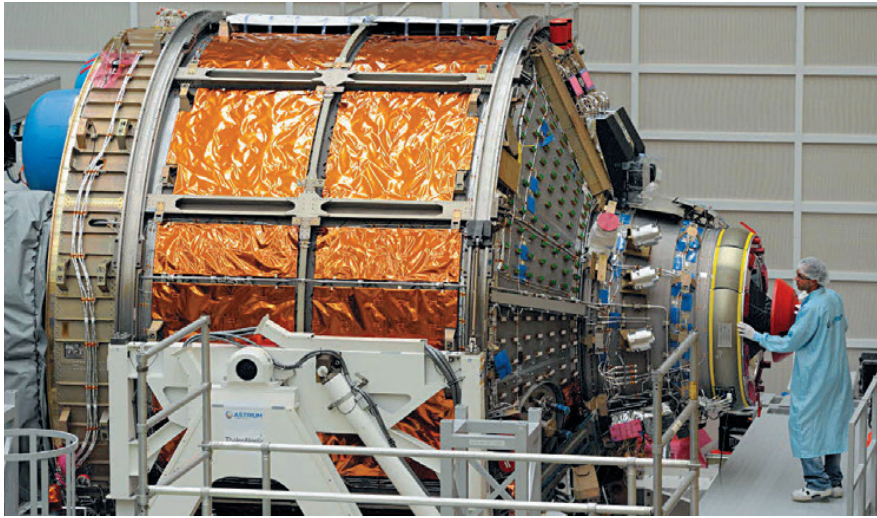


▲ Альберт Эйнштейн и Жорж Леметр, 1933 год

французском языке в малоизвестном журнале, осталась почти незамеченной, и в 1929 г. зависимость и коэффициент были вновь выведены Хабблом и получили его имя.

В 1931 г. Леметр предложил идею эволюции Вселенной, родившейся из «первоначального атома». И хотя в 1949 г. сэр Фред Хойл (Fred Hoyle) иронично назвал эту теорию «Большим взрывом», еще позже она стала общепринятой, а название прижилось.

В 1936 г. Леметр был избран членом Папской академии наук, а с 1960 г. стал ее президентом. Умер он 20 июня 1966 г. в Лёвене, прочитав незадолго до смерти об открытии космического микроволнового фонового излучения, что стало практическим доказательством его теории о происхождении Вселенной.



▲ Отсек полезной нагрузки ATV-5 на заводе в Бремене

Запуски кораблей серии ATV					
Корабль	Имя	Дата старта	Дата стыковки	Дата расстыковки	Дата сведения с орбиты
ATV-1	Jules Verne	09.03.2008	03.04.2008	05.09.2008	29.09.2008
ATV-2	Johannes Kepler	16.02.2011	24.02.2011	20.06.2011	21.06.2011
ATV-3	Edoardo Amaldi	23.03.2012	28.03.2012	28.09.2012	03.10.2012
ATV-4	Albert Einstein	05.06.2013	15.06.2013	28.10.2013	02.11.2013
ATV-5	Georges Lemaître	29.07.2014	12.08.2014	25.01.2015 (план)	10.02.2015 (план)

буксиров для модуля «Квант» и макета боевой станции «Скиф-Д» (по техническим причинам ТКС со «Скифом» на орбиту не вышел).

Объединяет их еще и то, что изначально ТКС создавался как пилотируемый корабль, а на базе ATV прорабатывался вариант для полета астронавтов СТВ (Crew Transport Vehicle). В составе ТКС имелся возвращаемый аппарат, и рассматривался вариант оснащения ATV возвращаемой капсулой. Сопоставимы и массы этих кораблей (ТКС – 21.6 т, ATV – 20.6 т), и массы груза, доставляемого на орбитальную станцию (ТКС – около 5500 кг, ATV – 7667 кг).

В свое время ТКС стал базой для целой серии модулей орбитальных станций (четыре работали в составе «Мира», один сейчас в составе МКС, еще один готовится к запуску). Для ATV тоже история не заканчивается пятым полетом. Еще до этой миссии начались полеты американского грузового корабля Cygnus компании Orbital Sciences, герметичный грузовой отсек которого был создан компанией Thales Alenia Space на базе грузового отсека ИСС корабля ATV.

В мае 2011 г. генеральный директор EKA Жан-Жак Дордэн (Jean-Jacques Dordain) объявил о возможном сотрудничестве с NASA по созданию корабля на основе технологий ATV как вклад EKA в программу МКС на период с 2017 г. и до окончания ее эксплуатации. 21 июня 2012 г. компания EADS Astrium (сейчас Airbus Defence and Space) объявила о получении двух контрактов, каждый стоимостью 6.5 млн евро, на исследования относительно возможности использования технологий и опыта, накопленных в программах корабля ATV и модуля Columbus, для будущих миссий. В рамках первого контракта было предложено использовать элементы конструкции и систем служебного модуля SS корабля ATV для разработки сервисного модуля SM (Service Module; в России этот элемент КК традиционно называется

приборно-агрегатным отсеком) создаваемого NASA пилотируемого корабля Orion.

Спустя всего пять месяцев, 21 ноября 2012 г., EKA официально объявило о решении участвовать в создании SM для первого беспилотного полета КК Orion по траектории облета Луны (миссия EM-1), который по последним планам состоится не ранее сентября сентября 2018 г. Производителем SM было объявлено бременское подразделение Airbus Defence and Space. 16 января 2013 г. представители NASA и EKA уже совместно объявили о соглашении по разработке и изготовлению сервисного модуля SM на основе технологий, отработанных и проверенных на ATV. В качестве оплаты за эту работу EKA получит возможность пользоваться ресурсами американского сегмента МКС и находящимся там оборудованием до окончания эксплуатации станции.

Модуль SM будет оснащен системой электропитания с крестообразно расположенными прямоугольными панелями солнечных батарей, системой терморегулирования, двигательной установкой и системой жизнеобеспечения, аналогичными тем, что применяются на ATV. В дополнение к двигателям от ATV, NASA предоставит для SM основной маршевый двигатель, в качестве которого будет использоваться ЖРД системы орбитального маневрирования шаттлов OMS (Orbital Maneuvering System). Переговоры между NASA и EKA о производстве аналогичных модулей для следующих полетов Orion пока продолжаются.

Массовые характеристики грузов, доставленных кораблями серии ATV (кг)					
Параметр	Корабль ATV-1	Корабль ATV-2	Корабль ATV-3	Корабль ATV-4	Корабль ATV-5
Топливо:	3235	5605	4206	3440	2978
– для заправки МКС	860	851	860	860	860
– для подъема орбиты МКС	2375	4754	3346	2580	2118
Вода	285	0	285	570	843
Газы	20	100	100	100	100
Сухие грузы:	1150	1605	2200	2489	2681
– заранее загружаемые грузы	1150	1170	1608	1380	1447
– «оперативно» загружаемые грузы	0	435	592	1109	1234
Итого	4690	7310	6791	6599	6602
Удаленные с МКС грузы и мусор	1094	1300	1340	2260	

Грузопоток на ATV

Первый корабль «Жюль Верн» считался экспериментальным, а потому был существенно недогружен: это была испытательная миссия с повышенным риском. Значительная доля топлива в баках служебного модуля выделялась для маневрирования, и поэтому общая масса грузов ATV-1 (включая и топливо, предназначавшееся для коррекции орбиты МКС с помощью ДУ ATV) составила лишь 4557 кг из максимально возможных 7667 кг. В первом эксплуатационном полете загрузка ATV-2 приблизилась к максимальной и составила 7093 кг, что так и осталось рекордом для европейского корабля.

По сравнению с «Кеплером» загрузка «Амальди», «Эйнштейна» и «Леметра» снизилась на полтонны. Существенно изменилась и ее структура. Во всех полетах от ATV-2 до ATV-5 постоянно снижалась масса топлива для подъема орбиты МКС. Причиной этого стала относительно низкая солнечная активность, из-за чего «набухание» верхней атмосферы Земли и ее тормозное воздействие было относительно небольшим. Кроме того, после окончания эксплуатации шаттлов высота орбиты МКС была существенно увеличена. Оба эти фактора привели к снижению расходов топлива на коррекции орбиты. Благодаря этому от полета к полету росла масса доставляемой воды и масса сухих грузов, в том числе и «оперативно загружаемых грузов» LLC.

По воде и сухим (в том числе и «оперативным») грузам ATV-5 стал рекордсменом. Его три бака в негерметичном отсеке внешнего оборудования ЕЕВ были залиты водой «под горло»: 843 л из теоретически возможных 850 л. Как и другие ATV начиная со второго, «Леметр» доставил на МКС 100 кг сжатых газов: кислород (в двух баллонах – 66.67 кг) и воздух (в одном – 33.33 кг).

Для размещения сухих грузов на ATV-5 в его герметичном модуле оборудования EPM стояли восемь облегченных грузовых стоек ILR (Integrated Light Racks) – по две стойки по правому и левому борту и по две стойки на «полу» и «потолке». Еще два стойко-места (в полу и на потолке в носовой части EPM) занимали временные грузовые стойки TSR (Temporary Stowage Racks). В стойках до стыковки ИСС и SS разместили 1447 кг заранее загружаемых грузов.

Кроме того, на передней поверхности стоек ILR были смонтированы грузовые платформы AP (Adapter Plate), на которых могли крепиться транспортные мешки с большими негабаритными грузами массой до 75 кг, загружаемые в качестве «оперативных» грузов LLC. Таких грузов в ATV-5 расположили 1234 кг в 57 транспортных сумках СТВ (Cargo Transfer Bags) и пяти мешках для негабаритных грузов M-02. В результате «Леметр» установил рекорд для ATV по доставке сухих грузов на МКС – 2681 кг.

Среди этих грузов ATV-5 привез новую научную аппаратуру для европейских, японских и американских исследований. Помимо этого, корабль доставил на орбиту запчасти для служебных систем станции (в частности, новый конвертор PPF5 со 120 В на 28 В постоянного тока для модуля Columbus), компьютерное оборудование, кинофотоаппаратуру, продукты питания (американские

космические СМИ почему-то особенно отмечают кофе и соевый соус), одежду, предметы гигиены, посылки членам экипажей 40-й и 41-й экспедиций на МКС.

По завершении миссии грузовик будет заполнен мусором и отходами массой около 1300 кг. Спуск в атмосфере Земли ATV-5 будет осуществляться по более пологой траектории, чем предыдущие корабли этой серии, и в ходе его будут собираться данные для уточнения модели будущего свода с орбиты МКС и ее разрушения в плотных слоях атмосферы.

Эксперименты «Леметра»

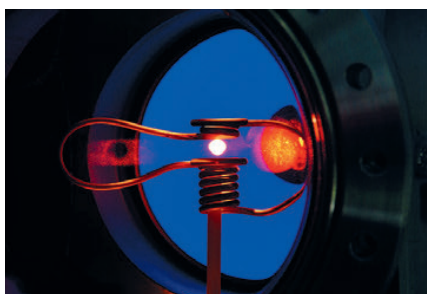
Самым большим по габаритам и массе научным оборудованием, прибывшим на МКС, стала европейская печь **MSL-EML** (Material Science Laboratory – ElectroMagnetic Levitator). Суммарная масса всех ее компонентов, доставленных на ATV-5, составила около 360 кг. Эксперимент с печью нацелен на исследование термодинамических процессов в расплавленных металлах и сложных сплавах в условиях невесомости и при отсутствии контакта с любыми поверхностями. Большинство металлов и сплавов имеют микрокристаллическую структуру, размеры которой зависят от режимов плавления и охлаждения расплава и от размеров которой напрямую зависят механические свойства материала. Резкое и быстрое охлаждение изменяет кристаллическую микроструктуру, делая ее более твердой. Существенное влияние на эти процессы на Земле оказывает форма, в которой расплавляется и остывает материал. Различия температуры элементов формы, металла и его плотности приводят к возникновению конвекционных потоков, из-за которых получившаяся отливка имеет неоднородную структуру.

Литье в невесомости является одним из способов избежать неоднородности металла при литье. В отсутствие гравитации не возникает никаких конвекционных потоков, способствующих неравномерному распределению тепла внутри отливки. Кроме того, при литье в невесомости нет необходимости в использовании традиционных литевых форм, расплавленный металл может удерживаться и формироваться при помощи магнитных полей. Это также полностью исключает загрязнение металла элементами из материала формы.

Нагрев образцов в печи MSL-EML до температуры около 2100°C осуществляется с помощью индукционной катушки. Образцы (диаметром 5–8 мм) будут удерживаться в плавильной установке в электромагнитном поле, не допуская их контакта со стенками. Отсюда вторая часть названия самой печи – «электромагнитный левитатор». Первая же часть аббревиатуры – это место, где печь будет расположена на МКС: научная стойка с материаловедческой лабораторией MSL в модуле Columbus. Образцы будут расплавляться либо в вакууме высокой чистоты, либо в инертной газовой среде. Для точного измерения температуры в плавильной камере установлен пирометр с измерительной головкой менее 2 мм и высокой точностью в диапазоне 600–2000°C. В камере имеется система подсветки. Доступная зона наблюдения имеет размер 10×10 мм. Для экспе-

риментов с поверхностным натяжением и измерением вязкости возможна генерация колебаний в диапазоне частот 10–50 Гц. Установка работает автоматически, но возможен и режим телеуправления с Земли.

Аппаратура MSL-EML изготовлена компанией Airbus Defence and Space при содействии специалистов EKA и Германского аэрокосмического центра DLR. Она включает в себя собственно плавильную камеру с системами управления и передачи данных, блок питания, водяной насос системы охлаждения, осевую обычную цифровую видеокамеру, радиальную камеру для высокоскоростной съемки (до 200 кадров в секунду), модуль по-



▲ Испытания установки MSL-EML при кратковременных полетах на невесомость

дачу газа. Также привезены 18 образцов для экспериментов (среди них сплавы из алюминия, меди, железа и никеля). Варьируя условия нагрева и охлаждения, станет возможно определить комплекс основных факторов, влияющих на свойства конечного материала.

На MSL-EML будут выполняться исследования зарождения кристаллизации, кинетики при переохлаждении расплавов, формирование микроструктуры в сплавах, поверхностное натяжение и вязкость, вызванные поверхностными колебаниями в образце. Камеры будут производить запись всех процессов, происходящих в моменты плавления и охлаждения материалов. Анализ образцов будет осуществляться на Земле.

На 40-ю и 41-ю экспедиции на установке MSL-EML намечено провести шесть экспериментов:

- 1 Coolcop (процессы, в том числе поверхностное натяжение при разогреве и охлаждении сплава кобальта и меди);
- 2 Magnephas (переходы из твердого состояния в жидкое и обратно у магнитных материалов – железа, кобальта и никеля);

3 Metcomp (влияние невесомости на металлическую структуру никель-титанового сплава);

4 Nequisol (изучение микроскопической структуры никель-алюминиевых и алюминий-медных сплавов при их остывании вокруг иглы, вставленной в их жидкую форму);

5 Semitherm (изучение свойств кремний-германиевых сплавов, полученных в невесомости);

6 Thermolab (температурные и физические свойства промышленных сплавов в невесомости и в жидком состоянии).

В рамках европейского технического эксперимента **Haptics-1** на МКС будет испытываться мехатронный (соединенный с миникомпьютерами) джойстик, имеющий тактильную обратную связь. Само название эксперимента происходит от греческого слова «harphe» – «осязание» – и от науки хаптики, изучающей осязание, прикосновения, кожу как орган восприятия, тактильные формы деятельности. Целью эксперимента является создание новых органов управления, улучшающих и облегчающих дистанционную управляемость космических робототехнических средств.

В комплект аппаратуры входит сам джойстик, система его крепления на теле астронавта, планшетный ПК для контроля хода эксперимента, некоторое периферийное оборудование, необходимое для выполнения работ. Джойстик можно будет свободно двигать, как аналогичные устройства для видеоигр. Однако Haptics-1 сможет прилагать обратные усилия и вибрацию, для чего на нем смонтированы серводвигатели. Это даст возможность астронавту чувствовать то, что испытывает управляемый им меха-



низ. В ходе эксперимента астронавт будет использовать джойстик для игры на компьютере в пинг-понг. По итогам испытаний будут заполняться опросники, что позволит усовершенствовать конструкцию джойстика. Этот эксперимент является частью европейской программы METERON (Multipurpose End-To-End Robotic Operations Network) по созданию робототехнических устройств для облегчения работы человека в будущих дальних космических миссиях, например к астероидам или к Марсу. Их также можно будет применять на Земле в области телемедицины или для работ в опасных условиях, например с радиоактивными материалами или на атомной электростанции.

В еще одном европейском эксперименте **Spacetex** (от Space Textil – космический текстиль) будут испытываться новые виды ткани для одежды астронавтов. Во время ежедневных спортивных упражнений астронавт будет надевать один из двух типов одежды: первый из полиэстера, полиэтилентерефталата и полибутилентерефталата (изготовлен компанией Schoeller Textil AG), второй из хлопка. Ткани изготовлены из формованных и текстурированных нитей. Из них сделаны однослойные и многослойные трикотажные изделия. Участники эксперимента будут оценивать взаимодействие одежды с телом, поглощение ею тепла и пота во время активных физических нагрузок, комфортность таких тканей для климатических условий на МКС. Образцы одежды будут возвращены на Землю для химического спектрометрического анализа.

Кроме того, на «Леметре» были доставлены расходные материалы и оборудование для продолжения ранее начатых экспериментов BLB, EPM, ESA Energy, ESA Airway Monitoring, MagVector, Wisenet, проводимых по научной программе ЕКА.

Для японской научной программы ATV-5 доставил оборудование и материалы для трех экспериментов. Холтеровские мониторы послужат для регистрации суточных электрокардиограмм в эксперименте по изучению биологических ритмов астронавтов **BRE** (Biological Rhythms Experiment). Аквариум с рыбками данио рерио, они же брахиданио рерио, или рыба-зебра (Zebrafish), доставлен для эксперимента **Zebrafish Muscle**. Рыбки будут помещены в аквариум AQH в модуле Kibo. Видеонаблюдение за ними позволит оценить влияние невесомости на потерю их мышечной массы, а также на рост, развитие, физиологические и психологические процессы и процесс старения без воздействия гравитации.

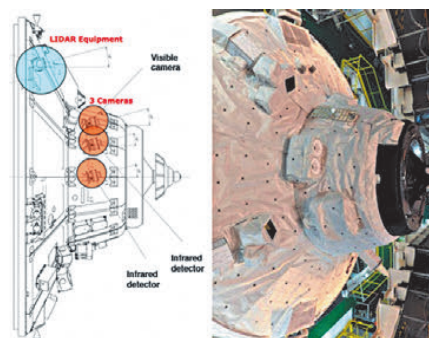
Кроме того, «Леметр» привез платформу **ExHAM** (Exposed Experiment Handrail Attachment Mechanism), которая может быть вынесена в открытый космос через шлюз модуля Kibo и зафиксирована на его внешней поверхности с помощью японского высокоточного дистанционного манипулятора JEM RMS SFA. На поверхности платформы ExHAM могут быть закреплены до 20 образцов или малых автономных экспериментальных установок габаритами 100×100×20 мм для экспозиции в открытом космосе: до семи на верхней площадке и до 13 на боковых.

«Леметр» привез на МКС оборудование и расходные материалы для 15 американских

экспериментов. Среди них – набор **Marker Kit** (маркеры для тела и клейкая лента) для совместного с итальянским агентством эксперимента **Elite-S2** по анализу движения тела человека во время периода адаптации к невесомости. Укладка **Wet Lab** представляла собой герметизируемую одноразовую перчаточную сумку DGB (Disposable Glove Bag) для обработки на орбите результатов простых биологических исследований. Были также доставлены перчатки, салфетки, комплекты для сбора анализов мочи, слюны и крови для медицинских наблюдений с помощью аппаратуры стоек **HRF** (Human Research Facility), а также оборудование (эхо-гель, электроды, поверхностные провода, аккумуляторы и т.д.) для электрокардиографа этих стоек.

Испытания в начале полета и напоследок

В начале и конце полета ATV-5 было запланировано провести несколько технических экспериментов. На «Леметре» была установлена новая европейская **система автоматического сближения LIRIS** (Laser InfraRed Imaging Sensors), созданная компанией Airbus Defence and Space. Она включает в себя лидар немецкой фирмы Jena-Optronics и оптические датчики инфракрасного и



▲ Элементы системы LIRIS

видимого диапазонов французской компании SODERN. Система LIRIS предназначена для обеспечения сближения до контакта с некооперируемыми объектами, то есть не оснащенными специальными ответными средствами (антенны, отражатели, мишени и т.п.). В перспективе эта система может использоваться для сближения не только с космическими кораблями и орбитальными станциями, но и с элементами космического мусора и даже с астероидами.

До сих пор все корабли ATV при сближении с МКС использовали систему наведения, навигации и управления, состоящую из двух контуров. Для этапа дальнего сближения до дальности 500 м служил контур, использующий навигационные сигналы системы GPS. Для их приема на ATV установлены две антенны. В этом контуре управления применяется также гироскопический блок, три акселерометра, два звездных датчика STG и солнечный датчик. Второй контур используется для окончательного сближения и стыковки с МКС. Он включает лазерно-оптические датчики – телегонометры TGM (на дальностях от 500 до 250 м) и видеометры VDM (менее 250 м). На Служебном модуле «Звезда» установлены отражатели и мишени для работы датчиков второго контура. Кро-

ме того, на ATV установлена российская система «Курс», которая работает при подходе к станции в режиме слежения и является дополнительным источником информации для контроля экипажем процесса сближения.

Система LIRIS способна обеспечить сближение с дальности 30 км. От этого рубежа и до 3.5 км сближение проводится по данным оптических датчиков инфракрасного и видимого диапазонов. Затем включается лидар и работает совместно с датчиками до момента касания. Внутри «Леметра» были установлены новая компьютерная система со специальным программным обеспечением и новая навигационная система.

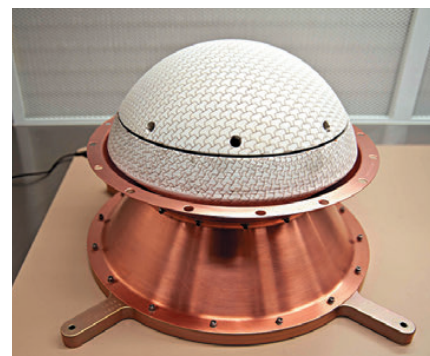
Для испытания оптического канала системы LIRIS на 8 августа запланирован подход «Леметра» к МКС до дальности 8 км. Лидар должен использоваться в тестовом режиме при сближении и стыковке 12 августа, применяя установленные на «Звезде» отражатели основной навигационной системы.

Эксперименты на ATV-5, как и на его предшественниках, продолжатся и при его своде с орбиты. Помимо использования при входе в атмосферу новой, более пологой траектории, внутри грузового отсека ИСС будут стоять сразу три капсулы с аппаратурой для регистрации параметров входа в атмосферу и разрушения корабля при окончании его полета.

Японская капсула **i-Ball** создана по заданию JAXA японской компанией IHI Aerospace Co. Ltd. При спуске в плотных слоях атмосферы i-Ball будет измерять температурные данные, ускорение, угловые скорости, сделает фотоснимки разрушения ATV-5. С высоты ниже 50 км, когда закончится этап торможения в плазменной оболочке и радиоволны начнут доходить до i-Ball, он сможет определять свое местоположение по данным системы GPS. Капсула имеет сферическую форму диаметром 400 мм и общую массу с теплозащитным покрытием 17 кг. Аппарат имеет парашютную систему и рассчитан на приводнение. Получить данные можно будет лишь тогда, когда КА найдут в океане. Капсулы i-Ball устанавливались ранее на кораблях ATV-3, ATV-4 и японских грузовиках HTV-3 и HTV-4.

Американская капсула **REBR-W** (ReEntry Breakup Recorder – Wireless), предназначенная для тех же целей, создана американской компанией Aerospace Corp при участии двух центров NASA – Космического центра имени Джонсона и Исследовательского центра имени Эймса при спонсорстве NASA и Минобороны США. Ее предшественники – капсулы REBR первого поколения – выполнили четыре полета: на кораблях HTV-2, ATV-2

▼ Американская капсула REBR-W



(неудачно – аппарат на связь не вышел), HTV-3 и ATV-3. В отличие от сферической i-Ball, капсула REBR имеет конический теплозащитный экран диаметром 360 мм. Масса REBR с экраном – 8,6 кг. На аппарате установлены акселерометры, датчики температуры, датчики давления, регистратор данных, GPS-приемник, модем передачи данных. При прохождении плотных слоев атмосферы аппаратура капсулы фиксирует параметры движения и процесс его разрушения. «Вывалившись» из обломков корабля, она продолжает самостоятельный полет, тормозясь теплозащитным экраном. На высоте около 18 км капсула начинает падать с дозвуковой скоростью. С этого момента и до падения в океан она передает записанные данные через спутники системы Iridium.

Для полета на ATV-5 капсула прошла модернизацию. На нее установили беспроводную аппаратуру связи, которая будет получать данные с ряда небольших беспроводных датчиков, прикрепленных к основным элементам конструкции «Леметра». Тем самым расширится диапазон точек измерения параметров. REBR-W будет записывать от них данные о температуре, давлении, параметрах движения. Передача этой информации также, как и на предшественниках, будет вестись во время падения на дозвуковых скоростях через КА Iridium.

Вслед за японцами и американцами аналогичный аппарат разработали и европейцы. Капсулу ВUC (Break-Up Camera) по заданию ЕКА создали за девять месяцев инженеры компании RUAG Space. Сферическое изделие массой около 4 кг закреплено на транспортной платформе. На второй такой же платформе стоят блоки электроники для подготовки работы аппарата и инфракрасная камера IRC (Infra-Red Camera). Внутри капсулы установлен блок спутниковой связи SATCOM (Satellite communicator). Капсула, покрытая снаружи теплозащитным слоем,



ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

разработанным DLR, способна вынести температуру до 1600°C. Программное обеспечение разработано швейцарской компанией ETH Zurich, антенну и электронику – Viasat, а батареи электропитания – датская компания GomSpace.

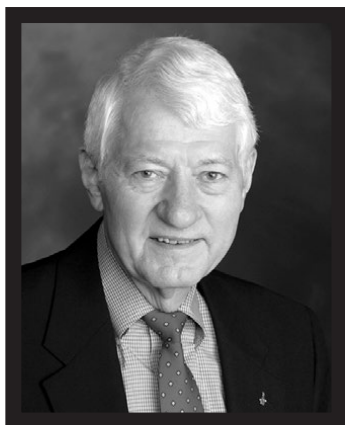
Камера будет включена экипажем МКС за 72 часа до отстыковки корабля, а блок SATCOM включится по командам электроники только при входе «Леметра» в атмосферу. Во время разрушения ATV-5 на высотах порядка 70–80 км камера IRC будет снимать этот процесс внутри корабля. Камера сгорит вместе с кораблем, но снятые изображения последних 20 сек перед этим будут записаны в блок памяти капсулы. После того, как корабль развалится на части, капсула продолжит полет, тормозя в атмосфере. Она оборудована антенной системы спутниковой связи Iridium. Ожидается, что даже когда капсула будет окружена высокотемпературной плазмой, сигналы от ее антенны смогут доходить до спутников Iridium. Передача сигналов будет продолжаться и после выхода ВUC из плазмы вплоть до момента падения в океан.

По информации ЕКА, Arianespace, Airbus Defence and Space, Alenia Spazio, NASA, JAXA



Самый странный груз на «Леметре»

Среди грузов ATV-5 был кусок метеорита Кампо-дель-Сьело (Campo del Cielo), упавшего на Землю около 5000 лет назад. Частицу этого метеорита купила художница Кэти Патерсон (Katie Paterson), работающая в Берлине. Она выразила обеспокоенность тем, что, когда метеориты падают на Землю, в космосе их становится меньше. Поэтому из метеоритного вещества британка сама выплавилла уменьшенную копию Кампо-дель-Сьело массой 680 г. Перед отправкой метеорита на станцию он прошел процесс очистки в лаборатории ESTEC (Нидерланды), проверку на отсутствие радиации и упакован в пластиковый пакет.



Генри Уоррен ХАРТСФИЛД

21.11.1933–17.07.2014

17 июля 2014 г. в результате осложнений после хирургической операции в возрасте 80 лет скончался бывший астронавт ВВС США и NASA Генри Уоррен (Хэнк) Хартсфилд-мл. (Henry Warren 'Hank' Hartsfield Jr.).

Он родился 21 ноября 1933 г. в г. Бирмингем (штат Алабама) и окончил среднюю школу в 1950 г. Будучи студентом университета Оберна, прошел подготовку офицеров резерва и в 1955 г. поступил в Военно-воздушные силы. Став летчиком, он служил на базе Битбург в ФРГ. После Школы летчиков-испытателей служил на авиабазе Эдвардс.

В 1966 г. он был зачислен в программу военной орбитальной станции MOL. После закрытия программы Хартсфилд в сентябре 1969 г. был переведен в астронавты NASA в составе 7-го набора. Хартсфилд был членом экипажа поддержки Apollo 16 и всех трех экипажей станции Skylab. В августе 1977 г. он уволился из ВВС в звании полковника, но остался в NASA. В программе Space Shuttle он был дублером пилотов STS-2 и -3, а в марте 1982 г. был официально назначен пилотом STS-4.

Его первый старт на «Колумбии» состоялся 27 июня 1982 г. Это был заключительный испытательный полет шаттла, особенностями которого были первый полезный груз Минобороны США и первая посадка на бетонную полосу.

В феврале 1983 г. Хэнка назначили командиром миссии STS-12 по выводу спутника связи TDRS-C. Этот полет был отменен, и Хартсфилд с экипажем был переведен на миссию 41-D. Его коллега по экипажу М. Маллейн вспомнил:

«49-летний, с волосами, словно присыпанными снегом, Хэнк Хартсфилд казался старцем... Не в пример своим сверстникам, которые иногда были дотошны до безобразия, Хэнк был спокойным и часто разражался смехом».

30 августа 1984 г. Хартсфилд стартовал второй раз на борту «Дискавери». Были запущены три спутника связи и развернута экспериментальная солнечная батарея длиной 32 м. На посадке в системе амортизации правой стойки упало давление, и «Дискавери» заметно повело вправо, но Хартсфилд путем отклонения руля на 25° удержал корабль на полосе.

В третий полет Хэнк отправился на борту «Челленджера» с лабораторией Spacelab D1 30 октября 1985 г. Это был первый полет с экипажем из восьми человек и первый полет по германской программе. За три полета Генри Хартсфилд провел на орбите 482 часа 50 мин.

С 1987 г. Хэнк работал в космических центрах имени Джонсона и Маршалла, а также в штаб-квартире NASA, занимаясь вопросами пилотируемых полетов и проектирования орбитальной станции. В 1998 г. он перешел в корпорацию Raytheon, а в 2005 г. вышел на пенсию.

Хартсфилд награжден шестью медалями NASA и военными медалями, его имя внесено в Зал славы американских астронавтов. Вместе с женой они вырастили двух дочерей. – Л.Р.

Орбитальная OCO-2 углеродная

**Д. Бецис специально
для «Новостей космонавтики»**

2 июля в 02:56:23 PDT (09:56:23 UTC) со стартового комплекса SLC-2W авиабазы Ванденберг в Калифорнии был успешно запущен спутник OCO-2 (Orbiting Carbon Observatory), принадлежащий NASA и посвященный изучению динамики углекислого газа в атмосфере Земли. Ракетой-носителем послужила Delta II (вариант 7320-10C) компании United Launch Alliance. Через 56 минут после старта КА отделился от второй ступени носителя на близкой к расчетной орбите с начальными параметрами:

- наклонение – 98.19°;
- высота в перигее – 680.2 км;
- высота в апогее – 698.1 км;
- период обращения – 98.60 мин.

В каталоге Стратегического командования США аппарат получил номер **40059** и международное обозначение **2014-035A**.

После активации спутник стабилизировался, развернул солнечные батареи и передал телеметрию, подтвердившую его отличное состояние. После необходимой проверки служебных систем аппарат начал трехнедельную серию маневров с целью занять свое место в группировке КА для изучения Земли. 10–11 июля OCO-2 временно снизился до 675.8×696.5 км, между 26 и 30 июля поднялся до 686.1×700.9 км, а к 3 августа еще несколькими импульсами вышел на рабочую орбиту наклонением 98.21° и высотой 693.4×711.5 км.

Сформированная орбита – солнечно-синхронная с местным временем прохождения нисходящего узла в 01:36 и восходящего в 13:36. Согласно проекту OCO-2 должен работать на высоте 705 км. Рабочая орбита обладает 16-суточной кратностью: наземная трасса КА точно повторяется через 233 витка.

Сейчас обсерватория OCO-2 подключается к работе в составе группы спутников США, Франции и Японии, которые обращаются вокруг Земли примерно в одной плоскости и следуют друг за другом с 16-минутным интервалом между первым и последним. Так называемый A-Train* образуют аппараты OCO-2 (лидер), GCOM-W1, Aqua, CloudSat, Calipso и Aura, при этом OCO-2 опережает ближайший аппарат на 185 секунд. Сравнительно большое расстояние выбрано с таким расчетом, чтобы аппарат не требовал особой тщательности в управлении, обеспечивая в

то же время наблюдения по скоординированной программе.

«Мы выстроили наземные трассы OCO-2, Calipso и CloudSat почти идеально и надеемся держать их в хорошем согласии как можно дольше, чтобы вести научную работу по измерениям со всех трех спутников», – отметил Дэвид Крисп (David Crisp), руководитель научной команды OCO-2 в Лаборатории реактивного движения в Пасадене.

11 августа NASA сообщило, что маневры новой обсерватории успешно завершены, научные инструменты продемонстрировали полную функциональность и передали первые данные.

Почти без проблем

OCO-2 доставили на Ванденберг 30 апреля. 14 июня он был смонтирован на второй ступени PH Delta II и 21 июня «запечатан» под головным обтекателем. Запуск планировали на 1 июля, вторник, в 02:56:44 по местному времени, с допустимой задержкой на 30 секунд.

25–26 июня залили высококипящее топливо во вторую ступень ракеты. Вечером 30 июня была отведена башня обслуживания. В ночь на 1 июля начался трехчасовой обратный отсчет, в ходе которого баки первой ступени заполнили жидким кислородом и керосином. Погоду обещали хорошую. Небольшой туман не представлял помех.

Как обычно, на отметке T–4 мин отсчет был приостановлен, чтобы специалисты могли проверить «свои» системы и подтвердить готовность ракеты и аппарата. В назначенное время он возобновился, но в T–46 сек остановился автоматически: обнаружилась неполадка в системах стартового комплекса. Дело в том, что накануне шли сильные дожди и на площадке скопилось много воды. Один из клапанов водяной системы подавления вибраций и акустических нагрузок при старте ракеты не сработал, и в целом, по оценкам специалистов, ситуация стала небезопасной.

Пуск отложили на сутки. Ко второй попытке «подозрительную» деталь заменили новой, а площадка прошла требуемую серию испытаний. Погоду опять обещали хорошую, несмотря на небольшой ветер. Новым временем старта стало 02:56:23 (2 июля).

На этот раз все прошло гладко: ракета поднялась и ушла на юго-запад над Тихим океаном. Три твердотопливных ускорителя отработали успешно, первая ступень отделилась точно по расписанию. Вторая ступень двумя включениями обеспечила выведение КА на расчетную орбиту, а после отделения



еще двумя включениями была уведена на более высокую орбиту с параметрами:

- наклонение – 98.12°;
- высота в перигее – 2372 км;
- высота в апогее – 10143 км;
- период обращения – 235.6 мин.

Техническая возможность такого маневра не вызывает сомнений: 455-килограммовый OCO-2 был откровенно мал даже для легкой «Дельты» со стартовой массой 150.2 т. А вот целесообразность его не вполне понятна, хотя NASA и утверждает, что такая орбита захоронения соответствует политике агентства по минимизации орбитального мусора.

История и конструкция

Обсерватория для изучения источников и механизмов удаления CO₂ из земной атмосферы была задумана как один из «первопроходцев» в изучении Земли космическими средствами (проект Earth System Science Pathfinder, ESSP). Запуск спутника OCO был выполнен 24 февраля 2009 г. с той же базы Ванденберг на ракете Taurus XL, но окончился аварией: не прошел сброс головного обтекателя, и OCO не был выведен на орбиту.

Чтобы свести к минимуму последствия в плане стоимости и отставания от графика, в марте 2010 г. было решено сделать дубликат

* *Afternoon Train* («Послеполуденный поезд»), или *Afternoon Constellation* («Послеполуденное созвездие»), – название отражает время, когда аппараты пересекают экватор в направлении с юга на север.

первого КА лишь с незначительными отличиями в конструкции. На его изготовление, запуск и управление полетом выделили 467.7 млн \$.

OCO-2 изготовлен на предприятии Orbital Sciences Corporation в г. Джилберт (штат Аризона) под контролем Лаборатории реактивного движения на базе платформ LEOSTar. Его стартовая масса (по разным предстартовым публикациям) составляет 453 кг или 455 кг. Корпус КА выполнен в виде шестиугольной призмы длиной 2.12 м и поперечным размером 0.94 м. На двух боковых гранях размещены приводимые ориентированные солнечные батареи. Две двухсекционные панели размахом 8.8 м и суммарной площадью 3.88 м² с фотоэлементами на арсениде галлия с тройным переходом дают 815 Вт в максимуме и 410 Вт в среднем за виток. Никель-водородная аккумуляторная батарея имеет емкость 35 А·ч.

Бортовой комплекс управления построен на компьютере типа RAD6000. Аппарат работает в режиме трехосной ориентации, поддерживаемой четырьмя двигателями-маховиками. Бортовой радиокомплекс включает в себя командно-телеметрическую систему S-диапазона и линию сброса научной информации в X-диапазоне с пропускной способностью 150 Мбит/с. Вне зоны радиовидимости информация хранится в запоминающем устройстве на 128 Гбит. Звездные датчики и приемник сигналов GPS обеспечивают точную пространственную и временную привязку данных. Для построения и поддержания рабочей орбиты КА оснащен двигательной установкой с четырьмя микродвигателями и запасом топлива (гидразин) в 45 кг.

Расчетная продолжительность эксплуатации КА – два года.

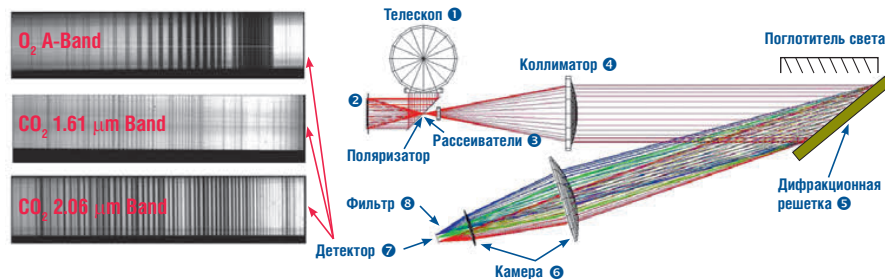
Инструмент и метод наблюдения

Единственный научный инструмент OCO-2 представляет собой блок из трех соосных спектрометров массой 131 кг, разработанный и изготовленный компанией Hamilton Sundstrand Sensor Systems.

Основная задача эксперимента – построить наиболее детальную на сегодняшний день картину природных и техногенных источников углекислого газа, а также «поглотителей» – мест, где он удаляется из атмосферы. Для измерения концентрации углекислого газа необходима очень большая точность, потому что в региональном и континентальном масштабе она меняется менее чем на 2%, а рядовые вариации могут составлять треть процента.

Вопрос о динамике CO₂ является ключевым в проблеме глобального потепления и в определении вклада человеческой деятельности в этот процесс. «Изменение климата – это проблема для нашего поколения, – говорит администратор NASA Чарльз Болден. – С уникальными возможностями OCO-2 и других существующих спутников мы сможем поставить себе задачу по документированию и пониманию этих изменений, прогнозированию последствий и обмену информацией о них на благо общества».

Аппарат OCO-2 будет наблюдать и такое частное явление, как солнечно-индуцированная флуоресценция, связанная с дея-



▲ Принцип работы главного инструмента аппарата OCO-2

тельностью растений. В процессе фотосинтеза они перерабатывают углекислый газ и излучают небольшое количество света, невидимого невооруженным глазом. А так как повышение интенсивности фотосинтеза ведет к увеличению флуоресценции, то данные OCO-2 помогут с новой стороны изучить этот момент.

Суть эксперимента состоит в том, что изменяется интенсивность солнечного света в столбе воздуха, причем лучи проходят сначала сверху вниз, отражаются от поверхности и затем попадают на детектор трех оптических систем. С помощью дифракционных решеток выделяются три довольно узкие спектральные полосы, каждая из которых содержит информацию о присутствии в атмосфере определенных газов.

Диапазон слабого поглощения CO₂ (1.61 мкм) наиболее чувствителен к концентрации этого газа вблизи поверхности Земли. Другие атмосферные газы поглощают в данной области спектра незначительно.

Для подтверждения присутствия определенного количества CO₂ в измеряемом столбе воздуха выполняется сравнительный анализ с результатами поглощения кислорода в диапазоне 0.765 мкм (так называемая А-полоса). Концентрация молекулярного кислорода является постоянной, хорошо известной и практически равномерно распределенной. Спектры поглощения O₂ указывают также на наличие облаков и аэрозолей, которые невозможно точно измерить только по распределению углекислого газа. Наблюдения в этой полосе также позволяют определить общее атмосферное давление и длину пути солнечного света, проходящего через атмосферу.

