

2017

04 (411)

**Н О В О С Т И
КОСМОНАВТИКИ**

Журнал для профессионалов
и не только



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

Издается Информационно-
издательским домом
«Новости космонавтики»

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

Редакционный совет:

А. В. Головкин –
заместитель главнокомандующего ВКС –
командующий Космическими войсками,

В. А. Джанибеков –
президент АМККОС, летчик-космонавт,

Н. С. Кирдод –
вице-президент АМККОС,

В. В. Ковалёнок –
президент ФКР, летчик-космонавт,

И. А. Комаров –
генеральный директор ГК «Роскосмос»,

И. А. Маринин –
главный редактор «Новостей космонавтики»,

В. Б. Непоклонов –
проректор МИИГАиК по научной работе,

Р. Пишель –
глава представительства ЕКА в России,

Б. Б. Ренский –
директор «R&K»,

В. А. Шабалин –
генеральный директор
ООО «СИНТЕЗ»

Редакционная коллегия:

Главный редактор: Игорь Маринин

Обозреватель: Игорь Лисов

Редакторы: Игорь Афанасьев,
Андрей Красильников,
Сергей Шамсутдинов

Редактор ленты новостей:

Александр Железняков

Дизайн и верстка:

Олег Шинькович, Татьяна Рыбасова

Литературный редактор: Алла Синицына

Распространение:

Валерия Давыдова

Подписка на НК:

по каталогу «Роспечать» – 79189

по каталогу «Почта России» – 12496

по каталогу «Книга-Сервис» – 18496

через агентство «Урал-Пресс» (495) 961-23-62

Юридический адрес редакции:

119049, Москва, ул. Б. Якиманка, д. 40, стр. 7

Телефон: +7 (926) 997-31-39

E-mail: nk@novosti-kosmonavtiki.ru

Web: www.novosti-kosmonavtiki.ru

Тираж 8500 экз. Цена свободная

Отпечатано в ООО «МЕДИАКОЛОР»

Подписано в печать 22.04.2017

Журнал издается с августа 1991 г.

Зарегистрирован в Государственном комитете
РФ по печати № 0110293

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

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

В номере:

12 АПРЕЛЯ – ДЕНЬ КОСМОНАВТИКИ		ПРЕДПРИЯТИЯ. ОРГАНИЗАЦИИ	
1	<i>Вершинина Л.</i> Мифология вокруг полета Гагарина. Как нащупать истину?	42	<i>Лисов И.</i> Китай: космическая программа на пятилетку
ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ		44	<i>Подчуфаров А.</i> Обзор страхования космических рисков
7	<i>Красильников А., Хохлов А.</i> Полет экипажа МКС-50 Февраль 2017 года	КОСМИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ	
14	<i>Рыжков Е.</i> SpaceX дебютирует с комплекса LC-39A	47	Записки ракетчика. Воспоминания, дневники, интервью
21	<i>Красильников А.</i> Пятый «Прогресс МС» на последнем «Союзе-У»	МЕЖПЛАНЕТНЫЕ СТАНЦИИ	
ПИЛОТИРУЕМАЯ ТЕХНИКА		48	<i>Лисов И.</i> New Horizons провел коррекцию
24	<i>Афанасьев И.</i> Коммерческие полеты астронавтов на МКС откладываются	48	<i>Лисов И.</i> Juno остается на высокой орбите
ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ		КОСМОНАВТЫ. АСТРОНАВТЫ. ЭКИПАЖИ	
28	<i>Журавин Ю.</i> «Валентинка» от Arianespace В полете – Intelsat 32e (SKY Brasil-1) и Telkom 3S	49	<i>Лисов И.</i> Маттиас Маурер – новый астронавт ЕКА
30	<i>Афанасьев И., Кучейко А.</i> Один большой и 103 маленьких. Индия выполнила рекордный по числу полезных грузов запуск	49	<i>Шамсутдинов С.</i> О космонавтах
СРЕДСТВА ВЫВЕДЕНИЯ		СОВЕЩАНИЯ. КОНФЕРЕНЦИИ. ВЫСТАВКИ	
37	<i>Бахвалов Ю., Семёнов А., Урличич Ю.</i> Масштабируемый летный демонстратор – реальный шаг в отработку перспективных авиакосмических систем	50	<i>Услеваев И.</i> Седьмое вручение Премии имени В. П. Глушко
38	<i>Чёрный И.</i> Модернизация «Антареса» и график полетов «Лебедя»	51	<i>Розенблюм Л.</i> Израиль: не менее пяти спутников в ближайшие полтора года
40	<i>Афанасьев И., Лисов И.</i> Китай: коммерция на легких носителях	СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ	
		52	<i>Лисов И., Шаров П.</i> Величайший межпланетный проект. Voyager: дальше – только звезды
		СТРАНИЦА ПАМЯТИ	
		62	Памяти Жэнь Синьмина
		65	Памяти Валерия Ефимовича Самойлова

На обложке: Юрий Алексеевич Гагарин

Мифология вокруг полета Гагарина Как нащупать истину?



Год назад в апрельском номере журнала «Новости космонавтики» мы опубликовали статью В.Д.Благова и Р.Ф.Муртазина «Факты и мифы об орбите Гагарина. Баллистический анализ» (НК №4, 2016, с.7-9), которая вызвала много отзывов и комментариев наших читателей. В этом номере мы решили дать статью историка-исследователя **Любови Павловны Вершининой**, в чем-то дополняющую, а в чем-то опровергающую баллистический анализ, проведенный ветеранами. Думается, эта статья тоже вызовет много интересных комментариев и, возможно, прояснит ситуацию с «орбитой Гагарина».

Л. Вершинина специально для «Новостей космонавтики»

На протяжении не одного десятилетия лет идет активное обсуждение и исследование обстоятельств первого пилотируемого полета в космос, его нештатных ситуаций и возможных исходов. Участвовать в этой полемике доводилось, когда представлялась возможность пролить хоть какой-то свет на предмет дискуссии.

Вроде бы не пристало историку разбираться с содержанием технической статьи В.Д.Благова и Р.Ф.Муртазина об орбите Гагарина. Однако не получается пройти мимо некоторых спорных моментов в изложении уважаемых ветеранов. Анализ и осмысление выводов статьи с привлечением ряда дополнительных документов предлагается вниманию читателя.

Напомню, что авторы, взяв некоторые исходные данные по полету и «освежив» их комментарием, отстоящим от событий более чем на 50 лет, заново смоделировали полет «Востока», вычислили параметры своей модели и объявили полученную орбиту фактической. Принятый ими способ решения проблемы, по моему мнению, можно квалифицировать разве что как постановку задачи, но не как окончательное решение.

Почему это так? Хочу обратить внимание читателя на характерную цитату из рассматриваемой статьи: «По свидетельству очевидца и участника этого события баллистика ОКБ-1 В.Г.Кирсанова, в конце мая 1961 г. в послеполетном отчете была помещена только расчетная орбита выведения... Возможно, в атмосфере эйфории, царившей после успешного полета, и с учетом повышенной секретности, окружавшей первые космические старты, просто некому было провести эту работу».

Это заявление противоречит всем последующим событиям, а также свидетельствам большого числа соратников С.П.Королёва о его величайшей целеустремленности и прагматичности. Как известно, Главный конструктор имел широкую программу освоения космического пространства, в том числе и пилотируемыми средствами. Получив первый значимый результат, он не собирался останавливаться на достигнутом и видел следующие полеты гораздо более длительными и насыщенными исследованиями. Как

талантливый инженер и опытный руководитель, Королёв понимал, что следующий шаг можно сделать только после тщательного «разбора полетов» и учета всех выявленных замечаний. Уже поэтому приведенную цитату следует рассматривать как безосновательное предположение, которое при написании исторической работы должно быть отброшено. И это, к сожалению, не единственный недостаток обсуждаемой статьи.

Где искать данные об орбите Гагарина?

Парадоксально, но вынеся слова «орбита Гагарина» в заголовок, авторы так и не привели в тексте основные параметры определенной ими орбиты. Мы, тем не менее, можем подвергнуть анализу и оценке на достоверность те численные данные, которые приведены в статье.

Перечислим в хронологическом порядке известные источники, в которых отражены значения параметров орбиты Гагарина:

① Сообщение ТАСС. – Вечерняя Москва №87 (11372), 12 апреля 1961 г.

② «Первый полет человека в космическое пространство». – Правда, 25 апреля 1961 г.

③ «Предварительный отчет по результатам запуска третьего корабля-спутника «Восток-3А» с пилотом Гагариным Ю.А. на борту» от 3 мая 1961 г., подписанный С.П.Королёвым, К.Д.Бушуевым и М.К.Тихонравовым. – Центральный архив РКК «Энергия». Д. 27469.

④ «Отчет о первом космическом полете гражданина СССР Юрия Алексеевича Гагарина на космическом корабле-спутнике «Восток» 12 апреля 1961 г.» – без даты, <http://astronaut.ru/bookcase/books/gagarin/gagarin.htm>

⑤ «Оперативный отчет по результатам предварительного анализа данных телеметрических и внешнетраекторных измерений при пуске изделия 8К72 №Е10316 12 апреля 1961 года», утвержденный начальником НИИП-5 А.Г.Захаровым 13 мая 1961 г. – ЦА РКВ. Ф. 19. Оп. 114сс. Д. 15. Л. 136–161.

⑥ «Предварительный отчет по основным результатам пуска изделия 8К72 «ЗКА» №Е10316», утвержденный С.П.Королёвым 31 июля 1961 г. – Центральный архив РКК «Энергия». Д. 13029.

Очевидно, что список неполный, поскольку последний по дате отчет все еще

назван «предварительным». Кроме того, среди указанных нет документа, составленного в конце мая 1961 г., о котором упоминал В.Г.Кирсанов.

Итак, для анализа особенностей полета Ю.А.Гагарина можно (и нужно!) воспользоваться значительно большим количеством источников. Кроме названных послеполетных отчетов, существует серия документов по баллистическим расчетам, созданных до 12 апреля, в том числе задолго до этой даты. О них речь пойдет ниже.

Пока же более подробно остановимся на отчете, указанном под номером 4, поскольку в разделе «Фактическая орбита» авторы цитируют именно его, неточно воспроизводя название. Достоверность именно этого источника вызывает большое сомнение.

Документ представляет собой восемь машинописных листов, на которых в форме краткой справки представлены тексты за подписью С.П.Королёва и Ю.А.Гагарина. Происхождение документа, размещенного на частном ресурсе, неизвестно, ссылка на него гласит: «Это отчеты о полете Главного конструктора С.П.Королёва и самого Ю.А.Гагарина, объединенные в один сводный документ, направленный в ЦК КПСС. Не так давно он был продан на одном из интернет-аукционов». Дата составления, а также какие-либо пометы, свидетельствующие о регистрации отчета адресатом, отсутствуют.

Содержание данного документа также вызывает ряд вопросов. Сами авторы статьи указали лишь на один спорный момент: «В отчете Главного конструктора фигурирует совсем «странная» точка старта с координатами 47.0° с.ш. и 65.0° в.д.». Однако именно эта точка приведена в «Деле о рекордах первого космического полета гражданина СССР Юрия Алексеевича Гагарина на космическом корабле-спутнике «Восток» 12 апреля 1961 г.», представленном от имени Центрального аэроклуба СССР имени В.П.Чкалова в Международную авиационную федерацию. Можно также заметить, что заголовки «Отчета» и «Дела» отличаются лишь первым словом и что между ними имеются существенные текстуальные совпадения. Между тем из воспоминаний спортивного комиссара И.Г.Борисенко и из других источников известно, что в «Деле о рекордах...» специально исказили координаты места старта, являвшиеся секретными.

Но гораздо более удивительны другие строки в той части документа №4, что идет за подписью С. П. Королёва: «Долго не было разделения. Произошло разделение резко в 10 ч 35 мин. /фактическое/ с носителем. Продолжалось вращение по 3-м осям. Корабль вышел на околоземную орбиту и летел со скоростью 8 км в секунду /28260 км в час/».

Откуда за 20 минут до посадки взялось разделение с носителем и выход на орбиту? И что это за термин – «разделение с носителем»? На всех стадиях выведения корабля на орбиту используется только термин «отделение» (боковых блоков, центрального блока и третьей ступени). «Разделяться» же может что-то единое, в нашем случае после работы ТДУ происходит разделение корабля на две части – спускаемый аппарат и приборный отсек, последний из которых сгорает в атмосфере.

При чтении «Отчета» создается впечатление, что текст составлен из отдельных фрагментов, скомпонованных с полным нарушением логики и хронологии событий. Это также ставит под сомнение достоверность документа и приводит к заключению, что его данными пользоваться категорически нельзя.

Хорошо известно, что параметры орбиты «Востока», объявленные ТАСС 12 апреля 1961 г., в последующие недели подверглись ревизии. В таблице представлены значения этих параметров из всех названных источников. Здесь же размещены параметры расчетной орбиты, которые, вопреки утверждениям авторов, содержатся не в «Полетном задании», а в отчете №6. Для нее датировка соответствует не времени создания документа, как во всей таблице, а моменту последнего согласования, подробности чего ниже.

Значения параметров орбиты «Востока» из шести источников (плюс расчетные)					
Номер источника по списку	Дата	Наклонение орбиты	Перигей, км	Апогей, км	Период, мин
Расчетная орбита	29.03.1961	64°58'	182.5	217	88.15
1.	12.04.1961	65°04'	175	302	89.1
2.	25.04.1961	64°57'	181	327	Не указан
3.	03.05.1961	64°57'	181	327	89.44
4.	Неизвестна	Не указано	181	327	89.34
5.	13.05.1961	65°04'	175	302	89.1
6.	31.07.1961	65°04'	175	302	89.1

Приведенные значения позволяют попытаться воспроизвести возможное развитие событий.