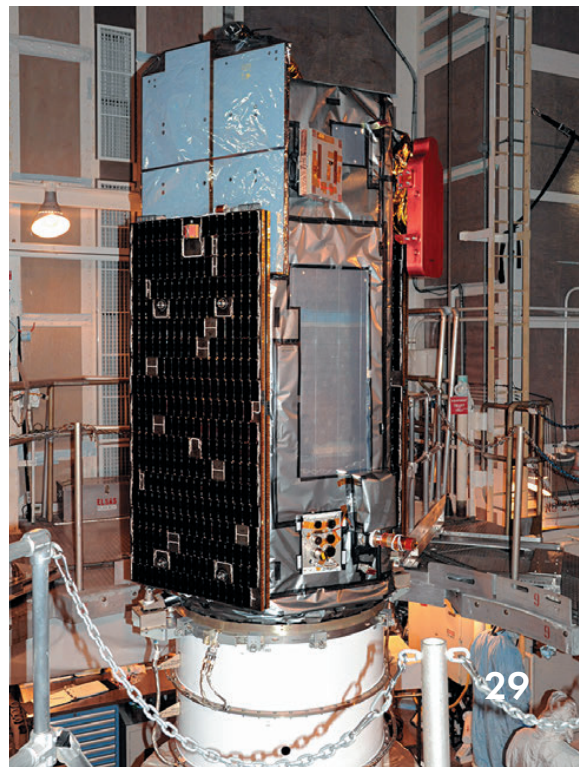
Третий канал – 2.06 мкм – обеспечивает еще один независимый способ определения концентрации CO₂. Спектры в линии 2.06 мкм особенно чувствительны к присутствию аэрозолей. Этот диапазон также чувствителен к изменениям влажности вдоль опти-

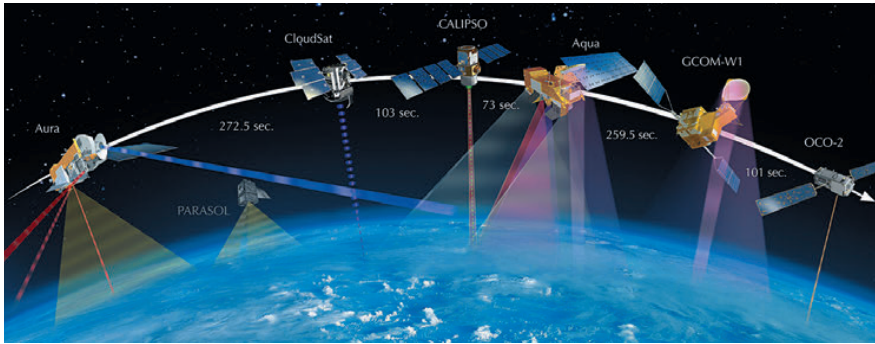
* Разрешающая способность R – это отношение длины волны λ к минимальной разнице $\Delta\lambda$ между близкими длинами волн, которые прибор может разделить.

ческого пути, что оказывает значительное влияние на распределение углекислого газа.

Принцип работы прибора проиллюстрирован схемой. Свет, входящий в общий для всех трех каналов телескоп (1) по схеме Кассегрена с апертурой 11 см и относительным отверстием 1:1.8, фокусируется на диафрагме и реколлимирует перед входом в распределительную оптику. Светоделительное устройство формирует три отдельных пучка, каждый из которых проходит через собственный узкополосный фильтр. Основная его функция – пропускать излучение в пределах 1% от центральной линии. Границы полос составляют 1.594–1.619 мкм и 2.042–2.082 мкм для двух диапазонов CO₂ и 0.758–0.772 мкм для O₂; разрешающая способность* – более 17 000 для двух первых и около 20 000 для третьего.

Далее лучи собираются оптической системой (2) на дефокусирующие рассеиватели (3). Каждый из них представляет собой щель длиной около 3 мм и шириной 25 мкм. Так как дифракционная решетка наиболее эффективно разделяет свет, поляризован-





Группировка аппаратов для изучения Земли как системы

Название, дата запуска	Задача	Научные инструменты	Статус
Aqua 04.05.2002	Изучение циркуляции воды, осадков, аэрозолей в атмосфере, льда и снежного покрова	Инфракрасный зондировщик AIRS (Atmospheric Infrared Sounder); 15-канальный зондировщик AMSU (Advanced Microwave Sounding Unit); Видовой радиометр CERES (Clouds and the Earth's Radiant Energy System); Видовой спектрометр MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer); Микроволновый сканирующий радиометр AMSR-E (Advanced Microwave Scanning Radiometer)	Прибор HSB не работает с февраля 2003 г.
Aura 15.07.2004	Измерение концентрации и распределения озона, аэрозолей и малых компонентов атмосферы по их тепловому излучению	Микроволновой зондировщик MLS (Microwave Limb Sounder); Датчик озона OMI (Ozone Monitoring Instrument); Инфракрасный сканирующий зондировщик HIRDLS (High Resolution Dynamics Limb Sounder); Инфракрасный спектрометр TES (Tropospheric Emission Spectrometer)	Полностью функционирует
Parasol 18.12.2004	Изучение отражающей способности облаков и аэрозолей путем наблюдений отраженного поляризованного света	9-полосный спектрометр POLDER (Polarization and Directionality of the Earth's Reflectances)	Отключен 18.12.2013 – после 9 лет успешной работы
CloudSat 28.04.2006	Изучение состава облаков, их формирования, отражательных свойств, распределения аэрозолей в атмосфере	Радар CPR (Cloud Profiling Radar) диапазона 94 ГГц	Полностью функционирует
Calipso 28.04.2006	Изучение аэрозолей, взвешенных частиц в атмосфере, пыли и облаков	Лидар CALIOP (Cloud-Aerosol Lidar with Orthogonal Polarization); Широкоугольная камера WFC (Wide Field Camera); Видовой инфракрасный радиометр IIR (Imaging Infrared Radiometer)	Полностью функционирует
GCOM-W1 17.05.2012	Изучение циркуляции воды, испарения океанов, снежных покровов	Микроволновый сканирующий радиометр AMSR-2 (Advanced Microwave Scanning Radiometer)	Полностью функционирует
OCO-2 02.07.2014	Мониторинг распределения углекислого газа, его источников и поглотителей	Три дифракционных спектрометра в полосах: слабая CO ₂ , сильная CO ₂ и O ₂	Полностью функционирует

ный в направлении ее прорезей, то на пучке стоит поляризатор, пропускающий лишь нужные лучи и отклоняющий «нежелательные», чтобы они не создавали лишний фон. Сколлимированный рефрактором (4) пучок попадает на отражающую дифракционную решетку (5), где развертывается в спектр. Потом он фокусируется двухлинзовой камерой (6) на плоскость двумерной матрицы в фокальной плоскости прибора (7). Стоящий перед ней фильтр (8), охлажденный до 180 К (-97°C), устраняет тепловое излучение частей оптической системы. Криохолодильник охлаждает матрицу до температуры ниже -150°C.

Матрица состоит из 1024×1024 пикселей размером 18×18 мкм со 100-процентным заполнением (это означает, что «пробелы» в деталях изображения отсутствуют), при этом длина щели ограничивает используемую область 160 рядами. Чтобы избежать потерь и улучшить отношение сигнала к шуму, данные с 20 соседних рядов усредняются, и подобный блок, согласно заявленной технической документации, покрывает примерно 1.8 мрад (0.1°, или 1.29 км, при наблюдении с высоты 705 км). Мгновенное поле зрения составляет 1.29×2.25 км, а по всем восьми участкам усреднения ширина полосы составляет 10.6 км (в надире).

Кадры снимаются с частотой 3 Гц, и за один виток каждый спектрометр будет получать над освещенной частью Земли около 69 000 изображений.

OCO-2 будет наблюдать в трех основных режимах:

◆ **Надирный (Nadir Mode)** подразумевает, что инструмент записывает данные вдоль траектории, над которой пролетает в данный момент, с самым высоким пространственным разрешением.

◆ **Режим блика (Glint Mode)** означает, что аппарат наведен на точку, где солнечные лучи, отражаясь от поверхности, попадают в его объектив. Наблюдение такого блика особенно важно для изучения относительно темных поверхностей океана. В режиме блика КА может отклоняться от вертикали на 75°.

◆ **Целевой режим (Target Mode)** обеспечивает продолжительное наблюдение заданного участка поверхности. Аппарат следит за ним, поворачиваясь в процессе пролета, с предельными значениями по углу места до 85°. Время наблюдения может достигать 9 минут.

После того, как 3 августа аппарат достиг расчетной орбиты, руководители миссии запустили процесс охлаждения трех спектрометров до -6°C для оптической системы и -153°C для детекторного комплекса. 6 августа телеметрия подтвердила достижение этих параметров, и научная группа записала тестовые данные с приборов во время пролета обсерватории над островом Новая Гвинея. Они были приняты на наземной станции на Аляске, переданы в Центр космических полетов имени Годдарда в Гринбелте для начальной расфировки и затем

в Лабораторию реактивного движения для дальнейшего анализа. По результатам ученые заключили, что инструмент находится в прекрасном состоянии. Сейчас спектрометры OCO-2 проходят калибровку.

После первичной обработки данные будут собираться в Центр данных и информационных услуг при Центре Годдарда, где к ним может обратиться каждый. В зависимости от того, какая требуется информация, имеются четыре варианта представления этих данных – *четыре уровня анализа*. Первый (в двух конфигурациях – L1 и L2) хранится и распространяется в специальном формате HDF5, для работы с ним написаны и выложены на сайт Центра свободно скачиваемые библиотеки под разные языки программирования, платформы и математические пакеты.

В тех же стандартах записаны результаты измерений почти всех спутников цепи A-Train, чтобы ученые имели возможность сравнивать и комбинировать их. Также на сайте выложена техническая документация, позволяющая любому исследователю самостоятельно изучить процесс извлечения и обработки данных.

Второй уровень анализа учитывает калибровку результатов и дает физические параметры, такие как профили поглощения воды, температурные профили атмосферы, характеристики альбеда, вертикальное распределение углекислого газа. На их основании можно получить и многие другие характеристики.

На третьем уровне информация обобщается и усредняется по определенным пространственно-временным отрезкам – «гранулам». Из них составляется карта распределения CO₂ (каждая «гранула» соответствует участку в 1° по широте и долготе и периоду в 16 суток). Четвертый уровень представляет собой карты источников и стоков углекислого газа с пространственным разрешением 4×4°.

Спутники-коллеги

Группировка специализированных КА для изучения Земли как системы сегодня включает шесть аппаратов, первый из которых начал свою работу в 2002 г. (см. таблицу). В общей сложности они выполняют 15 научных экспериментов. Получаемые данные дополняют друг друга, поэтому ученые возлагают большие надежды на новую обсерваторию.

Частью этой группировки должен был стать спутник Glory. Его инструменты – Total Irradiance Monitor (TIM) и Aerosol Polarimetry Sensor (APS) – предназначались для сбора информации о солнечном излучении и его влиянии на климат, о распределении частиц пыли и углерода. Однако при запуске 4 марта 2011 г. носителем Taurus XL он потерпел аварию по той же причине, что и первый OCO, – из-за сбоя при сбросе головного обтекателя.

Сейчас уже разрабатывается и третий «наблюдатель за углекислым газом» – комплекс OCO-3, который планируется установить на борту МКС в декабре 2016 г. Входящие в его состав три спектрометра имеют уникально высокое разрешение, пространственную привязку и площадь покрытия.

Тройка «Гонцов» на «Рокоте»

А. Красильников.
«Новости космонавтики»
Фото А. Моргунова

3 июля в 15:43:52.012 ДМВ (12:43:52 UTC) с 3-й пусковой установки 133-й площадки Государственного испытательного космодрома Плесецк боевым расчетом Войск воздушно-космической обороны при участии специалистов ракетно-космической промышленности был выполнен пуск ракеты-носителя «Рокот» (14A05 № 4929794555) с разгонным блоком «Бриз-КМ» (14C45 № 72522) и тремя спутниками «Гонец-М» (372AC11 № 18, 19 и 20). Данные спутники составляли блок 372AC71 № 13 аппаратов многофункциональной системы персональной спутниковой связи «Гонец-Д1М».

«Бриз-КМ» с аппаратами отделился от второй ступени «Рокота» в 15:49. На целевую орбиту спутники были доставлены за счет двух включений маршевого двигателя разгонного блока. Тройка «Гонцов-М» отделилась от «Бриза-КМ» в 17:28:01 на орбите с параметрами (по данным Роскосмоса):

- наклонение – 82.55°;
- минимальная высота – 1480.95 км;
- максимальная высота – 1496.67 км;
- период обращения – 115.57 мин.

Это был 1597-й орбитальный пуск ракет-носителей с космодрома Плесецк, 25-й пуск «Рокота» (с учетом трех пусков носителя 14A01 с космодрома Байконур, два из которых были суборбитальными) и 151-й пуск со стартового комплекса 133-й площадки.

Параметры начальных орбит объектов, зарегистрированных Стратегическим командованием США в результате данного запуска, а также их номера и международные обозначения приведены в таблице.

Номер	Обозначение	Название	i	Параметры орбиты		
				Нр, км	На, км	P, мин
40061	2014-036A	Гонец-М	82.52°	1486.7	1521.3	115.92
40062	2014-036B	Гонец-М	82.51°	1487.2	1521.9	115.95
40063	2014-036C	Гонец-М	82.51°	1486.3	1520.6	115.90
40064	2014-036D	Бриз-КМ	82.52°	1190.6	1520.7	112.41



Предприятие «Информационные спутниковые системы» (ИСС) имени М. Ф. Решетнёва, разработавшее и изготовившее «Гонцы-М», сообщило: аппараты взяты на управление Центром управления полетами в Железногорске (Красноярский край), механические системы спутников раскрылись и «Гонцы-М» сориентированы на Солнце и Землю.

«Маркерные сигналы со всех трех аппаратов сняты. Мы бросили сообщение, аппараты нам передали обратно сигнал, что сообщение получено», – отметил президент компании «Спутниковая система «Гонец» Дмитрий Баканов. Эта компания является оператором системы «Гонец-Д1М», предна-



значенной для передачи данных и предоставления услуг связи абонентам, расположенным в любой точке Земли, в интересах различных сфер государственной деятельности и коммерческих потребителей.

Запуск спутников «Гонец-М» и их полет в течение трех месяцев были застрахованы на случай полной гибели на сумму 1.1 млрд руб по договору между ЦЭНКИ и четырьмя российскими страховыми компаниями. В роли страховщика-координатора выступила компания СОГАЗ. При этом в страховую сумму была также включена стоимость «Рокота» и «Бриза-КМ», а перестрахование рисков осуществлялось с использованием емкостей зарубежных рынков.

Тройку «Гонцов-М» доставили на космодром Плесецк 30 мая на самолете Ил-76. Электрические испытания спутников, автономные проверки ракеты-носителя и разгонного блока и их интеграция прошли в монтажно-испытательном корпусе на площадке 32Т.

Первоначально с «Гонцами-М» планировалось запустить малый научно-экспериментальный аппарат «ДОСААФ-85», создаваемый в ИСС при участии Сибирского государственного аэрокосмического университета и предназначенный для обеспечения радиолобительской связи, отработки перспективных технологий и проведения летной квалификации приборов. Производство спутника было приурочено к 85-летию его заказчика – Добровольного общества содействия



армии, авиации и флоту (ДОСААФ). Однако из-за неготовности полезной нагрузки запуск аппарата отложен. Вполне возможно, что он полетит со следующим блоком спутников «Гонец-М».

Ситуация на орбите

Напомним, что на первом этапе намечается развернуть орбитальную группировку системы «Гонец-Д1М» в составе 12 спутников «Гонец-М» – по три аппарата в четырех плоскостях.

По состоянию на 31 июля, в системе «Гонец-Д1М» работают десять спутников: «Гонец-Д1» (№ 320), запущенный в феврале 1996 г. и функционирующий уже 18.5 лет (!) вместо планировавшихся полутора, и девять «Гонцов-М» (№ 12–20), выведенных на орбиту в 2010–2014 гг. Таким образом, в системе полностью заняты «Гонцами-М» три из четырех плоскостей.

Следует отметить интересную особенность расположения трех заполненных плоскостей: две плоскости находятся в 90° друг от друга, а третья, в которую отправлена июльская тройка «Гонцов-М», расположена в 45°, а не в 90° от ближайшей к ней плоскости. С чем связано такое построение плоскостей системы «Гонец-Д1М» и где будет располагаться четвертая плоскость – пока не известно.

По словам Дмитрия Баканова, летные испытания трех новых «Гонцов-М» продлятся 45 суток. Тем временем, по данным Стратегического командования США, в результате маневра 5 августа объект 40063 поднял орбиту на 0.7 км.

Запасные аппараты

Запущенные 3 июля спутники – это первые три из восьми серийных «Гонцов-М», которые были заказаны Роскосмосом в июле 2012 г.

Дмитрий Баканов сообщил *НК*, что запуск следующей тройки «Гонцов-М» (блок № 14; аппараты № 21–23) намечается в декабре 2014 г. или в феврале 2015 г. После

этого на Земле останутся два запасных «Гонца-М» (№ 24–25).

Гарантийный срок активного существования «Гонца-М» составляет 5 лет. Поэтому начиная с 2015 г. может возникнуть необходимость в замене «Гонцов-М», находящихся на орбите. В связи с этим Роскосмос хочет заказать изготовление еще семи «Гонцов-М» (№ 26–32) с их поставкой на космодром Плесецк во второй половине 2016 г.

Таким образом, на Земле создадут запас из девяти «Гонцов-М», которые будут запускаться по мере необходимости тремя блоками (№ 15–17) по три спутника ракетой-носителем «Рокот» или «Союз-2.1В». Это позволит поддерживать функционирование системы «Гонец-Д1М» вплоть до появления спутников нового поколения «Гонец-М1», облик которых будет утвержден до конца 2014 г.

Дмитрий Баканов отметил, что запуск первого «Гонца-М1» намечается в 2018 г. и что на втором этапе планируется развернуть группировку из 24 таких аппаратов.

Применение «Гонцов» в ЭРА ГЛОНАСС

Возможности системы «Гонец-Д1М», успешно продемонстрированные в Якутии в 2013 г. (*НК* № 11, 2013, с.39), привели к тому, что Министерство транспорта РФ решило задействовать спутники в системе экстренного реагирования при авариях ЭРА ГЛОНАСС. Иными словами, предлагается дополнить терминалы ЭРА ГЛОНАСС каналом спутниковой связи.

«Мы планируем в этом году несколько опытно-конструкторских работ (ОКР), связанных с использованием возможностей низкоорбитальной группировки, – рассказал в феврале 2014 г. директор департамента программ развития Минтранса России Алексей Семёнов. – В условиях ОКР мы не можем указать конкретную систему, это было бы нарушением закона. Но выбор низкоорбитальных спутниковых группировок у нас небольшой. В прошлом году мы провели анализ всех систем спутниковой связи, ко-



▲ Начальник космодрома Плесецк полковник Н.Н. Нестечук и заместитель командующего Войск ВКО РФ полковник А.П. Вышинский

торые действуют на территории РФ. Оказалось, что в северных и приполярных широтах наиболее эффективны «Гонец» и Iridium. Но Iridium – система американская, а перед нами стоит задача обеспечения как навигационного, так и телекоммуникационного суверенитета. ЭРА ГЛОНАСС не будет работать там, где нет сотовой связи, а ведь ее нет на 90% территории. Мы докладывали об идее интеграции ЭРА ГЛОНАСС с «Гонцом» [вице-премьеру] Дмитрию Рогозину – получили поддержку. Обсуждали этот вопрос с главой Минкомсвязи Николаем Никифоровым и главой Роскосмоса Олегом Остапенко – все эту идею поддержали».

В газете «Сибирский спутник» № 7 (361), выпущенной ИСС 29 мая, сообщается, что решетнёвская фирма стала мажоритарным владельцем акций компании «Спутниковая система «Гонец»». После приобретения 34% акций у Научно-исследовательского института точных приборов и 12% акций у ООО «Планар» в распоряжении ИСС оказалось 80% акций компании. В газете отмечается, что владение контрольным пакетом акций позволит железногорскому предприятию эффективно решать вопросы по эксплуатации спутников персональной связи «Гонец» и спутников-ретрансляторов «Луч».

Об этой же идее говорил 6 марта на заседании Правительства РФ министр транспорта Максим Соколов: «В целях обеспечения бесперебойной работы системы ЭРА ГЛОНАСС в отдаленных и малонаселенных районах (в основном это Дальний Восток и районы Севера, которые не покрыты сетями сотовой связи) Минтрансом совместно с Роскосмосом проводится работа по применению отечественной низкоорбитальной системы спутниковой связи «Гонец» для передачи сигналов системы ЭРА ГЛОНАСС».

По материалам сайта Правительства РФ, компаний ИСС и «Спутниковая система «Гонец»», агентства «Интерфакс» и газеты «Известия»

▼ Генеральный директор и и.о. генерального конструктора ОАО ИСС Н.А. Тестоедов поздравляет расчет с успешным пуском





«Метеор» в хорошей компании

А. Ильин.
«Новости космонавтики»

8 июля в 18:58:28.065 ДМВ (15:58:28 UTC) с пусковой установки №6 площадки 31 космодрома Байконур стартовые расчеты предприятий Роскосмоса при поддержке Войск воздушно-космической обороны выполнили пуск ракеты-носителя «Союз-2.1Б» (14A14-1Б №Л15000-011) с разгонным блоком (РБ) «Фрегат-М» (14С44 №1025).

Целью пуска было выведение на орбиты основного спутника – метеорологического КА «Метеор-М» №2 и шести малых космических аппаратов: МКА-ФКИ (ПН2), разработанного в НПО имени С.А.Лавочкина и оснащенного научной аппаратурой РЭЛЕК, американского SkySat-2, двух британских КА – TechDemoSat-1 и UKube-1, спутника AISSat-2, созданного в интересах Норвегии, и отечественного частного КА DX1 производства компании «Даурия Аэроспейс».

Циклограмма полета РН	
Старт	0
Отделение первой ступени	01:56
Отделение второй ступени	04:46.9
Сброс хвостового обтекателя	04:47.4
Сброс головного обтекателя	04:48.5
Выключение МДУ третьей ступени	09:14.1
Отделение РБ+КА	09:17.4

Выведение «Метеора-М» №2 и его спутников производилось в северном направлении по трассе, соответствующей наклонению орбиты 98.8°. Район падения отработавших боковых блоков первой ступени РН находился в Актюбинской и Кустанайской областях Казахстана, второй ступени и головного обтекателя – в Свердловской области.

В 19:07 орбитальный блок (ОБ) успешно отделился от третьей ступени ракеты на опорной орбите с расчетными параметрами:

- наклонение – 98.8° (98.8°±0.033);
- высота в перигее – 190.4 км (190.4±2.0 км);
- высота в апогее – 211.9 км (211.9±3.5 км).

Далее с помощью РБ «Фрегат» началось разведение аппаратов по целевым орбитам. После двух включений ДУ «Фрегата» (первое включение в 19:08:44.9, время – работы 51.1 сек; второе – 19:56:11.3, время работы – 49.6 сек) была достигнута орбита высотой около 840 км, на которой в 19:57:31.0 отделился «Метеор-М» №2.

Третье включение ДУ было выполнено в 20:36:53.0, двигатель проработал 12.2 сек. В 20:37:35.2 от РБ отделилась верхняя часть фермы с КА МКА-ФКИ (ПН2), а отделение самого космического аппарата произошло в 20:39:15.2.

Четвертое включение ДУ началось в 21:25:23.0 и продолжалось всего 7.8 сек. В 21:28:00.8 от «связки» отделились КА TechDemoSat-1 и SkySat-2, а в 21:30:00.8 – макет МЗМСat. «Частный» российский DX1 был сброшен в 21:31:40.8, а аппараты AISSat-2 и UKube-1 – в 21:32:40.8.

После отделения всей полезной нагрузки ДУ разгонного блока включилась в пятый раз в 22:26:08.3 и проработала 23.2 сек для формирования орбиты увода РБ с перигеем 14 км. Его несгоревшие фрагменты были затоплены в расчетном районе в южной части Тихого океана.

Номера и международные обозначения КА в каталоге Стратегического командования США, а также параметры орбит всех введенных объектов приведены в таблице.

Для РБ «Фрегат» это был уникальный пуск: впервые он одновременно вывел на

Наименование	Номер	Межд. обозн.	Параметры орбиты			
			i	Нр, км	На, км	P, мин
Метеор-М №2	40069	2014-037A	98.51°	823.0	856.3	101.43
МКА-ФКИ (ПН2)	40070	2014-037B	98.38°	634.7	825.0	99.28
Ферма	40078	2014-037K	98.38°	635.7	826.0	99.28
DX-1	40071	2014-037C	98.40°	632.3	654.4	97.39
SkySat-2	40072	2014-037D	98.40°	631.3	654.9	97.37
Макет МЗМСat	40073	2014-037E	98.40°	630.7	654.6	97.35
UKube-1	40074	2014-037F	98.40°	630.2	654.0	97.33
AISSat-2	40075	2014-037G	98.40°	630.9	653.5	97.33
TechDemoSat-1	40076	2014-037H	98.40°	630.6	653.3	97.33
Третья ступень РН	40077	2014-037J	98.80°	185.3	223.1	88.37

Поздно вечером 11 июля жители юго-востока Австралии увидели в небе большой огненный шар, оставлявший за собой яркий хвост. «Мы буквально захлебывались от звонков: встревоженные люди говорили, что видят, как в океан падает самолет», – рассказала представитель пожарной службы штата Виктория Андреа Браун (Andrea Browne).

«Огненным шаром» в небе над Австралией стали обломки третьей ступени РН «Союз-2.1Б», на которой 8 июля был запущен метеоспутник «Метеор-М» №2. Координаты точки входа объекта в атмосферу по американским данным составили 35° ю.ш., 146° в.д., время – 10 июля, 11:42 UTC. Ступень летела с юга на север, и ее прекрасно было видно и Мельбурне, и в Сиднее.

расчетные орбиты семь спутников и один габаритно-массовый макет, то есть всего восемь элементов. Это рекорд! На сегодняшний день совершенно 44 запуска РБ типа «Фрегат», и все они успешны.

Запуск КА «Метеор-М» и МКА-ФКИ (ПН2) был застрахован на 2.8 млрд руб. В страховании каждого спутника принимали участие четыре российские страховые компании, ранее заключившие договоры страхования с ФГУП ЦЭНКИ. В роли страховщика-координатора в обоих случаях выступила Страховая группа СОГАЗ. Спутники застрахованы на период запуска, выведения на околоземную орбиту, а также летных испытаний в течение трех месяцев. В страховую сумму была включена стоимость ракеты-носителя «Союз-2.1Б» с разгонным блоком «Фрегат».

Долгая дорога к старту

В соответствии с первоначальными сроками, прописанными в Федеральной космической программе России на 2006–2015 гг., запуск «Метеора-М» №2 должен был состояться в 2010 г. Однако в требованиях тендера, проведенного Роскосмосом в ноябре 2009 г., был указан уже 2011 г.

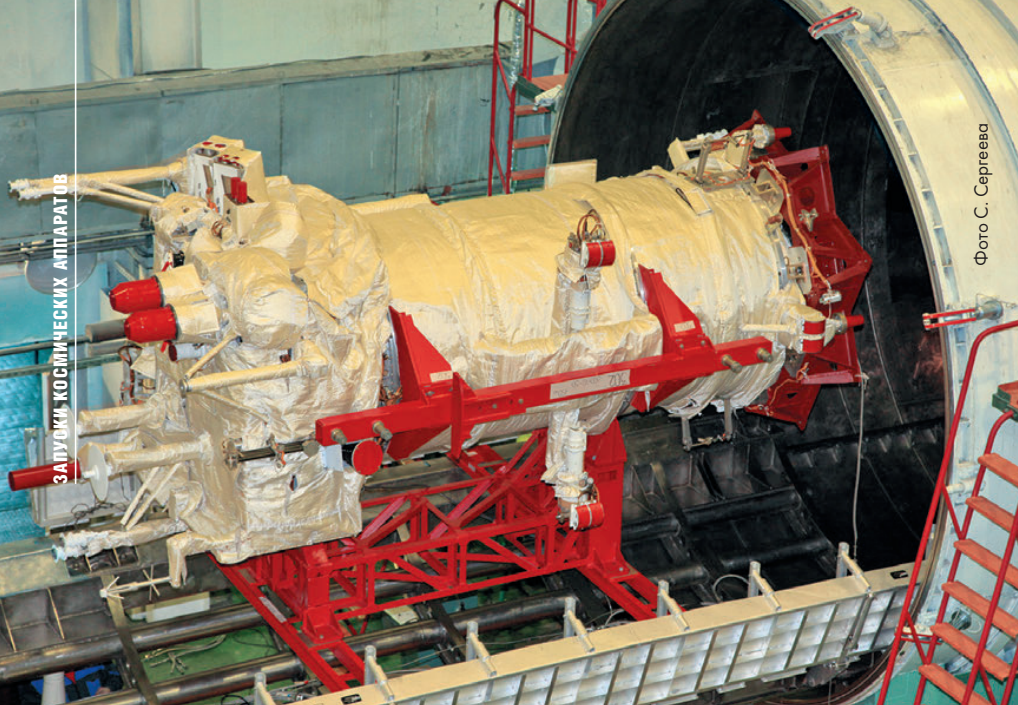


Фото С. Сергеева

В декабре 2010 г. объявили конкурс на доработку и модернизацию КА «Метеор-М» № 2 по результатам летных испытаний и опытной эксплуатации первого КА, запущенного 17 сентября 2009 г. В усовершенствовании нуждались приборы бортового информационного комплекса и служебные системы: многозональное сканирующее устройство малого разрешения, микроволновой радиометр, бортовой радиолокационный комплекс, передатчик. Всего предусматривалась доработка аппарата по 20 пунктам.

В декабре 2011 г. был объявлен новый тендер: на этот раз на создание космического комплекса. Сроки старта «Метеора-М» № 2 «сползли» на сентябрь 2012 г.

Впоследствии в связи с неготовностью целевой аппаратуры спутника дата запуска неоднократно переносилась; параллельно изменялся состав попутных малых КА. 29 мая 2013 г. советник руководителя Роскосмоса Валерий Заичко заявил, что запуск «Метеора-М» № 2 состоится «в конце августа – начале сентября 2013 г.». В начале сентября в качестве даты старта называли декабрь, а в конце месяца – уже 20 февраля 2014 г. В октябре пуск «съехал» на март, а 5 марта разработчики аппаратуры РЭЛЕК заявили, что он запланирован на 1 июня.

14 апреля 2014 г. в корпорации ВНИИЭМ состоялось заседание Государственной комиссии, комиссии, на котором «Метеор-М» признали годным к отправке на космодром и установили дату запуска – 19 июня.

17 апреля самолетом Ан-124 спутник доставили на Байконур. После разгрузки его отправили в сооружение 2Б площадки 2 для испытаний на герметичность. 23 апреля, когда проверки на герметичность успешно завершились, «Метеор-М» был перевезен в чистовой зал монтажно-испытательного корпуса площадки 31.

Расчеты ВНИИЭМ и филиала ФГУП ЦЭНКИ – Космического центра (КЦ) «Южный» выполнили установку КА на подставку и смонтировали антенну. Началась проверка антенны и стыковка коммуникаций с целью электрических проверок систем спутника. 5 мая расчеты ВНИИЭМ и Космического центра «Южный» приступили к пневматическим испытаниям систем спутника.

В это время в соседнем зале МИКа расчеты самарского «Прогресса» и Космического центра «Южный» приступили к работам с ракетой-носителем «Союз-2.1Б». Началась также подготовка рабочих мест для проверок РБ «Фрегат» и малых КА, а вот доставка их на космодром, запланированная на 6 мая, была сорвана в силу чрезвычайных обстоятельств – фактического банкротства авиакомпании «Полет», вызванного «неправомерными действиями собственника [украинского] воздушного судна». Грузы были доставлены лишь 21 мая бортом ВВС РФ. Как следствие, старт был перенесен на 28 июня.

3 июня СМИ сообщили, что старт перенесен еще раз из-за проблем с комплексом командных приборов (ККП) «Фрегата». ККП был снят со следующего изделия НПО имени С. А. Лавочкина и доставлен на Байконур для замены. 13 июня была названа окончательная дата старта – 8 июля.

К 21 июня завершились контрольные раскрытия элементов конструкции «Метеора-М», в том числе раскрытия солнечных батарей, и все системы аппараты были приведены в состояние для запуска.

Тем временем 23 июня в ходе плановых предстартовых испытаний обнаружилась проблема с DX1 – бортовой аккумулятор КА оказался разряжен. Проверка функционирования электрических систем выявила поврежде-

ние кабеля контакта отделения, по которому должна передаваться команда на отделение аппарата от РБ. Причиной его стало пережатие кабеля между адаптером РБ и КА DX1 при его монтаже или транспортировке, что привело к короткому замыканию и разряду аккумуляторной батареи.

После замены кабеля контакта батареи спутника были снова заряжены, а системы протестированы. Проверки спутника длились несколько дней, но уже к 30 июня специалисты «Даурия Аэроспейс» заявили, что все последствия неисправности ликвидированы и аппарат готов к работе.

В ночь с 22 на 23 июня на заправочной станции площадки 31 расчеты НПО имени С. А. Лавочкина и Центра эксплуатации заправочных станций Космического центра «Южный» успешно завершили заправку РБ «Фрегат» компонентами топлива и сжатыми газами. Утром начались операции по подготовке и перевозке РБ с заправочной станции в МИК площадки 31 космодрома. Там он был установлен на рабочее место, и расчеты специалистов Роскосмоса стали готовиться к сборке космической головной части.

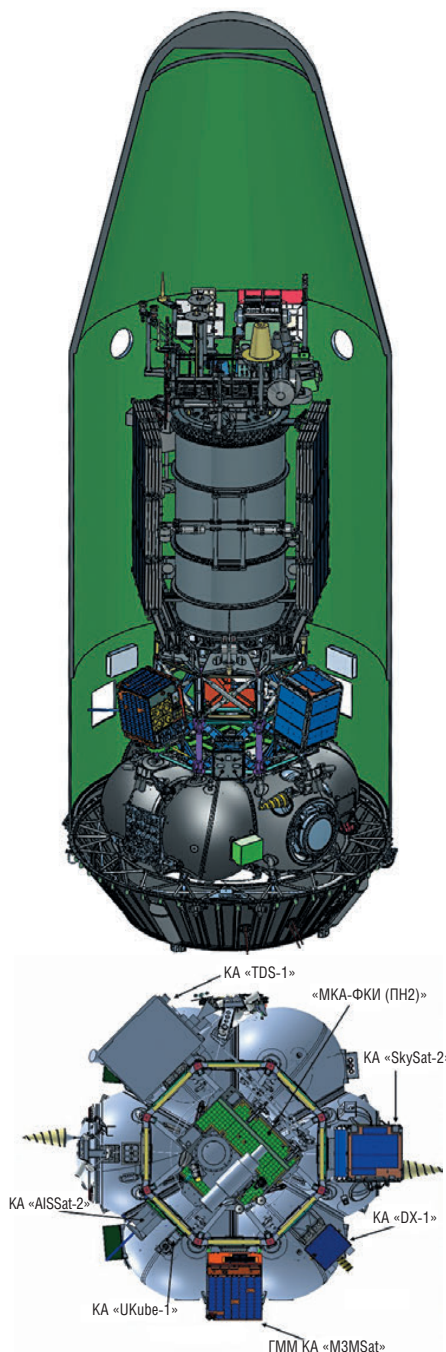
24 июня на РБ «Фрегат» были смонтированы спутники МКА-ФКИ и SkySat-2, а 25 июня на ферму РБ установили грузовесовой макет МЗMSat. 28 июня в чистовой зоне МИКа специалисты провели стыковку к переходной ферме метеорологического спутника «Метеор-М». К 30 июня все МКА были установлены, сборка космической головной части (КГЧ) закончилась, и после заключительных проверок на нее накатали головной обтекателя. 2 июля была проведена стыковка КГЧ с третьей ступенью РН «Союз-2.1Б».

5 июля состоялся вывоз РКН на стартовый комплекс площадки 31 космодрома Байконур. Стартовые расчеты космодрома приступили к работам по графику первого стартового дня.

7 июля, в день Рождества честного славного Пророка, Предтечи и Крестителя Господня Иоанна, Архиепископ Тираспольский и Дубоссарский Савва и сопровождавшие его лица, а также сотрудники корпорации ВНИИЭМ в храме Святого великомученика Георгия Победоносца на космодроме Байконур отслужили молебен на начало доброго дела. Затем на площадке № 31 освятили РН «Союз-2.1Б» и КГЧ с РБ, «Метеором-М» № 2 и малыми КА.



Фото С. Кузьмина



▲ Компоновка головной части и расположение космических аппаратов

Заседание Государственной комиссии состоялось в день пуска – **8 июля**. Было принято решение о готовности РКН к заправке и пуску. В соответствии с графиком предстартовой подготовки пусковые расчеты предприятий ракетно-космической промышленности России приступили к заправке баков РКН компонентами топлива.

«Метеор-М» номер два

Космический аппарат «Метеор-М» №2 предназначен для получения космической информации ДЗЗ в интересах оперативной метеорологии, гидрологии, агрометеорологии, мониторинга климата и окружающей среды, в том числе околоземного космического пространства.

Основное назначение КА «Метеор-М»:

- ◆ получение многозональных изображений, включая радиолокационные, и данных измерений уходящего излучения системы

«земная поверхность – атмосфера» в различных диапазонах энергетического спектра при глобальном и региональном наблюдении;

- ◆ получение гелиогеофизической информации о состоянии околоземного космического пространства;

- ◆ сбор и передача информации от автоматических измерительных платформ сбора данных различных типов (наземных, ледовых, дрейфующих), размещаемых в любых, в том числе полярных, районах Земли;

- ◆ гидрометеорологическое обеспечение судоходства по трассе Северного морского пути, включая мониторинг ледовой обстановки;

- ◆ получение многоспектральной и широкополосной информации среднего разрешения для оперативного экологического мониторинга окружающей среды.

КА «Метеор-М» №2 создан корпорацией ВНИИЭМ на базе модернизированной унифицированной герметичной космической платформы «Ресурс-УКП» с учетом опыта создания КА «Метеор-М» №1. Срок активного существования аппарата составляет 5 лет.

Масса аппарата – 2878,5 кг, в том числе ~1250 кг полезной нагрузки. Служебный модуль КА «Метеор-М» №2 конструктивно состоит из гермоотсека, контейнера системы ориентации и солнечных батарей с приводами. Он включает в себя две системы энергоснабжения, систему ориентации, систему ориентации солнечных батарей, систему терморегулирования, программно-временное устройство, командно-измерительную систему, бортовую аппаратуру телеметрических измерений, бортовой стандарт времени и частоты и бортовой коммутационный автомат.

В течение гарантийного срока активного существования КА на орбите космическая платформа «Ресурс-УКП» обеспечивает постоянную трехосную ориентацию на Землю и по курсу, имеется также вспомогательный энергетический режим: трехосная ориентация Земля – Солнце.

На КА «Метеор-М» №2 внедрена новая цифровая электромеханическая система ориентации, экспериментальная отработка которой была выполнена на «Метеор-М» №1. Применение этой аппаратуры позволило реализовать принципы корректируемой бескарданной инерционной системы на базе прецизионного датчика угловой скорости, по-

Основные характеристики КА «Метеор-М» №2	
Назначение	Гидрометеорология, дистанционное зондирование Земли
Головной разработчик	ОАО «Корпорация ВНИИЭМ»
Орбита	Круговая, солнечно-синхронная
Масса аппарата	2878,5 кг
Масса полезной нагрузки	~1250 кг
Мощность системы электропитания	1,4 кВт (среднесуточная), 2,0 кВт (пиковая)
Ориентация космического аппарата	Трехосная
Точность ориентации	Не хуже 10°
Точность стабилизации	Не хуже 5·10 ⁻⁴ °/с
Срок активного существования	5 лет
Средства НКВ	ЦУП, КИС, РТС НКПОР Роскосмоса:
Средства Наземного комплекса приема и обработки информации (НКПОР)	г. Москва; НКПОР Росгидромета: г. Москва, г. Новосибирск, г. Хабаровск

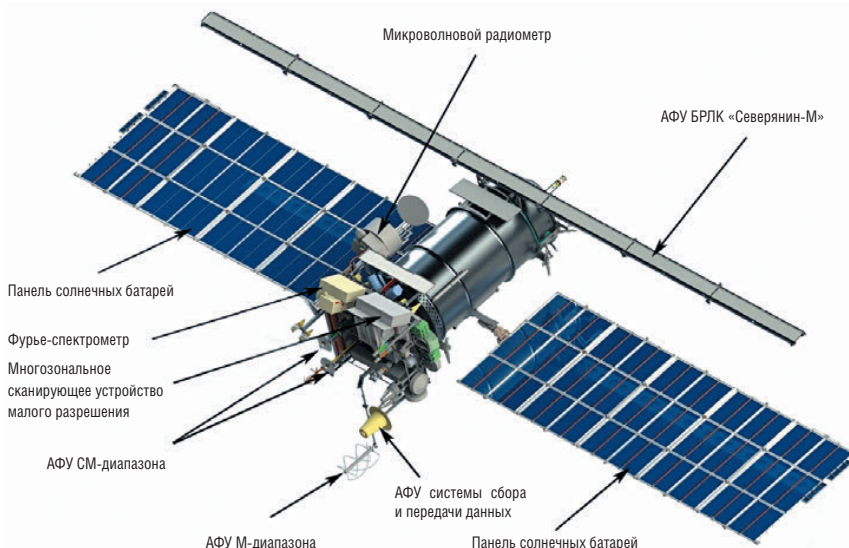
высить точность нацеливания информационной аппаратуры и качество получаемых изображений, обеспечить при необходимости возможность маневров КА для съемки районов, расположенных вне зоны захвата на подспутниковой трассе (например, для детального контроля опасных погодных явлений).

Еще одно отличие КА «Метеор-М» №2 от своего предшественника – появление интегрированной системы БСКВУ (бортовое синхронизирующее и координатно-временное устройство) вместо двух отдельных систем – бортового стандарта времени и частоты «Лавр» и экспериментального приемника аппаратуры спутниковой навигации.

Также на «Метеор-М» №2 в штатную эксплуатацию внедрен периферийный адаптер, связывающий комплекс координатно-временного обеспечения и бортовую информационную систему. Он обеспечивает сбор информации для координатной привязки целевой информации КА, формируя кадры данных определенной структуры и передавая их в бортовую информационную систему для трансляции на Землю. Помимо координатной привязки целевой информации, эти данные могут использоваться на Земле для уточнения параметров орбиты КА.

В состав целевой аппаратуры (ЦА) «Метеор-М» №2 входят:

- ❖ многозональное сканирующее устройство малого разрешения (МСУ-МР) для широкозахватной трассовой съемки облачного покрова и подстилающей поверхности;
- ❖ комплекс многозональной спутниковой съемки (КМСС) для получения многозо-



нальных изображений подстилающей поверхности в оптическом диапазоне в целях экологического мониторинга;

- ❖ бортовой радиолокационный комплекс (БРЛК) «Северин-М» X-диапазона, позволяющий получать радиолокационные изображения земной поверхности вне зависимости от погодных условий для мониторинга ледового и снежного покровов, состояния гидрологических объектов, а также суши и растительности;

- ❖ микроволновой радиометр СВЧ-диапазона для температурно-влажностного зондирования атмосферы (МТВЗА-ГЯ);

- ❖ инфракрасный Фурье-спектрометр ИКФС-2 (усовершенствованный ИК-зондировщик) для определения профиля температуры и влажности атмосферы;

- ❖ гелиогеофизический аппаратный комплекс (ГГAK-M), объединяющий на одной платформе пять приборов для глобального мониторинга гелиогеофизических параметров;

- ❖ бортовой радиотехнический комплекс (БРК) системы сбора и передачи данных (ССПД) для получения и передачи гидрометеорологических данных с наземных автоматических измерительных платформ.