Основные параметры орбиты Гагарина были определены сразу по измерениям на участке выведения. По свидетельству В. Д. Ястребова¹⁾, «при пуске Ю. А. Гагарина перед нами была поставлена весьма важная в то время задача определения орбиты «Востока» по части измерений пунктов командно-измерительного комплекса (КИК) с тем, чтобы успеть с пункта, расположенного на Камчатке, в районе г. Елизово, сообщить космонавту факт выхода на орбиту и ее параметры». Параметры орбиты были определены путем расчета на двух ЭВМ М-20 Координационно-вычислительной части НИИ-4 МО СССР за несколько минут до входа в зону радиосвязи через Елизово и переданы на командный пункт КИК и на полигон С. П. Королёву для сообщения Гагарину».

Новые параметры орбиты Гагарина были приведены 25 апреля в «Правде» и повто-

- 3 -

Координаты старта: 47 гр.сев.широта, 65 гр.вост.долгота. Общая продолжительность полета от момента старта ракеты с космическим кораблем-спутником до момента приземления составляет 108 минут.

Космический корабль был выведен на орбиту спутника Земли с периодом обращения 89,34 минуты. Максимальная высота, достигнутая космическим кораблем при полете по орбите спутника/расстояние в апогее от поверхности Земли/, составила 327 км. Максимальная высота для орбиты космического корабля была равна 181 км.

Во время подготовки к старту была только одна негативная ситуация при загрузке ящика №1. Ящик закрылся, но из-за отсутствия контакта его пришлось открыть вновь и устранить незначительную неисправность. Весь радиообмен записывался на магнитофон.

После старта ракеты стремительно набирала скорость, спустя минуту перегрузки стали 3-4 единицы. Спидометры, следившие за физическим состоянием космонавта, зафиксировали, что пульс учащается с обычных 64 ударов в минуту до 150. По мере того, как «Восток» постепенно преодолевал силу притяжения, перегрузки уменьшались.

Долго не было разделения. Произошло разделение резко в 10ч35мин. /фактическое/ с носителем. Продолжалось вращение по 3-м осям. Корабль вышел на околоземную орбиту и летел со скоростью 8 км в секунду /28260 км в час/. Перегрузки на участке выведения

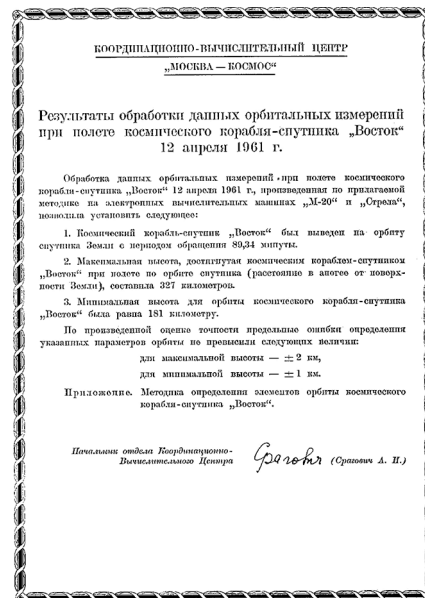
▲ Параметры орбиты «Востока» из документа №4 совпадают с приведенными в «Деле о рекордах...»

рены в отчете от 3 мая (№3), выполненном проектным отделом ОКБ-1. Это легко объяснить тем, что обширный тассовский материал о полете «Востока» также готовился проектантами. Отчет представляет собой анализ работы различных систем корабля, а параметры орбиты приведены как данность, в самом начале, без всяких ссылок на какие-либо вычисления, и причину появления этих новых значений следует выяснить.

Между тем в отчете по данным телеметрических и внешнетраекторных измерений, выполненном специалистами Байконура к 13 мая, были воспроизведены первоначальные параметры орбиты. Их подтвердили еще раз телеметристы 19-го отдела ОКБ-1, подготовившие к 31 июля последний из нашего списка отчет. Документы №5 и №6 структурно различаются, но их результаты во многом сходятся, поэтому важно определить их источниковую базу.

Пока же можно отметить, что при организации пуска корабля «Восток» были разработаны и утверждены различные документы, регламентирующие работу обслуживающих служб. В частности, «Программа организации связи с космонавтом по системе «Заря»... при пуске объекта «Восток-3КА» №3»²⁾ от 8 апреля 1961 г. устанавливала, что «Экспресс-информация с УКВ пунктов и КВ центров должна быть представлена в КВЦ с последующей передачей в адрес Госкомиссии не позднее 4-х часов после окончания работы». Проявку, разметку и дешифровку пленок в соответствии с «Порядком оперативной обработки и выдачи результатов телеизмерений на объекте «Восток-3А» (издание №3)» на ИП-1 обеспечивали в/ч 11284 (Байконур) и на ИП-14 – в/ч 25840 (НИИ-4) с участием представителей промышленности³⁾. Также было принято, что «Сбор пленок со всех измерительных пунктов и пунктов радиопроизводства производится самолетами»⁴⁾.

Из вышесказанного следует, что вскоре после полета Ю. А. Гагарина вся оперативная документация была сосредоточена в НИИ-4 в Болшево, а ее обработкой занимались как военные специалисты, так и представители промышленности. Таким образом,



в распоряжении специалистов НИИП-5 и ОКБ-1 имелись одни и те же данные телеметрических и внешнетраекторных измерений со всех измерительных пунктов.

Следует обратить внимание читателей на особенность отчетов №5 и №6. Специальные и промышленные, и Минобороны все полученные данные обрабатывали самостоятельно собственными «доморощенными» методами, не всегда идентичными, поскольку тогда эти методики еще только создавались. Во же время полученные результаты оказались близки, а где-то и совпали, что вызывает доверие к этим двум документам.

В свете изложенного и в сопоставлении с приведенной таблицей представляется некорректным сделанное в начале статьи Благова и Муртазина утверждение, что «...в официальной печати были представлены данные, не увязывающиеся с фактической траекторией». Прежде всего, противоречат друг другу данные официальной печати, а между тем авторы не анализируют причины расхождения и не указывают, к какой из двух версий ближе полученная ими орбита.

Некоторые подробности подготовки Полетного задания для объекта «Восток-3А» №3

Прежде чем продолжить, необходимо сказать несколько слов о том, зачем нужно знать орбиту полета. Для наших авторов, похоже, это предмет спортивного интереса. Но была ли в этом необходимость в 1961 г., или параметры орбиты явились лишь побочными результатами полета?

Очевидно, что в знании элементов орбиты имела острая оперативная потребность в целях обеспечения безопасной и максимально точной посадки корабля и пилота. Для их определения использовались,

1) Начало космической эры. Воспоминания ветеранов ракетно-космической техники и космонавтики. Выпуск второй. – М., 1994. – с. 319-320.

2) Центральный архив РКК «Энергия». Д. 2238. Л. 42-53.

3) Там же. Л. 37.

4) ЦАМО РФ. Ф. 83189. Оп. 869622. Д. 38. Л.175.

"УТВЕРЖАЮ"
Государственная комиссия
К. Г. РУДИНОВ
1961 г.

ПОЛЕТНОЕ ЗАДАНИЕ
для полета космического аппарата
спутника «Восток-3КА» с объектом "ЗКА" № 3
12 апреля 1961 г.

Подготовку космического полета и пуск изделия произ-
вести в соответствии со следующими исходными данными:

I. ВРЕМЯ СТАРТА (московское)
9 часов 07 минут с допуском ± 7 мин.

II. ПОЛНОЕ ВРЕМЯ ПОЛЕТА 1 час 46 мин.

III. ДАЛЬНОСТЬ ПОЛЕТА
1,03 оборота вокруг Земли

IV. ТРЕБОВАТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ
а) Азимут линии прицеливания 34°57'59",2
б) Координаты расчетной точки прицеливания:
- широта 52,5° с.ш.
- долгота 47,7° в.д.

V. НАСТРОЙКА ПРИБОРОВ В-17М
1. Время срабатывания интегрирующих элементов
команды "Разделение" 308,29 сек.
2. Время срабатывания интегрирующих элементов
команды "Запуск" 399,96 сек.

VI. НАСТРОЙКА ПРИБОРОВ КИ-22-ВВ-2 и И-22-В
1. Установочное значение магнетрона скорости в момент
выдачи главной команды на выключение двигателя II сту-
пени 2283,52 м/сек.

Государственный комитет Совета Министров СССР
по оборонной технике

ОРДЕНА ЛЕНИНА ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКОЕ БУРО № 1

"УТВЕРЖАЮ"
ГЛАВНЫЙ КОНСТРУКТОР
В. Г. КИРСАНОВ
31 июля 1961 г.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ОТЧЕТ
по основным результатам пуска изделия ОК72 "ЗКА" № В10316
12 апреля 1961 года

ЧАСТЬ I
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗДЕЛИЯ ОК72 № В10316

ЗАМ. ГЛАВНОГО КОНСТРУКТОРА
ВОСКРЕСЕНСКИЙ /
ПОМ. ГЛАВНОГО КОНСТРУКТОРА
КОРОГОВЕВ /
НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА ТР + с.с.ф.ч.с.
БЕЛОУСОВ /
НАЧАЛЬНИК СЕКТОРА
СТРЕЛЬБИЧЕНКО /

- 1961 -

▲ Первая страница Полетного задания и титульный лист Предварительного отчета от 31 июля 1961 г.

в соответствии с принятым решением о дублировании всех функций, два комплекта системы радиоконтроля орбиты «Рубин», а для грубой оценки – телеметрическая система «Сигнал».

В большой статье «Второй советский космический корабль», опубликованной в трех номерах «Правды» с 4 по 6 сентября 1960 г., относительно орбиты читаем: «Требование к точности знания элементов реальной орбиты обуславливается величинами допустимых ошибок при приземлении корабля-спутника, поскольку для попадания в заданный район приземления необходимо выбрать момент времени включения тормозной двигательной установки с учетом реальных величин координат и скорости корабля-спутника в этот момент времени. Ошибка в скорости корабля-спутника на 1 метр в секунду приводит к отклонению точки приземления почти на 50 километров. Ошибка в знании истинной высоты над поверхностью Земли на 100 метров отклоняет точку приземления на 4,5 километра, а ошибка в направлении вектора скорости к поверхности Земли на одну угловую минуту приводит к отклонению точки приземления на 50–60 километров».

В ходе полета второго корабля-спутника задача выбора момента выдачи тормозного импульса была решена блестяще. Команда на спуск на 18-м витке была передана на борт настолько точно, что приземление корабля произошло всего в 10 км от расчетной точки.

Для корабля Гагарина основным вариантом был полностью автоматический одновитковый полет, в котором момент включения ТДУ жестко задавался по отношению к моменту отделения от ракеты-носителя и не зависел от фактических параметров орбиты. Однако знание их было необходимо на случай полета по запасному суточному варианту с возможностями посадки на различных витках, а также при необходимости срочного

прекращения полета по техническим или медицинским показаниям.

Таким образом, неотъемлемой частью подготовки полета «Востока» и его проведения была насыщенная работа баллистиков по расчету параметров орбиты и телеметристов по оперативному считыванию соответствующих данных.

Баллистические расчеты выполнены с использованием следующих исходных данных:

№№ изделий	13	13А	14,15,16,17
1. Индекс объекта	Восток-1К	Восток-1К	Восток-3КА
2. Двигатель III ступени	P0-5	P0-7	P0-7
3. Сухие веса (кг):			
- центрального блока	7682	7734	7734
- бокового блока	3797	3792	3792
- головного блока	5829	5930	4700**
(в том числе вес объекта)	4600	4700	4700
4. Удельная тяга			
двигательных установок:			
- центрального блока (на Земле)	243,8	243,8	243,8
- головного блока (в пустоте)	316,0	326,0	326,0
5. Начальная высота перигея, выбранная по соображениям времени существования	180	180	180

В результате баллистических расчетов получено:

№№ изделий	13	13А	14,15,16,17
1. Допустимый вес объекта не более /кг/	4580	4700	4700
2. Начальная высота перигея /км/	180	180	180
3. Начальная высота апогея /км/	235	235	235
4. Начальный период обращения /мин/	88,2	88,2	88,2
5. Наклонение орбиты	64°59'	64°59'	64°59'
6. Время существования номинальное /сутки/	5,2	5,2	5,2
7. Разброс времени существования /сутки/	+5,1	+5,1	+5,1
- суммарный	-3,6	-3,6	-3,6
В том числе:			
- за счет разброса параметров атмосферы	+4,9	+4,9	+4,9
- за счет разброса параметров движения в конце активного участка	-3,3	-3,3	-3,3
8. Координаты конца активного участка в стартовой системе:			
X /км/	3225	2899	2899
Y "	-668	-496	-496
Z "	122	99	99
Vx /м/сек/	6620	6828	6828
Vy "	-3738	-3361	-3361
Vz "	477	433	433

Разбросы точки приземления при спуске с первого витка вдоль трассы ±350 км при выключении III ступени от интегратора.

* Центральный архив РКК «Энергия».

Д. 2200. Л. 71–74.

** Так в документе. Вероятно, должно быть 5930.

**Параметры орбит кораблей-спутников,
выведенных носителями №13, 14 и 15**

Корабль	Дата	Масса, кг	Апогей, км	Перигей, км	Накло- нение орбиты	Период, мин
3-й корабль-спутник	02.12.1960	4563	249	180	64°58'	88.47
4-й корабль-спутник	09.03.1961	4700	248.8	183.5	64°56'	Нет данных
5-й корабль-спутник	25.03.1961	4695	247	178.1	64°54'	88.42

№13А (экспериментальный корабль «Восток-1К» на носителе с модернизированной третьей ступенью), но в целом данный документ хорошо согласуется с утверждением В. Г. Кирсанова.