На спутнике №2 впервые размещен гиперспектральный ИК-зондировщик (Фурье-спектрометр) ИКФС-2, предназначенный для температурного и влажностного зондирования атмосферы, определения радиационного баланса и измерения концентрации озона и других малых газовых составляющих атмосферы. Его информация, наряду с данными микроволнового зондировщика МТВЗА, предполагается усваивать в схемах численного прогноза погоды. Эти сведения должны существенно дополнить материалы, получаемые с аэрологической сети.

Важной особенностью (и отличием от зарубежных метеоспутников) является одновременное наличие на борту активной и пассивной радиофизической аппаратуры (локатора БРЛК и микроволнового зондировщика МТВЗА). Наличие локатора БРЛК особенно важно для Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет): он позволяет осуществлять всепогодный мониторинг ледового покрова в арктических регионах и внутренних морях России, а также наблюдать Антарктиду.

Корпорация ВНИИЭМ с 1960-х годов занимается созданием космических аппаратов се-



Фото О. Урусова

ри «Метеор». За это время было создано несколько поколений КА метеорологического и природно-ресурсного назначения: «Метеор», «Метеор-2», «Метеор-3», «Метеор-Природа», «Метеор-3М», «Метеор-М». В общей сложности на орбите работало более 70 аппаратов.

Спутник «Метеор-М» №1 стартовал с космодрома Байконур 17 сентября 2009 г., был сдан в опытную эксплуатацию и в настоящее время используется по целевому назначению. Этот аппарат положил начало воссозданию российской метеорологической орбитальной группировки, которая прекратила свое существование в связи с выходом из строя «Метеор-3М» №1 в 2006 г.

«Метеор-М» №2 войдет в состав космического комплекса гидрометеорологического и океанического обеспечения «Метеор-3М», который создается в рамках Федеральной космической программы России на 2006–2015 годы.

Область применения космического комплекса «Метеор-3М» включает в себя обеспечение подразделений Росгидромета, а также других ведомств оперативной космической информацией для решения следующих основных задач:

- ◆ анализ и прогноз погоды в региональном и глобальном масштабах;

- ◆ анализ и прогноз состояния акватории морей и океанов;

- ◆ анализ и прогноз условий для полетов авиации;

- ◆ анализ и прогноз гелиогеофизической обстановки в околоземном космическом пространстве (ОКП), состояния ионосферы и магнитного поля Земли;

- ◆ мониторинг климата и глобальных изменений;

- ◆ контроль чрезвычайных ситуаций;

- ◆ экологический мониторинг окружающей среды и др.

Александр Чуркин, главный конструктор системы «Метеор-3М», сказал о назначении космического комплекса следующее: «У него много научных задач. Основное назначение вытекает из названия комплекса – гидрометеорология. То есть анализ и прогноз погоды в региональном и глобальном масштабе, анализ и прогноз изменений состояния климата планеты, а также масса дополнительных приложений, связанных с мониторингом окружающей среды».

В полностью развернутый космический комплекс «Метеор-3М», кроме аппаратов «Метеор-М» №1 и «Метеор-М» №2, должны войти

Целевая аппаратура «Метеора-М» №2

Прибор	Применение	Спектральные/частотные диапазоны	Полоса захвата, км	Пространственное разрешение, км
МСУ-МР. Многозональное сканирующее устройство малого разрешения	Широкозахватная трассовая съемка облачного покрова и подстилающей поверхности (в том числе ледового покрова)	0.5–12.5 мкм (6 каналов)	2800	1.0
КМСС. Комплекс многозональной спутниковой съемки	Получение многозональных изображений подстилающей поверхности в оптическом диапазоне	Две камеры МСУ-100 – 0.53–0.9 мкм, одна камера МСУ-50 – 0.37–0.69 мкм (3+3 канала)	2x400 927	0.06 0.12
МТВЗА-ГЯ. Модуль температурного и влажностного зондирования атмосферы (микроволновый сканер-зондировщик)	Температурное и влажностное зондирование атмосферы в СВЧ-диапазоне	10.6–183.3 ГГц (29 каналов)	1500	16–198 (гориз.), 1.5–7 (верт.)
ИКФС-2. Инфракрасный Фурье-спектрометр (усовершенствованный ИК-зондировщик)	Определение профиля температуры и влажности атмосферы	5–15 мкм	2500, 2000, 1500, 1000	35
БРЛК «Северин-М». Бортовой радиолокационный комплекс X-диапазона	Мониторинг ледового и снежного покровов, состояния гидрологических объектов, а также суши и растительности	Несущая частота ~9.6 ГГц	600	0.8–1.3 (режим мало-го разрешения) 0.4–0.65 (режим среднего разрешения)
ГГAK-M. Гелиогеофизический аппаратный комплекс	Глобальный мониторинг гелиогеофизических параметров	Измерение спектров и потоков космических частиц		
БРК ССПД. Бортовой радиокомплекс системы сбора и передачи данных	Сбор и передача гидрометеорологических данных от автоматических измерительных платформ	150 ледовых, наземных, морских платформ одновременно		



▲ Чёрное море, 30.07.2014 г. Съемка аппаратурой МСУ-МР, КА Метеор-М» №2

войти одноименные КА с номерами 2-1 и 2-2, а также новый КА «Метеор-М» № 3, созданный на базе усовершенствованной космической платформы негерметичного исполнения и оснащенный информационным комплексом океанографического назначения.

Прием, обработку, архивацию и распространение потребителям информации целевой аппаратуры спутников серии «Метеор-М» будут осуществлять три центра федерального уровня, находящиеся в ведении Росгидромета: Европейский, Сибирский и Дальневосточный центры ФГБУ НИЦ «Планета». Эти центры обеспечивают получение данных по всей территории России и ближнему зарубежью, а также данных глобального покрытия.

Среди основных потребителей информации со спутника – организации Росгидромета, Министерство природных ресурсов и экологии, Министерство обороны России, Министерство по чрезвычайным ситуациям, организации Российской академии наук, Федеральное агентство водных ресурсов, Федеральное агентство лесного хозяйства, Авиалесохрана, Министерство сельского хозяйства.

«Метеор-М» №2 был выведен на солнечно-синхронную орбиту с прохождением нисходящего узла в 09:00 местного времени. 25 июля с установленного на нем многозонального сканирующего устройства малого разрешения (МСУ-МР) были получены первые снимки хорошего качества во всех спектральных диапазонах (шесть каналов).

К началу августа выполнена проверка всех бортовых систем КА. Параметры, характеризующие состояние аппарата, находятся в пределах нормы. Проводились испытания целевой аппаратуры в соответствии с частными программами летных испытаний. По предварительной оценке специалистов, полученная информация ЦА в целом соответствовала заданным требованиям.

МКА-ФКИ (ПН2) – РЭЛЕК: изучение выхода электронов и электрических разрядов

Второй из серии малых космических аппаратов для фундаментальных космических исследований (ФКИ) спутник с официальным

названием МКА-ФКИ (ПН2) разработан в НПО имени С. А. Лавочкина. Аппарат создан на микроплатформе «Карат», которая содержит базовый унифицированный служебный модуль в виде бескорпусной негерметичной конструкции.

На борту аппарата установлен комплекс научной аппаратуры (КНА) РЭЛЕК («Релятивистские электроны»), разработанный НИИ ядерной физики имени Д. В. Скобельцына МГУ имени М. В. Ломоносова (НИИЯФ МГУ) совместно с Физическим институтом имени П. Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН). В состав комплекса научной аппаратуры входят:

- ◆ ДРГЭ-1 и ДРГЭ-2 – детекторы регистрации рентгеновского, гамма-излучения и высокоэнергичных электронов с высоким временным разрешением и чувствительностью;
- ◆ ДРГЭ-3 – блок трех детекторов энергичных электронов, протонов и гамма-квантов;
- ◆ Телескоп-Т – прибор для получения оптических изображений;
- ◆ ДУФ – детектор УФ-излучения;
- ◆ НЧА – низкочастотный анализатор;
- ◆ РЧА – радиочастотный анализатор;
- ◆ БЭ – блок управления и сбора данных.

Главной задачей аппарата является изучение ускорений и высыпаний электронов с высокими энергиями (более сотен килоэлектронвольт) из радиационных поясов, которые содержат заряженные частицы, захваченные магнитным полем Земли. Высыпанием называют выход электронов из

▼ Расположение научной аппаратуры



радиационных поясов. Их попадание в верхний слой атмосферы приводит к различным физическим явлениям. МКА-ФКИ (ПН2) также займется изучением воздействия частиц высоких энергий на верхнюю атмосферу и ионосферу.

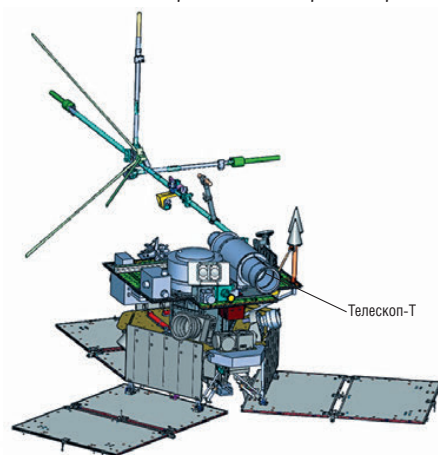
Околоземные события могут быть моделью других процессов, происходящих во Вселенной. Ученым важно узнать, как действуют природные ускорители, разгоняющие частицы космических лучей до огромных энергий.

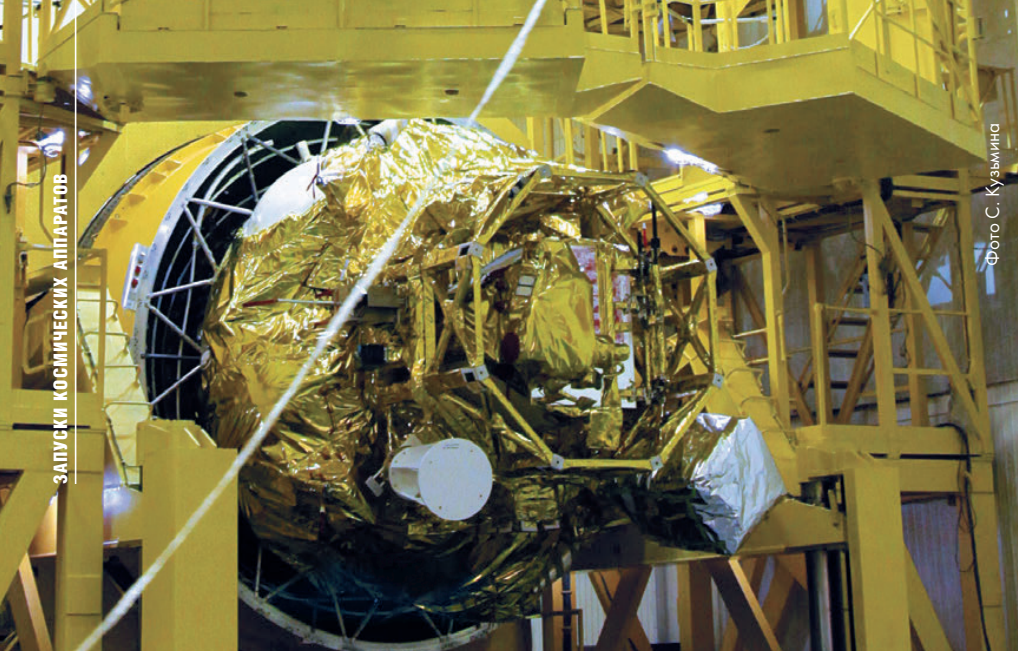
Второй задачей научного КА станет изучение достаточно нового явления – высотных электрических разрядов, обнаруженных в 1989 г. В отличие от обычных молний, эти разряды бьют между высоко расположенными облаками или из таких облаков вверх в ионосферу. Они могут вызывать кратковременные свечения в верхней атмосфере – так называемые атмосферные транзитные явления. По внешнему виду свечения подразделяются на спрайты, голубые струи и эльфы.

Мощность высотных электрических разрядов часто сопоставима со взрывом водородной бомбы: они могут создавать локальные геофизические эффекты и влиять на химический состав атмосферы.

Уникальность проекта РЭЛЕК в том, что впервые в одном эксперименте одновременно будут исследованы как высотные разряды, так и высыпание электронов. Это позволит выявить наличие между ними связи. По мнению ученых, высыпание электронов может создавать условия для возникновения высотных электрических разрядов, внося дополнительный электрический заряд в верхнюю атмосферу.

Высыпание электронов представляют серьезную угрозу. Они могут привести к повреждению и выходу из строя радиоэлектронной аппаратуры, установленной на космических аппаратах, представляют опасность для здоровья космонавтов, а в отдельных случаях – пилотов и пассажиров авиалайнеров во время





▲ МКА-ФКИ (ПН2) установлен внутри фермы на разгонном блоке «Фрегат-М»

Характеристики аппарата МКА-ФКИ (ПН2)

Назначение	Научные исследования заряженных частиц и явлений в атмосфере Земли
Спутниковая платформа	«Карат»
Масса космического аппарата	288,2 кг
Полезная нагрузка:	
- комплекс научной аппаратуры РЭЛЕК	
- экспериментальная бортовая аппаратура	
Масса полезной нагрузки	101 кг
Среднесуточная мощность	250 Вт
Точность ориентации	6"
Точность стабилизации	0.0015 °/с
Скорость передачи данных	
S-диапазон	до 5 Мбит/с
X-диапазон	61 Мбит/с
Срок активного существования	3 года
Диапазон рабочих частот	
борт – Земля	2267,5–2272,5 МГц
Земля – борт	2090,217–2090,367 МГц

❖ впервые получить данные по временным характеристикам атмосферных вспышек гамма-излучения с высоким временным разрешением и исследовать возможную связь вспышек ультрафиолетового и гамма-излучения с высотными грозовыми разрядами.

После выведения на орбиту МКА-ФКИ (ПН2) находился в режиме постоянной солнечной ориентации, велась проверка бортовых систем и резервных комплектов аппаратуры. 17 июля успешно прошли пробные построения трехосной ориентации и пробное включение научной аппаратуры РЭЛЕК. 19 июля была раскрыта антенна радиочастотного анализатора. 25 июля КНА включили в штатном режиме.

DX1: отработка технологий

DX1 – третий аппарат компании «Даурия Аэроспейс» и первый спроектированный и построенный ею в России. Напомним, что 19 июня были запущены два КА – Perseus M1 и M2, созданные американским подразделением «Даурии» – фирмой Canopus System в г. Маунтин-Вью (Калифорния).

Конструирование и программирование спутника DX1 производилось на базе технопарка «Сколково». Сборка производилась также в помещениях компании в бизнес-центре «Урал».

Как и «Персеус», DX1 несет на борту полезную нагрузку для автоматической идентификации морских судов AIS (Automatic Identification System; АИС). Прием сигналов AIS спутниками позволит передавать расширенную информацию о местонахождении,

Основные характеристики КА DX1	
Назначение	Отработка технологий, идентификация судов
Заказчик/изготовитель	Dauria Aerospace
Масса	21 кг
Габаритные размеры	437×437×677 мм
Расчетный срок активного существования	3 года
Мощность	28 Вт
Точность стабилизации	< 6"
Бортовой радиокomплекс	УКВ до 38,4 кбит/сек S-диапазон 1 Мбит/сек

состоянии и грузе судна, его идентификационном номере, габаритах, осадке, курсе, скорости и пункте назначения. У «Даурии» уже есть соответствующие договоренности с государственными ведомствами: компания подписала соглашение с ФГУП «Морсвязьспутник» о совместном использовании спутниковой группировки для реализации проекта создания космического сегмента AIS по мониторингу морских и речных судов.

Сегодня три аппарата «Даурии» – единственные российские КА с полезной нагрузкой AIS. Однако российским рынком компания не собирается ограничиваться и в данный момент занимается поиском потребителей AIS-данных на международном рынке.

DX1 разрабатывался в качестве экспериментального аппарата, чтобы испытать оборудование, наработать технологии и программное обеспечение для создания унифицированной платформы МКА. В перспективе эта платформа позволит создавать спутники для дистанционного зондирования Земли или научных миссий.

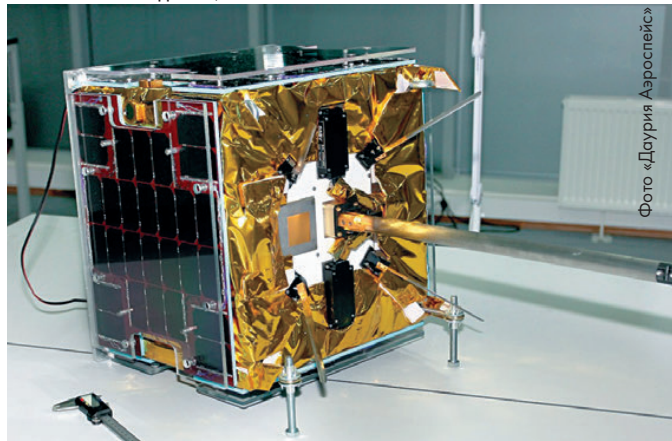
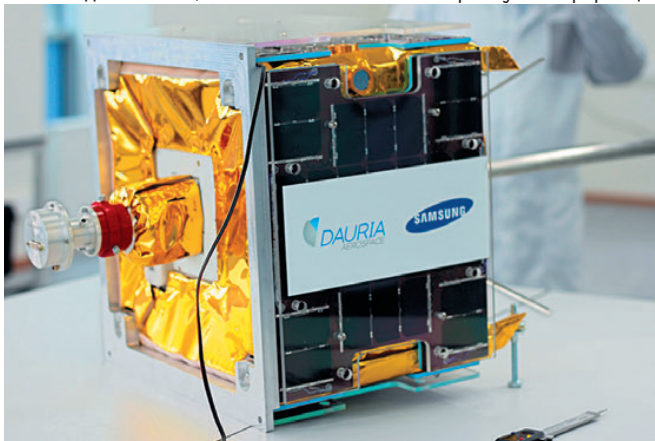
Спутник собран из комплектующих класса Industrial. Это обеспечило высокую скорость сборки и низкую для космических аппаратов цену. По различным оценкам, стоимость создания DX1 составляет 3–5 млн \$, причем в эту сумму входит организация КБ и собственного ЦУПа «Даурии». Активная фаза работы над спутником заняла примерно один год.

Аппарат представляет собой кубическую конструкцию, включающую алюми-

трансполярных перелетов. Орбиты спутников Земли и МКС находятся под радиационными поясами, из которых выпадают электроны. Их называют электронами-киллерами, так как они представляют опасность для микросхем с высокой степенью интеграции (транзисторная электроника более устойчива).

Реализация научной программы РЭЛЕК позволит:

- ❖ собрать новые данные о механизме ускорения и потерь электронов высоких энергий, взаимодействии «волна-частица»;
- ❖ получить новые данные о динамических процессах в системе атмосфера-ионосфера-магнитосфера;
- ❖ разработать новые методы зондирования верхней атмосферы Земли в радио-, оптическом, ультрафиолетовом, рентгеновском и гамма-диапазонах;





ниевый каркас и две панели приборов. На одной панели смонтирована аппаратура служебных систем, на другой – антенный комплекс и полезная нагрузка. Размер DX1 – 437×437×677 мм, масса – 21 кг. Бортовой радиокомплекс в режиме маяка работает на частоте 438.225 МГц по протоколу AX.25 с позывным DSC001. Выделенные частоты для командно-телеметрической информации – 145.0 и 435.0 МГц, для передачи целевой информации – 2270 МГц.

Управление спутниковой группировкой осуществляется специалистами «Даурии» из собственного ЦУПа, оборудованного в бизнес-центре «Урал»; для приема целевой информации предполагается создание наземной станции в Новосибирске.

В настоящий момент DX1 проходит летные испытания, а коммерческие услуги сейчас не оказывают через несколько месяцев.

TechDemoSat-1: мониторинг прибрежной территории

TechDemoSat-1 (TDS-1) – инновационный КА, разработанный промышленными предприятиями и научно-образовательным сообществом Великобритании совместно с компанией Surrey Satellite Technology Ltd. (SSTL) для орбитальной демонстрации новых космических технологий и мониторинга прибрежной морской территории.

Спутник создан на базе платформы SSTL-150, которая ранее была использована для создания группировки спутников D33 RapidEye. На платформе установлены как новые, так и уже испытанные системы SSTL, а также восемь блоков полезной нагрузки, построенных различными британскими компаниями. К новым системам аппарата относятся улучшенный бортовой компьютер,

облегчающий удаленное проведение экспериментов с программным обеспечением, регулятор заряда батарей и элементы нового типа на двух панелях солнечных батарей.

Аппарат массой 157 кг и габаритными размерами 0.77×0.50×0.90 м оснащен тремя фиксированными панелями солнечных батарей площадью 1.15 м² со средневитковой мощностью 54 Вт и литий-ионной аккумуляторной батареей емкостью 15 А·ч. Система ориентации использует комплект солнечных датчиков и магнитометров для грубого и звездные датчики Procuop для точного определения пространственного положения КА. Исполнительными органами являются маховики типа 100SP-M. Спутник имеет двигательную установку НСТ на горячем ксеноне с запасом характеристической скорости 36 м/с.

Бортовой компьютер OBC750 на процессоре PPC750FL является основой системы управления. В системе связи будет использоваться аппаратура S- и X-диапазона, которая способна работать на скоростях до 400 Мбит/с. Также на борту TechDemoSat-1 будет установлен дисковый накопитель общим объемом до 128 Гбит, предназначенный для хранения полученных результатов исследований.

Полезная нагрузка на спутнике включает аппаратуру наблюдения поверхности океана, изучения космического пространства и его влияния на функционирование космической техники, ИК-радиометр для дистанционного зондирования Земли. Спутник оснащен парусом увода КА с орбиты после завершения периода его активного существования.

Состав полезной нагрузки:

SGR-RESI – приемник навигационных сигналов, используемый как прибор зондирования (разработка SSTL). Устройство будет использоваться при мониторинге отраженных сигналов системы GPS или Galileo для определения «шероховатости» океана;

SSP (Sea State Payload) представляет собой экспериментальный радиолокационный высотомер S-диапазона, основанный на технологии проекта NovaSAR-S и позволяющий определять уровень поверхности, высоту волн и скорость ветра;

MuREM (Miniature Radiation Environment and effects Monitor) – миниатюрный инструмент для измерения радиационной обстановки;

ChaPS (Charged Particle Spectrometer) – спектрометр заряженных частиц;

HMRM (Highly Miniaturized Radiation Monitor) – легкий, ультракомпактный дозиметр, предназначенный для измерения суммарной дозы радиации, скорости частиц и выявления электронов, протонов и ионов. Прибор будет обеспечивать аппарат служебными данными о радиационной обстановке для выдачи предупреждения о повышенной радиационной опасности. Его данные будут использованы для диагностики и поиска неисправностей в системе КА;

LUCID (Langton Ultimate Cosmic ray Intensity Detector) – специальный детектор для мониторинга измерений более тонких аспектов космического излучения: энергии, типа, интенсивности и направленности частиц высоких энергий. Детектор LUCID разработан специалистами компании SSTL и студентами Научного центра Лэнгтона, который является частью гимназии Саймона Лэнгтона (Simon Langton). С помощью этого устройства планируется исследовать и такие явления, как Южно-Атлантическая аномалия, а также изучить состав выбросов корональной массы и космических лучей, определить источники внегалактических космических лучей;

CMS (Compact Modular Sounder) – 12-канальный инфракрасный радиометр Оксфордского университета для решения задач по мониторингу поверхности Земли в диапазоне 6.0–11.5 мкм;

DOS (De-orbit Sail) – система сведения с орбиты, напоминающая «парус». Его «полотно» чрезвычайно тонкое – около 25 микрон. Система разработана научной группой Университета Крэнфилда. По истечении гарантийного срока работы КА будет развер-

Основные характеристики КА TechDemoSat-1	
Назначение	Демонстрация технологий
Заказчик	Правительство Великобритании (Совет по технологической стратегии)
Платформа	SSTL-150
Стартовая масса КА	157 кг
Срок активного существования	3 года
Среднесуточная потребляемая мощность	54 Вт
Точность ориентации	
по углу крена и тангажа	< 3°
по углу рысканья	< 5°
Количество полезных грузов	8

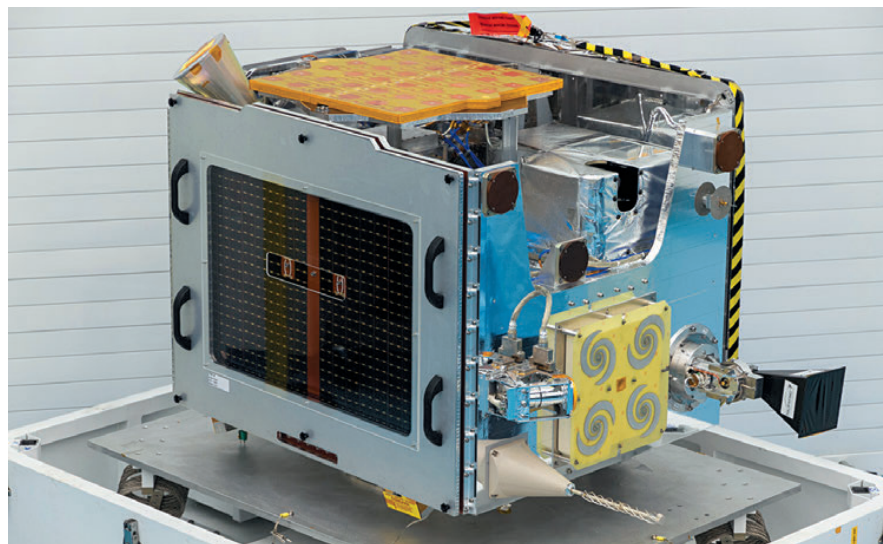


Фото С. Кузьмина

нут «парус» – давление солнечного света вызовет небольшое ускорение, которое позволит свести TechDemoSat-1 с орбиты;

CubeSAT ADCS – интегрированная система ориентации для кубсатов.

SkySat-2: дистанционное зондирование

SkySat-2 – коммерческий спутник дистанционного зондирования и видеосъемки земной поверхности, разработанный калифорнийской компанией Skybox Imaging. Аппарат является точной копией KA SkySat-1, стартовавшего 21 ноября 2013 г., и станет вторым в группировке, в которую после полного развертывания войдут 24 спутника.

Компания Skybox Imaging (г. Маунтин-Вью, штат Калифорния) была основана пять лет назад для участия в конкурсе Google Lunar XPrize по отправке небольшого ровера на Луну. Однако финансовый кризис вскоре подавил эти мечты и убедил команду из четырех аспирантов Стэнфордского университета искать новые области приложения усилий, где можно было бы применить современные космические и информационные технологии.

Спутник массой 82 кг предназначен для получения изображений высокого разреше-

Основные характеристики КА SkySat-2	
Заказчик/изготовитель	Skybox Imaging
Масса	82 кг
Расчетный срок службы	3 года
Средняя мощность	120 Вт
Разрешение:	
панхроматический режим	0.9 м (в надире)
многоспектральный режим	2.0 м (в надире)
Полоса захвата	8 км (в надире)
Диапазоны:	
панхроматический	450–900 нм
синий	450–515 нм
зеленый	515–595 нм
красный	605–695 нм
ближний ИК	740–900 нм
Особенности передачи видео	Черно-белое, панхроматический режим
Продолжительность съемки видео	До 90 секунд
Частота кадров	30 кадров в секунду
Разрешение видеосъемки	1.1 м в надире
Поле зрения	Не менее 2.0x1.1 км
Точность ориентации	±0.1°

ния в панхроматическом и многоспектральном режимах без применения дорогостоящей аппаратуры, что позволяет значительно уменьшить затраты на создание каждого КА группировки.

Аппарат выполнен в форме параллелепипеда; СБ находятся на боковых поверхностях; надириная грань прикрыта откидной крышкой, защищающей оптическую систему.

На борту спутника установлены два сканирующих устройства для съемки земной поверхности в полосе шириной 8 км в двух режимах: панхроматическом (пространственное разрешение – 0.9 м) и в четырех мульти-спектральных (до 2.0 м). Для получения изображений с высоким разрешением фирма Skybox разработала и запатентовала собственный двумерный сенсор. Это нововведение побудило инженеров компании разработать уникальную камеру для сбора данных от датчика, процессоры для кодирования данных и коррекции искажений и специальный передатчик для сброса информации на наземные станции обработки изображений.

Еще одно нестандартное решение: спутники D33 фирмы Skybox не имеют системы обработки изображений на борту – эта функция передана Земле. Такой подход позволил уменьшить размер, массу и стоимость запуска спутников.

UKube-1: изучение околоземного пространства

UKube-1, первый британский аппарат класса CubeSat, разработан компанией Clyde Space Ltd. (Глазго, Шотландия) по заказу Космиче-

ского агентства Великобритании и при участии Совета по технологическим стратегиям и Научно-технического совета Великобритании STFC. Наноспутник имеет форму прямоугольного параллелепипеда размерами 10x10x34 см (типоразмер – 3U) и массу около 3 кг.

В состав полезной нагрузки UKube-1 входят несколько комплектов экспериментального оборудования, предназначенного для изучения околоземного космического пространства и его влияния на состояние и работоспособность микроэлектронных компонентов и бортовых систем аппарата, а также для отработки перспективных технологий космической съемки Земли.

Для получения изображений земной поверхности на спутнике установлена экспериментальная оптоэлектронная камера C3D (Compact CMOS Camera Demonstrator), созданная специалистами центра CEI (Centre for Electronic Imaging) Открытого университета и компании e2v technologies. Устройство реализовано с применением новой КМОП-технологии 0.18 мкм и включает три КМОП-датчика. Разрешающая способность при высоте орбиты 650 км составит 25 м в режиме узкополосной съемки и 350 м при широкополосной. Масса устройства около 200 г, а его энергопотребление не превышает 1 Вт.

Наземный сегмент для управления спутником и приема передаваемых им данных образуют три станции: основная в Лаборатории Резерфорда-Эпплтона при Научно-техническом совете Великобритании в графстве Оксфордшир и две вспомогательные, расположенные на территории шотландских университетов Стратклайд (Strathclyde) и Данди

Основные характеристики КА UKube-1	
Назначение	Отработка технологий, проведение экспериментов
Заказчик	Космическое агентство Великобритании
Головной подрядчик	Clyde Space
Класс	CubeSat 3U
Масса КА	3 кг (5.4 кг – с контейнером и устройством отделения)
Средняя мощность	4.8 Вт
Частоты коммуникационной подсистемы:	
Канал телеметрии «борт–Земля»	145.840 МГц
Маяк подсистемы FUNcube	145.915 МГц
Линейный транспондер мощностью 400 мВт для SSB и CW	
Прием	435.060–435.080 МГц
Передача	145.930–145.950 МГц
Канал «борт–Земля» S-диапазона	2401 МГц
Канал «борт–Земля» UKSEDS myPocketQub	437.425–437.525 МГц
Активный срок службы	1 год



Фото О. Урусова

▼ Порт-о-Пренс, Гаити. Один из первых снимков КА SkySat-2. 10 июля 2014 г.





Фото С. Урусова



(Dundee). Затраты на реализацию проекта оцениваются в 1.3 млн \$ США.

Технологические разработки, реализованные и отработанные с помощью UKube-1, предполагается использовать при создании в Великобритании к 2015 г. перспективной национальной системы мониторинга стихийных бедствий и дистанционного зондирования Земли на базе наноспутников, обеспечивающей получение изображений участков земной поверхности с разрешением до 1 м с периодичностью 20–30 минут.

AISSat-2: идентификация судов

Наноспутник AISSat-2 создан в канадском Университете Торонто по заказу Норвежского космического центра NSC. Полезная нагрузка разработана в норвежской организации оборонных исследований FFI и изготовлена военно-промышленной корпорацией Kongsberg Seatex AS (KSA).

Аппарат массой 7 кг является копией КА AISSat-1, запущенного в июле 2010 г. с целью испытания автоматической идентификационной системы AIS для отслеживания судов с низкой околоземной орбиты. Новый спутник позволит увеличить зону покрытия.

Данные с AISSat-2 будут использоваться береговой администрацией и другими потребителями спутниковой информации – такими как Директорат рыболовства и береговая охрана. Прием данных и управление работой спутника осуществляет норвежская компания Kongsberg Satellite Services (KSAT) через станцию Свальбард на Шпицбергене.

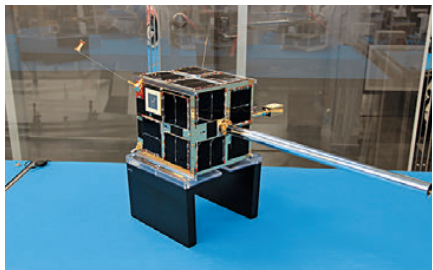
AISSat-2 изготовлен в лаборатории космических полетов SFL при Институте аэро-

космических исследований Университета Торонто UTIAS (Канада) на базе платформы GNB (Generic Nanosatellite Bus), имеющей форму куба с ребром длиной 20 см.

Наноспутник оснащен подсистемой электропитания с арсенид-галлиевыми панелями СБ мощностью до 10 Вт и двумя литиево-ионными аккумуляторами емкостью 5.3 А·ч, подсистемой трехосной ориентации и тремя компьютерами на основе микроконтроллеров ARM7 – для связи со станциями контроля, управления ориентацией и сбора радиосигналов AIS. После запуска на наноспутнике раскрываются штыревые антенны для приема сигналов AIS, а также для приема команд и передачи телеметрии. Скорость передачи данных в S-диапазоне частот – 32–256 кбит/с, скорость передачи команд в УКВ-радиодиапазоне – 4 кбит/с. Спутник может работать как в режиме передачи данных в реальном масштабе времени, так и с записью в бортовой накопитель.

Основным датчиком спутника является программируемый двухканальный радиоприемник SDR (Software Defined Radio) с микропроцессором, принимающий сигналы AIS на двух частотах в диапазоне 156.025–162.025 МГц и разработанный KSA по схеме самоорганизующегося многостанционного доступа с временным разделением каналов SOTDMA. Ключевыми компонентами радиоприемника являются программируемые логические интегральные схемы типа FPGA (Field Programmable Gate Array), которые обеспечивают обработку и выделение радиосигналов AIS в условиях интенсивного трафика и высокой плотности радиопомех.

Основные характеристики КА AISSat-2	
Назначение	Идентификация морских судов
Заказчик	Правительство Норвегии
Подрядчик	UTIAS / SFL
Масса КА	7 кг (15 кг с контейнером)
Расчетный срок активного существования	3 года
Средняя мощность	7 Вт



M3MSat: спутник-отказник

Габаритно-весовой макет массой 80 кг был доставлен на орбиту и отделен по программе вместо реального наноспутника M3MSat (Maritime Monitoring and Messaging Micro-Satellite), предназначенного для мониторинга судоходства в районах, прилегающих к берегам Канады.

Работа, являющаяся развитием проекта CanX-6/NTS-1 (запуск в апреле 2008 г.), была совместно профинансирована Управлением оборонных исследований DRDC и Канадским космическим агентством CSA, а сам спутник изготовлен компанией COM DEV Ltd. Микроспутник размером 0.6×0.6×0.8 м был оснащен приемником сигналов AIS, низкоскоростной системой ретрансляции данных LDRS и аппаратурой DDCM для мониторинга электрического заряда и поведения материалов.



ЗАПУСК КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Фото С. Урусова

▲ Установка AISSat-2 на ферму «Фрегата-М»

Эксплуатировать аппарат должна была фирма eхactEarth, уже имеющая в своем флоте пять спутников для контроля судоходства.

24 апреля правительство Канады запретило отправку микроспутника M3MSat в Россию для запуска под предлогом ситуации на Украине. Как следствие, канадский аппарат пришлось заменить макетом. Вице-премьер российского правительства Дмитрий Рогозин в своем твиттере прокомментировал ситуацию так: «Канадцы прокололись. Отказались от запуска своего спутника, признав его военным. А раньше уверяли, что он гражданский. На деньги канадцы попали точно».

По сообщению National Post от 23 июня, компания COM DEV потребовала от правительства Канады компенсировать миллионы долларов, потерянные из-за отмены запуска спутника с помощью российской ракеты.

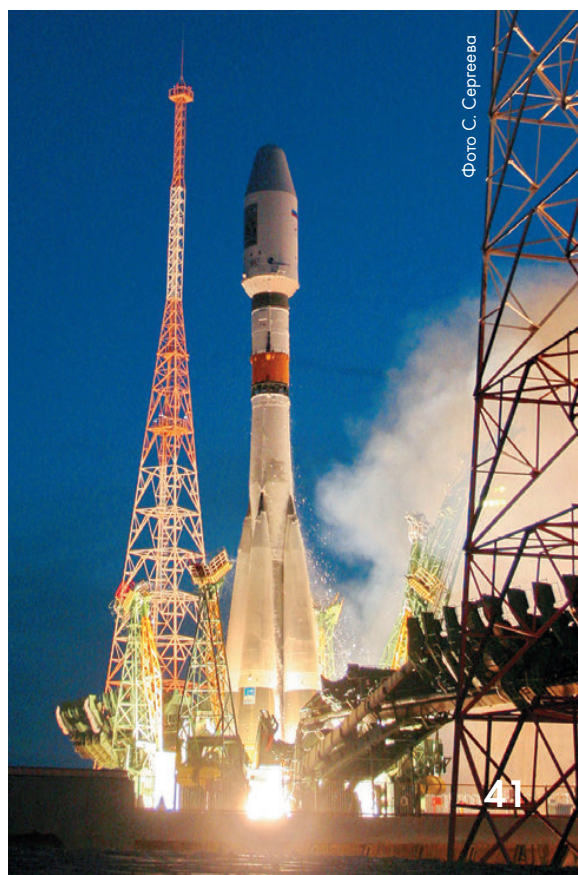


Фото С. Сергеева



И. Чёрный.
«Новости космонавтики»

Пусковые операции начались за 8 часов до старта. После первоначального опроса систем на ракету подали питание для серии проверок систем связи, управления, двигательных установок и системы аварийного прекращения полета. Кроме того, прошли тесты всех наземных систем. Стартовые команды выполнили заключительные «ручные» операции по подготовке к запуску: были удалены заглушки двигателей с «Союза», убраны площадки доступа с МБО, а стартовая площадка и башня обслуживания закрыты. Стартовая команда покинула площадку до начала заправочных операций, добро на проведение которых дала российская Государственная комиссия.

Процедура заправки началась в Т-4 час с захлаживания кислородных систем на Земле и в ракете. Затем все 12 основных баков «Союза» были залиты компонентами топлива – жидким кислородом и керосином (суммарно 272 140 кг), а баллоны наддува – жидким азотом (боковой и центральный блоки ракеты) и жидким гелием (третья ступень).

Заправка топливом была завершена к Т-105 мин, после чего продолжалась подпитка баков жидким кислородом, чтобы восполнить естественное испарение окислителя. В этот момент начался набор готовностей, включая электрические испытания, контроль системы управления и проверку связи.

Все проверки завершились штатно. За час до команды «контакт подъема» МБО была отведена в стартовое положение на безопасное расстояние от заправленной ракеты. В момент Т-45 мин в бортовой компьютер последней было загружено полетное программное обеспечение.

Дальнейшая подготовка к пуску завершилась без замечаний, и в расчетный момент времени ракета ушла со старта. Все три ступени отработали хорошо, обеспечив выход на незамкнутую орбиту с апогеем 192 км и наклоном 5.27°. РБ выполнил три включения двигателя: первое, на 237 секунд, для довыведения на опорную орбиту, и еще два, продолжительностью 512 и 302 сек, для формирования целевой орбиты. Первые два КА были отделены через 2 час 01 мин после старта, а вторые – через 2 час 22 мин. После этого «Фрегат» выдал два импульса для выхода на орбиту захоронения.

Этот пуск стал второй миссией самарской РН «Союз-СТ» с космодрома Куру в 2014 г. и восьмой с начала реализации проекта «Союз в ГКЦ». Российская ракета была адаптирована к требованиям европейского

На 2014 г. запланированы четыре пуска «Союзов» с Куру. В мае в ГКЦ имелись две ракеты, одна из которых была использована в июльском пуске. Действующий контракт предусматривает поставку 21 «Союза-СТ» в интересах французского оператора пусковых услуг Arianespace, а в апреле 2014 г. было подписано дополнительное соглашение на поставку еще семи российских ракет. В целом весь опцион включает производство 50 самарских носителей.

Еще четыре спутника связи для трех миллиардов землян

10 июля в 15:55:56 местного времени (18:55:56 UTC) с пусковой установки 371СК13 комплекса ELS Гвианского космического центра (ГКЦ) в Куру стартовые расчеты прикомандированных специалистов ЦЭНКИ осуществили пуск РН «Союз-СТ-Б» (374РН21Б № E15000-005) с РБ «Фрегат-МТ» (14С44 № 1032) с целью выведения на орбиту второй партии спутников широкополосной связи О3б в интересах компании O3b Networks.

Старт и полет ракеты прошли в штатном режиме. Все четыре спутника выведены на орбиты, близкие к расчетным (см. таблицу).

Наименование	Номер	Межд. обозн.	Параметры орбиты			
			І	Ир, км	На, км	Р, мин
О3б FM 3	40079	2014-038A	0.04°	7836	7842	281.1
О3б FM 7	40080	2014-038B	0.04°	7830	7837	280.9
О3б FM 6	40081	2014-038C	0.04°	7825	7837	280.8
О3б FM 8	40082	2014-038D	0.04°	7813	7836	280.7
РБ «Фрегат»	40083	2014-038E	0.08°	7656	7690	276.2

Подготовка и запуск

Миссия выведения на орбиту второй группы из четырех О3б* с первоначальным обозначением VS06 планировалась на 30 сентября 2013 г., однако за три недели до старта объявили о ее переносе – сначала на месяц, а потом на неопределенное время «из-за технических проблем со спутниками». В ходе орбитальных испытаний первой четверки аппаратов выяснилось, что по крайней мере на двух КА транспондеры «проявили неожиданную деградацию характеристик» по обеспечению сигналов, необходимых для синхронизации нисходящей линии данных. Это и побудило задержать запуск второй

четверки для замены «подозрительных» компонентов**. Спутники, доставленные в Куру в августе на Ил-76, были возвращены изготовителю.

Весной 2014 г. имела место «схватка» за июньское пусковое окно, на которое претендовали четыре О3б с одной стороны и два Galileo FOC с другой. Было решено, что первыми полетят те аппараты, которые раньше будут доставлены на космодром, а оставшиеся будут запущены в августе. Компания О3б выиграла, доставив свою четверку на Ан-124 из Рима в Куру 25 апреля. Пуск с новым обозначением VS08 назначили на 27 июня, но 5 июня была объявлена новая дата – 10 июля.

21 мая началась подготовка носителя, а 19 июня по графику пусковой компании приступили к комплексным испытаниям систем стартового комплекса (СК) перед вывозом, приемом и установкой РН.

7 июля состоялся вывоз «Союза» на старт. К ракете была подведена мобильная башня обслуживания (МБО), с помощью которой стартовые расчеты предприятий российской космической промышленности осуществили проверку носителя перед установкой космической головной части (КГЧ) в составе РБ «Фрегат-МТ» и четырех спутников О3б. В тот же день КГЧ была вывезена на СК и состыкована с ракетой.

* Первые четыре аппарата О3б были запущены из ГКЦ ракетой «Союз-СТ-Б» 25 июня 2013 г. (НК № 8, 2013, с. 43-45).

** Фирма О3b Networks официально не подтвердила наличие конкретных проблем, обнаруженных на КА первой партии. Источники, знакомые с затруднением, сообщили, что дефект был в системе связи спутников, но отказались раскрыть подробности.

космодрома в части безопасности (прием телекоманд с Земли на прекращение полета), системы телеизмерений (передатчики, работающие в дециметровом диапазоне с европейской структурой кадра телеметрии) и условий эксплуатации (повышенная влажность, морская транспортировка и другие).

Юбилейным стал запуск для «Фрегата» – РБ стартовал в 45-й раз. Созданный в НПО имени С. А. Лавочкина космический буксир – это автономный робот с искусственным интеллектом, обеспечивающий весь процесс выведения КА в соответствии с полетным заданием без вмешательства с Земли. Логика работы «Фрегата» предусматривает самостоятельное парирование ошибок по точности работы последней ступени РН.

В настоящее время НПО Лавочкина способно ежегодно изготавливать и запускать примерно десять РБ «Фрегат» различных модификаций. В дальнейшем предприятие намерено увеличить свои производственные мощности.

В 2014 г. РБ отправлялся в космос уже с трех космодромов: один находится в Южной Америке (Куру), второй – в пустыне Казахстана (Байконур), а третий – самый северный космодром в мире (Плесецк). Каждая из этих стартовых площадок имеет собственные особенности, но уникальность «Фрегата» дает ему возможность участвовать в таких запусках. В этом году произведено шесть стартов с «Фрегатом», за которые РБ производства НПО имени С. А. Лавочкина доставил на орбиту Земли 15 аппаратов!

Элитная платформа

Спутники O3b предназначены для создания новой европейской среднеорбитальной космической системы связи, а также предоставления телекоммуникационных услуг и скоростного доступа в Интернет в странах Азии, Африки, Латинской Америки и Ближнего Востока. Оператором этой спутниковой группировки, названной в честь «трех других миллиардов»* (the Other 3 Billion), является компания O3b Networks со штаб-квартирой на Нормандских о-вах в проливе Ла-Манш. При финансовой поддержке промышленных гигантов, таких как Google и провайдер спутниковой связи SES, в марте 2014 г. она приступила к реализации услуг передачи данных с помощью четырех первых аппаратов.

Запущенные КА относятся к телекоммуникационным спутникам нового поколения, располагающимся на круговой орбите средней высоты. Каждый O3b поддерживает скорость передачи данных в 10 Гбит/с в полосе от 45° ю.ш. до 45° с.ш., работая на орбите высотой 8062 км над экватором и предоставляя операторам связи возможности как у волоконно-оптических линий и прямое транзитное соединение для провайдеров стандартов 3G и WiMAX. Общая скорость передачи данных для полностью развернутой группировки достигнет 160 Гбит/с.

Космический сегмент созвездия O3b разработан и изготовлен итальянским подразделением компании Thales Alenia Space (TAS) с использованием спутниковой платформы EliteBus, которая уже давно работает

на низких околоземных орбитах в составе таких спутников, как GlobalStar.

Каждый O3b имеет стартовую массу 700 кг, из которых на полезную нагрузку и топливо приходится 250 кг. Спутниковая платформа трапециевидной формы собрана из жестких алюминиевых сотовых панелей. Она обеспечивает полезной нагрузке все необходимые ресурсы, включая возможности стабилизации, двигательную установку, стабильное электропитание и соединение с Землей для передачи данных.

Аппарат оснащен двумя развертываемыми трехсекционными панелями солнечных батарей (СБ) для выработки электроэнергии с помощью арсенид-галлиевых фотоэлектрических элементов, литий-ионными аккумуляторами для накопления и специальной электроникой для распределения электроэнергии. Панели СБ, способные автоматически отслеживать солнце, генерируют в начале жизненного цикла мощность 2400 Вт, в конце – 1700 Вт. В номинальном режиме для питания полезной нагрузки достаточно около 1000 Вт. На спутнике используется 28-вольтовая главная шина электропитания.

Спутник стабилизирован по трем осям с возможностью точного наведения аппаратуры с использованием данных о местоположении, предоставляемых грубыми датчиками Земли, точными датчиками солнца и инерциальным измерительным блоком. Приемник системы GPS предоставляет информацию о текущем местоположении на орбите и позволяет рассчитать геометрию прохода над различными наземными терминалами. Стабилизация и ориентация осуществляются с помощью комбинации маховиков и магнитных катушек. Фактическая ориентация определяется с погрешностью 0.007°. Разгрузку маховиков, маневрирование и коррекции орбиты выполняет двигательная установка, работающая на монотопливе и имеющая запас в 141 кг гидразина, который обеспечивает работу восьми двигателей тягой по 1 Н.

Платформа EliteBus оснащена бортовым компьютером, построенным вокруг микропроцессора LEON3, который широко используется в космической технике. Он обеспечивает управление и контроль всех подсистем платформы и команды на операции полезной нагрузки. Все системы подключаются к компьютеру по шине данных типа 1553В. Командно-телеметрическая информация

передается и принимается по радиоканалу в диапазоне S. Основные блоки платформы резервированы, чтобы предотвратить потерю КА от единичных сбоев. Спутник рассчитан на 10 лет работы.

Полезная нагрузка состоит из мощной системы связи Ка-диапазона. 12 полностью управляемых антенн установлены на «палубе» спутника, обращенной к Земле. Два луча служат для «шлюзового» соединения, а 10 лучей – для удаленных терминалов, создавая суммарную полосу 4320 МГц. Каждая антенна обеспечивает пропускную способность 1200 Мбит/с на прием и 600 Мбит/с на передачу, в результате общая мощность спутника составляет 12 Гбит/с. Антенны могут перенацеливаться в любую точку в пределах радиуса действия спутника в течение нескольких минут, чтобы позволить гибко планировать сеансы связи с целью обеспечить охват той области, где это необходимо и когда необходимо.

Для простого распределения пропускной способности в зоне покрытия спутника, которая составляет пятую часть 700 км в диаметре, используется технология повторителя. Гибкая конфигурация системы обеспечивает возможность коммутации данных между каналами, что упрощает установку двусторонних коммуникаций между двумя или более точками. Благодаря использованию средневысотной орбиты задержка сигнала в линии значительно ниже, чем при работе через геостационарный спутник, и составляет от 179 мс до 238 мс (в зависимости от достижимости КА) вместо 500 мс. Возможно предоставление услуг связи для морских судов в плавании (скорость подключения более 500 Мбит/сек).

Запуск второй четверки спутников означает, что первый этап разворачивания группировки завершен. После подъема орбиты новых КА до рабочей все восемь спутников будут располагаться вдоль орбиты с шагом 45°. Как указывалось выше, оптимальная полоса покрытия располагается между 45° северной и южной широт. Для широт выше 62° никакого обслуживания не обеспечивается.

Для улучшения условий обслуживания планируется увеличить число развернутых КА до 16. Следующие четыре спутника O3b находятся в завершающей стадии сборки и должны быть запущены в 1-м квартале 2015 г.



* Имеется в виду та часть населения земного шара, что лишена возможности широкополосного подключения к Всемирной сети по кабелю.

И. Чёрный.
«Новости космонавтики»

Десятый полет девятого «Сокола»

ет в качестве глобального оператора спутниковых коммуникаций, поставщика услуг сотовой связи и интегратора сторонних спутниковых сетей с использованием арендованного потенциала.

Удачные примеры применения системы Orbcmm – отслеживание прицепов и автоконтейнеров, мониторинг и обеспечение безопасности перевозок грузов в глобальном масштабе. Возможен мониторинг удаленного оборудования, такого как установки для бурения нефти и газа и другого тяжелого оборудования с получением информации о его местоположении и функционировании, сбор данных с удаленных терминалов от развернутого научного оборудования, а также отслеживание морских судов с помощью аппаратуры системы автоматической идентификации AIS (Automatic Identification System).

Компания запустила свой первый спутник Orbcmm-X в июле 1991 г. Этот малый КА массой 22 кг должен был продемонстрировать оборудование связи и спутниковой навигации (система GPS), но отказал, совершив всего один виток по орбите. Два спутника Orbcmm CDS для демонстрации концепции, доставленные в космос в феврале и апреле 1993 г., имели массу по 14 кг и оснащались коммуникационным оборудованием для проверки функционирования связной аппаратуры, которую предполагалось установить на эксплуатационных КА.

Получив опыт работы со спутниками-демонстраторами, в период между 1995 и 1999 годами компания Orbcmm на ракетах Pegasus и Taurus вывела на орбиту в общей сложности 35 аппаратов первого поколения OG1, создав оперативную группировку для своей инфраструктуры глобальной связи. Некоторое число эксплуатационных КА было выведено из эксплуатации из-за деградации полезных нагрузок, в результате чего в системе возникли слишком высокие задержки времени передачи данных. Компания Orbcmm попыталась решить проблему, запустив в 2008 г. на российской РН «Космос-3М» третий спутник демонстрации концепции и пять экспериментальных КА Quick-Launch. К сожалению, все эти аппараты быстро вышли из строя из-за аномалий системы электропитания. Еще два спутника были выведены на орбиту в 2011 и 2012 гг. под именами VesselSat 1 и 2.

В 2008 г. компания Orbcmm выбрала фирму Sierra Nevada для постройки 18 спутников второго поколения OG2 с возможностью дозаказа еще 30

КА, которые можно будет совершенствовать и модернизировать по мере развертывания группировки второго поколения. Sierra Nevada сформировала комплексную группу субподрядчиков, включающих Boeing Intelligence and Security Systems, ITT Space Systems и MicroSat Systems, а также ряд других фирм для обеспечения системного проектирования, управления и интеграции программы OG2.

Для разработки и изготовления связанных полезных нагрузок выбрали компанию Argon ST: она смогла нарастить пропускную способность каждого спутника в 10–12 раз, увеличив как скорость передачи данных, так и размер пакетов передаваемой информации при одновременной поддержке формата сигналов и наземных терминалов, оставшихся у пользователей системы первого поколения. На все КА были также установлены полезные нагрузки системы AIS для получения и передачи сообщений от морских судов.

В 2009 г. для выведения 18 аппаратов OG2 была выбрана легкая РН Falcon 1e фирмы SpaceX. Запуск спутников предполагалось выполнить в период с 2010 по 2014 г., но в 2010 г. планы были пересмотрены – и аппараты «пересели» на средней Falcon 9.

Первый спутник OG2 стартовал в октябре 2012 г. в качестве попутного полезного груза с транспортным кораблем Dragon фирмы SpaceX. Проблема, возникшая на этапе выведения с одним из двигателей первой ступени РН, привела к перерасходу топлива второй ступени. В результате основная полезная нагрузка (корабль) достигла расчетной орбиты, но система повторного запуска не прошла тест на необходимый уровень топлива в баках. Двигатель второй ступени второй раз не включился, и первый спутник OG2 отделился на орбите ниже расчетной. За оставшиеся до естественного схода с орбиты двое суток КА успел провести только демонстрацию работы основных систем платформы и некоторые тесты связной полезной нагрузки.

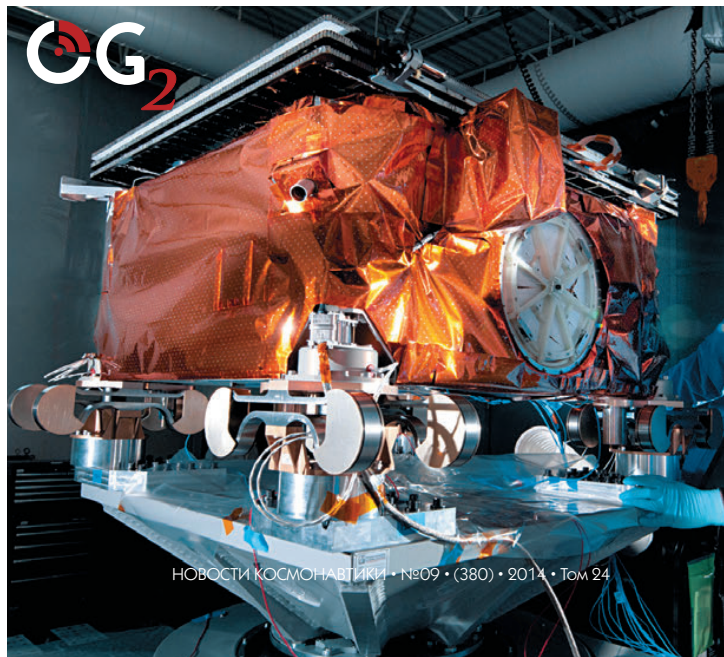
14 июля в 11:15:00 EDT (15:15:00 UTC) со стартового комплекса SLC-40 Станции ВВС «Мыс Канаверал» стартовый расчет компании SpaceX при поддержке 45-го космического крыла ВВС США осуществил успешный пуск РН Falcon 9 v1.1 с шестью спутниками связи фирмы Orbcmm. Старт и выведение прошли в штатном режиме, аппараты вышли на орбиты, близкие к расчетным (см. таблицу).

Наименование	Номер	Межд. обознач.	Межд. азим.	Параметры орбиты		
				И	Нр, км	На, км
Orbcmm FM 109	40086	2014-040A	47.00°	614.1	742.4	98.254
Orbcmm FM 107	40087	2014-040B	47.00°	613.9	742.9	98.256
Orbcmm FM 106	40088	2014-040C	47.01°	613.9	743.1	98.260
Orbcmm FM 111	40089	2014-040D	47.01°	613.7	743.5	98.263
Orbcmm FM 104	40090	2014-040E	47.01°	613.5	744.1	98.267
Orbcmm FM 103	40091	2014-040F	47.01°	613.5	744.6	98.270

Новые электронные почтовые ящики

Шесть запущенных спутников второго поколения Orbcmm Generation 2 (OG2) входят в низкоорбитальную систему (инфраструктуру) связи, эксплуатируемую компанией Orbcmm. Из 44 выведенных до этого аппаратов первого и второго поколения 43 находятся на орбите, а 26 – эксплуатируются.

Система Orbcmm предоставляет широкий спектр услуг связи типа «машина – машина» (M2M, machine-to-machine) для промышленных предприятий и государственных организаций, обеспечивая передачу небольших пакетов данных с малыми временными задержками с мобильных передатчиков наземных терминалов. Компания выступа-





В результате развертывание группировки второго поколения началось с запуска шести КА в июле 2014 г. Еще 11 готовых спутников OG2 планируется вывести на орбиту в ноябре 2014 г. на второй FH Falcon 9 v.1.1.

Каждый OG2 имеет стартовую массу 172 кг и размеры 1×1×0.5 м в транспортной конфигурации и 13×1×0.5 м в полностью развернутом положении. Аппараты строятся на недорогой модульной спутниковой платформе SN-100A разработки фирмы Sierra Nevada, которая стабилизируется в космосе по трем осям и позволяет проводить быструю интеграцию полезной нагрузки в зависимости от запросов заказчика.

Система стабилизации и ориентации обеспечивает определение положения в пространстве с погрешностью 0.6° при точности наведения 0.1° (более аккуратной ориентации для работы связной полезной нагрузки не требуется) и развороты КА со скоростью до 1°/с. Для коррекции орбиты служит двигательная установка с микро-ЖРД на монотопливе (гидразин), обеспечивающая приращение скорости более 100 м/с для каждого спутника. Поскольку спутники OG2 запускаются в группах по несколько аппаратов в каждой, двигатели разводят КА по различным плоскостям орбиты перед началом операций.

Система электроснабжения КА оснащена одним развертываемым трехсекционным «крылом» солнечных батарей (СБ) на базе фотоэлементов из арсенида галлия с тройным переходом, которые обеспечивают приход до 400 Вт. Энергия хранится в буферных аккумуляторах и распределяется через специальную подсистему. Для полезной нагрузки доступны в среднем 250 Вт, остальная мощность потребляется «бортом» аппарата.

Платформа SN-100A обеспечивает скорость сброса служебной информации до 4 Мбит/с, приема команд – до 1 Мбит/с и скорость передачи телекоммуникационных данных – до 310 Мбит/с. Бортовые накопители оснащены 256 Мбайт оперативной и 16 Мбайт энергонезависимой памяти.

Полезная нагрузка спутников OG2 – терминал УКВ-связи, включающий спиральную четырехзаходную антенну со «стрелой» диаметром 0.25 м и длиной 8 м. Целевая аппаратура работает на частотах от 137 до 153 МГц. Своевременный глобальный охват обеспечивается функционированием спутников OG2 в разных плоскостях круговой орбиты высотой 715 км и наклоном 47°. Расчетный ресурс аппарата превышает пять лет.

Подготовка и запуск

Первый групповой пуск Orbcomm G2 на FH Falcon 9 v.1.1 первоначально планировался на 3-й квартал 2013 г., но многократно переносился из-за задержек предыдущих стартов. Доставка аппаратов на космодром была закончена 26 апреля 2014 г., и пуск был назначен на 10 мая (!). Однако запланированные на 8 мая огневые стендовые испытания (ОСИ) двигателей 1-й ступени на стартовом столе не состоялись ни в этот день (из-за проблем с коммуникациями стартового комплекса), ни на следующий (из-за дефекта в системе наддува ракеты), и старт с полигонным обозначением X7373 пришлось отложить до 27 мая. Десятью днями позже он был перенесен на 11 июня, откуда постепенно «сполз» на 16 июня. После этого были выявлены проблемы с одним из КА, которые привели к переносу на вечер 20 июня.

Ранним утром этого дня Falcon был вновь вывезен на старт и заправлен, но за 8 минут до расчетного времени прошла отмена из-за падения давления наддува в баках второй ступени. Вторая попытка в резервный день 21 июня сорвалась из-за грозы и дождя. В ходе третьей, 22 июня, в носителе нашли очередные «глюки» – на этот раз с приводами двигателей 1-й ступени. Как следствие, старт сначала отложили до 24 июня, а затем перенесли на 14 июля. Помимо анализа и устранения неисправностей, SpaceX должен был ждать, когда ВВС США завершат запланированные операции по техническому обслуживанию полигона.

ОСИ, повторенные 11 июля, подтвердили, что на этот раз все системы функционируют номинально. Пуск был официально назначен на 14 июля в 09:21 EDT.

Обратный отсчет начался с активации FH в Т-13 час с последующими проверками носителя. Заправочные операции начались примерно за 4 часа до старта с заправки керосиновых баков и захолаживания наземных систем, трубопроводов подачи жидкого кислорода и баков. Спустя полчаса окислитель пошел в баки ракеты.

В ходе заправки в наземном оборудовании возникла некая проблема, и специалистам потребовалось около двух часов, чтобы разобраться в ней. Запуск был перенесен на конец стартового окна в 11:44 EDT, но затем время сдвинули назад, на 11:15, поскольку заправку удалось завершить раньше, чем изначально планировалось.

После этого отсчет вернулся в «спокойное русло», ряд проверок повторили. В систему управления ракеты загрузили финальную версию полетного программного обеспечения на основе последних измерений высотного ветра.

В Т-13 мин спутники OG2 перешли на бортовое питание и полетный режим, в Т-10:00 была инициирована терминальная фаза обратного отсчета. В Т-09:30 началось захолаживание двигателей, и в Т-06:15 ракета перешла на бортовое питание. В Т-03:25 система аварийного прекращения полета переключилась на батарейное питание и через некоторое время была активирована. Заправку жидким кислородом прекратили, и в Т-02:20 начали поднадув топливных баков.

За минуту до расчетного времени бортовые компьютеры взяли финальный обрат-

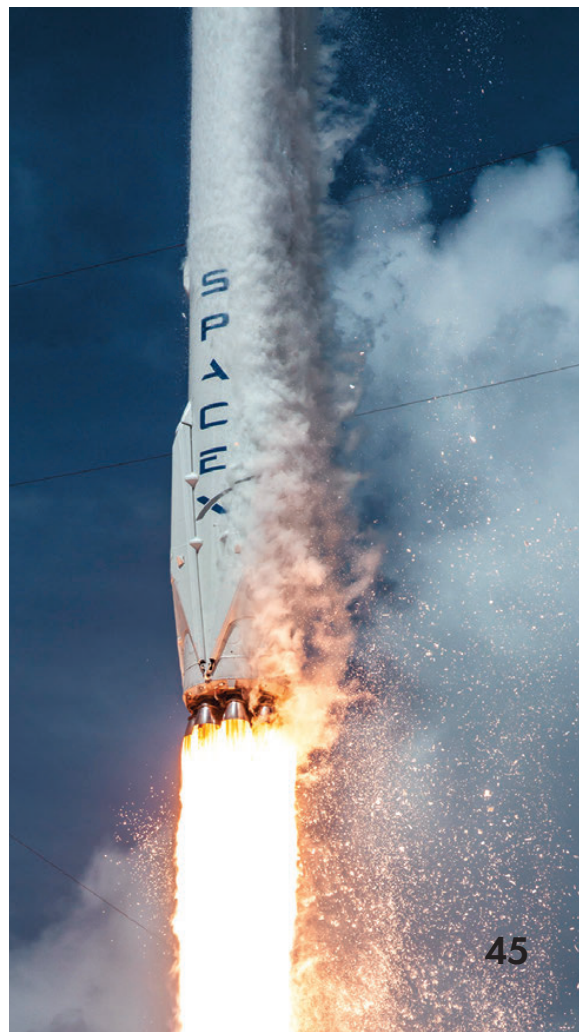
ный отсчет под свой контроль. Прошел тест приводов управления вектором тяги первой ступени, за которым в Т-00:40 последовал подъем давления в топливных баках до полетного уровня. Еще через 20 секунд система «Ниагара» подала потоки воды на стартовый стол для глушения звука во время запуска двигателей.

Merlin 1D, рабочая лошадка фирмы SpaceX, – мировой рекордсмен среди ЖРД по отношению тяги к весу. Для привода турбо-насосного агрегата служит газогенератор на основных компонентах топлива. При рабочем давлении в камере около 100 атм двигатель развивает тягу 66.7 тс на уровне моря и 73.0 тс в вакууме. По сравнению с моделью Мерлин 1С двигатель имеет увеличенный ресурс и большие тепловые запасы для камеры и сопла, а также менее сложную конструкцию, которая проще в изготовлении.

Набор параметров девяти двигателей Merlin 1D первой ступени внимательно отслеживался компьютерами. Все было в норме – и ракета стартовала. Начался вертикальный подъем, а затем маневры по крену и тангажу, обеспечивающие выход на расчетную траекторию.

В Т+01:00 Falcon 9 преодолел скорость звука, а спустя еще 10 секунд прошел пик скоростного напора. На протяжении первого этапа полетом носителя управляли девять двигателей первой ступени, установленные в карданном подвесе. В Т+02:00 их тяга стала снижаться для ограничения продольной перегрузки, и спустя 38 сек они выключились. Через три секунды после этого механические цанги, приводимые в действие пневматической системой, разделили ступени.

Через 8 секунд после разделения был запущен двигатель Merlin 1D Vacuum второй ступени, который развил вакуумную тягу



81.6 тс и проработал 6 мин 46 сек. Через три минуты после начала полета был сброшен головной обтекатель. Последние 45 сек полета ступень управлялась по методу терминального наведения.

После отключения двигателя ступень начала краткий период пассивного (баллистического) полета, выполняя переориентацию для правильного последовательного отделения КА начиная с момента T+14:35. Спутники, смонтированные на боковых «гнездах» двух адаптеров типа ESPA, установленных друг над другом, отделились в течение 20 минут.

После этого Falcon 9 выполнил маневр уклонения, за которым последовало повторное включение двигателя для сведения второй ступени с орбиты. Полчаса спустя ступень вошла в атмосферу и разрушилась над южной частью Индийского океана.

Отработка спасения первой ступени

Пока вторая ступень добиралась до орбиты, первая выполняла маневрирование в рамках программы отработки технологии повторного спасения. Это стало возможным благодаря избыточной энергетике ракеты для данной миссии, что, в частности, выразилось в «неравном» разделении 17 спутников между двумя пусками: всего 6 в первом и 11 во втором. В интересах испытаний траектория выведения была модифицирована по сравнению с энергетически оптимальной, и на участке полета первой ступени Falcon 9 летел с большим углом наклона траектории к горизонту. Это обеспечило быстрый выход за пределы плотной атмосферы, а также вход в нее на меньшем расстоянии от старта, чем обычно. Такие изменения позволили первой ступени спуститься ближе к побережью, что увеличило шансы на ее спасение.

Попытка спасения первой ступени стала уже третьей в истории FH Falcon 9 v1.1. Первая была предпринята в сентябре 2013 г. в первом полете носителя (НК № 11, 2013, с. 60-61) и не удалась из-за прерванного включения двигателя перед посадкой (неконтролируемое вращение ракеты). Вторая попытка, осуществленная в апреле текущего года при запуске грузового корабля Dragon, была успешной (НК № 6, 2014, с. 26-27): ступень смогла мягко приводниться, но была разрушена волнами в штормящем море.

Третья попытка завершилась успехом, который, в отличие от предыдущих испытаний, был четко зафиксирован: 22 июля компания SpaceX опубликовала видео мягкого приводнения первой ступени. Съемка с камер, установленных на ступени, охватывает период времени от T+08:00 до T+09:17.

Первая ступень начала свой путь к Земле сразу после разделения: видеокамеры со второй ступени показали работу ее газореактивной системы управления. Короткое включение трех двигателей Merlin 1D обеспечило первоначальное торможение, способствуя снижению скорости входа в атмосферу. Короткий суборбитальный полет, проходивший «хвостом вперед» (двигательная установка – самая тяжелая часть ступени), завершился входом в атмосферу и перешел в почти вертикальное падение.

Перед приводнением в T+10:42 был включен центральный двигатель, обеспечивший окончательное торможение перед «мягкой» посадкой. Во время работы двигателя в T+10:56 ступень успешно развернула четыре посадочные опоры – кроме прочего, они выполняли функции аэродинамических стабилизаторов. В раскрытом положении «ноги», изготовленные из углепластика и алюминиевых сот, имеют размах около 18 м и массу 2 т.

Ступень коснулась воды почти с нулевой скоростью в T+11:05 и после выключения двигателя опрокинулась. К сожалению, целостность корпуса вновь была нарушена (возможно, баки переломились и лопнули при ударе верхней части ступени о воду), и ступень утонула вскоре после посадки. Таким образом, хотя посадка, судя по показаниям приборов, была мягкой, этап спасения остался невыполненным. Тем не менее руководитель SpaceX Элон Маск не унывает, доказывая всем, что основной целью испытаний было получение данных, а не спасение «железа» – после достаточно длительного (несколько часов) соприкосновения с морской водой использовать ступень повторно не получилось бы в любом случае.

«Этот тест подтверждает, что ускоритель Falcon 9 способен последовательно возвращаться из космоса на гиперзвуковой скорости, дважды повторно включать маршевые двигатели, развешивать посадочные опоры и приземляться на скорости, близкой к нулевой, – говорится в пресс-релизе, распространенном на сайте SpaceX. – На данный момент мы вполне уверены в возможности успешно приземлиться на плавучей стартовой площадке или вернуться на космодром и повторно запустить ракету без ремонта».

Иначе говоря, прежде чем перейти к приземлению, компания рассматривает возможность посадки первой ступени не непосредственно на воду, а на некую платформу, плавающую в океане. Это необходимо для демонстрации возможности «точной» посадки ступени на небольшую заранее выбранную площадку на мысе Канаверал – SpaceX недавно получила участок на этом

Федеральное авиационное управление FAA (Federal Aviation Administration) предоставило SpaceX разрешение на 12 запусков в год (преимущественно ракет Falcon 9 и будущих Falcon Heavy) с участка площадью 22.87 га. Подробностей о новом пусковом комплексе практически нет, но утверждается, что он воплотит в себе многие передовые достижения: стартовые площадки будут автоматизированы для сокращения времени подготовки к пуску, а большинство процедур не потребуют участия человека.

космодроме под будущие реактивные посадки. Площадка отвечает всем критериям возвращения первой ступени с жесткими правилами безопасности, предписанными для данного вида деятельности.

В следующих двух пусках (5 и 26 августа соответственно) Falcon 9 должен вывести на геопереходную орбиту спутники AsiaSat-8 и AsiaSat-6. В этих случаях попытки возвращения первой ступени предприниматься не будут, поскольку такие полеты требуют реализации всей энергетике носителя. Следующая попытка мягкого приводнения планируется в миссии SPX-4 (13-й пуск FH серии Falcon 9), когда корабль Dragon доставит на МКС очередную партию грузов. Миссия стоит в очереди на середину сентября. Полеты № 14 и № 15 завершатся попытками приземлиться «на твердую поверхность», причем формулировка оставляет открытым вопрос, будет ли это плавучая платформа в океане или суша. Для этих миссий ступень, скорее всего, будет оборудована решетчатыми стабилизаторами для улучшения управляемости во время полета в атмосфере, чтобы иметь возможность точечного приземления на выбранную площадку.

Перспективы

Компания SpaceX сейчас производит запуски своих ракет с существующих космодромов Ванденберг и «Мыс Канаверал». Однако вскоре пуски могут переместиться на строящуюся стартовую площадку в округе Кэмерон штата Техас. Хотя Маск пока не делал официального заявления по этому поводу, правительство Флориды, разочарованное таким решением, подтвердило, что Техас подписал контракт со SpaceX. В качестве одной из причин такого шага называется непредсказуемая погода Флориды, которая нередко вмешивается в амбициозные планы по наращиванию темпа запусков.

В настоящее время руководство SpaceX уверяет, что может обеспечить 12 стартов в год, но в перспективе желало бы отправлять несколько ракет в день (!). Маск намерен использовать площадку в Техасе для целей космического туризма и миссий, финансируемых компаниями и правительствами иностранных государств, тогда как ракеты по заказам NASA будут по-прежнему взлетать из Флориды.

В 2015 г. SpaceX рассчитывает увеличить свои возможности путем ввода в строй тяжелого носителя Falcon Heavy. Хотя его дебют был перенесен с изначально запланированного 2013 г., Маск объявил Falcon Heavy фактором, способствующим достижению отметки в 20 пусков в год. «Десять ракет Falcon 9 и десять ракет Falcon Heavy... – это отнюдь не бред сумасшедшего», – отмечал он во время анонса тяжелого носителя в 2011 г.



18 июля в 23:50:00.094 ДМВ (20:50:00 UTC) с пусковой установки №6 стартового комплекса 17П32-6 площадки 31 космодрома Байконур был осуществлен пуск РН «Союз-2.1А» (14А14.1А №Т15000-020) с научным спутником «Фотон-М» №4 (34КСМ №Е15000-1).

Старт и полет носителя прошли штатно, на 527-й секунде от контакта подъема КА был доставлен на опорную орбиту с параметрами, близкими к расчетным:

- наклонение – 64.88°;
- высота в перигее – 260.2 км;
- высота в апогее – 573.1 км;
- период обращения – 92.61 мин.

В каталоге Стратегического командования США спутник получил номер **40095** и международное обозначение **2014-041A**.

Новая биотехнологическая лаборатория

Технологические спутники серии «Фотон», во многих отношениях уникальные для российской космической программы, как и их старшие собратья – биологические КА серии «Бион», изначально строились на базе архитектуры, впервые разработанной в конце 1950-х – начале 1960-х годов для первого советского пилотируемого корабля «Восток» и фоторазведчика «Зенит-2».

Общая черта технологического и биологического КА – возможность непрерывного проведения намеченных экспериментальных работ на всем протяжении полета – от запуска до посадки, причем спутники могут работать как полностью в автоматическом режиме, так и по командам с Земли. Различие в том, что на «Бионах» научная программа строится вокруг биологических исследований в космосе, а «Фотоны» предназначены в первую очередь для экспериментов в области космической технологии и биотехнологии в условиях микрогравитации и космического излучения. Эти КА обеспечивают получение новых знаний в области физики, а также отработку перспективных технологических процессов производства полупроводниковых материалов и биомедицинских препаратов с улучшенными характеристиками.

Работы по созданию КА серии «Фотон» начались в 1983 г. Первый запуск был произведен 16 апреля 1985 г. с космодрома Плесецк. После этого было запущено еще 15 аппаратов, причем 15 полетов были удачными, а один завершился аварией РН (табл.).

На начальном этапе эксплуатации спутников полезная нагрузка компоновалась из научного оборудования отечественных предприятий и организаций. Начиная с КА №5 по отдельным соглашениям с французскими и немецкими фирмами на борт устанавливались иностранные приборы массой 20–30 кг, что составило 4–5 % общей полезной нагрузки КА. Впоследствии до 60–80% объема полезной нагрузки занимали коммерческие установки.

Международные научные работы велись в рамках долгосрочных соглашений с CNES и ЕКА (по «Фотону») и NASA (по «Биону»). В исследованиях участвовали ученые и разработчики научной аппаратуры из России, Бельгии, Швеции, Испании, Италии, Англии,

Номер четвертый в автономном полете

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»



Фото А. Палтохина

Германии, Канады, Китая, Нидерландов, США, Франции, Чехословакии и других стран.

На спутниках типа «Фотон» были успешно выполнены научные эксперименты по следующим направлениям:

- ◆ отработка космических технологий получения полупроводниковых материалов методами объемной и направленной кристаллизации, бестигельной зонной плавки, в том числе с использованием магнитного поля;

- ◆ выращивание кристаллов различных веществ;

- ◆ получение биологически активных веществ;

- ◆ изучение проблем физики невесомости;

- ◆ проведение экспериментов по клеточной биологии;

- ◆ изучение влияния открытого космоса на биообъекты.

Следует отметить, что все запущенные до 2007 г. аппараты, несмотря на проведенную на рубеже веков модернизацию, улучшившую их тактико-технические характеристики и отраженную

в названии («Фотон» и «Фотон-М»), сохраняли общую конструктивную схему и имели одинаковое обозначение 34КС и единую заводскую нумерацию. Аппарат с заводским номером 15, запущенный 14 сентября 2007 г., стал последним в истории спутником с конструктивной схемой гагаринского «Востока».

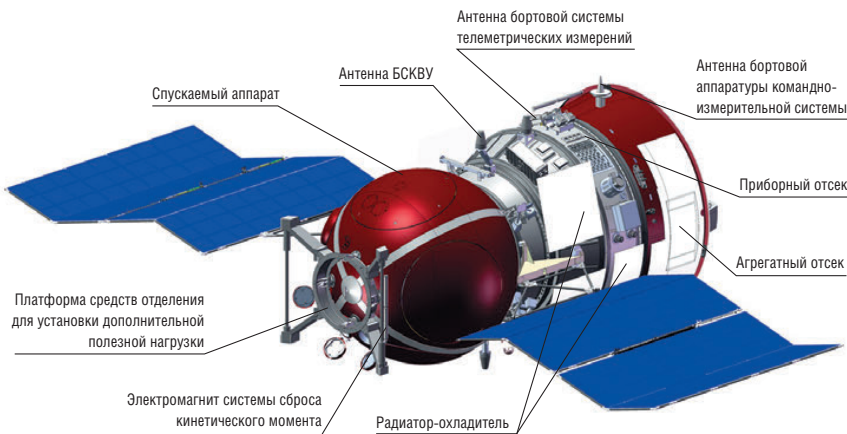
«Фотон-М» №4 является аппаратом нового типа 34КСМ и построен по конструктивной схеме топографического спутника «Янтарь-1КФТ» («Комета»). Сохранив в своем составе шарообразный спускаемый аппарат, он получил приборно-агрегатный отсек от

Запуски КА серии «Фотон» и «Фотон-М»					
Название	Межд. обозначение	Дата запуска	Время работы (сут.)	Космодром	Результат миссии
«Космос-1645»	1985-029A	16 апреля 1985 г.	13	Плесецк	Выполнена
«Космос-1744»	1986-036A	21 мая 1986 г.	14	Плесецк	Выполнена
«Космос-1841»	1987-037A	24 апреля 1987 г.	14	Плесецк	Выполнена
«Фотон» №4	1988-031A	14 апреля 1988 г.	14	Плесецк	Выполнена
«Фотон» №5	1989-032A	26 апреля 1989 г.	15	Плесецк	Выполнена
«Фотон» №6	1990-032A	11 апреля 1990 г.	16	Плесецк	Выполнена
«Фотон» №7	1991-070A	4 октября 1991 г.	16	Плесецк	Выполнена
«Фотон» №8	1992-065A	8 октября 1992 г.	16	Плесецк	Выполнена
«Фотон» №9	1994-033A	14 июня 1994 г.	18	Плесецк	Выполнена
«Фотон» №10	1995-006A	16 февраля 1995 г.	15	Плесецк	Выполнена
«Фотон» №11	1997-060A	9 октября 1997 г.	14	Плесецк	Выполнена
«Фотон» №12	1999-048A	9 сентября 1999 г.	15	Плесецк	Выполнена
«Фотон-М» №1	–	15 октября 2002 г.	–	Плесецк	Авария РН
«Фотон-М» №2	2005-020A	31 мая 2005 г.	16	Байконур	Выполнена
«Фотон-М» №3	2007-040A	14 сентября 2007 г.	12	Байконур	Выполнена
«Фотон-М» №4	2014-041A	18 июля 2014 г.	В полете	Байконур	



Фото С. Кузьмина

Рисунок «ЦСКБ-Прогресс»



возвращаемых спутников следующего поколения. Непосредственным прототипом нового технологического КА является биоспутник «Бион-М» № 1, запущенный 19 апреля 2013 г. (НК № 6, 2013, с. 28-34).

Создание модернизированного КА «Фотон-М» № 4 для продолжения исследований в области отработки технологий производства в космосе новых материалов и высококачественных веществ было предусмотрено Федеральной космической программой России на 2006–2015 годы. Заказчиками нового «Фотона» выступили Совет РАН по космосу и Федеральное космическое агентство, главным разработчиком и изготовителем – ОАО ГРЦ «Прогресс» (бывшее ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс»).

По техническим характеристикам этот спутник значительно превосходит предыдущие аппараты. В частности, за счет оснащения КА солнечными батареями удалось увеличить продолжительность полета вчетверо, а среднесуточное энергопотребление научной аппаратуры – вдвое. Прошла доработку система терморегулирования – был введен жидкостный контур для отвода тепла от научной аппаратуры, снаружи спутника на верхнем конусе приборного отсека установлен дополнительный радиатор. Кроме того, за счет существенных доработок бортового комплекса управления значительно расширены сервисные возможности КА, связанные с управлением и контролем бортовой и научной аппаратуры.

Принципиальное отличие нового КА – объединенная двигательная установка мно-

гократного включения, впервые давшая возможность изменять параметры его орбиты после отделения от носителя. Если раньше спутник оснащался только тормозной двигательной установкой и мог работать лишь на той орбите, на которую был выведен (высотой примерно 225×390 км), то теперь он может ее корректировать (например, повышать до круговой). Проведение предпосадочной коррекции позволяет обеспечить более точное приземление спускаемого аппарата и существенно сократить время на доставку результатов экспериментов заказчикам.

Конструкция КА «Фотон-М» № 4 включает герметичный спускаемый аппарат (СА) и приборный отсек (ПО), негерметичный агрегатный отсек (АО), а также переднюю платформу средств отделения и солнечные батареи (СБ). В отличие от «Биона-М», «Фотон-М» не имеет специальной системы жизнеобеспечения: деятельность биологических объектов на борту поддерживается за счет естественных запасов воздуха.

Сферический СА диаметром 2,2 м выполнен из алюминиевого сплава. На наружную поверхность сферы нанесено теплозащитное покрытие (ТЗП) для защиты от аэродинамического нагрева при спуске с орбиты. Для возвращения результатов экспериментов служит система парашютно-реактивной мягкой посадки, обеспечивающая вертикальную скорость касания грунта при приземлении не более 3 м/с. В корпусе СА имеются люки, предназначенные для монтажа и обслуживания

научной и обеспечивающей аппаратуры на заводе-изготовителе, космодроме и на месте посадки. Основные системы размещаются внутри СА на приборных рамах и корпусе, однако часть научных приборов может монтироваться как на внешней платформе средств отделения, так и непосредственно на корпусе спутника (в том числе на внешней оболочке СА).

Герметичный ПО в виде усеченного конуса расположен под СА и служит для размещения аппаратуры и приборов служебных систем спутника. Система электропитания (СЭП) представлена двумя четырехсекционными панелями СБ, установленными снаружи ПО, и буферными аккумуляторами. Среднесуточное энергообеспечение КА составляет 1400 Вт, в том числе обеспечивающей аппаратуры – до 500 Вт и научной аппаратуры – до 900 Вт.

Нижняя юбка служебного модуля КА образует негерметичный АО, разработанный на базе аналогичного отсека спутника «Янтарь-1КФТ» с учетом модификации конструкции радиатора-охладителя и термопанелей и изменения компоновки приборов и агрегатов.

В АО размещена жидкостная объединенная двигательная установка, которая состоит из основного корректирующе-тормозного двигателя, четырех блоков микродвигателей ориентации, топливных баков, шар-баллонов с гелием и азотом, гидро- и пневмомагистралей, агрегатов пневмо- и электроавтоматики. Компонентами топлива являются окислитель – азотный тетроксид и горючее – несимметричный диметилгидразин. Они подаются в двигатели путем вытеснения сжатым газом. Основной двигатель – многократного (до 50 раз) включения.



Фото С. Кузьмина



Фото А. Пантюхина

ческие исследования, позволяющие выявить возможные структурные и метаболические изменения в организме взрослых животных, а также особенности отложенных яиц и онтогенеза зародышей. В ходе эксперимента предполагаются микротомографические исследования проксимальных хвостовых позвонков гекконов и оценка возможности использования и разведения *Phelsuma ornata* в многолетних экспериментах.

В эксперименте «Флуотрек» (головной исполнитель – ИМБП, соисполнитель – ЗАО «Специальное КБ экспериментального оборудования» (СКБ ЭО) при ИМБП) изучается динамика изменения состояния внутриклеточных систем при действии факторов космического полета, производится многопараметрический флуоресцентный анализ состояния иммунокомпетентных клеток *in vitro* в условиях микрогравитации. Задачами эксперимента являются:

- ◆ регистрация мембранного потенциала митохондрий на разных этапах космического полета с помощью флуоресцентных зондов;
- ◆ регистрация внутриклеточного pH методом зондовой флуориметрии;



Фото А. Пантюхина

▲ «Метеорит»

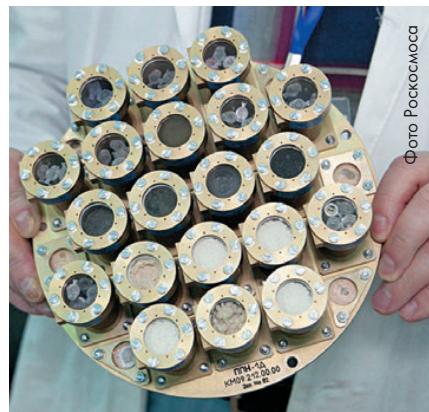


Фото Роскосмоса

▲ «Биофрост»

- ◆ анализ влияния температуры на внутриклеточные процессы регуляции функционального состояния клетки *in vitro* при действии факторов космического полета.