Протокол приводится по ксерокопии с копии документа, выполненной 28 ноября 1960 г. для отправки в в/ч 11284 Л. А. Воскресенскому. К сожалению, по таким данным (копия с копии) трудно определить дату принятия самих исходных данных, однако в любом случае этот документ отделяет от 12 апреля 1961 г. как минимум 4,5 месяца. Для экспериментальных работ это очень большой срок, в течение которого состоялось четыре пуска кораблей-спутников, два из которых в декабре 1960 г. оказались аварийными.

Вопреки воспоминаниям В. Г. Кирсанова, в программу полета изделия №16 были внесены изменения, целью которых было ограничение максимально возможного времени баллистического существования корабля.

Определенные предположки этому мы можем увидеть из параметров орбит кораблей-спутников, выведенных носителями №13, 14 и 15.

Во всех трех полетах высота апогея рассчитывалась на 235 км, и полученное превышение в 12–14 км не могло не беспокоить, когда на повестку дня встал вопрос о полете человека. Требовалось гарантировать надежность посадки, в том числе в случае отказа тормозной двигательной установки и спуска за счет естественного торможения в атмосфере.

Последняя корректировка исходных данных происходила на совместном совещании специалистов НИИ-4 и ОКБ-1 29 марта 1961 г., то есть за две недели до легендарного старта Юрия Гагарина. Для наглядности также максимально полно приведем протокол* этого совещания.

Дадим некоторые комментарии к тексту протокола.

Пункты 1 и 2 совершенно четко говорят о том, что 180×235 км либо 182,5×217 км являются соответствующими параметрами двух хотя и похожих, но различных орбит, а не высотами одной орбиты, рассчитанной в разных методиках. И именно с расчетной величиной апогея 217 км сравнивают фактическую высоту орбиты отчеты №5 и №6.

Пункт 4 явился следствием прогнозов специалистов НИИ-4 о состоянии атмосферы на возможные даты старта. Кроме того, в воспоминаниях В. Г. Кирсанова, записанных в 1961 г. (!), указывается на очевидную связь времени старта, положения солнца, величины потери продольной компоненты скорости после работы ТДУ и дальности пуска**.

Следует также обратить внимание на указанную в протоколе широту включения ТДУ, поскольку расчеты наших авторов дали

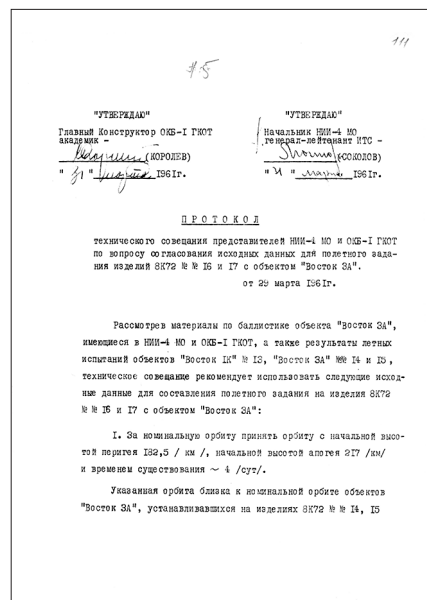
* Там же. Д. 2238. Л. 62-65.

** Центральный архив РКК «Энергия». Д. 2924. Л. 227.

значение 12.63° ю.ш. Расхождение с записанной в протоколе широтой неизбежно за счет более позднего отделения корабля и в особенности из-за большего периода обращения, но, по оценочному расчету, полученная разница соответствует значительно более высокому апогею, нежели в обеих «официальных» версиях.

В пункте 5 приведена важная составляющая расчетов, которую почему-то авторы «Орбиты Гагарина» упустили из виду. Они указали интервал возможных разбросов точки посадки ±500 км, что не вполне понятно, так как подобное обозначение допуска проецируется на поверхность Земли в виде круга и, вообще говоря, является корректным только для вертикальных полетов. С учетом орбитальной составляющей скорости круг будет вытягиваться в эллипс.

Между тем содержание пункта 5 протокола очень четко дает нам параметры



Рассмотрев материалы по баллистике объекта «Восток 3А», имеющиеся в НИИ-4 МО и ОКБ-1 ГКОТ, а также результаты летных испытаний объектов «Восток 1К» №13, «Восток 3А» №14 и 15, техническое совещание рекомендует использовать следующие исходные данные для составления полетного задания на изделия 8К72 №16 и 17 с объектом «Восток 3А»:

1. За номинальную орбиту принять орбиту с начальной высотой перигея 182,5 /км/, начальной высотой апогея 217 /км/ и временем существования ~4 /сут/.

Указанная орбита близка к номинальной орбите объектов «Восток 3А», устанавливавшихся на изделиях 8К72 №14, 15 и имевших начальную высоту перигея 180 км, начальную высоту апогея 235 км и время существования ~5 сут.

Перечисленные изменения параметров орбиты обусловлены необходимостью ограничения максимально возможного времени существования величиной 7,5 (сут).

2. Разброс времени существования объектов «Восток 3А» при пусках в апреле-мае месяцах на основании обработки результатов летных испытаний, имеющихся в НИИ-4 МО, может быть несколько сокращен в сравнении с оценкой, приведенной в отчете «Материалы по баллистике изделий 8К72 №13А и 14+17» РС-3И.

Сокращение разброса времени существования объясняется тем, что фактические разбросы средней плотности атмосферы на высотах 180±200 км по данным НИИ-4 МО о торможении ИСЗ не превышают ±30% вместо +100%, -50%, рекомендованных Институтом прикладной геофизики АН СССР (протокол от 22 октября 1960 г.).

Для пусков в апреле-мае месяцах более вероятным является отклонение плотности в сторону уменьшения.

С учетом изложенного, при принятой расчетной орбите:

Максимальное время существования оценивается в 7,5 сут (по РС-3И - 10 сут)

Минимальное время существования оценивается в 2,0 сут (по РС-3И - 2 сут)

3. Для пусков изделий 8К72 №16 и 17 в период с 1-го апреля по 5-ое мая 1961 г. использовать цикл спуска №4 системы «Гранит 5В» при подстройке плюс 1%, что составляет 3999,6 сек, и времени выдачи команды на отделение объекта после главной команды от интегратора III ступени 10 сек.

4. Время старта изделий 8К72 №16 и 17 при пусках в апреле-мае месяцах с названной выше настройкой системы «Гранит 5В» назначать в соответствии с таблицей.

Дата пуска	I.IV	5.IV	10.IV	15.IV	20.IV	25.IV	30.IV	4.V
Время старта (московское)	9h 34m	9h 23m	9h 12m	9h 02m	8h 53m	8h 45m	8h 38m	8h 34m
Допуск на время старта (мин)	± 8	± 7	± 7	± 7	± 6	± 6	± 6	± 6

Расчетная широта точки приземления 52°,5 с.ш.

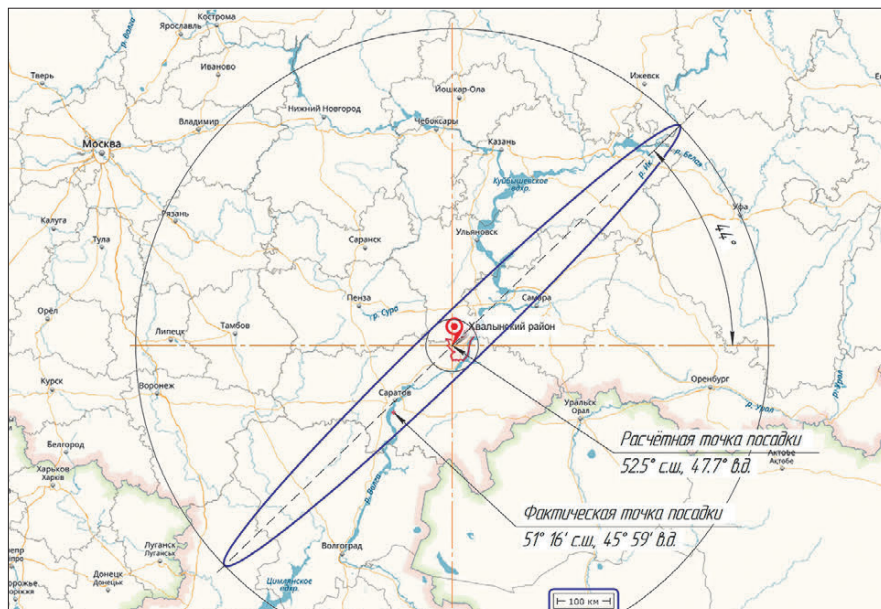
Широта включения ТДУ 7°,58 ю.ш.

5. Разброс точки приземления спасаемых аппаратов при пусках в апреле-мае месяцах оценивается

по дальности ±600 км.

по направлению ±50 км.

6. В связи с изменением орбит объекта «Восток 3А» полетное задание на настройку радиотехнической и автономной систем управления рассчитывается вновь в ОКБ-1 и НИИ-885 и представляется в в/ч 11284 к 5-му апреля с.г.



▲ Расчетный эллипс разбросов точки посадки Ю. А. Гагарина в грубом приближении

«посадочного» эллипса: большая полуось – 600 км, малая – 50 км, направление большой оси ориентировано вдоль трассы полета, которая на широте 52.5°, в соответствии со стандартными формулами сферической тригонометрии, должна иметь азимут 44.0°.

Данный рисунок («Расчетный эллипс») получен наложением эллипса с расчетными параметрами на карту России и показывает т.н. «заданный район» и точку фактической посадки первого космонавта. Следует иметь в виду, что рисунок весьма приблизителен, поскольку здесь не взята в расчет кривизна поверхности Земли и не учитываются искажения картографической проекции. Построение сделано лишь для иллюстрации того, что собой представлял район посадки Ю. А. Гагарина. Точный расчет с соответствующим точным положением «заданного района», вероятно, могли бы произвести авторы «Орбиты Гагарина», опираясь на данные всех имеющихся в распоряжении документов, часть из которых была опубликована в 2011 г. в сборнике «Первый пилотируемый полет».

О методике

Есть необходимость сказать несколько слов о примененной авторами методике получения т.н. «фактической» орбиты, которая описана ими следующим образом: «Вначале, с использованием расчетной орбиты выведения, представленной в баллистическом документе «Расчет старта» (РС), и расчетной точки посадки из «Полетного задания» (ПЗ) была получена расчетная траектория. Затем, опираясь на эту траекторию и исходя из данных по фактическому выведению КК «Восток», удалось восстановить и реальную орбиту».

Далее в статье идет перечисление начальных значений величин и одно-единственное конечное – точка посадки. Однако – наряду с действительно записанными в «Полетном задании» от 12 апреля 1961 г. и в «Основных данных по изделию 8К72

№ Е10316» от 11 апреля 1961 г. величинами – имеется и недоразумение: «Время главной команды (ГК), то есть выключения двигателя третьей ступени, – 676.61 сек». В «Основных данных» эта величина равна 674.68 сек*.

Приводимый авторами со ссылкой на РС расчетный вектор состояния на момент главной команды отличается от обоих записанных в ноябрьских «Исходных данных» и, как утверждает В. Г. Кирсанов, действительно относится к Гагаринскому полету. Однако векторы должны быть привязаны к расчетному моменту времени главной команды – 674.68 сек, а не 676.61 сек, как в тексте. Как сказались эта неточность на результатах расчета – неясно.

Далее. По свидетельству Р. Ф. Муртазина, орбита считалась с помощью программы для расчета траектории корабля «Аполлон», которая требует лишь знания начальных значений величин и точки приземления. В связи с этим возникают вопросы:

① Насколько корректным является применение аполлоновской программы для расчета орбиты «Востока»? Достаточно ли идентичны процессы выведения «Востока»

и «Аполлона», а также принятые у нас и в США параметры земного шара и земной атмосферы, чтобы те и другие орбиты могли рассчитываться в рамках одной программы?

② Как определяются и от чего зависят параметры фактической орбиты?

Полагаю, что ответ на первый вопрос должны дать специалисты.

Второй вопрос требует учета двух активных участков движения корабля «Восток» – выведение и торможение, то есть мы должны знать, насколько отличаются опытные значения от расчетных величин в конце каждого участка. Наибольшее искажение расчетной орбиты происходит, очевидно, при выведении. Ниже приведен соответствующий фрагмент отчета военных специалистов**.

Приведенное здесь фактическое значение вектора состояния перед началом работы третьей ступени было бы очень хорошо учесть при расчете фактической орбиты, чего наши авторы в силу выбранной методики, к сожалению, сделать не могли.

По всей видимости, в архивах должны существовать подобные данные и по результатам работы ТДУ. Во всяком случае, рассматриваемый нами документ №6 является лишь первой частью общего отчета в ОКБ-1 о первом пилотируемом пуске, и в нем как раз указано на наличие второй части, посвященной работе систем корабля.

Орбита Гагарина представлена авторами в виде таблицы с указанием текущих координат и времени с пятиминутными интервалами, начиная с момента отделения корабля от носителя. Время отделения обозначено как 09:18:14, но в действительности это расчетное время главной команды, которая в реальном полете прошла на 2.4 сек позднее, а отделение корабля было выполнено еще через 10 секунд. Вопрос: это ошибка лишь в представлении данных или из-за нее могла быть неверно восстановлена орбита?

В таблицу включены вновь рассчитанные времена входа «Востока» в тень Земли (09:30:10) и выхода из тени (10:15:21). Ни первое, ни второе не соответствуют временам, которые Ю. А. Гагарин записал на планшетах боржурнала (09:33) и задиктовал на магнитофон (10:09:15). Эти различия не оговариваются и не объясняются.