Эксперимент «Метеорит» (ИМБП при участии МГУ имени М. В. Ломоносова и Института генетики и селекции промышленных микроорганизмов) нацелен на исследование возможности выживания микроорганизмов на материалах, имитирующих основы метеоритов и астероидов. В ходе эксперимента предстоит изучить влияние преадаптации носителей плазмид в условиях космического полета на сегрегационную стабильность плазмид и их мобилизационную активность,

Снаружи служебного модуля установлены радиаторы (включая дополнительные) системы терморегулирования и антенны командно-измерительной и радиотелеметрической систем. Весь спутник закрыт матами экранны-вакуумной теплоизоляции.

Программа полета «Фотона-М» №4 предусматривала ориентацию после отделения от последней ступени РН в орбитальной системе координат и перевод спутника на рабочую околокруговую орбиту высотой около 575 км путем включения двигательной установки в апогее опорной орбиты. Подъем перигея орбиты обеспечивает снижение уровня микроускорений, вызванных возмущающими воздействиями верхней атмосферы, а также резкое увеличение срока баллистического существования объекта. На рабочей орбите система управления движением выключается – и аппарат совершает неориентированный полет в течение двух

месяцев, выполняя программу научных экспериментов. После ее окончания производится ориентация спутника, сход с орбиты, спуск и мягкая посадка СА в заданном районе на территории России.

Масса спутника 34КСМ может достигать 6840 кг. При этом масса научной аппаратуры, устанавливаемой внутри СА, не превышает 650 кг, а дополнительной полезной нагрузки (или научной аппаратуры), устанавливаемой снаружи СА, – не более 250 кг. Штатная работа спутника на целевой орбите обеспечивает уровень микроускорений в зоне размещения технологической аппаратуры от 10^{-5} до 10^{-6} g. Срок активного существования спутника – 60 суток.

У «Фотона-М» №4 стартовая масса – 6120 кг, масса возвращаемой научной аппаратуры в СА – 421 кг, заправка баков двигательной установки – 900 кг.

Эксперименты

Программой полета «Фотона-М» №4 предусмотрены многочисленные эксперименты с использованием 22 комплектов научной аппаратуры, установленной на борту. Среди разработчиков экспериментов и приборов – ведущие научно-исследовательские организации России: Институт медико-биологических проблем (ГНЦ РФ ИМБП РАН), ЦНИИ машиностроения (ФГУП ЦНИИмаш), НИИ стартовых комплексов (филиал ФГУП ЦЭНКИ – НИИСК), Самарский государственный аэрокосмический университет имени С. П. Королёва (СГАУ), Институт проблем управления сложными системами (ИПУСС) РАН и другие.

Эксперимент «Геккон-Ф4» (головные исполнители – Научно-исследовательский институт морфологии человека (ИМЧ) Российской академии медицинских наук (РАМН) и ИМБП РАН) поставлен с целью изучить влияние микрогравитации на половое поведение, организм взрослых животных и эмбриональное развитие гекконов *Phelsuma ornata*. Пять представителей этого вида размещены в установке ГК-04. В задачи эксперимента входит создание условий для полового поведения, копуляции и размножения гекконов в орбитальных условиях, видеосъемка поведения животных и возможной откладки яиц, а также обеспечение максимальной вероятности выживания яиц. Планируется также провести гистологические и иммуногистохими-

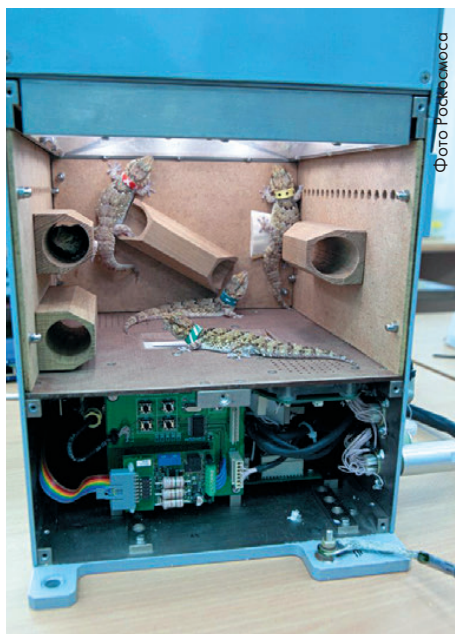


Фото Роскосмоса



Фото А. Пантюхина

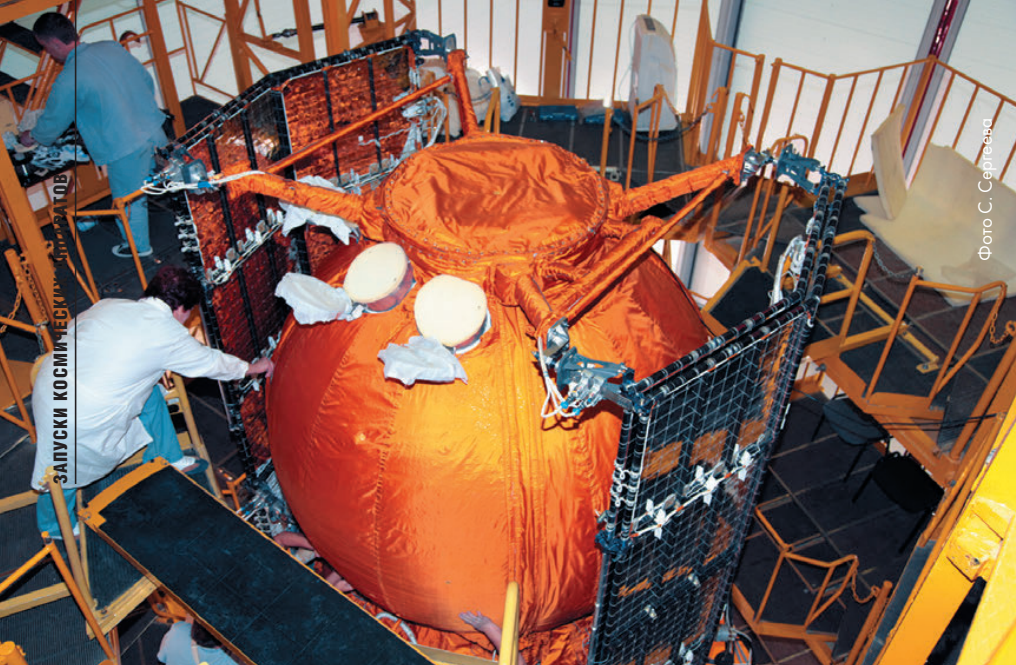


Фото С. Сергеева

ревертирующую способность микроорганизмов и возможность использования фуллеренов в качестве носителя тест-культур.

Цель эксперимента **«Биофрост»** (ИМБП) – изучить влияние условий космического полета на микробный комплекс, выделяемый из многолетнемерзлых отложений. Задачи эксперимента:

- ❖ подтвердить ранее полученные результаты о влиянии условий полета на численность жизнеспособных гетеротрофных микроорганизмов;
- ❖ сравнить состав выделяемого микробного комплекса до и после полета;
- ❖ провести модельные эксперименты по изучению влияния ионизирующих излучений низкой интенсивности на микроорганизмы в составе исследуемых образцов;
- ❖ дать комплексную оценку воздействия групп факторов на микрофлору исследуемых образцов;
- ❖ определить чувствительность микроорганизмов к различным факторам (группам факторов) в зависимости от возраста образца мерзлоты;
- ❖ установить вероятные причины наблюдаемых изменений и сравнить полученные данные с результатами модельных экспериментов.

Эксперимент **«Микология»** подготовлен в ИМБП при участии МГУ имени М. В. Ломоносова и Института генетики и селекции промышленных микроорганизмов с целью структурно-функционального исследования роста и развития чистой грибной культуры и грибной споровой массы (*Pleurotus ostreatus*), а также слоевища грибных симбиотических организмов (лишайники *Peltigera aphthosa* и *Нурогумния physodes*) в условиях космического полета.

Эксперимент **«Биотрансформация»** разработан ИМБП (головной исполнитель) в кооперации с ОАО «Институт прикладной биохимии и машиностроения» и ООО НПП «БиоТехСис» в целях изучения процесса биодеградации полиэтиленовой пленки микроорганизмами без внесения дополнительных ингредиентов и принудительного удаления продуктов метаболизма в условиях космического полета.

Задачи эксперимента: оценить эффективность микробной декомпозиции биодеградируемого полимера в условиях космического

полета; изучить химический состав продуктов биодеградации и возможности микробной доочистки жидких продуктов первичной биотрансформации. Объекты исследования – культуры аэробных бактерий, осуществляющие микробную декомпозицию биодеградируемого полимерного материала, используемого в качестве упаковочного средства.

Эксперимент **«Биоэлектричество»** поставлен ИМБП при участии НПП «БиоТехСис» для изучения процесса получения электричества с помощью микроорганизмов-электрогенов в условиях невесомости.

- ❖ процессы формирования биопленок, содержащих микроорганизмы-электрогены на поверхности электродов в условиях невесомости;
- ❖ влияние невесомости на величину электродных потенциалов микробного топливного элемента;
- ❖ вклад седиментационного потенциала (потенциала Дорна) в величину электрического напряжения микробного топливного элемента;
- ❖ энергетические характеристики процесса получения электричества с помощью электрогенов в условиях невесомости.

Электрохимическими объектами исследований являются электроды (аноды и катоды) и катионообменные мембраны, образующие микробный топливный элемент, а биологическими – микробные ассоциации и/или чистые культуры микроорганизмов-электрогенов.

▼ На «Фотоне-М» отправились в космос эксперименты – победители школьного конкурса



Фото Роскосмоса

В эксперименте **«Биорадиация-Ф»** (подготовлен ИМБП при участии НПО ВНИИФТРИ и ряда других учреждений) изучаются биологически значимые характеристики космического ионизирующего излучения и эффекты его воздействия на биообъекты в условиях открытого пространства и внутри спутника. Объекты исследований: сухие семена, яйца шелкопряда, другие биообъекты, не требующие поддержания жизнедеятельности в условиях космического полета. В ходе эксперимента решаются задачи:

- ❖ проведение полетных радиобиологических экспериментов на «спящих» биообъектах и радиационно-физическое сопровождение этих и других экспериментов на борту;
- ❖ отработка методов и средств измерения спектра линейной передачи энергии космического излучения;
- ❖ подбор средств и методов контроля радиационных условий с учетом вклада в дозу вторичных нейтронов космических излучений;
- ❖ исследование радиационно-защитных свойств перспективных материалов в натуральных условиях;
- ❖ подтверждение методов расчета прохождения космических излучений через вещество защиты космических аппаратов с учетом вклада вторичных нейтронов;
- ❖ верификация модельных описаний радиационных условий в околоземном космическом пространстве.

Научная аппаратура

Из 22 наименований научной аппаратуры, размещенной на «Фотоне-М» №4, 18 установлены внутри СА, два снаружи, а еще два имеют компоненты в СА и на его поверхности. 14 установок подключены к электрической сети КА, остальные являются автономными.

Биомедицинские исследования

Научная аппаратура **ГК-04** разработана ИМБП РАН. Постановщик эксперимента – СКТБ «Биофизприбор». Цель эксперимента – фундаментальные исследования для научного обоснования новых подходов к медицинскому контролю, медицинскому обеспечению, профилактике неблагоприятных изменений в организме в космическом полете, а также получения новых данных по фундаментальным проблемам космической и гравитационной физиологии. Результаты предполагается использовать для профи-

лактики изменений у живых организмов и заболеваний, вызванных воздействием негативных факторов дальних космических полетов, а также решения вопросов регенерации и лечения живых организмов в рамках будущих межпланетных полетов.

«Биокультиватор» также разработан ИМБП, постановщик эксперимента – НПП «БиоТехСис». Целью являются фундаментальные исследования процесса биодеградации пластиков микроорганизмами.

«Биоконт-ФЗ» разработан ЦНИИмаш, постановщики – ОАО «Биохиммаш» и ИМБП. Цель эксперимента – фундаментальные исследования влияния факторов космического полета на жизнедеятельность и продуктивную способность хозяйственно-ценных микроорганизмов, в том числе в отсутствие магнитного поля, а также исследование влияния космического полета на развитие эмбрионов рептилий.

Оба эксперимента проводятся с целью создания необходимых условий для дальних межпланетных перелетов, а результаты будут нужны для создания замкнутой самоподдерживающей среды на борту пилотируемых КА, включающей переработку различных веществ с помощью бактерий.

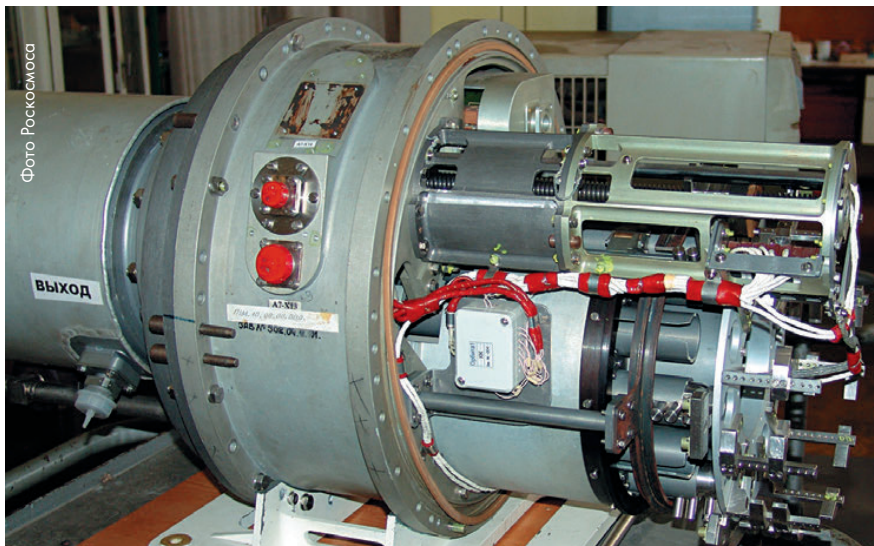
«Биоконт-Б2» – также разработка ЦНИИмаш, постановщики – ИМБП и МГУ. На установке будут проведены эксперименты «Грависенсор» и «Фитопротеомика» на двух видах мхов: *Physcomitrelapatens* и *Ceratodonpurpurens*. Первый посвящен исследованию фототропической реакции на освещение проростков мха белым, дальним красным, красным, синим светом. Во втором будут продолжены исследования роста растений при отсутствии освещения в условиях микрогравитации, когда грави- и фоточувствительные рецепторы ростовых клеток не возбуждаются.

Автономная аппаратура «Флюор-П» разработана ИМБП, постановщик эксперимента – СКБ ЭО при ИМБП. Предназначена для фундаментальных исследований кинетики внутриклеточных параметров клеток человека и животных в условиях микрогравитации. Результаты планируется направить на изучение влияния долгосрочных (в том числе межпланетных) космических перелетов на жизнедеятельность живых организмов с целью профилактики возможных заболеваний, вызванных негативными факторами полета.

Автономная аппаратура МТЭ разработана ИМБП. Постановщик эксперимента – НПП «БиоТехСис». Прикладные исследования получения электричества с помощью микроорганизмов-элетрогенов и отработка процесса в условиях невесомости, изучение альтернативного источника электричества во время долгосрочных космических перелетов.

Автономная аппаратура СПД создана ИМБП для фундаментальных исследований влияния космической радиации на биологические образцы, не требующие поддержания их жизнедеятельности в полете (сухие семена высших растений, яйца шелкопряда и пр.), для изучения влияния долгосрочных космических перелетов на жизнедеятельность живых организмов с целью профилактики возможных заболеваний, вызванных негативными факторами полета.

Аппаратура ППН-1Д-Ф, 1К-Ф, 2Д-Ф, 2К-Ф, 3Д-Ф и 3К-Ф создана ИМБП и размещена



▲ Установка «Полизон-2»

на внешней поверхности СА. Первый из шести ее компонентов предназначен для фундаментальных исследований влияния космического полета на биологические свойства микроорганизмов и на абиогенный синтез пептидов и нуклидов в целях профилактики изменений живых организмов и заболеваний, вызванных воздействием негативных факторов дальних космических полетов, а также решения вопросов лечения живых организмов в рамках будущих межпланетных полетов.

Остальные пять составляющих предназначены для фундаментальных исследований биологически значимых характеристик космического ионизирующего излучения и эффектов его воздействия на биообъекты в условиях открытого пространства, а также исследования и отработки новых методов и средств космической дозиметрии для последующего применения в перспективных космических миссиях. Полученные результаты планируется применить для изучения влияния долгосрочных (межпланетных) космических перелетов на жизнедеятельность живых организмов с целью профилактики возможных заболеваний, вызванных негативными факторами полета.

Дозиметр РДЗ-БЗ разработан ИМБП для измерения дозы космического излучения и уточнения уровня внешнего радиационного воздействия.

Автономная аппаратура ББ-1Ф (разработчик – ИМБП, постановщики – ПИЯФ имени Б.П. Константинова, Институт развития имени Н.К. Кольцова РАН и др.) предназначена для проведения биологических экспериментов по изучению влияния микрогравитации на живые системы различных уровней эволюционного развития (беспозвоночные, культуры клеток растительной ткани, микроорганизмы и насекомые). На ней будут поставлены эксперименты МДФ (исследование воздействия 60-суточного полета на плодовых мушек *Drosophila melanogaster*) и «Полиген-Ф» (изучение связей между параметрами приспособленности популяций дрозофилы и их генетической структурой, а также определение генетических критериев идентификации живых организмов, обладающих максимальной устойчивостью к условиям космического полета), а также космические эксперименты образовательной программы.

Автономная аппаратура «Метеорит» размещена снаружи на теплозащитном покрытии СА. Она создана ИМБП РАН для фундаментальных биологических исследований, а именно – изучения изменений, происходящих в горных породах при падении метеоритов на Землю, а также проверки теории о возникновении жизни на Земле.

Автономная аппаратура «Сигма» (внутри и снаружи КА) подготовлена ИПУСС РАН для биологических и микробиологических экспериментов с регистрацией температуры биообъектов на всех этапах полета.

Исследования в области космического материаловедения

Научная аппаратура КБТС15 изготовлена филиалом ЦЭНКИ – НИИСК и предназначена для фундаментальных исследований в области космического материаловедения. В автоматической электровакuumной электропечи «Полизон-2», оснащенной магазином на 12 капсул с исходным сырьем, планируются эксперименты:

- ♦ исследование влияния условий и параметров микрогравитации на процессы выращивания монокристаллов полупроводников (Ge, GaSb) с высокой однородностью свойств (шифр «Однородность», постановщик эксперимента – НИЦ космического материаловедения Института кристаллографии РАН). Получение в условиях микрогравитации монокристаллов Ge:Ga и GaSb:Te с субмикронной однородностью распределения легирующей примеси для оптимизации существующих земных технологий выращивания монокристаллов для высокоэффективных термофотоэлектрических преобразователей;

- ♦ выращивание в условиях микрогравитации высоко совершенных кристаллов белков методом направленной кристаллизации (шифр «Микроструктура», постановщик – ИК РАН). Получение в условиях космического полета кристаллов биомакромолекул фосфоорилазы (с целью создания лекарств нового поколения для лечения онкологических заболеваний), лакказы (создание нанобиосенсеров), рибосомы – инактивирующих белков (получение лекарств нового поколения – иммунотоксинов).

Результаты двух указанных выше экспериментов в обозримом будущем планирует-

ся внедрить в промышленное производство монокристаллов в условиях космических полетов (например – на КА «ОКА-Т»):

- ❖ направленная кристаллизация интерметаллидов в условиях микрогравитации (шифр «Интерметалл», постановщик – ИХПМЭ). Уточнение существующих кристаллизационных моделей интерметаллических сплавов при их неравновесной направленной кристаллизации из расплава. Результатом должно стать получение новых сплавов с заданными свойствами и моделирование возможности получения материалов в промышленных масштабах в условиях космического полета;

- ❖ влияние пониженной гравитации и вибрации на рост кристаллов фуллера (шифр «Фуллерит-ИФТТ», постановщик – ИФТТ РАН). Получение в условиях микрогравитации новых материалов с заданными свойствами – кристаллов фуллеренов с низкой плотностью структурных дефектов. Моделирование возможности промышленного получения материалов в условиях космического полета.

Аппаратура «Калибр» – разработка ВНИИ оптико-физических измерений РАН, постановщики экспериментов – ВНИИОФИ и ЦНИИмаш. Служит для фундаментальных исследований по материаловедению – измерения температурных кривых нагрева – охлаждения процессов плавления/кристаллизации эвтектических сплавов Ga-In и Ga-Sn и чистого Ga. Результаты исследований влияния микрогравитации на температурные характеристики фазовых переходов предполагается использовать как реперные точки при калибровке аппаратуры радиометрических измерений для создаваемой в настоящее время Глобальной системы наблюдения Земли (GEOS).

Аппаратура «Виброкон-ФМ» разработана ЦНИИмаш для фундаментальных исследований по изучению влияния управляемых вибраций на тепломассоперенос в жидкой фазе при моделировании направленной кристаллизации и процессов растворения в

многофазных средах в условиях микрогравитации. С помощью указанной аппаратуры планируются следующие эксперименты:

- ◆ определение значений коэффициентов диффузии и распределения диффундирующей жидкости в системе несмешивающихся жидкостей, граничащих друг с другом (шифр «Диффузия-ФМ», постановщики экспериментов – ЦНИИмаш и Институт механики сплошных сред Уральского отделения РАН). Работа проводится для углубления понимания процессов в жидких средах, используемых при получении промышленных продуктов, и совершенствования ряда технологий;

- ◆ определение микрогравитационной обстановки на основе прямых наблюдений за движением пробных тел (шифр «Динамика-ФМ», постановщики – ЦНИИмаш и Институт прикладной математики РАН имени М. В. Келдыша). Цель эксперимента – получение дополнительных данных для оптимизации математических моделей расчета микрогравитационного воздействия на различные жидкости (возможно применение для решения задач, связанных с учетом влияния микрогравитации).

Аппаратура СВС-ФМ разработана ЦНИИмаш, постановщик эксперимента – Институт структурной макрокинетики РАН. Назначение – фундаментальные исследования процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза в условиях невесомости. Запланированы два эксперимента по сверхвысокотемпературному синтезу перспективных пористых композитных материалов с заданной структурой. Цель работы – моделирование возможности получения материалов в промышленных масштабах в условиях космического полета.

«Белка» создана в НИИСК для экспериментов по выращиванию кристаллов белков методом жидкостной диффузии и диффузии из газовой среды. Цель – прикладные исследования по возможности выращивания особо больших кристаллов белков в жидкостной и газовой среде.

«Кристалл» разработан в СКБ ИРЭ РАН и предназначен для получения высокосовершенных кристаллов белков способом температурного управления процессом кристаллизации. Шесть экспериментов поставлены НИЦ КМ на белке лизоциме – ферменте, разлагающем бактериальные стенки.

Научная аппаратура для различных исследований

Аппаратура ИМ-ФМ: разработчик – ЦНИИмаш, постановщики эксперимента – ИПМ РАН и ЦНИИмаш. Прикладные исследования с целью разработки аппаратуры, необходимой для широкого круга экспериментов на борту КА, в том числе для регистрации микроускорений на МКС.

«Виброзащита». Разработчик – ЦНИИмаш, постановщики экспериментов – Институт проблем механики РАН и ЦНИИмаш. Фундаментальные исследования влияния вибраций на процессы тепломассопереноса. Результаты нужны для изучения процессов, используемых при получении промышленных продуктов, в целях совершенствования ряда технологий.

КСКМ. Разработчик – Самарский государственный аэрокосмический универси-

тет – проводит прикладные исследования, направленные на измерения магнитного поля внутри СА, расчет микроускорений в низкочастотной части спектра от 0 до 0.01 Гц в заданных точках внутри СА, имитацию компенсации микроускорений. Эксперимент призван получить более точные данные измерений различных параметров космического полета с целью уточнения воздействия факторов космического полета на отдельные элементы КА.

Автономная аппаратура МРТ (внутри и снаружи КА). Разработчик – ИПУСС РАН – проводит многоканальную регистрацию значений температур в локальных зонах комплекса научной аппаратуры на всех этапах эксплуатации КА.

Запуск. Проблемы и их преодоление

В июне 2013 г., когда «Фотон-М» еще находился в цехах завода «Прогресс», его запуск намечался на апрель 2014 г. В июле–августе на предприятие прибыла научная аппаратура, в комплекте с которой спутник прошел необходимые испытания. Согласно опубликованным тогда же данным сайта госзакупок, непосредственно на подготовку и запуск КА, на управление им в полете, поиск и эвакуацию спускаемого аппарата было выделено 409.0 млн руб. Стоимость ракеты-носителя для «Фотона-М» №4 была определена в 881.9 млн руб, а сборочно-защитного блока 17С13А8 – в 60.3 млн руб.

Окончательная дата старта была объявлена 29 апреля 2014 г.: агентство «Интерфакс-АВН» сообщило, что старт намечен на 18 июля, а посадка – на 16 сентября. 20 мая аппарат прибыл на космодром и после этого проходил подготовку к пуску в новой чистой камере МИКа площадки 112. Часть научной аппаратуры устанавливалась на борт спутника непосредственно на космодроме – вплоть до 16 июля.

Утром 17 июля «Фотон-М» в составе космической головной части был перевезен на технический комплекс подготовки РН для сборки ракеты космического назначения. Вечером того же дня «Союз-2.1А» со спутником вывели на стартовый комплекс. Технический руководитель запуска В. А. Капитонов отметил: «В связи с тем, что на борту спутника находятся биологические существа и время их нахождения в аппарате до пуска строго определено, график подготовки носителя по сравнению с другими автоматическими аппаратами очень жесткий. В этот раз мы нарушаем традицию: обычно с 31-й площадки космодрома Байконур вывоз ракеты начинается в 7:30 утра, сегодня – в 7:00 вечера».

Старт состоялся в расчетное время. После отделения КА согласно полетному заданию бортовой комплекс управления произвел включение бортовой вычислительной системы, раскрытие солнечных батарей, включение приборов системы управления движением, подготовку объединенной двигательной установки к работе, перевод КА в солнечную ориентацию и включение средств навигационных измерений. Было подано питание на блоки научной аппаратуры. Все бортовые системы функционировали штатно.

Однако на четвертом витке связь наземного комплекса управления с КА по каналу



Фото С. Сергеева



Фото В. Ардешкина

▲ Фрагмент днища бака окислителя центрального блока РН «Союз-2.1А», обнаруженный в районе падения №368

командной радиолнии была нарушена. Иными словами, «Земля» утратила возможность управления аппаратом. «Телеметрия с «Фотона» приходит, но команды он не воспринимает», – сообщил неназванный источник в Роскосмосе. – Говорить о потере [спутника] рано, еще есть шансы на восстановление связи, но в любом случае выполнение программы запланированных научных экспериментов уже под угрозой».

«Программа биологических экспериментов начала реализовываться сразу, как полетел аппарат, – пояснил пресс-секретарь ИМБП Олег Волошин. – Научная аппаратура... сейчас работает полностью в норме. Мы получаем телеметрию, на Земле начат контрольный эксперимент по принимаемым данным. Та аппаратура, которая работает в автоматическом режиме, в частности в экспериментах с гекконами, выполняет свою программу». Таким образом, нештатная ситуация на борту нарушила планируемый ход миссии, но оставила надежду на нормальное завершение полета.

Следует отметить, что для управления научной аппаратурой КА «Фотон-М» №4 в полете могут быть использованы:

- ◆ разовые команды, подаваемые в сеансах связи с наземного комплекса управления;

- ◆ команды управления, которые закладываются в программы управления и выдаются в заданное время независимо от зон радиовидимости.

Количество команд, необходимых для управления научной аппаратурой (выдаются в виде импульсов напряжения 27 В), определяется при согласовании исходных данных на аппаратуру. Сбор, преобразование, запоминание и передача на наземные приемные средства значений телеметрических параметров научной аппаратуры осуществляет радиотелеметрическая система (РТС) спутника. Она же обеспечивает контроль состояния и работоспособности научной аппаратуры в режимах запоминания информации с последующим воспроизведением ее в сеансах связи (два-три раза в сутки) и в режиме непосредственной передачи информации.

Каналы РТС, предназначенные для сбора телеметрической информации научной аппаратуры, опрашиваются с частотой 100 Гц в режиме непосредственной передачи и 3 Гц – в режиме запоминания. Количество выделенных для конкретного типа научной аппаратуры каналов РТС определяется на стадии согласования исходных данных на аппаратуру.

Итак, начиная с четвертого витка «Фотон-М» вынужденно работал в автономном режиме. Телеметрия со спутника поступала нормально и свидетельствовала о штатной работе большинства служебных и научных систем. Судя по всему, электропитания для бортовых и научных приборов хватало и система обеспечения теплового режима справлялась со своей задачей.

Эксперименты на борту проводились автономно, по программе бортовых устройств. Большая их часть подачи команд с Земли не требовала вообще. «Мы получаем с борта телеметрическую информацию, которая свидетельствует, что гекконы и мушки-дрозофилы живы и здоровы, регулярно едят. Так как условия их пребывания в биокапсуле пока вполне комфортны, можно допустить, что вскоре они займутся воспроизведением потомства. В конце концов это и была одна из основных целей научной программы», – сказал в интервью РИА «Новости» представитель ИМБП. Как шутили представители СМИ, «ученые гекконов видят, но послать им привет не могут».

Поскольку команды управления на спутник не проходили, не было возможности заложить программу и выполнить подъем орбиты, который планировался на третьи сутки полета. Из-за относительно низкого перигея нарушалась «чистота» невесомости, а эксперименты по влиянию космического излучения на биологические организмы проводились не в ожидавшейся радиационной обстановке.

Главным вопросом было, удастся ли обеспечить включение двигательной установки на торможение и сход с орбиты. Без этого КА смог бы вернуться на Землю только в результате естественного торможения в верхних слоях атмосферы. Срок его баллистического существования существенно превышал расчетную двухмесячную длительность миссии, не говоря уже о перспективе посадки в произвольном районе земной поверхности.

«Пять гекконов – четыре самки и один самец – умрут от голода через два с половиной месяца, если наземным службам не удастся установить связь с КА, даже если на аппарате не вышла из строя система жизнеобеспечения», – сообщил представитель одного из поставщиков научного оборудования. – Животные не выживут, если будут находиться на орбите более двух с половиной месяцев. У них просто кончится пища. Другие виды могли бы выжить и при большем времени отсутствия питания, но этим гекконам требуется регулярное питание».

К счастью, спустя неделю после запуска, 26 июля в 08:05 ДМВ специалисты восстановили двустороннюю связь со спутником, была проведена закладка программ в соответствии с планом. Глава самарского «Прогресса» А. Н. Кирилин сообщил РИА «Новости»: «Связь с «Фотоном-М» №4 восстановлена в полном объеме. По результатам последующих сеансов связи, которые будут проведены в воскресенье [27 июля], будет принято решение – поднимать или не поднимать орбиту КА».

Как отметил в тот же день руководитель Роскосмоса О. Н. Остапенко, проведено «несколько сеансов связи, связь установлена, она устойчивая». Глава ведомства отметил, что есть несколько версий причин сбоя связи, которые сейчас анализируют специалисты.

Олег Остапенко заверил, что 90% научной программы на спутнике «Фотон-М» №4 будет выполнено. «Первая задача – выполнить всю программу научных испытаний, которая была заложена. Мы сейчас это дело обеспечиваем», – отметил он. Вторая задача, по словам главы Роскосмоса, – обеспечить безаварийную посадку аппарата и получить данные и результаты испытаний.

По состоянию на 28 июля было проведено 17 сеансов связи. Состояние всех систем КА оценивалось как штатное. Эксперименты продолжались в соответствии с программой полета. От подъема орбиты с учетом мнения заказчиков эксперимента отказались.

1 августа О. Н. Остапенко сообщил: «Сейчас аппарат работает по полной схеме... «Фотон» отработает тот срок, который был заложен». Глава Роскосмоса отметил, что на борту выполняется 18 из 22 запланированных экспериментов. «Четыре будут выполняться чуть позже. Но это не значит, что мы задерживаемся, так было заложено, – уточнил Олег Николаевич. – Для проведения одного из 22 экспериментов планировалось изменить орбиту. Но учитывая то, что возникла такая нештатная ситуация, рисковать не стали и оставили как есть».

Отвечая на вопрос, будет ли проводиться эксперимент, для которого планировалось изменить орбиту, О. Н. Остапенко сказал: «Мы пока согласовываем это со специалистами и будем его проводить».

На 6 августа вся научная аппаратура КА «Фотон-М» №4 работала в соответствии с программой. По данным телеметрической информации, давление, температура в отсеках КА, напряжение электропитания находятся в пределах нормы. Замечаний к работе бортовой обеспечивающей и научной аппаратуры спутника не было. Вся телеметрическая информация в полном объеме поступала в ЦУП.

По материалам ИМБП, ЦЭНКИ, ГРЦ «Прогресс», Роскосмоса, ИТАР-ТАСС, «Интерфакс», РИА «Новости», «Интерфакс-АВН», «Известия.ru», <http://zakupki.gov.ru>, <http://lenta.ru/news/2014/07/24/foton>



Фото С. Сергеева

И. Лисов.
«Новости космонавтики»



«Ангелы» и «стражи» для геостационара

28 июля в 19:28 EDT (23:28 UTC) со стартового комплекса SLC-37В станции ВВС «Мыс Канаверал» специалисты компании United Launch Alliance (ULA) при поддержке военнослужащих 45-го космического крыла произвели пуск PH Delta IV Medium+(4,2) с тремя КА военного назначения: двумя спутниками мониторинга космической обстановки GSSAP и одним военно-исследовательским малым аппаратом ANGELS.

Компания ULA сообщила, что все три КА успешно доставлены на околоорбитальную орбиту, параметры которой не были объявлены. Орбитальные элементы на спутники и верхнюю ступень носителя также не выдаются. Независимые наблюдатели смогли обнаружить ступень DCSS (объект 40102, международное обозначение 2014-043D) на орбите немного выше геостационарной с параметрами:

- наклонение – 0.48°;
- минимальная высота – 36132 км;
- максимальная высота – 36214 км;
- период обращения – 1456.5 мин.

В каталоге Стратегического командования США спутники получили официальные наименования USA-253, -254 и -255, номера от 40099 до 40101 и международные обозначения от 2014-043A до -043C.

Нервный старт

В пусковом манифесте компании ULA эта миссия официально называлась AFSPC-4. Пусковые услуги были заказаны в январе 2012 г. в рамках «оптового» контракта на пять ракет Atlas V и четыре Delta IV, хотя заявка на закупку услуг по AFSPC-4 у единственного подрядчика была зарегистрирована на американском сайте FBO (примерный аналог наших «Госзакупок») еще в августе 2010 г.

В 2011 г. стало известно, что в ходе этого пуска планируется попутное выведение одного или нескольких малых КА на расположенном ниже основного полезного груза переходнике типа ESPA. В декабре 2013 г. было установлено, что речь идет о спутнике ANGELS. Основной полезный груз миссии AFSPC-4 был частично рассекречен в феврале 2014 г. (НК № 5, 2014, с. 62-63).

По состоянию на начало декабря 2013 г. пуск AFSPC-4 был первым в очереди для ракет семейства «Дельта» и намечался на 27 февраля 2014 г. Однако в январе было дано разрешение на запуски аналогичным носителем очередных спутников навигационной системы GPS, и их запланировали на февраль и май (НК № 4 и № 7, 2014). После этого в сентябре или октябре должен был состояться первый беспилотный полет EFT-1 экспериментального многоцелевого корабля Orion на ракете Delta IV Heavy, а потому интересующий нас пуск «ушел» на конец 2014 г.

В начале марта произошла «обратная рокировка». NASA объявило, что хотя EFT-1 может быть подготовлен к старту в сентябре или октябре, этот пуск переносится на начало декабря, чтобы «обеспечить возможность большего числа запусков в этом году». Бенефициаром, если так можно выразиться, как раз и стала миссия AFSPC-4: именно ее передвинули с декабря обратно на июнь. В плане пусков Восточного полигона она получила обозначение D0004.

10 июня ВВС США объявили, что пуск запланирован на 23 июля, а в конце месяца стал известен четырехчасовой пусковой интервал – между 18:00 и 22:00 местного времени.

11 июля собранную космическую головную часть установили на ракету. Изделие общей высотой 62.8 м включало центральный блок СВС диаметром 4.9 м со стандартным кислородно-водородным двигателем RS-68 тягой 301 тс, два твердотопливных уско-

рителя GEM-60 диаметром 1.52 м, длиной 16.2 м и тягой 85.3 тс каждый, криогенную верхнюю ступень DCSS с ЖРД RL10B-2 тягой 11.2 тс и, наконец, обтекатель диаметром 4.0 м и длиной 11.7 м. Расчетная стартовая масса «Дельты» была 327.0 т.

Это была 12-я Delta IV в варианте Medium+(4,2), 27-я Delta IV вообще и 386-я ракета-носитель этого семейства. Для ULA это были: 73-я ракета класса EELV, 85-й пуск с момента образования «единого» провайдера в декабре 2006 г. и 33-й по заказу ВВС США, а кроме того – восьмой пуск из 15 запланированных на 2014 г.

16 июля ВВС США объявили расчетное время пуска – 23 июля в 19:03 EDT. Запасной датой было 24 июля в 18:59, продолжительность стартового окна определили в 66 минут.

23 июля от ракеты отдели мобильную башню обслуживания и произвели заправку первой ступени обоими компонентами, а второй ступени – жидким водородом. В этот момент, примерно за два часа до старта, был объявлен перенос на сутки из-за проблем с наземной системой обеспечения параметров среды, не позволяющих продолжить заправку.

Вечером 24 июля «наземка» вела себя без замечаний, заправка была выполнена полностью, предстартовый отсчет доведен до T-4 мин и в 18:40 остановлен на встроенную 15-минутную задержку. За восемь минут до пуска с запада подошла гроза: переждать ее не удалось – и в 19:49 старт пришлось отменить.

Его перенесли на 25 июля в 18:55, и все повторилось: заправка, ожидание на отметке T-4 мин и отмена пуска из-за грозы уже в 19:03. Не состоялась и четвертая попытка – 26 июля в 18:51. Ракету заправили, невзирая на торнадо в близлежащем Тайтсвилле и на удары молний у Здания горизонтальной сборки и вблизи старта, но... в 19:08 прошла отмена пуска.

Старт назначили на 28 июля в 18:43. Казалось, и в этот день ничего не получит-

ся: одиночный грозовой очаг держал курс на мыс Канаверал. К 18:00 были нарушены пять пунктов положения, описывающего допустимые условия старта: электрический потенциал, дождь, молнии, кучевая облачность и облака типа «наковальня». Операторы пуска в буквальном смысле «ждали у моря погоды». В 18:43 прекратился дождь, через 15 минут ушел наземный электрический потенциал, в 19:02 унесло прочь кучевку, а к 19:22 был снят запрет по молниям. На этот раз ничто не помешало пуску, который состоялся в 19:28 EDT (23:28 UTC), на 45 мин позже запланированного времени.

В Т-5 сек был запущен двигатель RS-68 первой ступени. После выхода на режим и проверки в Т-0 прошло зажигание двух ускорителей. Ракета ушла со старта и на 8-й секунде легла на курс. Ускорители выработали топливный заряд в Т+94 сек и были отделены шестью секундами позже.

Через 245.3 сек после старта по графику прошло выключение ЖРД первой ступени, а еще через 8 секунд на высоте 133 км – разделение ступеней. Двигатель второй ступени начал работу в Т+265.8 сек, а на 276-й секунде от старта был выполнен сброс обтекателя.

На этом закончилась несекретная часть циклограммы выведения. В дальнейшем в результате первого включения ЖРД RL10B-2 была сформирована опорная орбита. В ее первом восходящем узле над Тихим океаном двигатель включился во второй раз, обеспечив подъем по переходному эллипсу до стационара, а в апогее переходной орбиты – в третий раз для формирования околоstationарной целевой орбиты*. В 02:57 EDT (06:57 UTC) представитель ULA объявил об успешном завершении миссии AFSPC-4. Компания-производитель подтвердила благополучное выведение всех трех аппаратов 1 августа.

Тед Молчан, руководитель всемирной сети независимых наблюдателей спутников, предсказал, что это произойдет примерно через шесть часов после старта приблизительно над точкой 93° з.д. Там после маневра увода ступень DCSS должна была произвести слив остатков топлива, который можно увидеть с Земли.

И действительно: американский наблюдатель Майкл МакКантс увидел характерную «комету» 2-й звездной величины в созвездии Водолея, вблизи апогея расчетной переходной орбиты, в 06:25 UTC, примерно через семь часов после ухода «Дельты» со старта. В это же время она была зафиксирована камерой всего неба обсерватории VLT в Серро-Параналь (Чили) и на Канадо-франко-гавайском телескопе CFHT на горе Мауна-Кеа. Благодаря этим и последующим наблюдениям ступень DCSS была обнаружена и параметры ее орбиты определены.

Следующий пуск PH Delta IV запланирован на 4 декабря с кораблем Orion по программе EFT-1. Ближайший пуск военного КА с мыса Канаверал ожидается уже 1 августа: Atlas V должен вывести на орбиту навигационный аппарат GPS IIF-07.

* Трехимпульсное выведение носителей в варианте Medhit+(4,2) на стационар в данном пуске осуществлялось впервые. Ранее по аналогичной схеме на круговую орбиту высотой около 20 500 км были выведены несколько КА GPS.

GSSAP – часовые геостационара

Как мы уже сообщали, спутники GSSAP (Geosynchronous Space Situational Awareness Program – Программа обеспечения ситуационной осведомленности об обстановке в геостационарной области) разработаны для обеспечения функций Стратегического командования США по контролю космического пространства. Они будут работать в околоstationарной области в качестве специализированных средств Системы контроля космического пространства SSN (Space Surveillance Network), позволяя более точно и оперативно определять орбиты находящихся там объектов, осуществлять прогноз их движения и предсказывать опасные сближения.

Кроме того, спутники GSSAP будут решать задачи, поставленные Объединенным функциональным командованием по космосу (Joint Functional Component Command for Space) Стратегического командования, по сбору данных о космической обстановке, обеспечивая более точное сопровождение и описание искусственных объектов в этой зоне. Говоря проще, два КА GSSAP будут наблюдать находящиеся на стационаре спутники, уделяя особое внимание объектам, которые США рассматривают как враждебные.

«Оптико-электронная аппаратура GSSAP предоставит нам возможность наблюдения из непосредственной близости, – отметил глава Космического командования ВВС США генерал Уильям Шелтон (William L. Shelton). – Она помогает предотвратить сюрпризы и защищает наши средства на ГСО... GSSAP увеличит наши возможности обнаруживать, когда противники пытаются избежать обнаружения, и выявлять средства, которыми они могут располагать, способные причинить вред нашим критическим объектам на этих высотах».

Генерал Шелтон пояснил, что в число названных объектов входят наиболее ценные КА, обеспечивающие наблюдение поверхности Земли для обнаружения ракетного нападения и услуги защищенной связи. «Это средства исключительной важности для США, – добавил

▼ Глава Космического командования ВВС США генерал Уильям Шелтон и глава Объединенного функционального командования по космосу генерал-лейтенант Джон Реймонд (John W. "Jay" Raymond)



он. – Президент полагается на них для получения необходимой информации и для связи с силами, которыми он должен командовать. Поскольку наши средства на ГСО настолько важны, мы и создаем различные дополнительные средства космического наблюдения за этим орбитальным режимом».

«С этой уникальной позиции они будут обследовать объекты геостационарного пояса, что позволит нам как отслеживать известные объекты и фрагменты, так и контролировать потенциальные угрозы, которые могут быть направлены на эту критически важную область, – добавил первый заместитель помощника министра обороны по космической политике Дуглас Ловерро (Douglas Loverro). – Короче говоря, угрозы более не смогут скрываться в космосе».

В настоящее время США наблюдают в космосе около 23 000 объектов из общего числа искусственных тел, оцениваемого примерно в 0.5 млн. Для контроля геостационарной области используются главным образом специализированные наземные оптические средства, такие как комплекс AMOS на Гавайских островах.

США также обладают одним низкоорбитальным КА SBSS, используемым для регулярной съемки геостационарной области (HK № 11, 2010) без искажающего воздействия атмосферы и почти без ограничений по времени наблюдения. Съемка с расстояния порядка 36 000 км позволяет регистрировать позиции

геостационарных объектов как физических тел, но – с учетом ограниченных габаритов бортовой оптики – не дает необходимого разрешения для получения некоординатной информации. Это возможно лишь при съемке с относительно близкого расстояния.

Это обстоятельство могло стать одной из причин, по которой так и не состоялось запланированное на 2012 г. развертывание группировки из четырех КА SBSS. Программа SBSS Follow-On была приостановлена в 2014 и 2015 ф.г. с перенаправлением средств «на более приоритетные проекты», однако ее предполагается возобновить с 2016 ф.г. с запуском в 2022 г.

Объявлено, что один из КА GSSAP будет двигаться под геостационарной областью на восток, а второй – над нею на запад. Логично предположить, что при выходе за границы зоны ответственности «нижний» спутник будет производить маневр вверх, а «верхний» – вниз, чтобы поменяться ролями.

Спутники GSSAP будут передавать информацию через наземные станции BBC США (Air Force Satellite Control Network, AFSCN) в центр управления, сформированный на базе 50-го космического крыла на авиабазе Шривер. Повседневное управление спутниками после этапа первоначальной проверки на орбите возложено на специалистов 1-й эскадрильи космических операций.

Генерал Шелтон отметил, что до настоящего времени США не располагают системой, объединяющей разнородную информацию о космических объектах, в том числе и результаты наблюдения за геостационарными объектами с близкой дистанции. «В действительности мы обладаем богатыми данными, – сказал он, – но у нас нет системы, которая могла бы «поглощать» разнообразные данные от датчиков всех типов, сводить их вместе, привлекая все источники; системы, которая использовала бы для целей космического наблюдения такие вещи, как радары системы противоракетной обороны и телескопы по всему миру...



Чтобы свести все эти данные вместе, мы создаем новую систему [JSPOC Mission System] в Объединенном центре космических операций JSPOC на авиабазе Ванденберг в Калифорнии. Эта система даст нам намного лучшие возможности работать в космосе на опережение, а не реагировать [на события]... Система позволит нам делать это, и делать очень хорошо, в среде высокоскоростных вычислений».

До февраля 2014 г. сведения о программе GSSAP были закрытыми. Решение о ее рассекречивании Дуглас Ловерро поясняет следующим образом: «Нам нужно следить за тем,

что происходит на высоте 36 000 км над Землей, и мы хотим, чтобы все остальные знали, что мы можем это делать. Мы полагаем, что такие усилия в неисчислимом количестве увеличивают безопасность космических полетов и стабильность, которая проистекает из возможности предпринимать действия...»

Есть еще одно обстоятельство. Частью проблемы является недостаточное правовое регулирование режима использования геостационарной орбиты. Запускающие государства, как правило, информируют ООН о произведенных запусках, но на этом их обязательства заканчиваются. Об аренде и продаже спутников, перегоне их в новую точку стояния, о прекращении работы, плановом или в результате неисправности, владелец сообщать никому не обязан.

Операторы космических средств, таких как GSSAP, в принципе могли бы выдавать предупреждения об опасных ситуациях, складывающихся в результате такой «самостоятельности». Однако это возможно лишь в том случае, когда о существовании соответствующих средств и об их возможностях известно. Использовать в «открытом» мире данные совершенно секретной космической системы было бы чрезвычайно сложно.

Отметим, что рассекречивание факта создания геостационарных КА космического наблюдения не повлекло публикации их характеристик. На самом деле едва ли не единственным «выходом» стала та информация, что аппараты GSSAP разработаны и изготовлены компанией Orbital Sciences Corp., а диспенсер, на котором они были установлены во время запуска, – компанией Lockheed Martin.

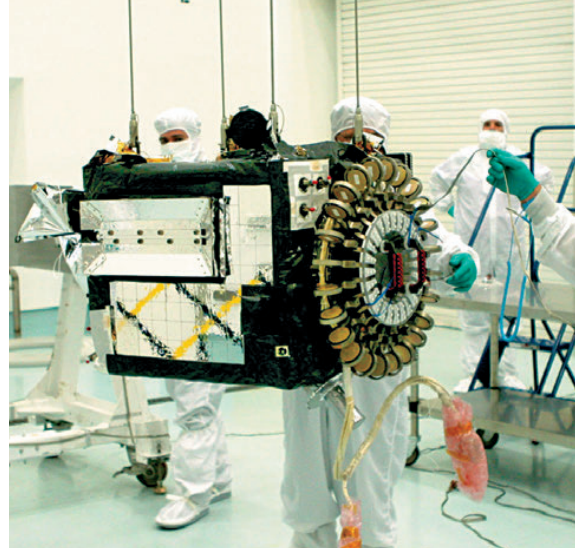
Предельную массу спутников GSSAP оценить несложно. Максимальный полезный груз, выводимый PH Delta IV Medium+(4,2) непосредственно на геостационар, составляет 2320 кг. За вычетом переходника ESPA (около 160 кг) и спутника ANGELS (порядка 70–100 кг) остается более 2000 кг, что позволяет «вписать» два спутника массой примерно по 900 кг.

Такой КА в принципе может быть построен на хорошо освоенной платформе GEOStar-2, если исключить объемные баки и большой запас топлива для самостоятельного подъема с геопереходной орбиты на стационар и уменьшить мощность системы электропитания. Разумеется, двигательная установка и запас топлива меньшего размера остаются необходимыми для маневрирования спутника.

Вторую пару спутников GSSAP предполагается запустить в 2016 г. Пока не ясно, будет ли это замена первой пары в связи с исчерпанием запаса топлива на маневры или увеличение численности группировки «орбитальных часовых».

ANGELS на страже

Проект ANGELS осуществляется Директором космических аппаратов Исследовательской лаборатории BBC США (Air Force Research Laboratory, AFRL) по крайней мере с 2006 г. Он нацелен на изучение технологий, которые позволили бы получать «более ясную картину» обстановки вокруг наиболее важных космических средств США. Таким образом, попутный аппарат пуска AFSPC-4 будет работать в той же тематической области, что и два основных.



▲ Подготовка спутника ANGELS на Мысе Канаверал. 23 июля 2014 г.

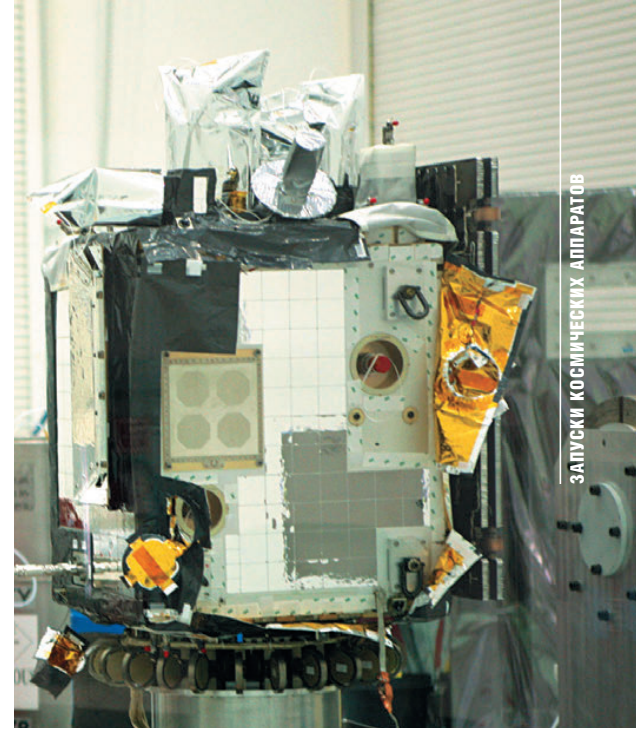
Название ANGELS расшифровывается как Automated Navigation and Guidance Experiment for Local Space – эксперимент по автоматической навигации и наведению в местном пространстве. Одноименный микроспутник должен осуществлять совместный полет со второй ступенью ракеты Delta IV – от начального расстояния порядка 50 км и до финальной дистанции в единицы километров, которой он достигнет спустя несколько месяцев. До основного эксперимента должны быть выполнены калибровка систем и приборов и подтверждены навигационные возможности. В период эксперимента будут отрабатываться новые технологии автоматического планирования и безопасного исполнения плана полета с последовательной выдачей разрешения на отдельные пункты человеком-оператором. Помимо этого, будут испытываться новые датчики для инспекции КА.

Расчетная продолжительность программы – один год. Управлять спутником будет команда более чем из 50 военных и гражданских специалистов AFRL и фирм-подрядчиков, а еще примерно 70 человек будут обрабатывать результаты эксперимента.

Как и спутники GSSAP, малый КА ANGELS изготовлен компанией Orbital Sciences. История этого проекта в первом приближении известна и напоминает приключенческий роман.

Толчком к началу работ, по-видимому, стало создание прямых предшественников спутников GSSAP – двух аппаратов MiTeX, изготовленных компаниями Orbital Sciences и Lockheed Martin на средства Агентства перспективных оборонных исследовательских проектов DARPA и выведенных на орбиту 21 июня 2006 г. (HK №8, 2006; №3, 2009). Еще до запуска многие критики отмечали, что специализированные аппараты большой массы использовать невыгодно и что задачи контроля геостационарной области в целом и ближних подступов к эксплуатируемому спутникам в частности лучше возложить на малые и сверхмалые КА, запускаемые попутно.

Как следствие – с учетом опыта создания низкоорбитальных аппаратов-инспекторов XSS-10 и XSS-11 – в 2005 г. лаборатория AFRL начала проект наноспутника ANGELS, имя которого расшифровывалось тогда иначе: Autonomous Nanosatellite Guardian for Evaluating Local Space, то есть автономный наноспутник-сторож для оценки местного пространства.



Уже тогда наноспутником он был лишь по названию, поскольку заказчик хотел получить аппарат массой до 15 кг и был морально готов к ее росту до 25 кг. Менеджером проекта был лейтенант, затем капитан ВВС Люк Саутер (Luke Sauter), заместитель начальника Отдела превосходства в космосе AFRL. Он утверждал, что ANGELS будет ограничен в своих возможностях фотографической съемкой опекаемого спутника и не предназначается для решения тактических задач, то есть обнаружения враждебных КА.

«Около 50% неисправностей спутников, с которыми мы столкнулись, представляются собой тот или иной отказ внешних элементов или могут быть приписаны какому-либо внешнему воздействию, что можно обнаружить, — объяснял Л. Саутер основную идею разработки. — Имея лишнюю пару глаз на орбите, чтобы увидеть, что случилось на самом деле, вы будете иметь преимущество в поиске путей вернуть ваш КА в строй».

15 ноября 2005 г. был объявлен конкурс на проект наноспутника, предназначенного для технической демонстрации возможности независимой оценки ситуации вблизи аппарата-хозяина и аномальных условий в его окрестностях. Его победителями стали аэрокосмические гиганты Lockheed Martin Corp. и Boeing Co. и небольшая космическая фирма SpaceDev Inc. Им были выданы контракты: первой — 24 февраля 2006 г. на сумму 813.75 тыс \$, второй и третьей — 6 марта на 1536.0 и 1252.2 тыс \$ соответственно.

Известны детали контракта со SpaceDev Inc. (для двух фирм-гигантов эта работа, по-видимому, была столь мелкой, что не заслуживала упоминания). Компании предстояло выполнить предварительное проектирование наноспутника с высокой степенью автономности, рассчитанного на запуск совместно с «опекаемым» основным аппаратом и год работы на стационаре с возможностью продления до трех лет. Подрядчик должен был представить работающие компоненты, детальные проектные схемы, полетные алгоритмы и программное обеспечение, руководство пользователя, планы испытаний и интерфейсные документы и до конца июля 2006 г. отчитаться в объеме защиты предварительного проекта PDR. В дальнейшем предполагалось завершить проектирование и изготовить в короткий срок несколько спутников со сроком готовности первого из них к декабрю 2008 г. и проведением летного эксперимента в начале 2009 г. Стоимость всего проекта оценивалась в 20 млн \$.

2 августа 2006 г. Директорат космических аппаратов AFRL выдал компании Lockheed Martin контракт стоимостью 8 млн \$ на следующий этап работ, до критической защиты проекта CDR. Победитель первого этапа должен был уложиться в годичный срок, до августа 2007 г., осуществить техническое проектирование и доказать возможность выполнения техзадания в пределах заданного ценового «потолка». После этого предполагалось выдать новый контракт на изготовление летного прототипа и приступить к летному эксперименту опять-таки в конце 2008 г. — начале 2009 г. Последний включал совместный запуск с «опекаемым» спутником и автономный полет вблизи него.

Lockheed Martin Space Systems Company привлекла к проекту «родственное» подразделение Integrated Systems & Solutions, Лабораторию космической динамики Университета штата Юта, Лабораторию Чарльза Старка Дрейпера и компанию Space Micro Inc. Последняя должна была оснастить наноспутник радиационно-стойким бортовым компьютером Proton200k с производительностью 900 млн оп/сек.

Новый поворот сюжета случился 14 ноября 2007 г. Основной контракт на обеспечение выполнения программы ANGELS стоимостью 29.5 млн \$ был выдан... не участвовавшей в предыдущих работах фирме, а именно Orbital Sciences (OSC). Именно тогда проект окончательно перерос рамки наноспутника, и сегодня AFRL констатирует, что нынешняя программа ANGELS началась в 2007 г. Забавно, что вплоть до 2009 г. сохранялась старая расшифровка наименования, но только она и осталась от первоначальной идеи сторожа-наноспутника.

Новый ANGELS был выполнен в формате микроспутника, ориентированного на попутный запуск на адаптере ESPA, разработанном для совместного использования с ракетами класса EELV (НК № 5, 2007). Корпус КА в форме параллелепипеда имел сечение 0.6x0.6 м и высоту 0.9 м, не включая целевую аппаратуру, а ширина изделия вместе с солнечной батареей, развернутой перпендикулярно одной из боковых сторон, достигала 2.4 м. Судя по опубликованным после запуска снимкам наземных испытаний КА, примерно таким он и остался.

В OSC работами по проектам MiTex и ANGELS руководил Грегг Бёрджесс (Gregg Burgess), старший вице-президент компании и руководитель отдела специальных программ группы перспективных программ. Интересно отметить, что в мае 2013 г. он стал вице-президентом по технологии подразделения космических систем фирмы Sierra Nevada Corp., которая ранее приобрела космический бизнес компании SpaceDev.

Пересмотр проекта повлек сдвигу сроков: на момент заключения контракта запуск планировался в 2010 г., а в мае 2008 г. речь шла о конце 2010 г. В 2009-м сообщалось, что аппарат будет запущен уже в 2012 г. и будет оснащен аппаратурой автономной навигации и приборами для детального наблюдения в видимом диапазоне и для съемки в средневолновом ИК-диапазоне, причем и те, и другие будут использоваться одновременно. В одном из вариантов описания фигурировал телескоп массой 12 кг. К сожалению, перед запуском и после него никакие данные на бортовую аппаратуру опубликованы не были. Заявлено лишь, что она будет решать задачи обнаружения, сопровождения и описания космических объектов, а также установление «авторства» тех или иных действий в космосе.

Дополнительной полезной нагрузкой КА ANGELS являются приемная аппаратура системы GPS, рассчитанная на использование на более высокой орбите, чем орбиты самих навигационных спутников, и обеспечивающая почти непрерывное определение местоположения за счет приема боковых лепестков их сигналов. Ее создала компания Moog

ANGELS — далеко не единственный пример средства обеспечения «местной» ситуационной осведомленности для американских правительственных КА. Известно, что в феврале 2012 г. Директорат систем превосходства в космосе Центра ракетных и космических систем провел брифинг для потенциальных подрядчиков по специализированному неотделяемому датчику аналогичного назначения. Аппаратуру Skiray предполагается размещать на всех типах правительственных геостационарных КА США, с возможностью дальнейшего распространения на коммерческие аппараты. Она будет использовать ресурсы КА для электропитания, поддержки теплового режима, ориентации и связи с Землей, обеспечивая контроль пространства вблизи спутника без нарушения его работы по назначению.

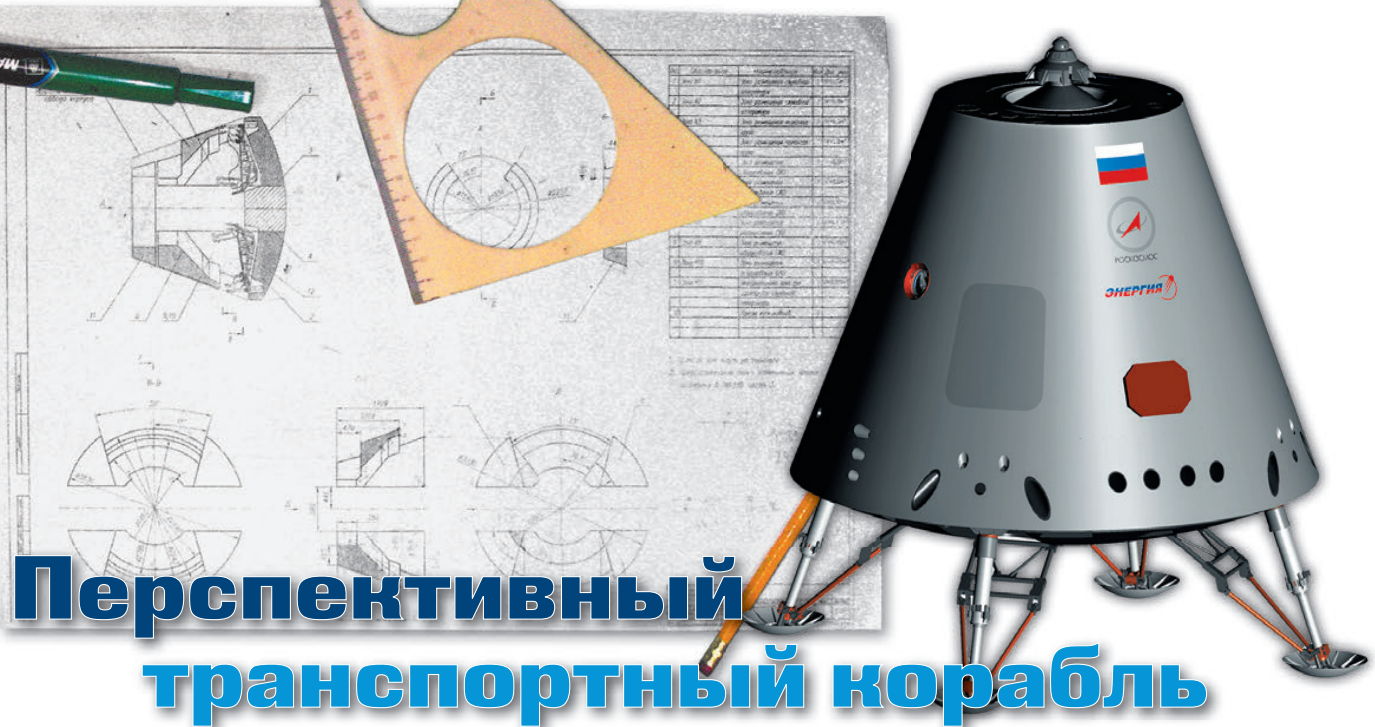
Broad Reach Engineering (г. Темпе, Аризона) на базе радиационно-стойкого приемника Navigator разработки группы Карла Адамса (Carl Adams) в Центре космических полетов имени Годдарда NASA.

Кроме того, аппарат несет акселерометры с высокими характеристиками, что позволяет улучшить навигацию спутника, и экспериментальные датчики для безопасного относительного движения. Бортовая система безопасности позволит протестировать методы, значительно уменьшающие вероятность столкновения с другими объектами.

Известно, что в кооперацию OSC входили также ATA Aerospace (подрядчик по интеграции и испытаниям; Альбукерке, штат Нью-Мексико) и разработчики датчиков — Лаборатория Линкольна Массачусеттского технологического института и компания Science Applications International Corporation (SAIC).

Подготовка пуска осуществлялась в партнерстве с программой космических испытаний STP Министерства обороны США. Другими участниками проекта были Директорат космических разработок и испытаний Центра космических и ракетных систем ВВС США и компания Aerospace Corp.

Запуск КА ANGELS — первый пример использования адаптера ESPA в интересах ВВС США. В дальнейшем попутные запуски малых КА с его использованием станут нормой.



Перспективный транспортный корабль нового поколения

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»
 Фото из архива М. Серова

Необходимость создания космического корабля на замену «Союзу» обсуждается уже несколько десятилетий. Во второй половине 1980-х годов в СССР разрабатывался проект многоразовой «Зари» (НК № 8, 2014, с.54-57). В 2000 г. РКК «Энергия» в инициативном порядке начала проектирование «Клипера» (НК № 7, 2005, с.1-7): корабль многократного использования должен был доставлять на низкую орбиту не только космонавтов-профессионалов, но и – при необходимости – специалистов, ученых и космических туристов. В 2006 г. работы были прекращены в связи с отказом Роскосмоса от проекта «Клипер» и пересмотром концепции перспективного корабля в пользу «капсульной» аэродинамической схемы.

На смену «Клиперу» пришла Перспективная пилотируемая транспортная система ППТС, которая сначала рассматривалась в качестве российско-европейского проекта, но с 2008 г. развивалась как полностью отечественная программа (НК № 9, 2008, с.8-12). Весной 2009 г. РКК «Энергия» выиграла конкурс на эскизное проектирование перспективного транспортного корабля нового поколения ПТК НП (НК № 5, 2009, с.28). Для его выведения на орбиту в рамках опытно-конструкторской работы (ОКР) «Русь-М» предполагалось разработать ракету-носитель среднего класса повышенной грузоподъемности (РН СКПГ; НК № 11, 2009, с.54-55). Однако проектирование последней было прекращено осенью 2011 г.

Несмотря на остановку работ по РН СКПГ, программа создания ПТК НП сохранилась: эскизный проект корабля был готов в середине 2010 г., а технический – в конце 2011 г. Последний был доработан к декабрю 2012 г. для соответствия уточненным планам и прошел экспертизу Роскосмоса и ЦНИИ-маш летом 2013 г.

На авиасалоне МАКС-2013 руководство РКК «Энергии» заявляло, что при достаточном финансировании летные испытания ПТК НП в беспилотном варианте могут на-

чаться в 2017–2018 гг., с тем чтобы выполнить первый пилотируемый полет в 2020 г. В конце 2013 г. предприятие получило от Роскосмоса контракт на период до 2015 г., предусматривающий разработку рабочей документации корабля и изготовление макетов, опытных изделий и установок. В рамках контракта РКК «Энергия» обязуется провести наземные автономные испытания изготовленной «материальной части» и отработать основные технологические процессы изготовления корабля. Сейчас идет выпуск рабочей документации по комплексу корабля и технических заданий предприятиям-соисполнителям, с рядом которых уже заключены договоры.

К сожалению, после первых публикаций о проекте ПТК НП официальных данных о конструкции и характеристиках нового корабля в НК приводилось мало. И если какое-то представление о его внешнем облике и некоторых особенностях конструкции интересующая публика уже имеет, то вопросы организации работы экипажа долгое время оставались «за кадром». Тем ценнее информация, полученная из первых рук. Мы побеседовали с начальником летно-испытательного отдела РКК «Энергия» **Марком Серовым**, который как раз и занимается вопросами эргономики нового корабля.

– Марк Вячеславович, «Новости космонавтики» регулярно пишут о проектах зарубежных пилотируемых кораблей. Недавно мы опубликовали материал о презентации Dragon V2 фирмы SpaceX (НК № 8, 2014, с.18-22). Читатели хотят знать, чем ответит ваше предприятие. На каком этапе сейчас находятся работы по ПТК НП?

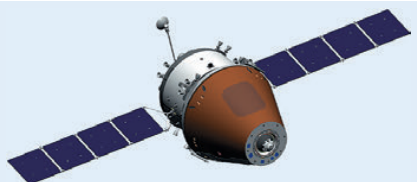
– Согласно принятым стандартам, после этапа проектирования мы перешли к этапу разработки конструкторской документации. Сейчас документация детализируется, разрабатывается конструкция составных частей и приборов уже с точки зрения изготовления и сборки. Далее будет создаваться различные макеты, стенды и экспериментальные

установки для проведения предварительных, лабораторных, автономных и комплексных испытаний. В общем, очень насыщенный и важный этап, на котором, собственно, изделие и рождается.



– Посетители двух московских авиасалонов могли видеть макеты ПТК НП, внешне отличные друг от друга. Что это означает?

– Мы четко позиционировали назначение макетов. На МАКС-2011 выставили дизайн-концепт, дабы показать некий ход мысли. Так принято, скажем, в автопроме. Это, если хотите, маркетинговый ход. Именно так поступил Элон Маск, демонстрируя макет Dragon V2. На МАКС-2013 мы показали проектно-компоновочный макет как результат этапа проектирования. Он имеет уже не демонстрационное, а экспериментальное назначение, на нем проверяются и применяются решения, сформированные в проекте на бумаге и при компьютерном моделировании. Отработка



Основная задача ПТК НП – доставка экипажа и грузов на окололунные и околоземные орбиты, а также возвращение космонавтов и результатов экспериментов на Землю. Базовая модификация корабля, предназначенная для полетов к Луне, имеет стартовую массу 20 т и экипаж из четырех человек. Вариант для миссий к МКС имеет массу 14.4 т и несет от четырех до шести космонавтов. Длительность автономного полета – 14 суток.

ПТК НП состоит из возвращаемого аппарата (ВА) и двигательного отсека (ДО). Первый блок – многоразовый, может использоваться до десяти раз. Объем кабины экипажа обоих вариантов корабля – 17 м³. Спуск в атмосфере – управляемый, с перегрузкой до трех единиц. Для увеличения точности приземления ВА оснащен комбинированной парашютно-реактивной системой с мощными твердотопливными двигателями мягкой посадки и выдвижными посадочными опорами.

Впервые концептуальный макет корабля был продемонстрирован на МАКС–2011. На следующем авиасалоне РКК «Энергия» показала уже полноценное изделие, дающее подробное представление о его интерьере. Посетители могли оценить достаточно просторную кабину с непривычным (не по-«союзовски») расположением кресел, небольшим отсеком для санузла, оборудованным за раздвижной шторкой, и новым пультом управления. В отличие от «Союза», управлять полетом ПТК НП со своих мест смогут сразу два человека. Новые кресла «Чегет» производства НПП «Звезда», которые придут на замену «Казбекам», станут универсальными – с регулировкой под любую антропометрию космонавтов (на «Союзах» для каждого космонавта отливаются индивидуальные ложементы). В командном отсеке ВА предусмотрено четыре кресла. Судя по доступной информации, возможно размещение двух членов экипажа в более компактных «Казбеках» для возвращения шестерых космонавтов в спасательных операциях.

компоновки и размещения систем внутри кабины ВА будет выполняться на этом макете.

В настоящее время развернуто производство габаритных, габаритно-массовых и действующих макетов приборов и блоков всех основных бортовых систем и оборудования, в том числе с применением технологии 3D-печати. Этот макет живет, развивается. Будут и другие...

– А за какой участок работ Вы отвечаете?

– Я выполняю функции ведущего космонавта-испытателя этой машины, участвую в проекте от самой задумки. Надеюсь поднять корабль в космос. Что такое ведущий космонавт-испытатель предприятия? Есть прямая аналогия с летчиком-испытателем КБ: решение вопросов по эргономике, компоновке рабочих мест и обитаемых отсеков, деятельности экипажа и человеко-машинному интерфейсу (ЧМИ), действиям в аварийных ситуациях, полетному снаряжению, требованиям к целевому оборудованию и даже вопросов технической эстетики. Конечно, ведущий испытатель работает не один, этими вопросами занимается Летно-космический центр НТЦ–29Ц совместно с проектантами, специалистами по бортовому комплексу управления, конструкторами и другими смежниками, включая специалистов и космонавтов ФГБУ НИИ ЦПК. Привлекаем и вузовский потенциал.

– Какие вопросы решают космонавты-испытатели во время работы с новым кораблем? Приведите конкретные примеры.

– Выполняется компоновка рабочих мест: определяется взаимное расположение кресел и пультов; отрабатывается конструкция пульта пилотов и ручных органов управления. Формируются требования к ЧМИ в части эргономики, деятельности экипажа, технической эстетики. Все это происходит в тесной кооперации с проектантами и разработчиками бортового комплекса управления (БКУ). Что-то решаем на бумаге, что-то в «трехмерке» на компьютере, но главное – это полунатурное моделирование, макетирование и экспериментальная отработка на макетах и стендах. Сейчас создается пилотажный стенд, это в чистом виде инструмент пилота-испытателя. На нем будут создаваться информационные поля ЧМИ и отрабатываться деятельность экипажа при управлении режимами и бортовыми системами.

– Вопрос по поводу пультов, точнее ЧМИ: подход к интерфейсу унаследован от «Союзов» или делается заново? От разработчиков систем отображения известно об избыточной «искусственности» прежнего интерфейса...

– ЧМИ полностью новый, но с использованием опыта «Союзов». В компьютерном интерфейсе пульта космонавтов (НЕПТУН-МЭ) основой для представления информации и управления использована концепция командно-сигнальных полей, взятая от пультов ранних серий «Союза». Командно-сигнальное поле позволя-

ет сжать информацию, необходимую экипажу и для выдачи команд, и для сигнализации. Насколько мне известно, подобный подход в организации информационного обеспечения экипажа использовался только на отечественных кораблях и станциях. Подход позволил создать компактные и высокоэффективные рабочие места космонавтов.

В компьютерной версии пульта это базовое информационное поле было расширено дополнительными форматами служебного назначения и специализированными форматами бортовых систем и режимов. На этапе перехода от серии «Союз ТМ» к серии «Союз ТМА» и далее – «Союз МС» такой подход был оправдан. Он позволяет сжимать полетную информацию для представления всего на двух дисплеях. Недостаток один, но серьезный – интерпретацией и анализом полетной информации в основном занимается экипаж (ну и ЦУП, конечно). Несмотря на постоянную модернизацию, качественно деятельность экипажа практически не изменилась с 1970-х годов. Утрированно это можно



▲ М. Серов и Ю. Усачёв проводят первую примерку кресел и ручки управления в макете корабля

представить следующим образом: космонавт видит сигнализатор, вспоминает, что означают его показания, что надо делать, и жмет на соответствующую кнопку.

Для того чтобы опознать сигнал и получить инструкции, космонавту требуется бумажная бортовая документация, ЦУП и... годы тренировок. Это неоптимально. Тем более что давно есть понимание трех принципов. Во-первых, первичной обработкой и интеграцией данных должна заниматься машина. Во-вторых, представление информации должно быть образным при минимальном использовании буквенно-цифровой кодировки. Наконец, должна существовать иерархия информации – от общего к частному.

При этом пилот корабля не должен быть пассивным наблюдателем автоматических процессов. Необходим симбиоз человеческого абстрактного нестандартного мышления и автоматизации стандартных и рутинных процессов в машине. Для этого оператор должен видеть картину целиком, при необходимости углубляясь и детализируя информацию по своему усмотрению или по заложенному в машине алгоритму – в случае нештатных ситуаций или в рамках выполнения конкрет-



▲ Сборка проектно-компоновочного макета ВА



▲ Определение зон досягаемости экспериментальным методом. Справа сверху – ручка управления

ного режима, когда надо акцентировать внимание пилота на чем-то. Контроль состояния бортовых систем преимущественно должен быть организован через образные мнемосхемы, на которых путем последовательного приближения пилот сможет оценить исправность системы, ее конфигурацию и параметры. Состояние и конфигурацию необходимо отображать образными графическими примитивами. Инструкции в виде буквенно-цифровой информации, виртуальных органов управления (кнопки, меню выбора, флажки и т. п.), предоставляемых машиной, позволяют экипажу избавиться от «костылей» в виде бортовой документации. С первого раза уяснить это сложно, но на деле все оказывается очень просто и понятно.

– Сколько человек нужно для управления кораблем? Зависит ли число «активных» членов экипажа от маршрута полета – на окололунную или околоземную орбиту?

– По техническому заданию нам предписано создать транспортный корабль с возможностью управления одним пилотом при наличии двух идентичных рабочих мест. Исходя из этого мы и компоновали «приборную доску». Начальная концепция информационной избыточности* подразумевала установку двух 15-дюймовых мониторов для каждого рабочего места. Итого получается четыре. На бумаге все выглядело прекрасно, но как только сделали физический стенд, с реальными креслами и дисплеями, стало понятно, что четвертый лишний! При такой размерности мониторов и общей компоновке рабочего места удобнее иметь по одному дисплею на каждого пилота, плюс один общий монитор для информационной избыточности. Дело в том, что при четырех дисплеях линия взгляда пилота проходит между мониторами, что неправильно и неудобно. Так мы откатились к трем дисплеям – к немалому удивлению «БКУшников» и проектантов: ведь на самых ранних стадиях мы просили целых пять (!) дисплеев. Кстати, Элон Маск на новом «Драконе» установил четыре монитора, хотя там невооруженным взглядом видно, что «четвертый лишний».

Теперь немного об организации ЧМИ. Немного – потому что в этом вопросе есть новизна и подходы, которыми при случае с удовольствием воспользуются конкуренты. Главное – что мы планируем использовать возможности технологии сенсорных экранов. Замечания на тему ненадежности или сложности использования таких экранов, например, в скафандрах, не принимаются. Все проверено экспериментальной отработкой в полунатурных условиях и подтверждено опытом наших коллег из авиации.

В конечном итоге все принятые в проекте решения позволяют управлять кораблем в одиночку, как на современных аэробусах. Второй пилот в данном случае – для резервирования и избыточности в управлении и выполнения специфических задач, опять же, как на современных самолетах.

– Что касается ручки управления... Какие функции она несет, какие операции выполняет?

– Ручку для маневрирования и управления ориентацией проектировали специально для нового корабля. Требования технического задания (ТЗ) предусматривали возможность управления одним пилотом, но при наличии двух равноценных рабочих мест. То есть при использовании существующих ручек от «Союза» их надо ставить четыре! Это некрасивое решение и компоуется плохо. Придумали многоканальную интегрированную ручку. Ближайший аналог – боковая рукоятка управления на современных самолетах. Одна такая ручка дает возможность управлять не только ориентацией, но и перемещениями корабля. Для того чтобы не компоновать пару (по одной на каждое рабочее место), выдвинули гипотезу, что если разместить ручку между двумя креслами, то управлять смогут оба оператора – один правой рукой, другой левой.

В подтверждение гипотезы провели моделирование в несколько этапов – от ма-

кетирования из пластилина и глины до изготовления действующих образцов, напечатанных 3D-принтером. Советовались с летчиками-испытателями (А. Ю. Гарнаевым, А. Н. Квочуром, С. Н. Тресвятским), проводили экспериментальную отработку на собственном стенде. Практика и экспертиза показали, что предложенный вариант работоспособен.

Сам я «налетал» более сотни режимов с разными ручками, с разными начальными и конечными условиями, в различном психофизическом состоянии.

– А кнопки-клавиши и индикаторы на пульте управления остались? Или у вас, как у Маска, полностью «стеклянная кабина» (glass cockpit)?**

– Это у Маска, как у нас! Нашей «стеклянной кабине» уже четвертый год идет, а ее элементы скоро в полете отработаются будут.

– Известно, что корабли типа «Союз» довольно сильно привязаны к Земле с точки зрения получения навигационных данных, вопросов определения параметров орбиты и т. п. Как эти проблемы решаются в ПТК НП? Каким образом будут определяться точные координаты при полетах к Луне? Мне кажется, новый корабль должен быть заведомо более автономным.

– Современные «Союзы» могут иметь большую степень «самостоятельности». Просто многие режимы и алгоритмы работы пока не сертифицированы. На новом корабле предусмотрены все средства для автономной навигации.

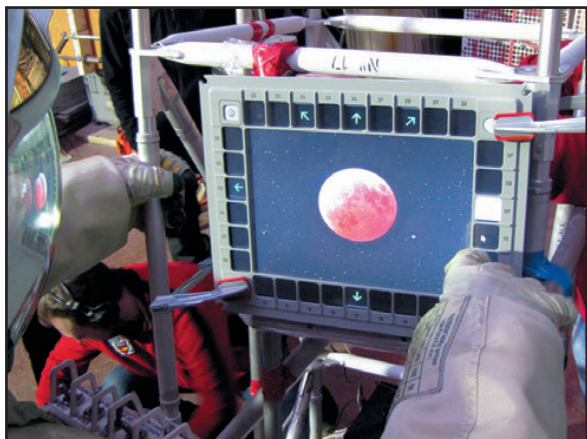
– Возвращаясь к макетированию: когда оно началось? Что послужило сигналом – приказ начальства, собственное желание разобраться в проблемах или какая-то другая необходимость? Был ли известен приборный состав «борта» на тот момент?

– Макетирование и создание опытных образцов с целью проверки проектных и компоновочных решений вполне в традициях нашей фирмы. Мне известно, что и при разработке первых долговременных орбитальных станций «Салют», а впоследствии модулей орбитального комплекса «Мир» и транспортных пилотируемых кораблей «Союз» обязательным этапом создания космической техники было изготовление проектно-конструкторских макетов. Космонавт-испытатель нашей фирмы В. В. Аксёнов в своих воспоминаниях много рассказывает о своей работе при компоновке рабочих мест экипажа на макете «Союз ТМ».

В проекте ПТК еще на этапе инженерных записок перед нашим центром встала задача оценить свободные объемы. Мы не стали делать умозрительные выводы на основе формальных документов, а решили воплотить существовавшую на тот момент предвари-

* Имеется в виду возможность предоставления не только необходимой, но и дополнительной (по усмотрению экипажа) информации.

** Концепция предоставления оператору (пилоту самолета или космического корабля) всей необходимой информации с помощью многофункциональных экранов-мониторов вместо применявшихся ранее стрелочных механических индикаторов.



▲ Отработка сенсорных мониторов в скафандре

тельную компоновку – если не в металле, то в дереве. В виде полномасштабного макета командного отсека с низкой степенью подобия.

Мне известно, что люди, которые «не в теме», посмеивались над нами и рассказывали историю изготовления первого макета как анекдот. Хотя должен сказать, что над этим макетом работали и молодежь, включая меня, и серьезные, опытные специалисты, известные космонавты: Ю. В. Усачёв, П. В. Виноградов, А. Ю. Калери, А. И. Лазуткин. Надо отметить, что макет выполнил свою задачу на 200%. Главное, он дал полное ощущение и реальное понимание размеров, объемов и проблем, которые невозможно увидеть на «бумаге» или компьютерной модели. При этом не надо думать, что картон и дерево мы использовали от бедности или потому, что не знали, что такое 3D-модель. Создание макета низкой степени подобия заняло у нас всего-навсего неполные две недели, а еще через две у нас был результат работы макетной комиссии, оформленный в виде отчета. Виртуальное моделирование заняло бы месяцы и все равно ничего не прояснило бы.

Впоследствии на макете побывали руководители проектной службы, завода, конструкторы и разработчики бортовых систем. Позже я узнал, что в NASA первым макетом «Ориона» была точно такая же деревяшка, даже конструкция ее оказалась похожа.

Уже позднее, на этапе технического проектирования, с целью проверки проектных, компоновочных и конструкторских решений начал создаваться полномасштабный проектно-компоновочный макет ПТК. Прежде всего, было принято решение изготовить макет возвращаемого аппарата с посадочными устройствами и командный отсек в части интерьера, рабочих мест экипажа, бытовой зоны, посадочного и переходного люка.

Изготовление макета было поручено Заводу экспериментального машиностроения РКК «Энергия». Под руководством директора завода А. Ф. Стрекалова было создано оперативно-техническое руководство (ОТР) с участием ведущих специалистов практически всех служб и подразделений предприятия. Я в этом ОТР представлял летно-космический центр фирмы и отвечал за вопросы компоновки рабочих мест экипажа, технической эстетики и эргономики.

В процессе изготовления макета у нас сложилась кооперация с новыми смежниками. Известный российский промышленный ди-

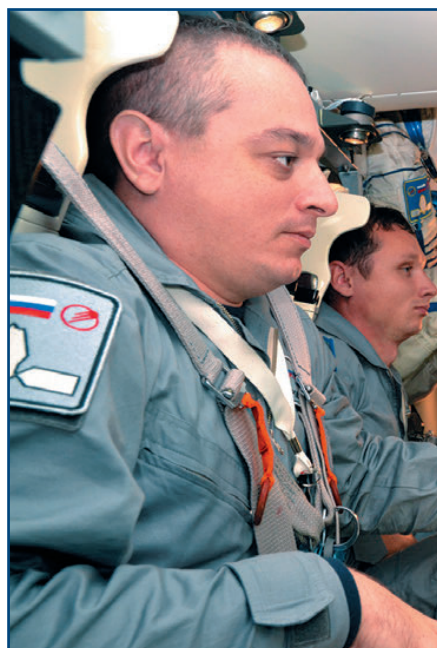
зайнер В. В. Пирожков в этой работе выступал не просто как приглашенный художник, а как организатор и руководитель компании, обладающей необходимым опытом и технологиями. Его участие позволило нам, во-первых, построить макет в короткие сроки и, во-вторых, взглянуть на некоторые технологические и конструкторские решения по-другому.