Расчет элементов траектории активного участка (I и II ступеней) производился на ЭВМ «Урал» с использованием результатов измерений следующих станций:

- на участке с 3 сек по 212 сек по данным измерений КТ-50 и «Кама-Е» (ИП-1);
- на участке с 213 сек по 229 сек по данным измерений КТ-50 и «Кама-Е» (ИП-4);
- на участке с 230 сек по 306 сек по данным измерений КТ-50 и «Кама-Е» (ИП-7);
- на участке с 307 сек по 312 сек по данным измерений «Кама-Е» (ИП-1, 7 и 8).

Траектория движения центра масс изделия была выше расчетной. Отклонения элементов опытной траектории от расчетной приведены в таблице...

Команды	t _{оп} сек	t _{расч.} сек	ΔX м	ΔY м	ΔZ м	ΔV _x м/сек	ΔV _y м/сек	ΔV _z м/сек	ΔV' м/сек ²	ΔΘ угл. мин.	Δσ угл. мин.
Разделение	119,50	119,45	-99	221	77	-2	7,5	-0,5	0,2	11'	4'
Наддув	305,23	304,74	3047	2489	860	22	8,5	11	0,3	6'	7'

* ЦА РКВ. Ф. 19. Оп. 114сс. Д. 15. Л. 129.

** Там же. Л. 158-159.

Рассуждая о правомерности примененной авторами методики получения орбиты, нельзя пройти мимо их версии о ручной посадке «Востока», возникшей из упоминания Н.П. Каманиным в своих дневниках расчетной точки в районе южнее Сталинграда. В данной версии необходимо расставить точки.

Николай Петрович 12 апреля 1961 г. находился на космодроме и утром после раннего (в 06:00 местного времени) заседания Госкомиссии подпisał Полетное задание, где указаны координаты расчетной точки приземления – 52.5° с.ш., 47.7° в.д. Тем не менее в дневнике в записи за 12 апреля имеется фраза: «Через двадцать минут после старта я с группой товарищей выехал на аэродром. Самолет Ан-12 поднялся в воздух и взял курс на Сталинград (расчетная точка посадки для данной орбиты и периода обращения была южнее Сталинграда на 110 километров)»*.

Предложенный авторами сценарий вылета Каманина в Сталинград требует некоторого осмысления. По их версии некто, ответственный за баллистику, получил предварительные данные о забросе орбиты в апогее выше расчетной, просчитал место посадки и поднял перед Госкомиссией вопрос о вероятности попадания Гагарина в акваторию Волги. После этого Госкомиссия могла всерьез обсуждать вопрос спуска вручную, начало чего Каманин застал, но, не дождавшись результата, помчался к вероятному району «ручной посадки».

Фактическое время выхода «Востока» на орбиту – 09:18:27, через 687 секунд после пуска. Н.П. Каманин сообщает, что информация о выходе корабля на орбиту поступила на командный пункт из Москвы через 13 минут после старта, что неплохо стыкуется с воспоминаниями В.Д. Ястребова. Однако ни в одном известном источнике нет упоминания о том, что параметры орбиты были оглашены в бункере второй площадки и обсуждались в указанное время. Они не были переданы Ю.А. Гагарину в зоне радиовидимости станции Елизово на Камчатке с 18-й по 24-ю минуту полета, хотя космонавт ждал этого и запрашивал их. Между тем Елизово было единственным местом, откуда



можно было по надежному УКВ-каналу передать космонавту указание на построение ориентации и выдачу тормозного импульса на первом витке в ручном режиме. Но ни в стенограмме переговоров «Кедра» с Землей, ни в иных источниках никаких упоминаний об этом нет.

Да, запись Каманина выглядит так, как будто он действовал с учетом ставшей ему известной фактической орбиты «Востока». По версии Благова и Муртазина, в девять минут между выходом корабля на орбиту и отъездом Каманина уместились: определение параметров орбиты, прогноз новой точки посадки для автоматического и ручного спуска (что является отдельной сложной баллистической задачей), определение первой точки как катастрофически опасной и обсуждение на Госкомиссии необходимости ручного спуска. Не слишком ли «сверхчеловеческие» возможности они приписывают боевому расчету 1961 г. – и как это вяжется с утверждением авторов, что после полета... забыли посчитать реальную орбиту?

Если вспомнить, что от второй площадки до существовавшего тогда аэродрома «Ласточка» генералу нужно было проехать 40 км, то вряд ли Ан-12 поднялся в воздух ранее, чем через час после старта «Востока».

Таким образом, в «подвиге баллистиков» необходимости не было – Н.П. Каманин мог бы получить информацию о расчетной точке посадки по телефону на аэродроме или даже по радио с командного пункта ВВС уже после вылета. Но ведь к этому времени он бы знал и то, что Гагарину не передавалась команда на ручную посадку!

Стоит добавить, что в полете Гагарина ручная посадка не являлась штатной и на первом витке не предусматривалась. Согласно «Программе полета корабля «Восток-3А» с пилотом на борту (изделие № 3)», утвержденной 7 апреля, «Специальная программа № 1 предусматривает полет в течение времени около суток, если не произойдет спуска в начале второго витка. За это время должен быть произведен спуск объекта с орбиты с помощью ручного управления по решению пилота на одном из следующих витков: 3, 4, 5, 6. Если по каким-либо причинам посадка на указанных витках не произведена,

пилот может повторить попытку осуществить спуск на 17, 18, 19, 20, 21 и 22 витках»**.

Нигде в документах нет расчетной точки ручной посадки «Востока» после одного витка. Прогноз конкретной точки в районе Сталинграда, сделанный Благовым и Муртазиным на основании смоделированной ими орбиты, неявно опирается на предположение, что Гагарин, построив ориентацию вручную, включил бы ТДУ в совершенно определенный момент. Но это время до пилота «Востока» не доводилось и в документах также отсутствует. Даже если бы Гагарин по каким-то причинам принял самостоятельное решение о ручном спуске на первом витке, невозможно было бы предсказать, в какой именно момент пилот нажмет кнопку запуска ТДУ. Поэтому выдвинутая версия о полете генерал-лейтенанта Каманина к ожидаемой точке ручной посадки относится к категории фантастики.

* Цитируется по первой публикации в НК № 15, 1994. В книжных изданиях 1995 и 2013 гг. слова «и периода обращения» отсутствуют.

** Первый пилотируемый полет. Российская космонавтика в архивных документах. Кн. 1. – М.: Родина МЕДИА, 2011. – с. 385.

В качестве общего вывода из всего изложенного предлагаем читателям обратить внимание на общую для всех нас проблему – недоступность для исследователей архивов по истории космонавтики. Это одна из причин того, что профессиональные историки редко обращаются к данной тематике. Но свято место пусто не бывает, и там, где нет профессионалов, активно работают ветераны и любители. Хорошо это или плохо? Хорошо, так как деятельность любителей свидетельствует о востребованности тематики. Кроме того, эта категория авторов, как правило, досконально знает свой предмет и обычно владеет большим количеством подробностей рассматриваемых событий, вплоть до отдельных штрихов. Все это дает пищу для анализа, обогащает и эмоционально окрашивает исторический труд.

Однако знание отдельных деталей (пусть и в большом количестве) еще не делает человека историком, подобно тому, как умение вести расчеты в рамках высшей математики и сопромата еще не формирует инженера-конструктора. Историк – это не набор сведений. Историк – это в первую очередь метод! Исторический метод – это тщательная проверка каждого имеющегося факта, всякого полученного свидетельства, сформулированного вывода с помощью различных по видам источников информации и с учетом исторической обстановки, психологических особенностей людей и других факторов, которые имели или могли иметь место во время рассматриваемых событий.

Адекватную историческую картину мира можно написать, «переваживая» имеющуюся

информацию методами исторического исследования, а потому за воспоминаниями, свидетельствами, суждениями ветеранов обязательно должны идти аналитические работы историков. И лучше не последовательно, а совместно. Конечно, если мы хотим выбраться из того наслонения мифов, которые вольно или невольно создаем сами. Если мы нуждаемся в достоверной картине собственной истории, без которой, как известно, нельзя построить достойного будущего.

Автор выражает благодарность за привлечение внимания к теме и помощь в написании статьи М. В. Бутриненко, Р. Ф. Муртазину, В. Г. Кирсанову, С. И. Ерушеву, Е. К. Бабичеву, Т. С. Козутенко, И. А. Лисову

Полет экипажа МКС-50

Февраль
2017 года

Экипаж МКС-50:

Командир – Шейн Кимброу
Бортинженер-1 – Сергей Рыжиков
Бортинженер-2 – Андрей Борисенко
Бортинженер-3 – Олег Новицкий
Бортинженер-5 – Тома Песке
Бортинженер-6 – Пегги Уитсон

В составе станции на 01.02.2017:

ФГБ «Заря»	МИМ-2 «Поиск»
УМ Unity	УМ Tranquility
СМ «Звезда»	ОМ Cupola
ЛМ Destiny	МИМ-1 «Рассвет»
ШО Quest	МЦМ Leonardo
СО «Пирс»	НМ BEAM
УМ Harmony	«Союз МС-02»
ЛМ Columbus	«Союз МС-03»
ЭМ Kibo	

Наблюдатель Солнца завершил работу

В этом месяце на российском сегменте МКС Сергей Рыжиков, Андрей Борисенко и Олег Новицкий проводили эксперименты «Ураган» (наблюдение и фотосъемка Земли для выявления развития природных катаклизмов), «Экон-М» (наблюдение и фотосъемка Земли для оценки экологической обстановки), «Дубрава» (мониторинг лесных экосистем), «Релаксация» (регистрация спектральной яркости поверхности Земли и атмосферы) и «Визир» (исследование методов регистрации текущего положения и ориентации переносной научной аппаратуры пилотируемых космических комплексов).

3 февраля космонавты с использованием универсального кронштейна установили на иллюминаторе в Служебном модуле «Звезда» цифровой фотоаппарат Nikon D2X и подключили его к ноутбуку SSC для автоматической фотосъемки земной поверхности по заявкам школьников и студентов в рамках американо-российского эксперимента EarthKAM. 8 февраля был заменен 50 мм объектив фотоаппарата на 180 мм.

10 февраля экипаж работал с оборудованием эксперимента «Сейсмопрогноз» (экспериментальная отработка методов мониторинга электромагнитных и плазменных предвестников землетрясений, чрезвычайных ситуаций и техногенных катастроф): отстыковал кабели и демонтировал модули контроля и сбора данных (МКСД) и автономного контроля температуры (МАКТ).

15 февраля ЕКА объявило о выключении научной аппаратуры SOLAR, которая установлена на внешней поверхности европейского Лабораторного модуля Columbus и на протяжении девяти лет использовалась для наблюдения за Солнцем. Примечательно, что свой расчетный срок службы (1,5 года) она перекрыла в шесть раз.

В октябре 2008 г. в аппаратуре вышла из строя система электропитания блока радиометров SOVIM, но остальные два инструмента – спектрометры SOLSPEC и SOLACES – про-

должали функционировать до конца. Пять раз ориентация МКС в пространстве менялась для того, чтобы не прерывать наблюдения за Солнцем данными инструментами.

11 февраля SOLAR в последний раз использовался для измерений. Оборудование планируется удалить со станции с грузовым кораблем Dragon (миссия SpX-12).

Кабель питания для тренажера не найден

В феврале космонавты в рамках эксперимента «Коррекция» исследовали эффективность фармакологической коррекции минерального обмена в условиях длительного воздействия микрогравитации. В интересах эксперимента «Пилот-Т» изучалась надежность профессиональной деятельности космонавта в длительном космическом полете.

Целью эксперимента «Контент» был дистанционный мониторинг психофизиологического состояния космонавтов, а также внутригруппового и межгруппового взаимодействия на основе количественного анализа деятельности космонавтов по коммуникации с ЦУП-М. В эксперименте «Кардиовектор» получалась новая научная информация о роли правых и левых отделов сердца и системы кровообращения в условиях длительного полета.

В рамках эксперимента «Нейроиммунитет» россияне оценивали влияние стресса на иммунитет и системы стресс-реактивности в космосе. Задачей эксперимента «Дан» было исследование взаимосвязи между изменениями давления в сонной артерии и изменением чувствительности центрального дыхательного механизма. В интересах эксперимента «Профилактика-2» экипаж изучал механизмы действия и эффективность различных режимов физической нагрузки в условиях длительных космических полетов на состояние общей и физической работоспособности космонавтов.

Задачей эксперимента «Биокард» было исследование механизма перестройки в электрофизиологии сердца при воздействии отрицательного давления на нижнюю часть

NASA купило два российских места на «Союзах»

28 февраля NASA тихо разместило на своем сайте пресс-релиз недельной давности о заключении соглашения с компанией Boeing по приобретению дополнительных мест на российских пилотируемых кораблях «Союз» для обеспечения полугодовых полетов астронавтов на МКС (НК №3, 2017).

В рамках контракта агентству к осени 2017 г. два места (по одному на «Союзе МС-06» с запуском в сентябре 2017 г. и на «Союзе МС-08» – в марте 2018 г.), ранее предназначавшиеся для российских космонавтов. В экипажи этих кораблей предполагается назначить соответственно астронавтов Джозефа Акабу и Ричарда Арнольда.

Кроме того, по договору к осени 2017 г. NASA должно определиться с приобретением еще трех опционных мест (одного на «Союзе МС-12» с запуском в марте 2019 г. и двух на «Союзе МС-13» – в мае 2019 г.).

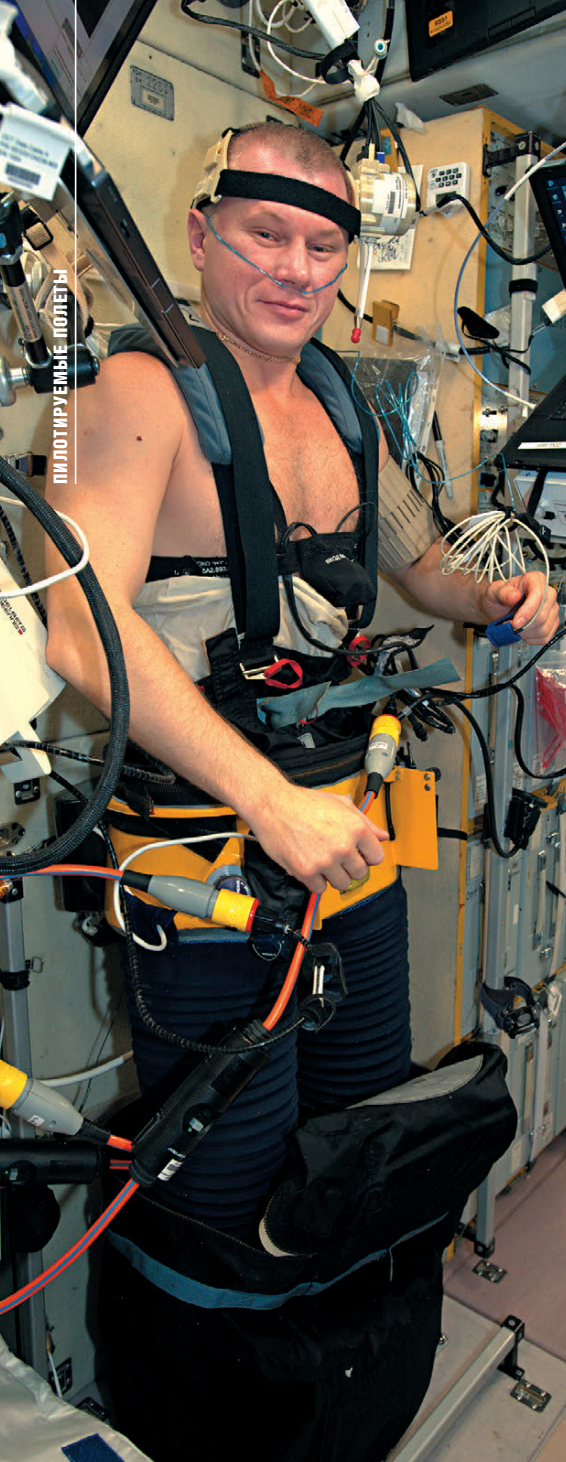
Стоимость контракта между NASA и Boeing, включая опцион, – 373,5 млн \$ (или 74,7 млн \$ за одно место). Boeing получил пять мест на «Союзах» бесплатно в счет урегулирования многомиллионного долга РКК «Энергия» перед американской компанией по проекту «Морской старт» и затем продал эти места NASA.

Напомним, что в 2015 г. NASA приобрело у Роскосмоса шесть мест на «Союзах» за 490 млн \$ (или 81,7 млн \$ за одно место).

тела в условиях длительной микрогравитации. В интересах эксперимента «Удод» изучалась возможность коррекции гемодинамических изменений в невесомости с помощью отрицательного давления на вдохе.

В рамках эксперимента «Мотокард» космонавты исследовали механизмы сенсомоторной координации в невесомости. В эксперименте «Космокард» изучалось влияние факторов космического полета на электрофизиологические характеристики миокарда и на их связь с процессами вегетативной регуляции кровообращения.

7 февраля по программе российско-канадского эксперимента «Матрешка-Р» (исследование радиационной обстановки на



ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

трассе полета и на борту МКС) были собраны экспонированные в модулях пузырьковые детекторы «бабл-дозиметр» и считаны показания с них.

1 февраля экипаж взял пробы для эксперимента Multi-Omics, изучающего воздействие условий космического полета и пребиотиков в кишечнике на иммунную функцию человека. Кроме того, были заполнены анкеты и приняты таблетки фруктоолигосахаридов.

2 февраля Пегги Уитсон помогла Шейну Кимброу измерить массу и антропометрические данные в рамках эксперимента Body Measures. В этот и следующий дни Тома Песке провел эксперимент SkinSuit со специальным костюмом, призванным предотвратить увеличение роста астронавта и боли в пояснице, которые обычно происходят в невесомости из-за растягивания позвоночника.

7 февраля астронавты провели ультразвуковое исследование артерий и измерили артериальное давление в интересах канадского эксперимента Vascular Echo, изучающего изменения сердечно-сосудистой системы в невесомости. 8 февраля Уитсон выполнила тест на лэптопе по эксперименту NeuroMapping, оценивающему изменения в функционировании головного мозга в космическом полете. Задания делались в двух положениях – в пристегнутом состоянии и в свободном плавании.

3 февраля в ходе эксперимента Lighting Effects экипаж в течение дня выполнил три теста с помощью приложения Cognition на планшетном компьютере iPad, определяющего уровень усталости. 6 и 21 февраля в своих каютах астронавты прошли тесты на зоркость зрения и различение цветов, используя только новые светодиодные лампы. 8 февраля они с помощью люксметра сняли показания по освещенности в модулях американского сегмента МКС. Эксперимент Lighting Effects оценит улучшение циркадных ритмов, сна и когнитивных функций астронавтов при замене на борту станции люминесцентных ламп на светодиодные с регулируемой интенсивностью и цветом.

15 февраля астронавты прошли проверку зрения и взяли образцы крови и мочи для экспериментов Biochemical Profile и

Repository. В этом месяце экипаж регулярно выполнял интерактивные задачи на планшете iPad в интересах эксперимента Fine Motor Skills, в фокусе которого воздействие невесомости на мелкую моторику человека.

21 февраля планировались работы по эксперименту MED-2, посвященному проверке эффективности компенсации условий космического полета с помощью нового компактного тренажера с роботизированными приводами. Но, не найдя уникальный кабель питания аппаратуры, астронавты только определили места для будущей установки видеокамер с целью обслуживания эксперимента.

Установка видеокамер высокой четкости

2 февраля специалисты японского ЦУПа в Цукубе экипировали японский манипулятор JEM RMS локвой насадкой SFA. На следующий день с помощью манипулятора они демонтировали адаптер с узла EFU №5 на внешней платформе JEF и положили его на выдвижной стол шлюзовой камеры японского модуля Kibo. После этого стол задвинули в шлюз и закрыли его внешний люк.

6 февраля экипаж наддул шлюзовую камеру и проверил ее герметичность. На следующий день астронавты открыли внутренний люк шлюза, выдвинули стол и установили на адаптер аппаратуру HDTV-EF2. Она состоит из видеокамер высокой четкости для съемки земной поверхности и была привезена японским кораблем HTV-6 в декабре 2016 г. (НК №2, 2017, с.14). Затем стол задвинули обратно в шлюзовую камеру, закрыли внутренний люк и разгерметизировали шлюз.

8 февраля аппаратура HDTV-EF2 была перенесена со стола на узел EFU №5 на платформе JEF, а затем манипулятор JEM RMS избавился от насадки SFA.

15 февраля экипаж смонтировал на выдвижном столе адаптер SAM и многоцелевую экспериментальную платформу MPEP, а 17 февраля на платформу был установлен пусковой контейнер NRCSD №10. Внутри контейнера находились четыре спутника Lemur-2 и аппарат TechEdSat-5.

27 февраля шлюзовая камера модуля Kibo была разгерметизирована. Запуск спутников планируется на 6 марта.

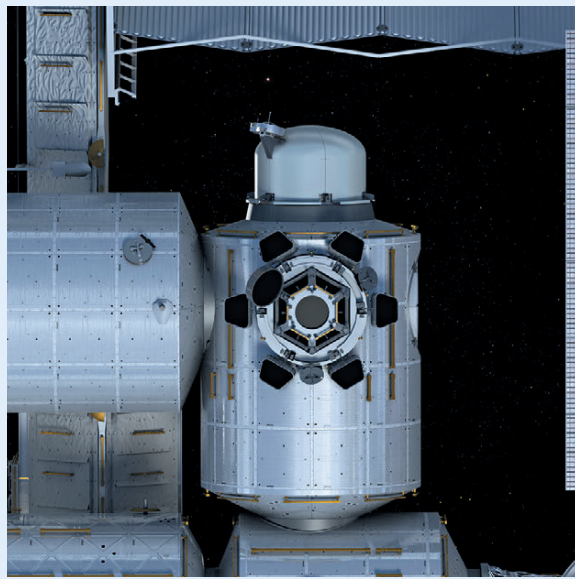
Коммерческий шлюз для МКС

6 февраля фирма NanoRacks объявила о начале создания первой коммерческой шлюзовой камеры для американского сегмента МКС с целью запуска спутников и выноса наружу станции различных полезных грузов. Доставка камеры на станцию в негерметичном отсеке грузового корабля Dragon и ее установка с помощью дистанционного манипулятора SSRMS на левом узле модуля Tranquility планируется в 2019 г.

Пассивный узел пристыковки PCBM для шлюза изготовит компания Boeing. Она же поможет NanoRacks в разработке и производстве шлюзовой камеры. Кроме того, фирма ATA Engineering (город Сан-Диего, штат Калифорния) займется механическим и тепловым анализом и испытаниями шлюза.

Шлюзовая камера представляет собой цилиндрический модуль диаметром 2 м и длиной 1,8 м. Предполагается, что астронавты будут устанавливать в шлюзе пусковые контейнеры со спутниками. После этого шлюзовая камера будет отсоединяться от МКС манипулятором SSRMS и переводиться в положение для запуска аппаратов и затем пристыковываться обратно к станции.

В настоящее время для запуска космических аппаратов с американского сегмента МКС и выноса наружу различного оборудования используется шлюзовая камера японского Экспериментального модуля Kibo. Однако она имеет небольшой размер и не подходит для работы с большой полезной нагрузкой. Кроме того, японский шлюз ограничен количеством использований (десять раз в год), и его применение поровну делится между JAXA и NASA. Шлюзовая камера NanoRacks по задумке будет в пять раз превышать возможности японского шлюза.



Место утечки аммиака определено

1 февраля специалисты хьюстонского ЦУПа на видео с телекамеры высокого разрешения EHDC, расположенной на верхней внешней части секции P1 американской поперечной фермы, зафиксировали многократное появление белых частиц. Впервые «снежинки» дали о себе знать в октябре 2016 г., что свидетельствовало об утечке аммиака (НК № 12, 2016, с. 21).

Примечательно, что 1 февраля телекамера смотрела в район блока клапанов балки радиаторов RBVM P1-3-2 контура В внешней активной системы терморегулирования EATCS на секции P1. И в том же месте в декабре 2016 г. с помощью течеискателя RELL были обнаружены пары аммиака (НК № 2, 2017, с. 4-5)...

В связи с этим NASA приняло решение о повторном сканировании блока RBVM прибором RELL. Это означало, что 8 февраля астронавтам нужно снова залезть в гермоадаптер PMA-2 на Узловом модуле Harmony, чтобы забрать оттуда адаптер JOTI, используемый для крепления течеискателя RELL на выдвижном столе шлюзовой камеры модуля Kibo. А ведь только 30 января адаптер был уложен экипажем на хранение в гермоадаптере PMA-2...

10 февраля по командам с Земли манипулятор SSRMS шагнул на мобильную базовую систему MBS и экипировался ловкой насадкой Dextre. После этого мобильный транспортер с манипулятором переехал по поперечной ферме из рабочей точки WS4 в точку WS7. В тот же день Уитсон смонтировала адаптер JOTI с течеискателем аммиака RELL на столе, задвинула его в шлюзовую камеру модуля Kibo и закрыла внутренний люк.

11 февраля манипулятор SSRMS захватил прибор RELL и в течение двух суток проводил сканирование модуля RBVM P1-3-2 с различных точек. Затем течеискатель был возвращен в шлюз модуля Kibo, а мобильный транспортер с манипулятором передвинулся обратно в точку WS4. 15 февраля астронавты сняли с выдвижного стола прибор RELL.

Предварительный анализ полученных результатов подтвердил, что утечка аммиака находится в районе модуля RBVM P1-3-2 со стороны радиаторов, и в ближайшем выходе в открытый космос, намеченном в конце марта, экипаж осмотрит данное место.

17 февраля астронавты сфотографировали место утечки из Обзорного модуля Cupola.

25 февраля неназванная представительница пресс-службы NASA, отвечая на вопрос РИА «Новости» (!), признала наличие утечки из контура В системы терморегулирования EATCS. «На протяжении последних нескольких лет (!) инженеры ведут наблюдение за утечкой [аммиака], которая незначительно превышает ожидаемые показатели, – сказала она. – В последние шесть месяцев [отмечается] тенденция небольшого повышения [уровня утечки]. В таких условиях система может работать в штатном режиме несколько лет без [необходимости предпринимать] какие-либо действия».

Пегги настригла капусты

10 февраля экипаж сменил лампы белого цвета в стойке изучения жидкостей FIR, которые являются источником света, переда-

РКК «Энергия» проектирует российскую орбитальную станцию

22 февраля генеральный директор РКК «Энергия» Владимир Солнцев в интервью РИА «Новости» рассказал о разработке российской орбитальной станции (РОС).

«Собственная РОС, которая сможет работать на орбите после утилизации МКС, проектируется на основе нескольких составных частей. Это модули, уже прописанные в новой Федеральной космической программе на 2016–2025 гг.: МЛМ-У (усовершенствованный Многоцелевой лабораторный модуль «Наука»), УМ (Узловой модуль «Причал»), НЭМ (Научно-энергетический модуль), – отметил он. – Кроме того, позже в состав РОС могут быть включены также шлюзовой (ШМ) и трансформируемый (ТМ) модули, создание которых в ФКП в настоящее время, к сожалению, не предусмотрено».

По словам Владимира Львовича, для управления РОС предполагается задействовать наземную инфраструктуру, применяемую сейчас для управления российским сегментом МКС. «Для обеспечения ротации экипажей и грузопотока будут использоваться корабли «Союз МС» и «Прогресс МС», а также разрабатываемый в настоящее время РКК «Энергия» корабль повышенной грузоподъемности», – рассказал он.