Демонстрация макета на авиасалонах была не окончанием работы, а самым началом. Конструкция и компоновка корабля уточняется, разрабатывается конструкторская документация, а значит будет изменяться и дорабатываться макет. Планируется изготовление габаритных аналогов всех бортовых систем и агрегатов, негерметичного отсека с агрегатами маршевой двигательной установки и солнечных батарей. Цель та же – проверка правильности принятых решений или формирование новых, экспериментальная отработка деятельности экипажа и наземного персонала, оптимизация процессов сборки и межполетного обслуживания.

– **Какие особенности работы экипажа выяснились на макете? Были ли какие-то трудности, которые невозможно обнаружить в чертежах или при 3D-моделировании на компьютере?**

– Главное, что стало ясно при макетировании: свободный объем в виде абстрактной цифры совершенно бесполезен. Важным является так называемый операционный объем, когда места хватает на комфортное выполнение основной деятельности экипажа – и рабочей, и бытовой. Нам делали замечания, что свободный объем на одного человека стал меньше, чем в старом корабле, и обосновывали свою точку зрения теоретическими цифрами. Многих удалось переубедить, просто посадив для контраста в реальный «Союз», а потом в макет нового корабля. Остальные, увы, остались при своих «мертвых» цифрах...

– **Еще вопрос, не относящийся напрямую к эргономике: как быть с выходом в открытый космос? Последует ли разгерметизация кабины, или нужен будет какой-то дополнительный шлюзовой отсек?**



Или другой пример. Есть целый ряд элементов интерьера и конструкции отсека экипажа, которые невозможно умозрительно разместить на чертеже. Например, поручни как средства фиксации и трассы передвижения космонавтов. Мы уже по месту в макете смотрели, где и как их необходимо расположить. В результате этот метод оказался настолько эффективным, что, разместив поручни под одну задачу, провели эксперимент по другой, – и оказалось, что они нужны на тех же местах. Вот, собственно, на таких простых примерах видно, что макетирование в эпоху компьютерных 3D-моделей необходимо все равно.

– **ПТК НП – это транспортный корабль, внекорабельная деятельность на нем не предусмотрена. Необходимости выходить в открытый космос из исправного герметичного корабля нет.**

– **Как будет выполняться полет: выведение и посадка в спасательных скафандрах, а потом – работа в полетных костюмах, или вся миссия в скафандрах?**

– При старте и посадке космонавты будут экипированы в новый спасательный скафандр «Сокол-М» разработки НПП «Звезда». По принципу действия он аналогичен существующему «Соколу КВ-2». Стало быть, и схема применения аналогичная. Лететь несколько суток к Луне в спасательном скафандре нет никакой необходимости.

– **А тренировки на экстренное надевание сразу четырех-шести скафандров проводились?**

– Нет. (С улыбкой.) Очень трудно на Земле создать невесомость. Возможно, попробуем провести такую отработку во время самолетных испытаний после 2018 г.

– **Марк Вячеславович, большое спасибо за интервью. Надеюсь на продолжение беседы.**

► Тренировка в командном отсеке



ПИЛОТИРУЕМАЯ ТЕХНИКА

Американские коммерческие корабли и русские двигатели

В конце мая компания SpaceX представила концептуальный образец перспективного корабля Dragon V2 (НК №7, 2014, с.18–22). Тем временем остальные американские разработчики пилотируемых космических аппаратов из коммерческого сектора промышленности тоже не стоят на месте.

И. Чёрный.
«Новости космонавтики»

Dream Chaser

22 июля корпорация Sierra Nevada (SNC) заявила, что аппарат с несущим корпусом (АНК) Dream Chaser ее разработки прошел очередной, девятый этап программы «Интегральные возможности пилотируемых полетов» CsiCap (Commercial Crew Integrated Capability)* – фазу «Уменьшение рисков и повышение уровня технической готовности».

Атмосферные летно-конструкторские испытания (ЛКИ) Dream Chaser производятся с использованием технического испытательного образца ETA (Engineering Test Article). После «подвигов» в Калифорнии во время первого беспилотного испытательного полета (НК №12, 2013, с.18–21) он вернулся в родное Колорадо. Сейчас аппарат модернизируется и готовится к следующим полетам, которые условно называются ALT-1 и ALT-2. Их планируется провести в конце года в Летно-исследовательском центре имени Драйдена в

▼ Макет АНК Dream Chaser для аэродинамических продувок



Калифорнии. За беспилотными последуют пилотируемые планирующие полеты.

Выполняемый сейчас этап ЛКИ предназначен, главным образом, для демонстрации заявленных характеристик следующих систем:

- ◆ кабина экипажа (Crew Systems);
- ◆ кондиционирование и обеспечение жизнедеятельности ECLSS (Environmental Control and Life Support Systems);
- ◆ конструкция (Structures);
- ◆ обеспечение теплового режима TCS (Thermal Control);
- ◆ теплозащита TPS (Thermal Protection Systems).

В пресс-релизе SNC отмечается: данные, собранные за год в процессе более чем 3500 автономных испытаний, привели к продолжению формирования облика Dream Chaser и значительному снижению общего риска выполнения программы. «С успешным завершением девятого этапа, по мере того как группа специалистов SNC уточняет проект корабля, который будет доставлять людей на низкую околоземную орбиту и обратно, безопасность полетов выходит на первое место», – сообщается в пресс-релизе.

Для реализации задач очередного этапа Sierra Nevada привлекла многочисленных партнеров. Обширные квалификационные испытания системы теплозащиты TPS проводились в Исследовательском центре имени Эймса в Моффетт-Филд (Калифорния) и Исследовательском центре имени Лэнгли в Хэмптоне (Вирджиния) в рамках существующих соглашений типа Space Act Agreement (SAA). Работа включала более 350 тестов, которые позволили выбрать оптимальную теплозащиту для Dream Chaser, позволяющую безопасно летать при высоких тепловых нагрузках во время номинального спуска с орбиты, а также в ситуации аварийного прекращения этапа выведения и возвращения с большой высоты. Ряд испытаний конструкции выполнялся в сотрудничестве со специалистами сборочного завода Lockheed Martin в Мичуде, Луизиана, где сейчас строится следующий экземпляр ракетоплана.

В рамках данного этапа было также выполнено более 1500 прочностных испытаний основной композитной конструкции АНК. В штаб-квартире SNC в Луисвилле, Колорадо, на новом полномасштабном макете кабины проверялись углы обзора и возможность входа и выхода экипажа в горизонтальном и вертикальном положениях корабля. В испытаниях участвовал бывший астронавт программы Space Shuttle Ли Аршамбо (Lee Archambault): будучи отбаченным в скафандре, он провел 25 тестов общей длительностью более 90 часов.

Внутренние и внешние элементы системы обеспечения теплового режима TCS успешно испытаны на объектах компании Orbitec. Совместно с UTC Aerospace эта фирма проводила тесты по включению человека в контур управления, в том числе в ходе проверки системы кондиционирования и обеспечения жизнедеятельности ECLSS в рамках имитации орбитального полета.

«Тщательные оценки доказывают, что Dream Chaser является безопасным, прочным и надежным космическим кораблем, – отметил корпоративный вице-президент подразделения Space Systems компании SNC Марк Сиранджело (Mark N. Sirangelo). – Это важное подтверждение готовности к защите эскизного проекта CDR (Critical Design Review) позволяет нам быстро и уверенно двигаться вперед в восстановлении передовых возможностей США по доставке [экипажей на орбиту]».

«Sierra Nevada стремится выполнить первый полет АНК Dream Chaser в космос в ноябре 2016 г., – заявил Марк Сиранджело, объявляя о контракте с компанией Craig Technologies**, которая арендует здание площадью 15 000 м² на мысе Канаверал, ранее использовавшееся для обслуживания кораблей Space Shuttle. – Craig поставит часть оборудования, которое поможет поворачивать Dream Chaser вокруг осей и устанавливать его на адаптер для полета». Ожидается, что Craig обеспечит ряд других продуктов и услуг для SNC. Переговоры по работам ведутся, но стоимость контракта не разглашается.

В рамках предыдущего этапа работ по программе создания коммерческих средств доставки экипажей Sierra Nevada провела испытания модели АНК Dream Chaser в аэродинамической трубе, получив аэродинамические характеристики аппарата на этапе спуска, а также на этапе выведения. В последнем случае исследовалась аэродинамика

* Sierra Nevada – одна из трех компаний, допущенных к следующему этапу программы (контракт выдан в августе 2012 г.); две другие – SpaceX с кораблем Dragon V2 и Boeing с CST-100. Из-за недостатка средств, отпускаемых на программу, первый полет астронавтов NASA на коммерческом корабле постоянно откладывается – последняя сдвигка привела к тому, что датой первой миссии американского пилотируемого корабля USCV-1 (US Crew Vehicle-1) названо 30 ноября 2017 г.

** Входит в список 40 компаний, участвующих в программе Dream Chaser.

В 2012 г. фирма Craig Technologies заключила с NASA соглашение типа SAA, по которому получила право использовать 1600 единиц оборудования NASA, которое когда-то служило для обслуживания и ремонта шаттлов. Соглашение заключено сроком на пять лет с правом NASA истребовать свою собственность досрочно. Поскольку документ требует, чтобы оборудование находилось в одном месте в пределах 50 миль (80 км) от Центра Кеннеди, компания подписала договор аренды на соседние сооружения на мысе Канаверал.

С 2013 г. Craig, имеющая в Соединенных Штатах примерно 400 сотрудников, наняла еще 150 специалистов, 65 из которых ранее работали с шаттлами. С тех пор на ремонт объектов и найм работников фирма потратила 2 млн \$. «Мы в состоянии создать рабочие места и сохранить базу знаний, опыт и квалифицированную рабочую силу, которая была здесь раньше, – говорит Кэрл Крейг (Carol Craig), основатель и генеральный директор Craig Technologies. – Это то, что мы надеемся передать Марку Сиранджело и его команде».

ка связки носителя Atlas V и аппарата Dream Chaser. Продувки выполнялись в Исследовательском центре имени Эймса, в трансзвуковой аэродинамической трубе CALSPAN в Нью-Йорке и в аэродинамической трубе с однородным плоским течением Исследовательского центра имени Лэнгли.

Кроме того, SNC за свой счет провела дополнительные испытания в аэродинамической трубе, которые должны ускорить выход Dream Chaser на защиту эскизного проекта. «Аэродинамические данные, собранные во время этих испытаний, позже будут использованы в проекте интегральной системы, включающей космический корабль и ракету-носитель. Они также показали, что характеристики АНК оказались лучше, чем первоначально прогнозировалось», – отметил Марк Сиранджело. Последнее утверждение отражено и в результатах тестов прототипа ETA.

С финансовой точки зрения SNC получила по закрытым этапам работ уже 92% средств, предусмотренных контрактом с NASA.

CST-100

Далеко вперед продвинулся и проект пилотируемого космического транспортного корабля CST-100 (Crew Space Transportation) капсульной схемы, разрабатываемый компанией Boeing. В начале июля Объединенный пусковой альянс ULA (United Launch Alliance) завершил защиту эскизного проекта CDR космического пускового комплекса SLC-41, который будет использоваться для запусков CST-100 из Флориды.

На защите в присутствии специалистов Boeing, NASA и BBC США был утвержден проект башни для доступа экипажа в корабль (Crew Access Tower), коридора посадки экипажа (Crew Access Arm), а также «белой комнаты» (White Room) – сооружения, позволяющего экипажу безопасно входить и выходить из CST-100. Кроме того, рассматривался эскизный проект системы аварийной эвакуации астронавтов, аналогичной по конструкции «аварийной корзине» (basket escape system) шаттла. Строительство новых объектов на стартовом комплексе SLC-41 займет около 18 месяцев и не повлияет на запланированные пуски ракет Atlas V.

«[Защита эскизного проекта] была важнейшей вехой, позволяющей начать строительство уже этой осенью, – сообщила Эллен Плизе (Ellen Plese), директор «отделения услуг по запуску человека» фирмы ULA (Human Launch Services). – По мере того, как ULA создает новые элементы стартового комплекса, безопасность человека остается главным фактором».

«Вместе с ULA мы добились больших успехов в разработке системы обнаружения аварий CST-100, адаптера для установки корабля на ракету-носитель и теперь – башни доступа экипажа, – добавил вице-президент Boeing по коммерческим программам и руководитель программы CST-100 Джон Малхолланд (John Mulholland). – Наше внимание сосредоточено на безопасности людей, и достижение этих целей досрочно ставит нас в хорошее положение... Мы с нетерпением ждем следующего этапа коммерческой пилотируемой программы». NASA уже заплатило «Боингу» 460 млн \$ в рамках 480-миллионного контракта по программе CcIcar.

Boeing планирует использовать в своем проекте компьютеры, парашюты, наземное обеспечивающее и обслуживающее оборудование, заимствованное из прошлых программ. Джон Малхолланд отметил, что это «упрощает ведение работ». «Я думаю, проверенная в полете аппаратура, особенно в пилотируемых космических полетах, где необходимо освободиться от ошибок... ведет к снижению риска для человека», – подчеркнул он. Данный подход значительно отличается от работ SpaceX и SNC, но сулит более быстрый и надежный результат.

Впрочем, и в CST-100 есть новые элементы. Например, компания Samsung хочет снабдить астронавтов планшетами Galaxy, а кресла экипажа будут изготовлены с помощью 3D-печати. Кроме того, внутренняя конструкция кабины не имеет сварных швов, что позволит повторно использовать капсулу десять раз. Основным методом управления полетом CST-100 будет автоматический, а пилоту останется лишь контролировать работу бортовых систем и вмешиваться в управление лишь тогда, когда «что-то идет не так».

Пульты управления гораздо меньше тех, что были в американских кораблях прошлого, хотя это все-таки не «стеклянная кабина» (glass cockpit) – здесь достаточно много тумблеров и кнопок. «Пилотируя корабль в скафандре, невозможно обладать необходимыми тактильными характеристиками – вы прикасаетесь к экрану через перчатку», – говорит инженер-программист Джим Мэй (Jim May), добавляя, что физические, а не виртуальные органы управления помогут совладать с капсулой при входе в атмосферу, сопряженном с вибрациями и тряской.

Одним из ключевых элементов в конкурсе NASA является то, что победитель сохраняет право собственности на корабль и сможет сдавать его в аренду другим клиентам. Например, компания Space Adventures хочет продавать одно из дополнительных мест на борту CST-100 туристам, а Bigelow Aerospace проводит консультации по поводу аренды всей капсулы для полетов к космическим жилым блокам. Имея в виду «туристические» перспективы, Boeing стремится придать CST-100 более коммерчески привлекательный вид.

Так, корабль предназначен для доставки на МКС пяти астронавтов, но внутренний объем позволяет разместить и семерых! В интерьере предусмотрена голубоватая подсветка, которая используется на авиалайнерах серии 787 и 737. «Она не только помогает ситуационной осведомленности, но и просто создает комфорт», – заметил Малхолланд.

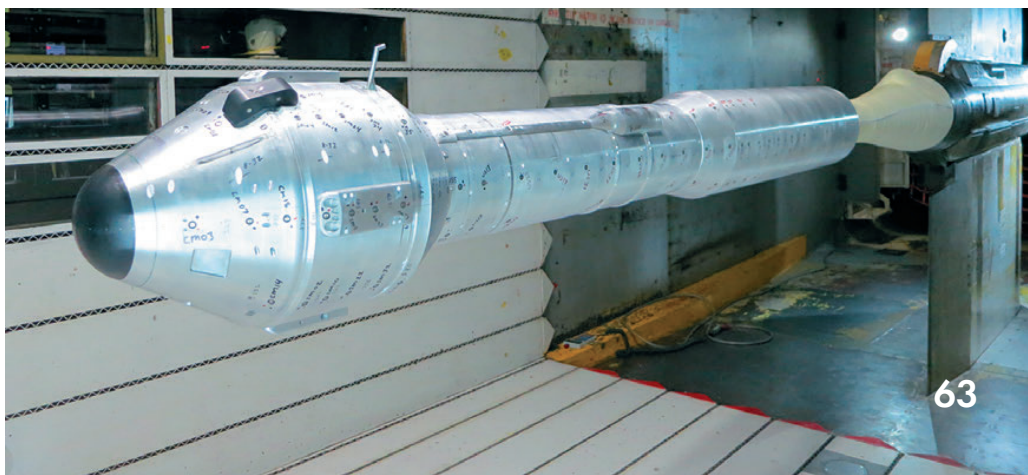
Проект CST-100 очень важен для компании. Boeing – единственный претендент, завершивший все запланированные испытания вовремя. Впереди – тесты системы аварийного спасения, успех которых откроет путь к пилотируемым полетам. Однако, если проект Boeing проиграет SpaceX или SNC, фирме придется уволить часть своих сотрудников. Поэтому, надо полагать, компания будет биться за свой проект до последнего, вкладывая в него и собственные средства. NASA должно выбрать двух финалистов в августе.

Избавление от зависимости

Основная цель «частного извоза» по-американски – покончить с зависимостью от России. Сейчас NASA платит примерно 70 млн \$ за кресло в «Союзе ТМА», а общая сумма, выплаченная Роскосмосу за услуги доставки экипажа на МКС, уже достигла 3.34 млрд \$. Все участники конкурса клянутся и божатся, что стоимость места в их кораблях будет ниже, чем на «Союзе».

Однако избавиться от «русской зависимости» не так-то просто. К примеру, лишь Dragon стартует на ракете, где нет российских компонентов. Проекты Dream Chaser и CST-100 базируются на использовании PH Atlas V с российским РД-180 на первой ступени. В случае если дальнейшее обострение российско-американских отношений вдруг остановит поставки этих двигателей, оба корабля могут остаться «безлошадными». И если CST-100, при наличии доброй воли Элона Маска, еще можно пересадить на Falcon 9 v1.1, то с Dream Chaser такой фокус вряд ли пройдет.

С использованием материалов nasaspaceflight.com, Space.com и CNBC.com





Краснодарскому ОАО «Сатурн» - 50 лет

В. Догадаев специально для «Новостей космонавтики»

Ускорение на взлете

В годы расцвета на краснодарском предприятии трудились 7,5 тысяч человек. Люди гордились тем, что работают на заводе, выпускающем космическую продукцию. Созданное в августе 1964 г. как Краснодарский филиал Всесоюзного НИИ источников тока (ВНИИТ), предприятие развивалось прямо-таки космическими темпами, решало все более сложные задачи для оборонно-промышленного комплекса.

В 1969 г. на его базе развернулось освоение производства полупроводниковых солнечных батарей. Научным руководителем работ по солнечной тематике стал Ю. В. Скоков, будущий секретарь Совета безопасности России. Освоение сложнейшей для того времени технологии осуществлялось параллельно со строительством производственных площадей. Уже осенью 1971 г. была выпущена первая партия фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии, а в конце 1972 г. изготовлена первая штатная солнечная батарея для спутника «Стрела-1» по документации головного института.

Активная самостоятельная деятельность предприятия началась с 1976 г. По заказу омского ПО «Полет» здесь была спроектирована и изготовлена солнечная батарея для спутника «Цикада». В том же году вступила в строй первая очередь опытного завода «Сатурн». С каждым годом шло наращивание объемов производства и номенклатуры выполняемых работ. «Сатурн» постепенно становился самым крупным предприятием СССР по выпуску серийных солнечных батарей. В 1988 г. завод вышел на проектную мощность и изготовил более 800 м² фотопреобразователей для спутников.

Помимо основного направления деятельности в области космической энергетики, предприятие активно участвовало в решении широкого спектра иных задач. В их числе – оснащение подводных лодок электрохимическими генераторами, производство молекулярных накопителей энергии, наземных фотоэлектрических модулей и установок, товаров народного потребления. Кроме того, на

Фото в заголовке: Участок сборки солнечных батарей ОАО «Сатурн»

«Сатурне» разрабатывалась и производилась медицинская техника, электронные приборы, датчиковая аппаратура, осуществлялось проектирование и изготовление контрольно-испытательного и специального технологического оборудования.

В 1983 г. по инициативе Ю. В. Скокова и при активной поддержке НПО прикладной механики (Железногорск) на предприятии были организованы работы по новому направлению: разработка химических источников тока для спутников на базе никель-водородной электрохимической группы. Руководил ими С. Д. Лихоносов (в настоящее время – заместитель генерального директора по научной работе). Главным конструктором направления был В. В. Галкин. По результатам науч-



▲ Генеральный директор ОАО «Сатурн» Анатолий Николаевич Скурский

но-исследовательских работ в 1985 г. был заключен первый договор с НПО ПМ на разработку и поставку штатного комплекта аккумуляторных батарей для системы электропитания спутника «Экран-М». Первый опыт оказался удачным: батарея отработала восемь лет при гарантийном ресурсе в три года.

В 1987 г. Краснодарское отделение ВНИИТ и завод «Сатурн» были объединены в Научно-производственный коллектив «Сатурн». А в 1990 г. завершилось строительство завода. На площади 28 га возвели около 100 тыс м² производственных, инженерных, социальных объектов и бытовых сооружений. Молодой активный коллектив с энтузиазмом брался за решение любых задач.

Нештатная ситуация

Между тем в 1990-е годы пришлось решать практически единственную задачу – выживание. Разрушительные реформы в стране привели к резкому уменьшению госзаказа. Часть мощностей оказалась незагруженной – пришлось сократить численность сотрудников и локализовать производство. Все силы коллектива были направлены на сохранение и развитие основных направлений – разработку и изготовление солнечных и аккумуляторных батарей для спутников.

В 1993 г. было образовано ОАО «Сатурн» и выбран новый генеральный директор. С мая 1994 г. и по нынешний день эту функцию выполняет Анатолий Николаевич Скурский. Начинать он здесь в 1977 г. инженером, так что проблемы предприятия знал не понаслышке.

Рыночная экономика диктовала новые условия. Отечественные рынки открылись для зарубежных производителей космической техники, появилась возможность встречного движения. Новый руководитель изложил свою программу просто: «Будем предлагать свою продукцию российским и зарубежным фирмам. Или мы обеспечим ее технический уровень и качество в соответствии с мировыми стандартами, или предприятие будет ликвидировано из-за отсутствия заказов». И «Сатурн» не только не «сошел с орбиты», но и сумел набрать новую высоту.

Этапным стал 1996 г., когда «Сатурн» выиграл свой первый международный тендер на поставку никель-водородных аккумуляторных батарей для европейского спутника SEsat. Возможностей переоснастить производство для выполнения работ тогда не имелось, зато был кураж – но не тот, что присущ азартным игрокам. В его основе лежала уверенность в профессионализме сотрудников, сплоченность коллектива. Работы по международному договору были выполнены в срок и с высоким качеством. Для предприятия это был переломный момент: появилась уверенность, надежда, перспективы. Сформировались графики работ и платежей в «твердой» валюте. Ушли в прошлое времена, когда не удавалось вовремя платить зарплату всем работникам. Примечательная деталь: в таких ситуациях первыми деньги получали рабочие, последними же в цепочке были руководители и специалисты «Сатурна».

Окончательный перелом произошел в 1999 г., когда основной пакет акций предприятия приобрело ЗАО МПБК «Очаково». Тогда было подписано четырехстороннее соглашение между администрациями ОАО «Сатурн», ЗАО МПБК «Очаково», Краснодар и Краснодарского края о начале реализации инвестиционного проекта. Все неиспользуемые здания и сооружения «Очаково» приобрело по рыночным ценам и направило эти деньги на развитие площадки. Прибыль «Сатурна» по решению акционеров направлялась на его реконструкцию и техническое перевооружение.

Конечно, на принятии этого решения сказались позиция президента ЗАО МПБК «Очаково» А. А. Кочетова. Сам он выражает ее словами известного киногероя: «За державу обидно!» Как и многие его единомышленники, он хочет гордиться своей страной, ее успехами. В данном случае несомненно одно: в нужное время и в нужное место ока-

зались неравнодушные люди, для которых престиж страны не пустой звук. Можно сказать и точнее: патриоты.

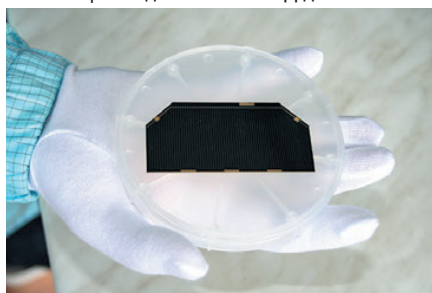
Заслуги президента ЗАО МПБК «Очакovo» А. А. Кочетова отмечены Роскосмосом: в 2005 г. он был награжден Почетным знаком «За содействие космической деятельности».

Из Краснодара – в космос

Сегодняшний «Сатурн» – это предприятие XXI века, осуществляющее уникальные разработки в области фотоэлектрических и химических источников тока для космических аппаратов. Его отличительными особенностями являются уникальная испытательно-экспериментальная база и специальное технологическое оборудование. Покупатель продукции «Сатурна» может быть уверен: она будет исправно работать в течение всего срока службы – до 15 лет! И после ударных ускорений – до 300 g, и при перепадах температуры от -180° до +100°C, и в глубоком вакууме. В такие жесткие условия изделия попадают еще на Земле. Дело в том, что на предприятии силами подразделений СКТБ–СТО и ПКБ создан комплект оборудования для всех видов механических, климатических и электрических испытаний солнечных и аккумуляторных батарей в широком спектре нагрузок и температурных диапазонов.

В целом же технологическая база предприятия автономна. На «Сатурне» имеется широкий спектр различных технологий. Это все виды механической обработки, сварочной технологии, порошковая металлургия, полупроводниковое производство, электрохимия, лазерная технология, производство композиционных материалов и так далее. Станочный парк предприятия насчитывает более 1000 единиц самого передового оборудования отечественного и зарубежного производства.

За период своей деятельности «Сатурн» оснастил солнечными и аккумуляторными батареями около 1100 спутников. Его заказчиками являются все ведущие российские космические предприятия, а также фирмы Франции, Китая, Германии, Египта и Израиля. На сегодняшний день техническая стратегия предприятия – разработка и внедрение источников электропитания нового поколения. За последнее время коллективом создано производство собственных современных трехкаскадных фотопреобразователей на основе арсенида галлия с КПД до 28.5%.



▲ Фотопреобразователь на базе полупроводниковых соединений АЗВ5

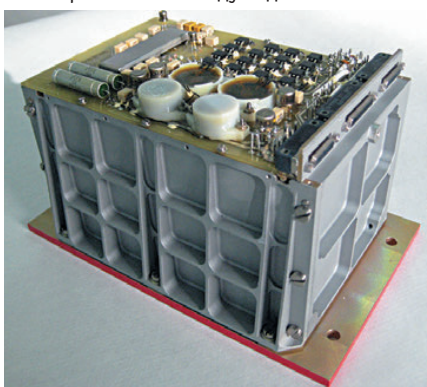
Трехкаскадный солнечный элемент состоит из 25 слоев различных полупроводниковых материалов! Перед предприятием стоит задача: создание производства солнечных батарей нового поколения на угле-



▲ Никель-водородная аккумуляторная батарея 18НВ120К

пластиковом каркасе, дальнейшее повышение КПД преобразователей и расширение объемов выпуска.

Никель-водородные аккумуляторные батареи разработки «Сатурна» получили мировое признание. Они успешно эксплуатируются в составе не только отечественных космических аппаратов, но и в спутниках зарубежных компаний-изготовителей. Для изделий, эксплуатирующихся на низкой околоземной орбите, никель-водородные аккумуляторные батареи «Сатурна» по совокупности параметров – удельная энергия, глубина разряда, циклический ресурс, срок службы – успешно могут конкурировать с литий-ионными аккумуляторными батареями ведущих мировых фирм. Как признание этого факта – установка никель-водородных аккумуляторных батарей «Сатурна» на Науэн-энергетическом модуле для МКС.



▲ Литий-ионная аккумуляторная батарея 4ЛИ20

В то же время краснодарское предприятие не останавливается на достигнутом. Созданные им отечественные литий-ионные аккумуляторные батареи для геостационарных спутников превосходят лучшие зарубежные аналоги. Так, батарея БЛИ25 успешно прошла летную квалификацию на спутнике «Глонасс-М» № 27, батарея 4ЛИ20 эксплуатируется в составе малого космического аппарата с декабря 2013 г. На выходе – батареи для спутников «Глонасс-К2», «Обзор-Р», «Луна-Глоб» и «Луна-Ресурс». Ведется наземная отработка литий-ионных аккумуляторных батарей для перспективной пилотируемой транспортной системы, транспортно-энергетического модуля, аппарата «Аист-2» и других.

В разговоре с генеральным директором была затронута тема международного сотрудничества в космосе. Его развитие зависит, кроме всего прочего, от многих земных причин. Освоение космоса остановить нельзя. А оно, в свою очередь, невозможно без международного сотрудничества. Например, выведенный недавно на орбиту египетский

спутник EgyptSat оснащен солнечными и аккумуляторными батареями, сделанными на «Сатурне». В ближайшее время с участием «Сатурна» планируется разработка солнечной и аккумуляторной батареи для десантного модуля по программе ExoMars. По-прежнему проявляют интерес к краснодарской продукции партнеры из Китая и других стран. И самое главное: спрос на нее растет внутри России.

В общем завод работает в обычном ритме и в будущее смотрит уверенно. Заместитель генерального директора по кадрам Н. А. Мансуров, с которым мы прошли по цехам, рассказывал о каждом изделии и процессе так, как будто напрямую к ним причастен. И подобное отношение, похоже, присуще всему коллективу «Сатурна». Все его работники – одна команда. Каждый знает: нужный результат будет достигнут при слаженной работе всех служб – энергетиков, снабженцев, конструкторов, операторов. Здесь все заняты одним делом: работают на космос, на свою страну. И работают просто здорово!

Так считает, в частности, вице-президент Российской академии наук, академик Жорес Иванович Алфёров, приславший на имя А. Н. Скурского поздравление по случаю нового достижения – начала изготовления арсенид-галлиевых солнечных элементов в России.



Российская Академия наук

Алфёров Жорес Иванович

Академик

Владелец-проектировщик:
Российская академия наук,
Президиум, СИБИР ГАИ
С-Петербург, 190024,
Университетский айл., 5
Телефон: (812) 238 21 11
Факс: (812) 329 41 72
Телефон: (812) 297 21 28
Факс: (812) 297 21 50

Ректор
Санкт-Петербургского академического университета –
научно-образовательного центра инженерной РАН
С-Петербург, 190024,
Химический пр., 4
Телефон: (812) 297 21 65
Факс: (812) 297 21 65
E-mail: abocent@skaurmail.ioffe.ru

Глубокоуважаемый Анатолий Николаевич!

От всего сердца поздравляю Вас лично и весь коллектив «САТУРНА» с созданием производства ОТЕЧЕСТВЕННЫХ (!) трехкаскадных солнечных элементов. Как важно для нашей страны именно сейчас возродить производство, вернуть славу космической промышленности. Я страшно рад увидеть на высокотехнологических изделиях марку «СДЕЛАНО В РОССИИ»! И я очень благодарен Вам за те усилия, которые вы приложили, чтобы воплотить в жизнь плоды наших исследований, и уверен, что возрождение нашего эффективного сотрудничества будет стимулировать дальнейшее освоение новых технологий.

Искренне Ваш,

16 апреля 2012 г.

Побывав на «Сатурне» через несколько лет после первого знакомства с предприятием, поневоле отмечаешь, что изменилось за прошедшее время. И вот что интересно: радуют не только перемены, но и многое из того, что осталось прежним: поликлиника с квалифицированными врачами, столовая, ухоженная территория. Неизменной остается чистота, доведенная чуть ли не до стерильности. Все так же повсюду молодые лица. На предприятии, где работают 1200 человек, найден тот кадровый баланс, который позволяет иметь стабильный, но постоянно обновляющийся коллектив. Причем этот процесс затрагивает все уровни персонала. А. Н. Скурский с большим удовольствием отметил, что очередная группа молодых перспективных ученых из ведущих вузов Санкт-Петербурга, Москвы и других городов недавно пополнила научно-исследовательские и конструкторско-технологические подразделения «Сатурна».

Все это означает, что свое 50-летие краснодарский «Сатурн» встречает на высокой орбите!



А. Песляк специально для «Новостей космонавтики»

Судьба космонавта, которому 13 июля исполнилось 80 лет, отражает все тяготы, взлеты и удары, выпавшие на долю нашей страны в XX веке. Первая мировая война перебрала семью Курайтисов из литовского хутора в Рязанскую губернию. Отец будущего космонавта волной жестоких репрессий был унесен в лагерь. Чтобы жена с малышом Алёшей, родившимся под Калугой, не попали в Сибирь, сразу оформили развод. «Враг народа» выживал не один год – но выжил, стал профессором, конструктором...

А его сын в годы эвакуации учился в разных школах, диктанты писал валерьянкой вместо чернил. Во избежание новых бед мама дала ему свою фамилию. Сама она вышла замуж за хорошего человека, появился братик, будущий конструктор. Алексей же поступил в знаменитую Бауманку, поработал инженером в авиаракетном НИИ-1, стал аспирантом в МФТИ. И четверть века трудился на предприятии, которым руководил С. П. Королёв. Занимался ручным управлением кораблей, системными задачами.

Без разрешения Главного конструктора прошел медкомиссию и получил допуск к спецподготовке, но... получил жесткий нагоняй. Правда, позже был взят в отряд. Юрий Гагарин характеризовал его так: «К нам много приходит инженеров с предприятий, но никого так ребята не уважают, как Елисеева. Я не думаю, чтобы он специально искал возможности всем понравиться. Просто такой уж человек обаятельный. Очень скромный, тактичен. Долгое время у нас никто не знал, что он мастер спорта по фехтованию».

Его включили в экипаж, но товарищ по запланированной первой в мире – и несостоявшейся – стыковке Владимир Комаров погиб при посадке. Самому Елисееву довелось полететь в 1969 г.: он участвовал в стыковке двух кораблей и переходе из одного в другой по поверхности

«Выбирать решение, за которое не буду себя ругать...» Алексееву Елисееву – 80 лет

Старшее поколение привыкло к героическим полетам в космос, молодежь смотрит на МКС – миссии обыденно, прагматично. За чередой обновляемых задач и батальоном побывавших на орбите мы уже перестаем видеть Человека, удивляться и понимать, откуда эти люди появились, что прошли и пережили.

А ведь среди первых космонавтов были те, кто по-разному, но прошел войну. Как Гагарин – мальчишкой на оккупированной фашистами земле. Как Феоктистов – подросток – разведчик, расстрелянный оккупантами, но выживший. Как Береговой – единственный из отряда непосредственный участник боевых действий, отмеченный высокими боевыми орденами.

новых кораблей «Союз». Вместе с Евгением Хруновым доставил Владимиру Шаталову первую космическую почту – письма, телеграммы и газеты с Земли: их корабль под командованием Бориса Волинова стартовал днем позже.

Второй раз Алексей Станиславович полетел в том же году, и опять с Шаталовым. С ним он делил три корабля и был в трех экипажах. Из-за радиопомех не получилась стыковка. Третий полет состоялся через три года. Миссия оказалась недовершенной: на станцию «Салют» экипаж так и не попал. Не облетел Елисеев и вокруг Луны, хотя готовился к этому вместе с товарищами...

Как пишет сам космонавт №15 в книге «Жизнь – капля в море», его всегда тянуло к делам, которые приносят ощутимые результаты. Он перешел в ЦУП руководить пилотируемыми полетами. Теперь уже не надо было искусственно уменьшать свой рост, стягиваясь ремнями или сжимая позвонки тяжестями, чтобы влезть в скафандр или в ложемент. На счету заместителя генерального конструктора РКК «Энергия» – три десятка миссий, включая сложные и даже аварийные: при взрыве двигателя, посадках кораблей в озеро, на отвесный склон горы.

...Шел сеанс связи с «Салютом», а обстановка была сложной не только по техническим причинам, но и в связи со взаимоотношениями в экипаже. К тому же возникла угроза пожара. Вспоминает конструктор Владимир Кравец: «Тогда как коллеги Елисеева, да и экипаж предлагали отвести корабль от станции, Алексей методично, спокойно зачитывал Владиславу Волкову инструкцию о способах выявления очага задымления и мерах противодействия пожару. Успокаивая

товарища, тем не менее подчеркнул необходимость расчетливых действий: «Знаете, станцию строили-готовили три года, а получится, что проработали вы на ней всего три дня!». Написал первую суперинструкцию – книгу «Техника космических полетов». К званиям дважды Героя, четырем орденам Ленина и высоким зарубежным наградам заслуженно прибавилась Государственная премия СССР.

Проработав с тремя выдающимися руководителями – Королёвым, Мишиным, Глушко, он все равно искал поле деятельного приложения сил. На заре перестройки доктор наук был назначен ректором родной Бауманки. Сколько пришлось испытать, мягко говоря, недружелюбия, неприязни, конфронтации, «парт-наскоков». Пытался приблизить образование к промышленности и делам предприятий, ввести четкую специализацию инженерной подготовки. Через правительство провел реформу «своего» вуза. И – ушел...

Депутатствовал, руководил международными коммерческими проектами. Алексей Станиславович считает: все, чего достигла ныне космонавтика, создано на базе достижений 1960-х годов. К тому же тогда огромный интерес к космосу служил мощным стимулом для развития техники. Еще в 2002 г. он прогнозировал: американцы на МКС упадут в зависимости от нас, но в ближайшее десятилетие никаких крупных изменений к лучшему не будет. Так и вышло...

Его отличают четкое выражение мысли, корректность, умение оставаться в тени и редкая способность принимать точные решения. «Время от времени передо мной вставал вопрос выбора того или иного пути, – отмечает Елисеев. – В такие моменты я старался, насколько возможно, гасить в себе эмо-

ции и выбирать то решение, за которое потом не буду себя ругать. Я не уверен, что мой выбор всегда был правильным, но я так жил. Наверное, стремление жить активно – главное, что мне удалось приобрести в молодости, и за это мне следует благодарить судьбу».

Жизненный путь калужанина яркое и удивительное: ему довелось командовать гражданскими и военными первопроходцами космоса, крупнейшим в мире вузом, вести дела перспективной электроники, быть участником огромных достижений и сложных поворотов...

Сердечно поздравляем юбиляра! Всех радостей и благ!

▼ На сеансе связи в Центре управления полетами

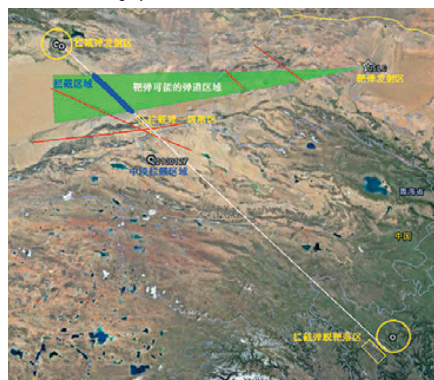


Третье испытание ПРО в Китае

П. Павельцев.
«Новости космонавтики»

23 июля около 20:00 пекинского времени (12:00 UTC) Министерство национальной обороны КНР объявило, что Китай произвел первое испытание технологии противоракетной обороны (ПРО) наземного базирования и что поставленные цели были достигнуты. Военное ведомство также отметило, что это испытание является третьим по счету, причем два первых – 11 января 2010 г. и 27 января 2013 г. – были охарактеризованы более подробно – как «испытание технологии перехвата ракетой наземного базирования на среднем участке траектории».

Далее – вместо обычной формулировки «испытание является оборонительным по своей природе и не направлено против какой-либо страны» – военное ведомство дало обстоятельный комментарий, где отметило, что в современных условиях границы между стратегическими оборонительными и стратегическими наступательными вооружениями становятся размытыми и при необходимости первые могут быть немедленно превращены во вторые и стать важной стратегической угрозой.



▲ Схема испытания ПРО, построенная на основании предупреждений для авиаторов (NOTAM)

Поэтому создание средств ПРО в Китае является не менее важным, чем создание в 1960-е и 1970-е годы баллистических ракет, ракет-носителей и спутников. Три успешных испытания ПРО продемонстрировали достижения в области обработки информации, раннего предупреждения, перехватчика и средств его доставки, точного наведения и скорости реагирования. Все это вместе означает, что китайская технология ПРО достигла нового уровня. Такие формулировки позволяют полагать, что если два первых теста имели ограниченные цели, то в третьем испытывалась именно система ПРО со всеми или большинством ее компонентов.

Министерство обороны также заявило, что не следует смешивать масштаб проведенных испытаний с возможностями таких зарубежных систем, как американский комплекс Patriot PAC-3, уничтожающий баллистические цели на конечном участке траектории, или российская система С-400. Китайское военное ведомство подчеркнуло, что успешные испытания Китаем системы

кинетического перехвата на среднем (заатмосферном) участке траектории делают ее второй в мире после американской системы GMD (Ground-Based Midcourse Defense).

25 июля США в лице официального представителя Госдепартамента Мэри Харф (Marie Harf) заявили, что Китай провел в среду 23 июля испытание ракеты, предназначенной для поражения спутников, и призвали КНР воздержаться от дестабилизирующих действий. В то же время Харф заявила, что испытание имело «недеструктивный» характер, в отличие от уничтожения реального спутника в январе 2007 г.

Следует заметить, что даже при буквальном прочтении американского сообщения ясно, что никакого противоспутникового испытания не было. Максимум, что из него можно извлечь, – это уверенность США в том, что ракетная система, являющаяся носителем кинетических перехватчиков противоракетного и противоспутникового назначения, – одна и та же. Об этом, однако, известно уже давно; США обозначают этот носитель SC-19, а в КНР, по-видимому, он проходит под именем «Хунци-19» (HQ-19).

Благодаря известному гонконгскому эксперту, публикующемуся под псевдонимом ККТТ, мы располагаем довольно подробной информацией об организации испытания. Под него было выпущено в общей сложности семь предупреждений для летчиков, описывающих временно запрещенные для полетов районы и перекрытые воздушные трассы (см. карту).

Одна группа предупреждений описывала стартовую позицию перехватчика в 28 км юго-восточнее города Корла в Синьцзян-Уйгурском автономном районе КНР, в точке 41°32'16" с.ш., 86°22'19" в.д., и предполагаемые районы падения отделяющихся частей в юго-восточном направлении: первый в 450 км от старта на хребте Алтынтаг у границы с провинцией Цинхай, второй на удалении 1650 км вблизи Гарцзе в северо-западной части провинции Сычуань. Район старта закрывался на 15 минут, с 19:31 до 19:46 по пекинскому времени (11:31–11:46 UTC), зоны падения – на более продолжительное время, до полудня.