В.Л. Солнцев сообщил, что при условии успешного завершения развертывания российского сегмента МКС функционирование РОС может начаться сразу после отделения от МКС связки модулей МЛМ-У–УМ–НЭМ. «Предусматривается, что модуль НЭМ во время полета в составе МКС будет дооснащен элементами и системами, необходимыми для работы в составе РОС в качестве базового блока», – пояснил он.

Владимир Львович отметил, что РОС представляет собой структуру с центральным Узловым модулем «Причал», к которому стыкуются все остальные модули и корабли. «Все стыковочные порты РОС оснащаются единой гибридной системой стыковки, – уточнил он. – При необходимости замены отработавших свой ресурс модулей каждый из них самостоятельно или с помощью грузового корабля может быть отстыкован и сведен с орбиты, а на его место доставлен новый модуль. При необходимости замены узлового модуля планируется вывести на орбиту его дублера, к которому в дальнейшем пристыкнутся новые целевые конструкции».

Владимир Солнцев добавил, что с технической точки зрения РКК «Энергия» считает целесообразным завершить программу МКС в 2024 г. и перейти к программе РОС, однако признал, что при принятии подобного решения необходимо учитывать политический аспект.

ваемого по оптоволоконному кабелю в микроскоп LMM. Срок их службы закончился, и велика вероятность того, что они откажут во время эксперимента Biophysics-1 по изучению эффекта макромолекулярного переноса белка при кристаллизации в невесомости, оборудование для которого привез корабль Dragon (полет SpX-10).

22 февраля астронавты поменяли места оптоволоконные кабели, так как при проверке 16 февраля одна из ламп не заработала. 26 февраля они установили в стойку образцы эксперимента Biophysics-1.

13–14 февраля астронавты подготовили четыре домика для мышей, прибывающих на корабле Dragon (SpX-10), в рамках эксперимента Rodent Research-4, который изучает изменение костной ткани в невесомости. 25 февраля грызуны были заселены в домики.

17 февраля Пегги завершила эксперимент Veg-03 по выращиванию в оранжерее Veggie китайской капусты. Она собрала урожай из шести кустиков капусты сорта Токио Бекана.

Часть капусты экипаж съел, а часть уложил в морозильник для возвращения на Землю с целью изучения в Космическом центре имени Кеннеди. «Я люблю садоводство на Земле, и это также весело в космосе, – написала Уитсон в твиттере в начале февраля. – Мне просто нужно больше места для посадок!»

Стоит отметить, что одно из шести семян капусты, посаженных в оранжерее в январе, долгое время никак не проросло, так как находилось немного выше остальных, из-за чего недополучало воду. «Пегги сделала потрясающую работу, – сказала руководитель эксперимента Николь Дюфо (Nicole Dufour). – Она не опустила руки и смогла прорастить семя в подушечке D».

21 февраля экипаж установил микроскоп для эксперимента MESC, исследующего воздействие невесомости на репликацию створчатых клеток. 24 февраля образцы клеток были перемещены из инкубатора биологического модуля SABL-1 в инкубатор SABL-2. 27–28 февраля Пегги наблюдала образцы в





▲ Интерьер модуля ФГБ «Заря»

микроскопе и часть из них поместила в морозильник.

23 февраля экипаж начал пять образовательных экспериментов по химии и биологии в стойке NanoRacks-9. Модуль NanoRacks-71 с двумя школьными экспериментами по выращиванию растений также был включен.

25 февраля астронавты извлекли семена резувовидки Таля (*Arabidopsis thaliana*) из морозильника и высадили их в 27 чашек Петри в оранжевое Veggie. Эксперимент APEX-04 исследует воздействие невесомости на растения на молекулярном уровне. 26 февраля экипаж сообщил специалистам, что в оранжевое образуется конденсат.

24 февраля грузовой корабль «Прогресс МС-05» привез на станцию образцы для следующих биотехнологических экспериментов:

- ◆ «Микровир» (исследование влияния факторов космического полета на скорость литического действия бактериофагов на бактерии);

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

- ◆ «Продуцент» (оптимизация свойств бактериальных штаммов-продуцентов путем экспозиции в условиях орбитального космического полета и последующей наземной селекции);

- ◆ «Биопленка» (исследование закономерностей формирования биопленок в условиях микрогравитации);

- ◆ «Регенерация-1» (влияние различных факторов космического полета на процессы регенерации у биообъектов по морфологическим и электрофизиологическим показателям);

- ◆ «Асептик» (изучение надежности и эффективности методов и технических средств создания асептических условий для проведения биотехнологических экспериментов);

- ◆ «Пробиовит» (разработка простой и удобной технологии получения активного

лечебно-профилактического пробиотического продукта, обладающего иммуномодулирующими свойствами).

Заниматься этими исследованиями предстояло Сергею Рыжикову, Андрею Борисенко и Олегу Новицкому.

«Робонавт» дождался своего часа

В этом месяце на российском сегменте станции космонавты выполнили технические эксперименты «Таймер» (изучение МКС как технической среды при проведении экипажем научных исследований и служебных операций), «Идентификация» (исследование динамики конструкции МКС при различных внешних силовых воздействиях с учетом изменения модульного состава станции) и «Плазменный кристалл-4» (наблюдение плазменно-пылевых кристаллов и жидкостей в условиях микрогравитации).

1 февраля в модуле Kibo Кимброу осуществил эксперимент SPHERES Tether Demo с целью изучения динамики буксирования

Космос останавливает старение клеток

Ученые NASA, проанализировавшие результаты 11-месячного полета на МКС Скотта Келли, сообщили о необычном поведении теломеров в клетках астронавта.

Теломеры – это концевые участки хромосом, защищающие их от поломок, и на протяжении всей жизни человека они постепенно укорачиваются. Сокращение теломеров до определенной критической точки переводит клетку в «режим старости», выключая ее из работы организма.

«Теломеры Скотта Келли начали удлиняться в космосе, что может быть связано с пониженным потреблением пищи и повышенным уровнем физической активности на борту МКС. Но когда он вернулся на Землю, теломеры опять начали сокращаться», – заявили ученые.

По их мнению, можно говорить о том, что пребывание в космосе по каким-то пока не известным причинам приводит к остановке процесса клеточного старения или даже к омоложению клеток.



в невесомости одного микроспутника другим. 2–3 февраля он провел эксперимент SPHERES Halo, использующий микроспутники для отработки адаптивной технологии навигации и управления, которая необходима для роботизированной сборки и обслуживания спутников на орбите. 9 и 14 февраля Шейн выполнил эксперимент SPHERES Universal Docking Port по стыковке микроспутников в невесомости.

В феврале у экипажа наконец-то дошли руки до человекоподобного робота Robonaut 2. Андроид не работал с июля 2015 г., с тех пор астронавты при содействии ЦУП-Х пытались привести его в чувство. В марте 2016 г. проблема была найдена – и две платы из «Робонавта» были возвращены на Землю для проверок.

1 февраля Уитсон установила в андроид платы, прибывшие обратно на станцию. Впервые за долгое время у «Робонавта» горели индикаторы как у исправного. Наземные специалисты провели тестирование андроида в поисках оставшихся неисправностей. 16 февраля Пегги продолжила работу, однако вернуть Robonaut 2 в полноценное функционирование пока не получается из-за продолжающихся сообщений о проблемах с подачей электропитания.

1 февраля астронавты сменили переднее окно у перчаточного бокса MSG: новое стало съемным, что облегчит доступ внутрь бокса для монтажа и обслуживания научной аппаратуры. Затем экипаж переустановил в боксе оборудование эксперимента PBRE (исследование одновременного течения газов и жидкостей через колонку, заполненную фиксированной пористой средой) и подсоединил кабели и шланги. 10 февраля эксперимент был завершен, а аппаратуру демонтировали и уложили для спуска на Землю «Драконом» (SpX-10).

2 февраля экипаж установил блок SCE в экспериментальный модуль EXM внутри европейской печи EML с целью измерения электросопротивления образцов материалов. 3 февраля астронавты заменили держатель образцов в печи с электромагнитной левитацией ELF, находящейся в многоцелевой стойке малых полезных нагрузок MSPR-2 в модуле Kibo. 13 февраля экипаж сменил в ней картридж с образцами материалов.

9 февраля Пегги и Тома заменили газовый баллон внутри стойки изучения горения CIR. В стойке установлена многопользовательская аппаратура горения топлива MDCA для эксперимента CFI по изучению «холодного пламени». 21 февраля экипаж переустановил камеру в CIR. Дело в том, что при ее проверке 10 февраля была обнаружена неснятая прозрачная крышка...

15 февраля астронавты провели эксперимент CFE-2 по изучению перемещения жидкостей в невесомости через емкости разных геометрий. 17 февраля Шейн заменил карты памяти в аппаратуре эксперимента Strata-1, моделирующего свойства реголита на малых космических телах.

21 февраля экипаж сменил экспериментальный картридж в печи SQF, где проводится эксперимент METCOMP по изучению метастабильного затвердевания композитов. В тот же день астронавты должны были управлять наземным «роботом» в рамках

эксперимента Haptics-2, но произошел механический отказ джойстика.

23 февраля экипаж запустил низкотемпературный рост белковых кристаллов в интересах японского эксперимента LT PCG.

Прибытие «Прогресса»

24 февраля в 08:29:49 UTC грузовой корабль «Прогресс МС-05» причалил к МКС.

Космонавты проверили герметичность стыка между грузовиком и Стыковочным отсеком «Пирс», открыли переходные люки, установили быстросъемные винтовые зажимы на стыке, взяли образцы воздуха с помощью пробозаборника АК-1М и проложили воздухопровод в «Прогресс». После этого началась разгрузка корабля, и, в первую очередь, на станцию переносились срочные и американские грузы.

В тот же день экипаж сменил блок фильтров углекислого газа в Функционально-грузовом блоке «Заря» на доставленный «Прогрессом». 27 февраля космонавты демонтировали стыковочный механизм грузовика.

Тем временем 6 февраля пресс-служба РКК «Энергия» сообщила, что первым запускаемым из контейнера спутником, который будет установлен на внешней поверхности «Прогресса» (НК № 12, 2014, с. 13), станет малый космический аппарат Национального исследовательского технологического университета МИСиС. Выведение спутника намечается в 2017 г.

Общение с Землей

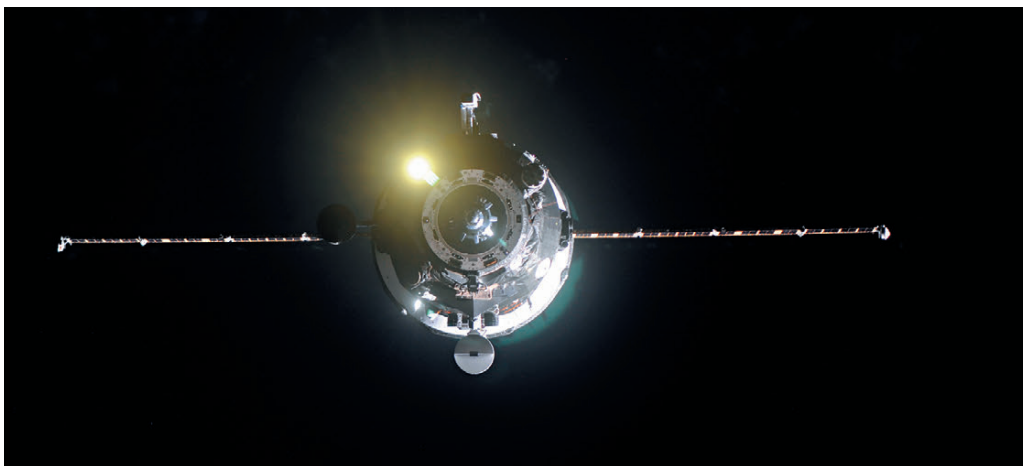
2 февраля Кимброу посредством радиоловительской связи ответил на вопросы школьников из Данбери (штат Коннектикут). В тот же день Тома с помощью телемоста поговорил с учащимися школы Cours Saint Maur в княжестве Монако.

9 февраля посредством телемоста Песке ответил на вопросы детей из средней школы Сибрук в Хьюстоне (штат Техас). В тот же день Шейн почитал на видеоканалу детскую книгу Джеффри Беннета «Макс отправляется на космическую станцию», а также показал, как плавать и седиментация происходят в условиях микрогравитации.

10 февраля Кимброу побеседовал по радиосвязи со студентами академии Palmetto Scholars в Норт-Чарлстоне (штат Южная Каролина). 13–14 февраля был проведен эксперимент «Интер-МАИ-75» (передача видео медленной развертки по радиоловительской связи) с использованием радиостанции Kenwood D710 в Служебном модуле «Звезда» и ноутбука RSK-2. Транслируемые изображения принимались радиоловителями из России и Европы.

13 февраля Тома через телемост поговорил со студентами колледжа имени Андре Мальро во французском Шателайон-Пляже. 22 февраля Кимброу побеседовал с учащимися средней школы имени Джона Гленна в Мейплвуде (штат Миннесота).

25 февраля Борисенко по любительской радиосвязи поговорил с участниками проек-





▲ Пегги и Тома внутри надувного модуля BEAM

та «Космическая одиссея» в Красноярске. В тот же день Песке разговаривал по радиосвязи с французскими школьниками из Сен-Дионизи.

26 февраля Андрей в сеансе радиосвязи отвечал на вопросы школьников из Центра космической связи «Радуга» в Санкт-Петербурге.

Посещение надувного модуля

2 февраля Пегги заскочила в надувной модуль BEAM. Она установила трехосный акселерометр TAA на поверхности BEAM и блок RSU внутренней беспроводной измерительной системы IWIS в модуле Tranquility. После этого Уитсон провела испытания по определению частот и форм собственных колебаний конструкции: ударила кулаком по стенкам модуля – и акселерометр измерял вибрацию. Этот тест также проводила Кэтрин Рубинс в сентябре 2016 г., однако данные с акселерометра не были получены по причине неправильного подключения кабелей (HK № 11, 2016, с. 14).

Между тем компания Bigelow Aerospace сообщила 18 января, что работа модуля BEAM превосходит все ожидания и она предлагает NASA продлить первоначальный двухлетний срок нахождения BEAM в составе МКС.

Очередной прилет «Дракона»

В феврале на американском сегменте станции готовились к приему грузового корабля Dragon (миссия SpX-10).

6 февраля Шейн, Тома и Пегги ознакомились с циклограммой сближения и захвата «Дракона» и действиями по мониторингу и управлению кораблем. На следующий день было обновлено программное обеспечение запасного блока связи УКВ-диапазона CUCU. Для этого астронавты отстыковали кабели от основного блока CUCU и подсоединили их к запасному, а после обновления вернули кабели в исходное положение.

8 февраля экипаж на тренажере ROBot отработывал сближение и захват «Дракона» манипулятором SSRMS. 15 февраля были протестированы блоки CUCU, а манипулятор шагнул с мобильной базовой системы MBS на модуль Harmony. На следующий день Шейн и Тома, находясь в модуле Cupola, практиковались в ловле «Дракона» с помощью манипулятора SSRMS и узла захвата на Многоцелевом модуле Leonardo.

17 февраля астронавты подготовили нижний узел модуля Harmony к прибытию грузовика.

Захват корабля Dragon манипулятором SSRMS планировался на 22 февраля в 11:00 UTC. Однако при выполнении подхода к МКС в 08:25 бортовой компьютер «Дракона» прекратил сближение из-за получения некорректного вектора состояния МКС. Прибытие корабля на станцию пришлось отложить на сутки.

– Я просто хочу дать вам знать, что «Дракон» находится на 24-часовой безопасной траектории, – сообщил астронавт и капком Майкл Хопкинс. – У нас была несходимость фильтра RGPS (системы взаимной навигации. – Ред.), и мы сейчас работаем над планированием очередной попытки [сближения] на завтра.

– Хорошо, я принял, спасибо за объяснение. Тогда я надеюсь поприветствовать «Дракона» на борту [станции] завтра, – ответил Тома.

23 февраля в 10:44 Кимброу и Песке поймали корабль манипулятором SSRMS. Наземные специалисты дистанционно подвели и в 13:12 присоединили грузовик к нижнему узлу модуля Harmony.

В этот же день астронавты открыли люк в «Дракон» и приступили к его разгрузке, которая была закончена... спустя два дня. 24 февраля для переноса на внешнюю поверхность станции оборудования, достав-

▼ В модуле Cupola все готово для приема грузовика Dragon



ленного в негерметичном отсеке корабля, манипулятор SSRMS по командам с Земли надел насадку Dextre.

На следующий день с помощью второй руки Dextre из грузовика извлекли оборудование STP-H5. 26 февраля мобильный транспортер с манипулятором был перемещен по американской поперечной ферме из рабочей точки WS6 в точку WS7. 27 февраля с использованием первой руки Dextre снял оборудование OPALS, предназначавшееся для демонстрации лазерной связи, с адаптера FRAM-8 на внешней платформе ELC-1.

На следующий день OPALS был временно установлен на платформу EOTP насадки Dextre, а STP-H5 сначала переместили со второй руки на первую и потом ею установили на платформу ELC-1 на место, которое ранее занимал OPALS. Включение STP-H5 с аппаратурой для 13 экспериментов прошло без замечаний.

После этого мобильный транспортер с манипулятором переехал обратно в рабочую точку WS6.

Обновление программного обеспечения

7 февраля в рамках подготовки к вводу в эксплуатацию стойки с кухней в модуле Unity экипаж отключил среднетемпературный контур внешней системы терморегулирования Шлюзового отсека Quest от системы терморегулирования Лабораторного модуля Destiny и подключил его к системе терморегулирования модуля Tranquility.

Кроме того, магистрали внутренней системы терморегулирования модуля Unity планировалось с помощью перемычки подключить к системе терморегулирования модуля Destiny для нормального охлаждения стойки с кухней. Однако астронавты столкнулись с тем, что быстроразъемные соединения на перемычке имели некорректные ключи для присоединения...

Пока ЦУП-Х думал, как решить эту проблему, 8 февраля экипаж подстыковал к стойке с кухней кабели питания и передачи данных и жидкостные магистрали, а также установил и подключил в стойке нагреватель пищи и морозильник Merlin-2.

6–7 февраля астронавты по подсказкам с Земли подключали тестовый кабель питания поочередно к перекидным воздушным клапанам системы удаления углекислого газа CDRA



▲ Сыр!!!

в модуле Destiny. Благодаря этим действиям была обнаружена причина беспокоящего уже несколько лет короткого замыкания – неисправность клапана ASV 102. 13 февраля его заменили. Неисправный клапан спустят на Землю кораблем Dragon (SpX-10) для анализа.

28 февраля Кимброу и Уитсон приступили к трехдневной операции по замене двух патронов осушителя/адсорбента в системе CDRA в модуле Destiny на модернизированные. Дело в том, что адсорбент (цеолит), использующийся в патроне для поглощения воды из воздуха, со временем отслаивается и образует пыль, которая снижает поток воздуха через патрон. Модернизированные патроны, которые с мая 2015 г. используются в аналогичной установке CDRA в модуле Tranquility, в отличие от старых, можно разбирать и обслуживать на орбите.

Итак, астронавты вынули систему CDRA из стойки в модуле Destiny и разобрали ее, отсоединив все клапаны и воздуховоды, чтобы добраться до патронов. Однако при вытаскивании установки из стойки они забыли отстыковать кабель питания перекидных воздушных клапанов и повредили его... Пока ЦУП-Х «чесал репу», экипаж демонтировал два старых патрона осушителя/адсорбента.

8 февраля астронавтам не удалось выполнить еженедельный перезапуск питания у бегущей дорожки Colbert в модуле Tranquility. «Земля» попыталась сделать это сама, но тоже безрезультатно. При этом все светодиоды свидетельствовали о нормальной работе дорожки. Однако когда экипаж собрался побегать, то обнаружил, что приводной ремень дорожки не работает.

9 февраля ЦУП-Х выяснил, что проблема с перезапуском питания была связана с переполнением карты памяти. Карту почистили, дорожку Colbert протестировали – и ремень заработал. 27 февраля астронавты провели полугодовое обслуживание дорожки.

8 февраля космонавты заменили точку беспроводного доступа в модуле «Звезда».

8 февраля Олег, Тома и Пегги в корабле «Союз МС-03» потренировались выполнять спуск в случае аварии на МКС. Такую же тренировку в корабле «Союз МС-02» 10 февраля провели Сергей, Андрей и Шейн. Последние

к тому же 8 февраля примерили индивидуальные кресла-ложементы «Казбек-УМ» в спускаемом аппарате, убедившись, что зазоры находятся в допустимых пределах.

8 февраля астронавты провели обслуживание установок аварийного перемещения SAFER, надеваемых на скафандры EMU при выходах в открытый космос. 28 февраля Тома почистил контуры водяного охлаждения скафандров EMU № 3003 и № 3010.

8 февраля россияне проверили работоспособность выходных скафандров «Орлан-МК» № 4 и № 6 и блоков стыковки со скафандром.

10 февраля космонавты обновили программное обеспечение пульта управления бегущей дорожки БД-2 в модуле «Звезда». В тот же день астронавты заменили водяной аккумулятор в системе терморегулирования модуля Kibo.

В середине февраля ЦУП-Х провел обновление программного обеспечения 12 мультиплексоров-демультиплексоров (компьютеров) MDM и семи лэптопов PCS на американском сегменте МКС с версии X2R14 на X2R15. Она улучшит связь и взаимодействие с прибывающими кораблями.

13 февраля на новое ПО перевели два компьютера GNC MDM системы управления движением и навигации. На следующий день настал черед трех командно-управляющих компьютеров C&C MDM. 15 февраля было обновлено ПО двух компьютеров полезной нагрузки PL MDM и компьютера LA-1 MDM в модуле Destiny, а 16 февраля – четырех компьютеров MDM на секциях P1 и S1.

13 февраля переработку мочи в системе UPA в модуле Tranquility пришлось дважды прекращать из-за высокого загрязнения дистиллята урины. 14 февраля экипаж слил солевой раствор урины из бака рециркулярной фильтрации ARFTA № 2, который, по мнению специалистов, мог быть плохого качества, и на следующий день заменил его на бак ARFTA № 1.

15 февраля космонавты занимались перестыковкой кабелей на стабилизаторах напряжения и тока СНТ-25 и СНТ-26 в системе электропитания модуля «Звезда». 16 февраля экипаж вкрутил отсутствующий винт на изогнутой рукоятке силового нагружателя aRED в модуле Tranquility. 21 февраля на тренажере были заменены оба каната.

21 февраля экипаж сменил приемник урины и фильтр-вставку в ассенизационно-санитарном устройстве (туалете) модуля Tranquility. 24 февраля произошел отказ объединенной станционной локальной сети JSL-2, который был решен перезапуском питания интегрированных связанных блоков ICU.

▼ 27 февраля Тома Песке отмечал день рождения. На «Драконе» прилетел подарок – саксофон. Ну и не только...



SpaceX дебютирует с комплекса LC-39A



Е.Рыжков специально для «Новостей космонавтики»

19 февраля 2017 г. в 09:38:59.5 EST (14:38:59.5 UTC) со стартового комплекса LC-39A Космического центра имени Кеннеди в штате Флорида специалисты компании Space Exploration Technologies Corporation (SpaceX) осуществили пуск FH Falcon 9 FT №31 с автоматическим грузовым кораблем Dragon, выполняющим полетное задание CRS SpX-10 (Commercial Resupply Services SpaceX-10).

Старт и полет носителя прошли штатно, и через 605 сек после отрыва ракеты от Земли корабль отделился от последней ступени и вышел на орбиту с параметрами:

- наклонение – 51.63°;
- высота в перигее – 198.8 км;
- высота в апогее – 364.5 км;
- период обращения – 90.09 мин.

В каталоге Стратегического командования США аппарат получил номер **42053** и международное обозначение **2017-009A**.

Состоявшийся пуск стал первым для SpaceX с исторического стартового комплекса LC-39A, который не использовался после завершения в 2011 г. программы Space Shuttle. Кроме того, это была вторая пусковая кампания SpaceX после аварии на старте 1 сентября 2016 г., когда был утрачен израильский спутник связи AMOS-6.

Напомним, что первый полет FH Falcon 9 состоялся в июне 2010 г., а нынешний старт – уже 30-й. Считая данную миссию, в копилке у SpaceX сейчас 28 успешных запусков, один частично успешный и один полностью неудачный.

После сентябрьской аварии SpaceX надолго лишилась своей постоянной стартовой площадки SLC-40. Чтобы возобновить пуски как можно скорее, компания решила воспользоваться соседним стартовым комплексом LC-39A, который реконструировала для пусков ракет Falcon Heavy, пилотируемых миссий «Дракона» и других стартов, осуществляемых при поддержке NASA.

Исторический стартовый комплекс

Площадка LC-39A, история которой началась в 1960-х годах, имеет большое значение для американской космонавтики. Она является частью технического и стартового комплекса, расположенного на о-ве Мерритт в округе Бревард штата Флорида и построенного специально под лунную программу.

Комплекс состоит из стартовых площадок LC-39A* и LC-39B, Здания сборки системы VAB (Vehicle Assembly Building), соединяющей их специальной трассы, используемой гусеничными транспортерами СТ (Crawler Transporter) для перевозки мобильных пусковых платформ MLP (Mobile Launcher Platform), Центра управления запуском и других вспомогательных зданий. Комплекс возводился специально для пусков сверхтяжелой FH Saturn V. Строительство обошлось в 800 млн \$ в ценах 1960-х годов.

Первый Saturn V стартовал с LC-39A 9 ноября 1967 г. Отсюда же 16 июля 1969 г. к Луне ушел Apollo 11, а 14 мая 1973 г. была выведена на орбиту американская орбитальная станция Skylab. Двенадцать из тринадцати ракет этого типа стартовали с LC-39A и лишь одна – с LC-39B. Зато отсюда были запущены четыре последние ракеты Saturn IB с пилотируемыми экспедициями на Skylab и с американским экипажем проекта Apollo/Союз.

В 1981 г. после модернизации на LC-39A начались пуски первой в мире многоразовой системы Space Shuttle. 82 из 135 стартов «челноков» состоялись с данной площадки, остальные 53 – с LC-39B. Последняя была выведена из эксплуатации в 2006 г., а 28 октября 2009 г. с нее состоялся первый и единственный старт ракеты Ares I. Таким образом, всего в 1967–2011 гг. с двух площадок LC-39 было выполнено 153 пуска – 94 с 39A и 59 с 39B. Состоявшийся старт FH Falcon 9 стал 95-м в истории LC-39A и 154-м для комплекса в целом.

В ближайшее время NASA также намерено продолжить его эксплуатацию по на-

циональной космической программе: пуски сверхтяжелого носителя SLS (Space Launch System) будут осуществляться с площадки LC-39B.

В 2014 г. SpaceX заключила с NASA договор лизинга по эксплуатации площадки LC-39A сроком на 20 лет. Компания провела значительную модернизацию конструкции старта и наземных систем, сохранив при этом важные элементы инфраструктуры. Чтобы комплекс мог принимать как Falcon 9, так и гораздо более мощный Falcon Heavy, необходимо было существенное переустройство площадки, которое также создало возможности для запуска пилотируемых кораблей Dragon V2.