Вторая группа предупреждений описывала воздушные трассы, лежащие между Центром космических запусков Цзюцюань и пустыней Такла-Макан – традиционным районом падения для баллистических пусков китайских ракет. Часть из них была закрыта с 19:10 до 20:10, остальные – с 19:30 до 20:00. Вероятно, Цзюцюань и в этом испытании, как и в 2010 г., был местом запуска ракеты-мишени. Описание закрытых трасс не позволяло точно определить трассу ее полета, но потенциальная зона перехвата над восточной частью пустыни Такла-Макан лежала примерно в 900 км от места запуска и в 170–370 км от точки старта перехватчика. Расчетное время пуска мишени было, по-видимому, около 19:30, а перехватчика – несколькими минутами позже. Таким образом,



▲ Один из многочисленных снимков полета китайской ракеты 9 июля 2014 г.

официально сообщение об испытании было выдано сразу же после его выполнения.

По оценке ККТТ, мишенью служила ракета средней дальности DF-16 (в западных обозначениях – CSS-X-11), а носителем кинетического перехватчика – HQ-19 (SC-19). По горячим следам события автор писал, что отсутствие прямого указания на перехват на среднем участке траектории имеет специальное значение и говорит о том, что задачей третьего испытания было поражение на участке входа в атмосферу. При предыдущих испытаниях с перехватом на среднем участке соответствующая точка находилась примерно в 580 км от места запуска перехватчика. Позднее, однако, он подсчитал, что расстояния 170–370 км от старта соответствуют высоты 150–280 км, что явно выше точки входа боеголовки в атмосферу.

Интересно отметить, что с 19:22 до 19:30 пекинского времени над местом событий прошел китайский спутник «Шицзянь-6» №03В, с 19:34 по 19:43 – аппарат «Цзяньшао-1» («Шянь вэйсин-1»), с 19:36 до 19:50 – первая тройка спутников «Цзяньбин-8» («Яогань-9») и с 19:44 по 19:52 – аппарат «Таньсо-2» («Шицзянь-7»).

Сообщений о визуальных наблюдениях обеих ракет не зафиксировано. Возможно, это связано со смещением траектории мишени в наименее обжитые районы и с низкой высотой перехвата, а также – что еще более существенно – с тем, что перехват производился еще до захода Солнца.

А вот 9 июля неопознанный летающий объект наблюдался на обширной территории Северного Китая. На вечер этого дня была объявлена закрытая зона в районе городка Ябулай восточнее космодрома Цзюцюань, ориентация которой соответствовала пуску БРПЛ из акватории Желтого моря на дальность около 1800 км или баллистической ракеты с космодрома Тайюань на дальность порядка 700 км. Сообщения о наблюдавшемся около 21:00 пекинского времени полете ракеты и многочисленные фотографии поступили из городов прибрежных провинций Цзянсу и Шаньдун, из окрестностей Пекина и отдельных пунктов северо-восточнее столицы, а также из Баян-Нура и прилегающих районов Внутренней Монголии, где объект был сфотографирован из нескольких точек вместе с Луной и находился на высоте 150–190 км. Какого-либо официального объявления по этому поводу не последовало.

«Спектр-Р» продолжает работу

Три года – полет нормальный

А. Ильин.
«Новости космонавтики»

18 июля исполнилось три года с момента выхода на орбиту радиотелескопа «Спектр-Р», являющегося космической составляющей международного проекта «Радиоастрон». Аппарат достиг «зрелости»: он благополучно отработал на орбите весь срок, предусмотренный контрактными обязательствами его создателя – НПО имени С. А. Лавочкина.

«Мы сегодня завершили выполнение наших контрактных обязательств. «Спектр-Р» благополучно отработал три года на очень сложной орбите, выполнил все задачи, находится в добром здравии и готов работать дальше», – заявил гендиректор НПО Виктор Владимирович Хартов, выступая на торжественном заседании в честь трехлетней годовщины телескопа. Он рассказал, какой непростой путь удалось пройти с момента зарождения идеи создания космического интерферометра в 1965 г. до ее реализации и до получения практических результатов.

На торжественное заседание были приглашены ученые АКЦ ФИАН, ИКИ РАН, МОКБ «Марс», специалисты НПО имени С. А. Лавочкина. Присутствовал и один из авторов концепции радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой – академик, директор АКЦ ФИАН Николай Семёнович Кардашёв.

«Космический радиотелескоп «Спектр-Р» – уникальный единый физический инструмент, – отметил ученый. – Еще никому не удалось создать такое. Он дает возможность разглядеть и понять размеры далеких объектов Вселенной. На сегодняшний день мы заняты трудоемкой работой: идет ключевая программа научных исследований, многие сотрудники НПО активно участвуют в этой программе, и мы планируем получить много интересных результатов в ближайшие годы».

Большая антенна в космосе

Главными параметрами в радиоастрономии являются чувствительность и угловое разрешение. Чувствительность радиотелескопа в значительной мере определяется площадью его антенны и искажениями (шумами) приемников.

Угловое разрешение можно улучшить на несколько порядков благодаря использованию интерферометрического метода, в котором разрешение определяется расстоянием между работающими одновременно антеннами. Достижения в области компьютерной обработки информации и в радиофизике позволили разработать радиоинтерферометры со сверхдлинной базой. На Земле такую базу можно создать соизмеримой с диаметром нашей планеты. В результате исследований, проведенных на этих интерферометрах, выя-

вилось, что многие интересные объекты, такие как ядра активных галактик, нейтронные звезды, области звездообразования, очень компактны и не «видны» интерферометрам с наземной базой. Так появилась идея космического радиотелескопа-интерферометра, впоследствии реализованная в проекте «Радиоастрон».

Эффективная трехлетняя научная эксплуатация обсерватории «Спектр-Р» подтвердила работоспособность созданной инженерами НПО Лавочкина крупнейшей жесткой размеростабильной космической антенны диаметром 10 м и крупнейшего интерферометра с базой до 350 000 км, который обеспечил рекордное угловое разрешение в $3 \cdot 10^{-5}$ угловых секунд при наблюдении различных космических радиосточников. Стоит отметить, что в начале этого года КА «Спектр-Р» был официально занесен в Книгу рекордов Гиннеса как самый большой космический радиотелескоп с апертурой 10 метров.



Сегодня аппарат продолжает успешно функционировать на орбите и выполнять программу научных исследований. Космический радиотелескоп работает в четырех диапазонах радиоволн: 1.2–1.6 см, 6.2 см, 18 см и 92 см, в двух поляризационных каналах с правой и левой круговой поляризацией. Принятые им сигналы от космических радиосточников преобразуются в цифровую форму и передаются в реальное время на станции приема научных данных (Пушино под Москвой и Грин-Бэнк в США) по радиолинии с полосой 144 Мбит/с. Синхронизация сигналов и преобразование частот на борту «Спектра-Р» осуществляются от бортового водородного стандарта частоты.



Напомним: наземный комплекс проекта «Радиоастрон» состоит из трех частей. Один из его элементов – станции слежения: РТ-22 в Пушино и 43-метровая антенна Национальной радиоастрономической обсерватории (National Radio Astronomy Observatory, NRAO) в Грин-Бэнк. Станции получают информацию от системы высокоинформативного радиоканала ВПРК, который создан специально для передачи научных данных.

Вторая часть наземного комплекса – это практически все крупнейшие радиотелескопы мира: 300-метровый Аресибо и 100-метровый GBT (США), 100-метровый Эффельсберг (Германия), интерферометр Вестерборк (Нидерланды), 70-метровый телескоп в Евпатории, 64-метровый в Усуда (Япония), 70-метровый в Тиддинбилла (Австралия), российская система «Квазар» и другие.

Последняя, третья, часть комплекса – это уникальный центр обработки научной информации, созданный на территории Астро-космического центра ФИАН.

Научная программа в проекте «Радиоастрон» разделяется на три стадии: ранняя, ключевая и общая.

Ранняя научная программа началась в феврале 2012 г. и продолжалась до конца июня 2013 г. Она выполнялась участниками проекта и организациями, которые предоставили свои крупные наземные радиотелескопы как наземное плечо интерферометра. В ходе ранней научной программы прежде всего было подтверждено, что наземно-космический интерферометр действует и предоставляет данные с рекордным угловым разрешением на коротких длинах волн (1.35 см, 22 ГГц) – как минимум в 10 раз лучше, чем возможно на наземных интерферометрах. Кроме того, были получены интересные результаты для отдельных объектов программы.

Открытая ключевая научная программа KSP/AO-1 стартовала 1 июля 2013 г. Ее составили на основе конкурсного рассмотрения научных заявок от российских и зарубежных научных коллективов. Для их оценки создали международный экспертный комитет, куда вошли авторитетные специалисты из многих стран мира. Комитет одобрил семь научных заявок, которые и составили содержание ключевой научной программы на период с июля 2013 г. по июнь 2014 г.

Третий этап программы научных исследований, получивший обозначение AO-2 и охватывающий период с июля 2014 по июнь 2015 г., представляет собой баланс между новыми заявками ключевой научной программы KSP и общей научной программой GOT.

В результате международный совет экспертов отобрал 16 проектов, из которых два имеют приоритет «А» (высший), восемь –

приоритет «В» и шесть – приоритет «С». Лидерами заявок, принятых к реализации, являются шесть предложений России, три – США и по одному из Германии, Италии, Испании, Мексики, Нидерландов, Финляндии, Японии. В лице соавторов заявок – около 170 человек – представлены научные коллективы 20 стран мира.

Руководитель научной программы проекта «Радиоастрон», доктор физико-математических наук Юрий Ковалёв комментирует ситуацию следующим образом: «Мы рады успешно завершить первый год открытой научной программы и перейти к реализации второго. Программа будет еще более насыщенной и разнообразной. Миссия «Радиоастрон» выражает глубокую благодарность международному совету экспертов, который помог нам отобрать наиболее интересные проекты».

Заметные успехи

На сегодняшний день можно отметить следующие главные достижения «Радиоастрона»:

1 Реализован наземно-космический радиоинтерферометр, обеспечивающий рекордное угловое разрешение в четырех диапазонах частот (от метрового до сантиметрового). В ходе реализации проекта впервые решены многие технологические задачи: из композитных материалов создана самая большая высокоточная космическая антенна диаметром 10 метров с автоматическим раскрытием в космосе; впервые в космической практике на борту аппарата «Спектр-Р» установлен водородный стандарт частоты отечественного производства; для передачи научных данных успешно реализована широкополосная линия связи (144 Мбод) с дальностью до 350 000 км.

2 В ходе обзора внегалактических компактных радиоисточников (активных галактических ядер и квазаров) обнаружены объекты, яркостная температура которых заметно превышает комптоновский предел*, что привело к качественному изменению понимания природы излучения релятивистских выбросов квазаров.

3 Данные «Радиоастрона» позволяют восстанавливать изображения струйных выбросов релятивистской плазмы в активных галактиках и измерять ширину сопла джетов. Эти данные важны для исследования природы коллимации** струй.

4 Самый яркий пульсар Южного полушария – Vela (созвездие Парусов) – продемонстрировал аномальное усиление измеренной наземно-космическим интерферометром функции когерентности. При этом амплитуда и форма корреляционной функции на наземно-космических базах не соответствует предсказаниям существующей теории распространения радиоволн через неоднородности межзвездной плазмы, и эта теория нуждается в уточнениях***.

5 Анализ результатов интерферометрии источников мазерного излучения в областях



GBT, США



Бадары, Россия



Medicina, Италия



Noto, Италия



Yebes, Испания



Effelsberg, Германия



Hartbeesthoek, ЮАР



Arecibo, Пуэрто-Рико



Westerbork, Нидерланды



Зеленчук, Россия



Светлое, Россия



Jodrell Bank, Великобритания

▲ Наземные радиотелескопы, наиболее активно задействованные в проекте «Радиоастрон»

звездообразования указывает на наличие сверхтонкой пространственной структуры компактных деталей, а в некоторых случаях – на существование большого градиента скорости в изучаемой области звездообразования, примерно на порядок превышающего известные ранее значения. Такая ситуация возможна в центральных частях турбулентных ячеек и протозвездных/протопланетных дисков.

6 Выяснилось, что межзвездное рассеяние не лишает ученых возможности наблюдать мазеры в плоскости Галактики даже на частотах линий гидроксила (1.66 ГГц) и даже на базах, значительно превышающих земной диаметр. Это находится в противоречии с предсказаниями современной теории рассеяния и свидетельствует либо о крайне неоднородном распределении рассеивающего материала, либо о необходимости уточнения самой теории.

7 Методом зондирования межзвездной плазмы радиопульсами пульсаров исследованы характеристики распределения неоднородностей этой плазмы: в направлении на близкий пульсар В0950+08 обнаружено два рассеивающих слоя на расстояниях около 10 и 100 парсек от Солнца, а в направлении на самый яркий пульсар Северного полушария небесной сферы (В0329+54) получена оценка верхней границы обрезания спектра неоднородностей $5 \cdot 10^{12}$ см.

Научные результаты и дальнейшие резервы

Изложение результатов, полученных в процессе исследования пульсара В0950+08, стало первой научной статьей, основанной на данных проекта «Радиоастрон» и принятой журналом *Astrophysical Journal*.

«Среди объектов, которые изучаются в рамках проекта «Радиоастрон», можно вы-

делять три основные группы: центры активных галактик (квазары), области активного звездообразования и, наконец, пульсары, которыми заняты мы, – рассказал доктор физико-математических наук, заведующий отделом космической радиоастрономии АКЦ ФИАН Михаил Попов. – «Радиоастрон» позволяет наблюдать космические радиоисточники с огромным разрешением и видеть в их структуре больше подробностей и тонких деталей».

Пульсары, которые исследуют Михаил Попов и его коллеги, являются точечными источниками излучения. Реальные объекты, вызывающие появление пульсаров, имеют размеры порядка 10–20 км при массе, в 1.4–1.8 раз превышающей массу Солнца.

Михаил Попов поясняет: «Проходя сквозь разреженную, неоднородную межзвездную плазму, эти импульсы пульсаров будут искажаться, поэтому, измеряя их с помощью наземно-космического радиоинтерферометра, мы можем определить свойства межзвездной среды, сквозь которую они прошли. Конечно, обычно это среда очень разрежена и содержит порядка одного атома на каждый кубический сантиметр. Однако на огромных расстояниях, которые приходится преодолевать излучению пульсара, оно успевает рассеиваться даже на этих редких атомах сверхразреженной плазмы, позволяя изучить ее свойства и неоднородности».

25 января 2012 г. к наблюдениям пульсара В0950+08 ученые подключили «Спектр-Р», работавший в связке с огромным 300-метровым телескопом Арецибо, расположенным в Пуэрто-Рико, и европейским радиотелескопом WSRT. «Для такого интересного исследования рабочее время наземных телескопов нам было предоставлено на безвозмездной основе», – говорит Михаил Попов. База интерферометра получилась действительно сверхдлинной – 220 000 км, что позволило добиться рекордной для наблюдений на метровых волнах разрешающей способности.

Пойманное учеными излучение пульсара (от него нас отделяет расстояние около

* При большой плотности энергии излучения возникают дополнительные (по сравнению с синхротронными) комптоновские потери энергии электронов за счет рассеяния на фотонах. При больших мощностях излучения этот процесс становится основным и ограничивает мощность источника, что и является так называемым комптоновским пределом.

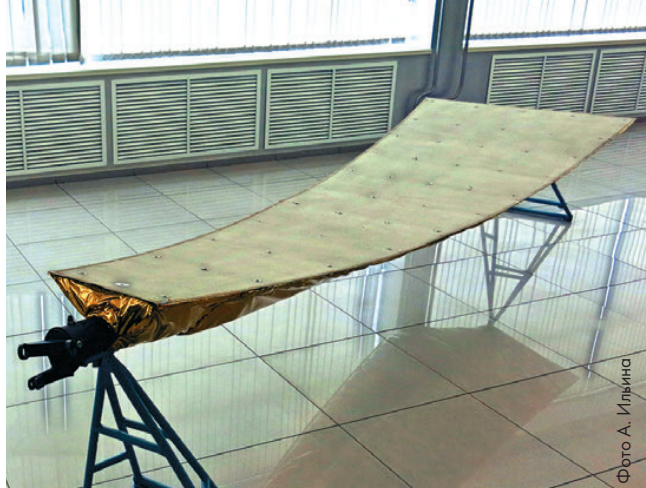
** Коллимация – создание тонкого параллельно идущего потока.

*** Проще говоря: согласно существующим теориям, сигнал пульсара должен «портиться», проходя через межзвездную среду, а в данном случае он портится значительно меньше, чем предсказано.

260 парсек) позволило «прощупать» все пространство, что находится между ним и Землей. В этом пустом, на первый взгляд, космосе ученые заметили два крупных плазменных тая (экрана), расположенных между Солнечной системой и пульсаром. Ближний из них находится в 4.4–16.4 пк от Земли, дальний – от 26 до 170 пк. Судя по всему, они движутся вместе с межзвездными облаками газа, а дальний тая соответствует внешней поверхности местного «пузыря» – облака неправильной формы, которое образовалось в результате нескольких взрывов сверхновых и сквозь которое Солнце движется последние 5–10 млн лет.

«Действительно, можно сказать, что наша группа немножко опередила остальных коллег, работающих с «Радиоастроном», – добавляет Михаил Попов. – По сути, это третья статья, вышедшая после запуска спутника, но две предыдущие были посвящены техническим аспектам его работы. Так что мы оказались первыми, кто представил научные результаты, хотя уже готовятся к публикации и следующие».

Кроме того, на борту «Спектра-Р» проводится научный эксперимент «Плазма-Ф». Он включает мониторинг межпланетной среды и изучение вариаций солнечного ветра в диапазоне от суток до долей секунды с рекордно высоким временным разрешением в 30 мсек (на один-два порядка лучше всех прежних российских и зарубежных экспериментов). Благодаря этому удалось обнаружить излом в частотном спектре турбулентности на частоте около 1 Гц, соответствующий масштабу разворота протона в межпланетном магнит-



▲ Лепесток антенны космического телескопа «Спектр-Р»

ном поле (около 1000 км) и разделяющий инерциальный и диссипативный режимы турбулентности. Этот излом спектра предсказывался теоретически, но никогда еще не наблюдался. В данном эксперименте удалось также впервые измерить толщину фронтов межпланетных ударных волн, варьирующую в пределах 50–500 км. Вблизи этих фронтов наблюдались интенсивные квазигармонические осцилляции всех параметров плазмы, включая направление потока.

Были обнаружены также быстрые (в диапазоне нескольких секунд) и большие вариации содержания ионов гелия в солнечном ветре, что может свидетельствовать о весьма мелкой (менее 10 000 км) структуре («зернистости») солнечной короны в области зарождения солнечного ветра.

Работа космического радиотелескопа «Спектр-Р» продолжается. Солнечные батареи КА, отметил руководитель группы управления аппаратом Александр Ширшаков, не претерпели значительной деградации, а текущая орбита позволяет обеспечить баллистическое существование аппарата не

менее чем до середины 2018 г. без дополнительной коррекции. Однако в 2016 г. провести коррекцию все же придется, чтобы не попасть в 2017 г. в длительную (не менее 6.5 часов) тень, пребывание в которой может нарушить тепловой режим аппарата.

Начальная заправка ДУ «Спектра-Р» составляла 287 кг топлива. За три года полета истратено всего 19.8 кг; текущий расход составляет 10 г в сутки. Остаток топлива – 267.9 кг, то есть резерв более чем достаточный.

Другие резервы КА для выполнения задач программы полета:

- ◆ бортовой комплекс управления (БКУ) – неисправен один из трех астродатчиков, неисправна секция А 8 БУ 3;

- ◆ бортовой радиокomплекс (БАКИС) – не функционируют два из трех приемопередающих устройств (ППУ);

- ◆ блок управления приводом остронаправленной антенны (БУП ОНА) – функционирует два комплекта с ограничением по одному комплекту;

- ◆ антенно-фидерная система (АФС) – не функционирует один из трех антенных переключателей.

Кроме того, с начала полета прибор ММФФ (феррозондовый и индукционный магнитометры), входящий в комплект аппаратуры эксперимента «Плазма-Ф», не выдает данных измерений магнитного поля. Возможная причина – обрыв связи датчиков с блоком электроники.

Несмотря на перечисленные выше замечания, ученые надеются, что «Спектр-Р» проработает еще как минимум семь лет и отметит свой десятилетний юбилей!

Виктор Хартов:

«Во всем должна быть логическая связь»

После торжественного заседания, посвященного трехлетней годовщине космического радиотелескопа-интерферометра «Спектр-Р», генеральный директор НПО имени С.А. Лавочкина В.В. Хартов согласился ответить на наши вопросы.

– Виктор Владимирович, расскажите, пожалуйста, о дальнейших планах по созданию космических телескопов.

– В данный момент федеральная космическая программа на 2016–2025 гг. еще не принята, поэтому я могу говорить, основываясь только на той версии, которую я видел. «Спектр-РГ» у нас должен полететь в конце марта 2016 г. Там главные научные приборы, большой рентгеновский телескоп делает Германия – Институт внеземной физики Общества имени Макса Планка в Мюнхене. И задержка поставки – уже 37 месяцев относительно того срока, который был заявлен в начале проекта.

Вообще стоит признать, что научные спутники – это почти каждый раз решение такой задачи, которую никто еще не решал. Второй такой же телескоп, как правило, не нужен – нужен новый! А с этим возникает множество проблем – научных, технических

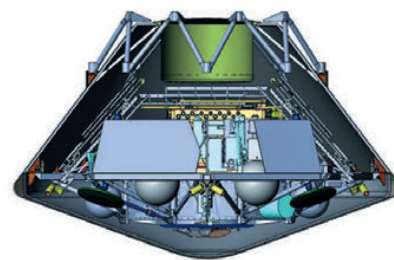
и технологических. Поэтому даже наши немецкие коллеги, которые славятся своей высокоорганизованностью, вынуждены, постепенно преодолевая трудности, смещать сроки. Последнее такое смещение зафиксировано: мы должны получить телескоп в середине следующего года и стартовать в первом квартале 2016 г. На борту есть еще и российский телескоп, который делает ИКИ, – и там тоже есть вопросы по срокам.

Следующий проект – это «Спектр-УФ». Тут по срокам я определенно не могу говорить, так как возникли трудности с ультрафиолетовой матрицей. Мы ее искали по всему миру, нашли у фирмы e2v, но как в нынешних условиях все это теперь будет – еще предстоит понять. По программе, безусловно, имеется большой задел, много сделано матчасти.

Еще один наш телескоп – «Миллиметр». Это проект на грани, а многие специалисты считают, что и за гранью, технических



Фото А. Ильина



▲ Предварительные концепции десантного модуля и посадочной платформы ExoMars-2018

возможностей. Там необходимо обеспечить температуру большой антенны на уровне нескольких градусов кельвина, то есть близко к абсолютному нулю. Любое тело в космосе, например расположенный рядом приборный отсек, излучает – причем тепло передается как по конструкции, так и в пространстве в виде излучения. Поэтому на красивых картинках зеркало антенны «Миллиметра» защищено несколькими слоями тепловых экранов, с целью сделать тепловую развязку между самим аппаратом и антенной. Это очень сложная задача, но в этом проекте есть и другие сложности. Поэтому политика нашей фирмы такая: сначала нужно пройти путь по решению всех этих технических проблем, и, когда будет достаточная уверенность, что научное оборудование может быть создано в определенные заданные сроки, только после этого уже принимать решение, в какие сроки должна проводиться работа на уровне космической платформы.

Сейчас возникает крайне вредный и опасный для нас нюанс: есть федеральные законы, согласно которым при нарушении сроков контракта автоматически включается механизм штрафов. Эти законы хорошо работают, когда нужно сделать серийный со- тый спутник, но когда делается новый научный аппарат, мы оказываемся в неприятной ситуации. С одной стороны – жесткий закон, с другой стороны – все научные, технические и технологические проблемы, которые должны решить наши партнеры из Академии наук, для того чтобы сделать прибор совершенно нового уровня. Из этого положения как-то нужно выходить. Мы предлагаем следующий способ: сначала подписывать контракт с теми, кто делает полезную нагрузку. Когда они дойдут до той степени готовности, что риски уже минимальны, – после этого заключать контракт с нами, и мы, в свою очередь, будем гарантировать пуск этой полезной нагрузки в срок.

Конечно, у нашего «научного космоса» есть проблемы, но то, что наша страна находит все-таки силы и средства, чтобы его развивать, – это очень здорово.

И про сложность задач. Возьмем, например, «Спектр-Р». Точность ориентации в техническом задании (ТЗ) была прописана 30 секунд, а нами на самом деле достигнуто значение в 3 секунды. В «Спектре-РГ» она должна быть даже выше, в «Спектре-УФ» еще выше, не говоря уже про «Миллиметр». То есть требования научных приборов, научных задач являются как бы «двигателем» того, что и мы свои системы должны делать все более качественными, со все более высокими характеристиками.

Тут двойная роль: с одной стороны, наука двигает прогресс, а с другой стороны, мы вынуждены двигать свою технологию, чтобы удовлетворять условиям науки. Получается, вложенные деньги работают вдвойне – и в науке, и в развитии наших технологических возможностей.

– Как обстоят дела с работами по межпланетным станциям?

– По ExoMars идет работа. В частности, недавно была проведена очередная большая встреча с западными партнерами. Да, там есть технические проблемы – уже много их

преодолено, и многое предстоит преодолеть, но мы идем в графике.

В 2016 г. у России вклад больше транспортный: мы даем возможность европейскому зонду отправиться к Марсу. На зонде, конечно, будут российские приборы. Но вот в 2018 г. нам доверена очень-очень важная часть. Мы должны с помощью десантного модуля доставить на поверхность Красной планеты тяжелый европейский ровер. Вот это важная и сложная задача для нас, ведь в последний раз мы летали на другие планеты в 1984–1986 гг. – во время успешной программы «Вега». Чрезвычайно яркая была программа: два посадочных аппарата сбросили на Венеру, аэростаты летали в атмосфере планеты, был близкий проход у кометы Галлея – блестящий результат. Увы – это было давно. С тех пор были не совсем удачный «Фобос-2», неудачные «Марс-96» и «Фобос-Грунт».

«Фобос-Грунт» стал той последней соломинкой, которая сломала верблюду хребет. После него мы иначе стали смотреть на все межпланетные миссии, включая лунные. Это вопрос стратегии; например, в Советском Союзе всегда выполнялся большой объем наземной отработки. У нас на предприятии были различные стенды: отработывали сбрасывание, контакт с почвой на разных углах, были даже стенды, где венерианскую станцию нагревали и помещали под давление в 100 атмосфер. Создавались для этого специальные камеры. Вообще был большой объем наземной отработки.

Важно понять, как обстояли дела, когда принималось решение делать «Фобос-Грунт». Успешные «Веги» были очень давно, все это тянулось-тянулось-тянулось, техника менялась, и люди по большей части тоже сменились. «Фобос-Грунт» сделали так, что большой базы экспериментальной отработки не было, каких-то сложных стендов, чтобы проверять даже отдельные элементы, тоже не было. Увы, все было сделано на те небольшие деньги, что выделялись, и сразу было в какой-то степени, как это сейчас понятно, достаточно авантюрно.

Когда я пришел в НПО имени С.А. Лавочкина, то сильно удивился, что наблюдается такой несколько легкомысленный подход, но думал, что, может быть, так принято в «межпланетном космосе». Потом, конечно, все поняли, что так не нужно делать, что нужен нормальный большой объем наземной экспериментальной отработки. Мы же видим, как в США посадочные ступени тестировали, когда готовились к возвращению на Луну: демонстратор отработывает все функции посадки, там же очень сложная диаграмма, нужно многое учесть. Конечно, можно проводить моделирование «на кончике карандаша» или программно, но аппаратное моделирование все равно должно быть – чтобы проверить в «металле» процессы. Сейчас стоит задача для лунных станций ввести в программу достаточное количество наземной экспериментальной отработки, с тем чтобы максимально снизить риски.

В советское время из 58 лунных станций 29 признали в какой-то степени выполнившими задачу – тогда коэффициент 0.5 считался нормальным. Сейчас у нас такого права нет – нет права на ошибку, поэтому лунная

программа должна уйти от тех несколько облегченных подходов, которые применялись при создании «Фобос-Грунта» и о причинах которых можно долго говорить. Уйти к полностью взвешенной и серьезной наземной экспериментальной отработке. Все эти предложения сформулированы, по ним мы работаем с Роскосмосом.

Сейчас создана специальная рабочая группа под руководством директора ИКИ Льва Зелёного, которая разрабатывает сквозную лунную программу: сначала автоматы – первая посадка (демонстратор), высокоточная и безопасная посадка с учетом особенностей рельефа, затем отработка криогенного бурения, возврат грунта с признаками льда – то, что интересно с точки зрения науки.

Следующая фаза – человек и автомат работают вместе. На орбите вокруг Луны будет летать пилотируемый комплекс, а с него будут отправлять посадочные зонды. Возможно, автоматические станции будут привозить на орбиту лунный грунт для изучения. Дальше, конечно, последует посадка человека, строительство базы и добыча кислорода из найденного на луне льда. Такая сквозная лунная программа и будет отражена в ФКП.

Подобная же стратегия и для марсианской программы – во всем должна быть логическая связь.

Важен конечный (или промежуточный перед пилотируемой экспедицией) результат – доставить грунт с Марса. Но нельзя эту задачу сразу ставить. Сначала нужно сесть на Марс, затем доставить грунт с Фобоса, потому что эта задача проще: с Марса нужно стартовать ракетой, а у Фобоса очень слабое притяжение. Все должно быть связано в единую цепочку; например, чтобы все, что делается для Луны, нам было потом полезно для Марса, чтобы, доставляя грунт с Фобоса, отработать ключевые элементы, которые пригодятся для доставки грунта с Марса. Вот про такие сквозные программы сейчас и идет речь.

Подготовил А. Ильин



Тренировки по действиям на воде...

С 23 июня по 3 июля 2014 г. на базе 179-го Центра МЧС (г. Ногинск Московской области) проходили тренировки космонавтов по действиям после посадки космического корабля на водную поверхность. В них участвовали четыре экипажа, которым предстоит отправиться на МКС в 2015–2016 гг., а именно (первым указан командир экипажа):

МКС-45/46: Сергей Волков, Андреас Могенсен (ЕКА) и Тома Песке (ЕКА);

МКС-47/48: Алексей Овчинин, Олег Скрипочка и Джеффри Уилльямс (NASA);

МКС-46/47: инструктор ЦПК, Тимоти Копра (NASA) и Тимоти Пик (ЕКА);

МКС-48/49: Анатолий Иванишин, Такуя Ониси (JAXA) и Кэзлин Рубинс (NASA).

В программу водных испытаний экипажей космических кораблей входят 14-часовой теоретический курс и практические тренировки – длинная и короткая. Во время длинной тренировки космонавты отрабатывают действия по снятию скафандров «Сокол», переодеванию внутри спускаемого аппарата (СА) в полетные костюмы ПК-14, теплозащитные костюмы ТЗК-14 и гидрокombineзоны «Форель». После переодевания экипаж покидает спускаемый аппарат, взяв с собой носимый аварийный запас (НАЗ). Затем космонавты собираются на водной поверхности в группу и сообщают поисково-спасательной службе (ПСС) о готовности к эвакуации.

Согласно условию короткой тренировки, космонавты после приводнения обнаруживают течь в СА и экстренно покидают его в скафандрах, взяв с собой блоки НАЗа. Затем они выполняют те же действия, что и при прохождении длинной тренировки: собираются на воде в группу, отрабатывают действия по эвакуации и взаимодействию с ПСС.

Проведение водных тренировок обеспечивала испытательно-тренировочная бригада, в состав которой входили инструкторы, врачи, психологи, водолазы, переводчики и другие специалисты ЦПК имени Ю.А. Гагарина, сотрудники 179-го Центра МЧС, а также представители NASA, ЕКА и JAXA.

О космонавтах и астронавтах

С. Шамсутдинов.
«Новости космонавтики»
Фото ЦПК

...по подъему на борт вертолета...

8–9 июля 2014 г. на базе 179-го Центра МЧС космонавты наборов 2010 и 2012 годов Андрей Бабкин, Иван Вагнер, Сергей Кудь-Сверчков, Денис Матвеев, Олег Блинов, Пётр Дубров, Сергей Корсаков, Дмитрий Петелин, Андрей Федяев, Николай Чуб и кандидат в космонавты Анна Кикина прошли тренировки по подъему на борт вертолета, находящегося в режиме висения.

Накануне тренировок с участием космонавтов подъемы на борт вертолета выполнили инструкторы ЦПК. Перед отработкой действий по эвакуации космонавты прошли занятия по циклограмме, мерам безопасности и порядку обращения с оборудованием на вертолете Ка-226.



После примерки снаряжения космонавты приступили к подъемам на борт вертолета, находящегося в режиме висения, с суши и водной поверхности. Согласно условию тренировки, спускаемый аппарат с космическим экипажем совершил посадку в местности, куда не может подойти наземная техника ПСС или в которой невозможно приземление вертолета: например, лес или водоем с заболоченным берегом. В этом случае принимается решение об эвакуации космонавтов на борт вертолета.

Космонавты отработали навыки взаимодействия с ПСС и использования штатных средств из комплекта снаряжения, находящегося на борту спускаемого аппарата. Немаловажное значение имела и психологическая подготовка к действиям в подобной ситуации. По сообщению пресс-службы ЦПК, все космонавты успешно справились с поставленными задачами в полном объеме.

Тренировки проводили сотрудники управления экстремальных видов подготовки космонавтов и медицинского управления ЦПК совместно с авиационным отрядом специального назначения ГУ МВД России по г. Москве.

...и по выживанию в пустыне

С 17 по 24 июля 2014 г. на космодроме Байконур проводились тренировки космонавтов по выживанию в пустыне. В испытаниях участвовали три условных экипажа (первым указан командир экипажа):

① Анна Кикина и инструкторы ЦПК Алексей Шорошев и Сергей Таланкин;

② Дмитрий Петелин, Пётр Дубров и Николай Чуб;

③ Андрей Федяев, Сергей Корсаков и Олег Блинов.

Каждый экипаж провел в пустыне по двое суток, отрабатывая действия на случай возможного приземления космического аппарата в пустыне. В первую очередь космонавты выбирали место для лагеря, выравнивали и расчищали площадку для него, убирали камни и мелкие кустарники. Затем они приступали к строительству первичного укрытия (продуваемый тент), которое представляет собой сложенное слоями полотнище парашюта спускаемого аппарата, закрепленное на нескольких точках опоры. Главное назначение этого небольшого укрытия заключается в защите космонавтов от солнечных лучей. Экипажам необходимо было успеть поставить продуваемый тент в считанные часы, прежде чем воздух нагреется до температурного пика. Дневную жару космонавты пережидали под этим укрытием.

Вечером, когда жара спадала, но еще оставалось несколько часов до наступления темноты, экипажи начинали подготовку к ночевке, дорабатывая первичное укрытие до основного, большего по размерам. «Крыша» тента превращается в «дно», поверх которого располагаются космонавты. Края укрытия приподняты, чтобы спящих не беспокоили представители пустынной фауны. В ночное время члены экипажа, сменяя друг друга, следят за окружающей обстановкой и каждый час выходят на радиосвязь с ПСС.



Одной из главных задач космонавтов на протяжении всей тренировки является добывание воды методом конденсации при помощи развешиваемых на ветвях кустарников технологических пакетов из носимого аварийного запаса. За сутки таким образом можно собрать около 200–300 граммов воды. Еще один способ для получения воды – сооружение водного конденсатора (яма около 60 см в глубину и метр в ширину), на дно которого укладываются листья трав и кустарников. В середину ямы ставится емкость для сбора конденсата. Сверху яма закрывается медицинской накидкой, имеющей в НАЗе, а в ее центр помещается камень-груз. Вода, образуемая на внутренней поверхности накидки, стекает в емкость.

По условиям тренировки на вторые сутки, еще до рассвета, экипажи отправлялись в пеший переход к месту встречи со спасателями. Во время перехода космонавты отработывали вводную – оказание первой медицинской помощи «пострадавшему» члену экипажа.

По завершении испытаний все космонавты прошли медицинский осмотр и побеседовали с психологами и руководителями тренировки. По сообщению пресс-службы ЦПК, экипажи прошли занятие на высоком профессиональном уровне. Цели и задачи тренировки были выполнены в полном объеме. Космонавты проявили высокую сплоченность, мотивацию и стойкость духа при выполнении работ в трудных погодных условиях пустыни. По итогам тренировки все три экипажа получили зачет.

Назначения в экипажи МКС

В июле 2014 г. решением многосторонней комиссии МСОР (Multilateral Crew Operations Panel) были произведены назначения российских космонавтов в экипажи МКС. Юрия Маленченко назначили в экипаж МКС-46/47 вместо Сергея Залётина, который был отстранен от подготовки по состоянию здоровья решением Главной медицинской комиссии (ГМК) от 22 апреля 2014 г.

В экипаже МКС-48/49 Анатолий Иванишин (он был назначен в экипаж в марте

2014 г.) заменен Фёдором Юрчихиным. Замена произведена в связи с тем, что запуск первого ТК «Союз МС» перенесен с марта на май 2016 г. По мнению руководства РКК «Энергия» и ЦПК, первый «Союз МС» должен пилотировать и испытывать более опытный космонавт. На этом основании Юрчихин и заменил Иванишина.

Ранее в экипаж МКС-48/49 были назначены астронавты: японец Такуя Ониси (в ноябре 2013 г.) и американка Кэтрин Рубинс (в марте 2014 г.). Таким образом, экипаж первого «Союза МС» принял следующий вид:

Фёдор Юрчихин – командир ТК и МКС-49, бортинженер МКС-48;

Такуя Ониси (JAXA) – бортинженер ТК и МКС-48/49; Кэтрин Рубинс (NASA) – бортинженер ТК и МКС-48/49.

Юрий Маленченко совершил уже пять космических полетов общей длительностью более 641 суток. В ноябре

2015 г. он отправится на орбиту в шестой раз и по количеству экспедиций сравняется с Сергеем Крикалёвым. В активе Фёдора Юрчихина четыре космических полета (суммарный налет – свыше 537 суток). Такуя Ониси и Кэтрин Рубинс – астронавты-новички 2009 года набора. Они впервые отправятся в космос.

Анатолий Иванишин пока не получил нового экипажного назначения. Вероятно, он может быть включен в экипаж со стартом в сентябре или ноябре 2016 г.

Об астронавтах NASA

Из NASA уволились три астронавта-менеджера, работавшие на различных административных должностях в Космическом центре имени Джонсона. 30 мая 2014 г. агентство покинул ветеран Дэвид Листма, 13 июня

Экспедиции на МКС (по состоянию на 31 июля 2014 г.)				
Экипаж МКС	Корабль Дата старта Дата посадки	Должность в экипаже МКС	Основной экипаж	Дублирующий экипаж
41/42	Союз ТМА-14М 26.09.2014 12.03.2015	БИ-1 БИ-2 БИ-3 КЗ-42	Александр Самокутяев Елена Серова Барри Уилмор	Геннадий Падалка Михаил Корниенко Скотт Келли
42/43	Союз ТМА-15М 24.11.2014 12.05.2015	БИ-4 БИ-5 БИ-6 КЗ-43	Антон Шкаплеров С.Кристофоретти (ЕКА) Терри Вертц	Олег Кононенко Кимия Юи (JAXA) Челл Линдгрэн
43/44	Союз ТМА-16М 28.03.2015 14.10.2015	БИ-1 КЗ-44 БИ-2 БИ-3 КЗ-45/46	Геннадий Падалка Михаил Корниенко (1 год) Скотт Келли (1 год)	Алексей Овчинин Сергей Волков Джеффри Уилльямс
44/45	Союз ТМА-17М 26.05.2015 09.11.2015	БИ-4 БИ-5 БИ-6	Олег Кононенко Кимия Юи (JAXA) Челл Линдгрэн	Юрий Маленченко Сергей Волков Тимоти Пик (ЕКА)
45/46 ЭП-18	Союз ТМА-18М 04.10.2015 07.03.2016	БИ-1 БИ-ЭП УКП	Сергей Волков Андреас Могенсен (ЕКА) Сара Брайтман (Британия)	Олег Скрипочка Тома Песке (ЕКА) УКП
46/47	Союз ТМА-19М 23.11.2015 16.05.2016	БИ-4 КЗ-47 БИ-5 БИ-6	Юрий Маленченко Тимоти Копра Тимоти Пик (ЕКА)	Фёдор Юрчихин Такуя Ониси (JAXA) Кэтрин Рубинс
47/48	Союз ТМА-20М 30.03.2016 16.09.2016	БИ-1 БИ-2 БИ-3 КЗ-48	Алексей Овчинин Олег Скрипочка Джеффри Уилльямс	космонавт РФ космонавт РФ астронавт NASA
48/49	Союз МС 30.05.2016 16.11.2016	БИ-4 КЗ-49 БИ-5 БИ-6	Фёдор Юрчихин Такуя Ониси (JAXA) Кэтрин Рубинс	космонавт РФ Тома Песке (ЕКА) астронавт NASA
49/50	Союз МС-2 30.09.2016 16.03.2017	БИ-1 БИ-2 БИ-3 КЗ-50	космонавт РФ космонавт РФ астронавт NASA	космонавт РФ космонавт РФ астронавт NASA
50/51	Союз МС-3 30.11.2016 16.05.2017	БИ-4 КЗ-51 БИ-5 БИ-6	космонавт РФ Тома Песке (ЕКА) астронавт NASA	космонавт РФ астронавт JAXA астронавт NASA

*В экипажах первым указан командир ТК «Союз», на втором месте – бортинженер-1 корабля (левое кресло), а на третьем – бортинженер-2 (правое кресло).
В дублирующих экипажах командиры экспедиций не назначаются.
БИ – бортинженер экспедиции МКС
УКП – участник космического полета (турист)
КЗ – командир экспедиции МКС
ЭП – экспедиция посещения.*

2014 г. – Дороти Меткалф-Линденбургер, а в июле 2014 г. ушел Майкл Массимино.

Листма был зачислен в отряд астронавтов в 1980 г. в составе 9-го набора и совершил три космических полета на шаттле: 41-G в 1984 г., STS-28 в 1989 г. и STS-45 в 1992 г.

Меткалф-Линденбургер 2004 года набора (19-я группа) совершила единственный космический полет в 2010 г. на «Дискавери» (STS-131).

Массимино был отобран в отряд в 1996 г. (16-й набор). Выполнил два полета: STS-109 в 2002 г. и STS-125 в 2009 г.

По состоянию на 31 июля 2014 г., в отряде NASA состоят 43 действующих астронавта и восемь кандидатов в астронавты (21-я группа). Кроме того, в категории астронавтов-менеджеров числятся 33 человека.

Ваш космический брокер