Подготовка и запуск

В настоящее время Dragon играет особую роль в снабжении МКС: это единственное транспортное средство, способное полностью возвращать на Землю достаточно большие грузы (не беря в расчет российский «Союз», который в полной загрузке на трех членов экипажа может привезти обратно со станции считанное количество образцов и результатов экспериментов).

Первоначальный контракт между NASA и SpaceX на грузовое обеспечение МКС был подписан в 2008 г. и предусматривал выполнение 12 полетов с максимальной суммарной оплатой 1.6 млрд \$. В начале 2015 г. он был дополнен тремя полетами стоимостью по 150 млн \$ каждый, а в декабре 2015 г. NASA заказало SpaceX еще пять грузовых экспедиций. В результате максимальная стоимость работ достигла 3.1 млрд \$.

10-й старт по программе CRS из 20 заказанных подводит некую черту: компания Элона Маска наполовину выполнила свои обязательства перед NASA по снабжению МКС – если, конечно, забыть о полете CRS SpX-7, закончившемся взрывом ракеты 28 июня 2015 г.

* Первоначальное проектное обозначение – LC-39C.

По сообщению 45-го космического крыла, в пуске 19 февраля впервые в американской практике была задействована бортовая система обнаружения опасных ситуаций и аварийного прекращения полета AFSS (Autonomous Flight Safety System). Опираясь на бортовые источники навигационной информации и заложенные в программу специализированного компьютера критерии, система самостоятельно решает, когда аварийный полет носителя начинает представлять угрозу для местных жителей и собственности, и прекращает его. Тем самым снимается зависимость от полигонных средств контроля и управления подрывом, снижается стоимость пуска. Сроки стартов становятся более предсказуемыми и гибкими, а их частота может быть увеличена.

Отмечалось, что, выполняя контракт CRS, SpaceX восстановила возможности США по доставке и возвращению существенного количества грузов, включая живые растения и животных, на орбитальную лабораторию и обратно.

В январе 2016 г. NASA объявило, что FH Falcon 9 и корабль Dragon компании SpaceX выбраны для снабжения МКС в 2019–2024 гг. по второму этапу программы оказания услуг по коммерческому снабжению CRS (Commercial Resupply Services). По программе CRS-2 планируется по крайней мере шесть полетов «Драконов».

Десятая миссия грузового корабля Dragon к МКС состоялась после полугодового перерыва, обусловленного сентябрьской аварией FH Falcon 9 на станции ВВС «Мыс Канаверал». К наступающему времени на пострадавшей от взрыва площадке SLC-40, расположенной в нескольких километрах к югу от LC-39A, проведены все необходимые исследования, составлен проект и план работ, но выполнена лишь малая их часть. Строительно-монтажные компании под руководством инженеров SpaceX усердно работают над восстановлением комплекса.

Изначально старт намечался на 18 февраля в 10:01 EST (15:01 UTC) с резервной возможностью запуска на следующий день в 09:38 EST.

В ночь на 10 февраля носитель был вывезен на стартовый комплекс, а 12 февраля прошло огневое испытание двигательной установки первой ступени.

Табл. 1. Циклограмма полета

Время	Событие
-0:03	Зажигание двигателей Merlin первой ступени
-0:00	Старт
0:18	Начало маневра по тангажу и крену
1:09	Преодоление скорости звука
1:15	Максимальная динамическая нагрузка, дросселирование двигателя
1:40	Начало захолаживания двигателя Merlin Vac второй ступени
2:21	Отключение двигателей первой ступени
2:24	Разделение ступеней
2:27	Маневр выхода первой ступени из области факела второй ступени, разворот первой ступени двигателями вперед
2:32	Зажигание двигателя Merlin Vac второй ступени
2:41	Маневр торможения первой ступени для возвращения (45 сек)
3:25	Сброс головного обтекателя Dragon
6:32	Маневр торможения первой ступени перед входом в атмосферу (15–25 сек)
7:33	Реактивное посадочное торможение первой ступени
8:06	Посадка первой ступени
9:05	Выключение двигателя второй ступени
10:05	Отделение корабля Dragon
11:00	Раскрытие панелей солнечных панелей корабля Dragon
2:20:00	Открытие створки блока датчиков системы управления движением и навигации корабля

17 февраля во время загрузки в корабль срочных грузов была выявлена небольшая утечка гелия на второй ступени FH Falcon 9. Официальные представители компании уверяли, что она не несет никакого риска для основных систем ракеты, поскольку относится к системе повторного запуска двигателя второй ступени, которая будет задействована только после того, как Dragon отделится от ракеты, и послужит для выдачи тормозного импульса для увода ступени с орбиты.

Несмотря на заявления, специалисты компании неустанно работали около второй ступени, а Элон Маск написал в твиттере, что добавил контрольную точку в обратный отсчет в T-60 сек для верификации гелиевой системы раскрутки турбонасосного агрегата.

18 февраля все операции по заправке и подготовке к пуску были проведены, но «всплыли» две проблемы. Одну, с программным обеспечением системы аварийного подрыва, удалось снять. Вторая, связанная с гидросистемой приводов управления вектором скорости второй ступени, вроде бы не мешала пуску, но Элон Маск решил перестраховаться. За 13 секунд до «нуля» старт был отменен.

19 февраля запуск состоялся в расчетное время – 09:38:00 EST. Ракета оторвалась от исторического комплекса и сразу же ушла в облака, и уже невидимая для зрителей, легла на курс и устремилась на северо-восток через Атлантику. События, связанные с выведением, представлены в таблице 1.

Отделившись, первая ступень FH Falcon 9 сразу же начала подготовку к возвращению для посадки, в то время как вторая завершила выведение корабля Dragon на заданную орбиту для последующего трехдневного пути к станции.

Вскоре после отделения корабля, на первом витке, вторая ступень выдала кратковременный импульс для схода с орбиты. Ее траектория шла над Ла-Маншем, затем севернее Парижа и через всю Европу к Средиземному морю. Ступень пролетела затем над Ливаном, Сирией и Саудовской Аравией, освещенная солнечными лучами до момента входа в орбитальную ночь над Аравийским морем к востоку от Сомали. Снижаясь по суборбитальной дуге, 13-метровая конструкция вошла в плотные слои атмосферы над Индийским океаном, к юго-западу от Австралии, и разрушилась.

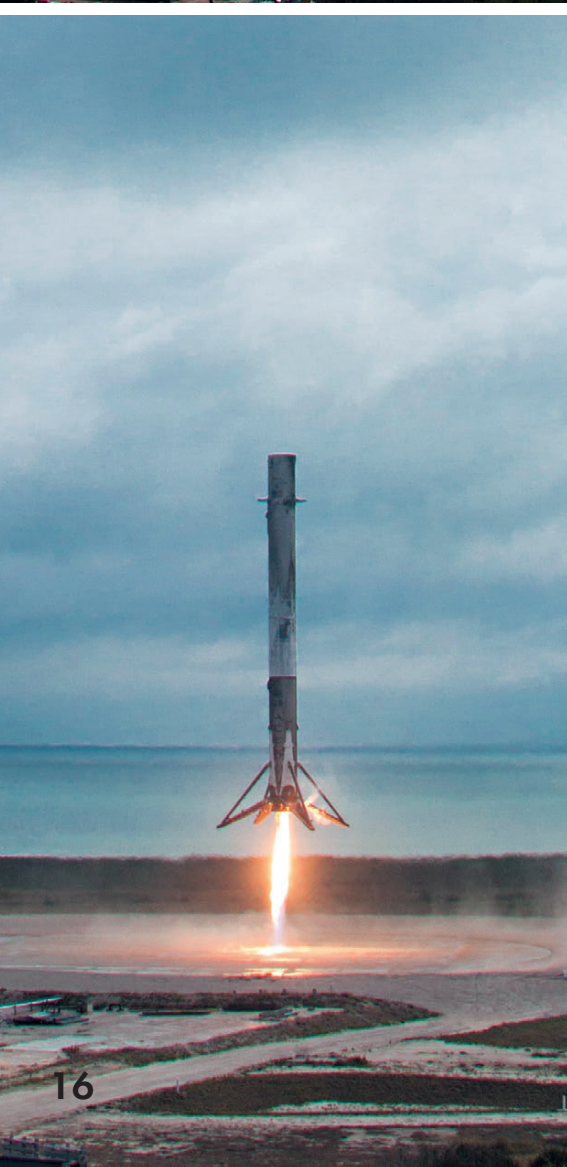
Визуально она была хорошо видна с территории Ирака, Ирана, Кувейта и ОАЭ. Около 15:10 UTC в этих странах было снято несколько десятков видеозаписей яркого пролета ступени над темным небом, причем на некоторых из них видно облако продуктов сгорания от маневра схода с орбиты.

Примечательный факт: при входе первой ступени в земную атмосферу над Ираном и Кувейтом наблюдалось небесное зрелище. После захода Солнца наблюдатели заметили, как быстро движущийся объект промчался сквозь сумрачное небо, и казалось, что он «извергает непроницаемые облака газа». Сначала этот феномен интерпретировали как редкий случай массового наблюдения НЛО, однако впоследствии связали с воскресным пуском FH Falcon 9.

Сразу после пуска провели быструю оценку состояния стартовой площадки: были зафиксированы все элементы, поврежденные в ходе пуска. Повреждения неизбежны с учетом высокой тяги двигателей первой ступени SpaceX (которая, однако, и в подметки не годится той тяге, которую испытывала площадка LC-39A во время пуска «Сатурнов» или шаттлов).

Официальные представители компании SpaceX во время послепусковой конференции объявили, что для данной площадки прогнозируется лишь «косметический ремонт». И правда, ведь в ходе осмотра площадки было отмечено ее «превосходное состояние». В понедельник 20 февраля был федеральный день отдыха в Америке, поэтому специалисты более подробно должны были осмотреть площадку во вторник – чтобы обновить ее к следующему запуску геостационарного спутника связи Echostar 23, который планировался на 28 февраля, но в итоге был перенесен на 16 марта.





Посадка первой ступени

После разделения ступеней первая ступень ракеты возвратилась к месту старта и мягко приземлилась в посадочной зоне LZ-1 (Landing Zone-1) базы ВВС США «Мыс Канаверал» – уже в третий раз в истории Falcon 9.

Траектория возвращения была сформирована двумя импульсами. Первый обнулил горизонтальную скорость ступени и направил ее назад, к стартовому комплексу, второй, продолжительностью около 16 секунд, образовал газодинамический «колокол» вокруг двигателей, не допуская их повреждения от тепловых потоков, связанных с процессом входа в атмосферу. После этого ступень летела по «полубаллистической траектории», используя для управления газореактивные сопла и решетчатые аэродинамические рули. Окончательное торможение началось примерно за 25 сек до планового приземления на LZ-1: центральный двигатель запустился и дросселировался, быстро снижая скорость ракетного блока до нуля для мягкой посадки на четыре раскладывающиеся посадочные опоры спустя примерно 8 мин после старта.

Таким образом, SpaceX добилась реальных результатов в своих попытках посадить первую ступень на землю в рамках второй цели при пусках Falcon 9. Попытки возвращения и посадок на сушу и плавучие платформы говорят о горячем желании компании использовать первые ступени – самый дорогой элемент носителя – повторно.

Напомним: первой в истории SpaceX успешной посадкой ступени было именно приземление на LZ-1, оборудованную на бывшей стартовой площадке LC-13, в декабре 2015 г. Самый первый возвращенный ракетный блок был выставлен как экспонат в штаб-квартире SpaceX в Хоторне, Калифорния.

За 12 попыток SpaceX добилась семи успешных посадок первой ступени, из них пять на барже в море и две на суше. Данная 13-я попытка зафиксирована тоже как успешная.

Автономный полет корабля

Сближение с МКС осуществлялось по трехступенчатой схеме с расчетным временем захвата 22 февраля в 08:25 UTC. В соответствии с ней Dragon провел серию маневров, фазировав свою орбиту так, чтобы подобраться к МКС. Утром 22 февраля корабль находился в 8 км позади станции и на 5 км ниже нее.

Получив разрешение от NASA, специалисты центра управления полетом компании SpaceX дали команду начать финальное сближение на 15 мин раньше расчетного времени. С этого момента экипаж станции стал активно отслеживать корабль. Dragon выполнял стандартный подход к цели снизу, когда в 07:24 на дистанции 1200 м руководитель полета от SpaceX объявил о прекращении сближения и переносе стыковки на сутки.

Причиной оказалось неправильное поведение программного фильтра, используемого для дифференциальной GPS-навигации, то есть для определения текущего положения корабля по отношению к станции. Система относительной навигации, созданная NASA и доработанная SpaceX, впервые была

опробована 20 апреля 2014 г. в ходе миссии CRS SpX-3. Передаваемый кораблю вектор состояния МКС оказался ошибочным – бортовой компьютер «Дракона» его отверг и инициировал отмену режима.

Кстати, в любой точке местонахождения «Дракона» – будь то точка зависания, либо любая другая – и наземные службы, и экипаж МКС могут вручную отменить сближение корабля, пошав команду через специализированный блок связи CUCU (Commercial Orbital Transportation Services Ultra High-Frequency Communication Unit).

Вторая попытка стыковки в четверг 23 февраля началась с серии маневров, которые задали начальные условия по положению и скорости сближения с МКС. Затем на борт были выданы команды, чтобы Dragon подал в нужную точку зависания – 350 м от станции. Придя в нее, корабль остановился, после чего специалисты SpaceX развернули его по рысканью на 180°, чтобы поместить Dragon в нужное положение для захвата манипулятором орбитального комплекса. После выполнения маневра операторы подтвердили нормальное состояние систем корабля, и затем он вышел из данной точки зависания. Следующая подобная точка находилась в 250 м под МКС, когда ЦУП вновь подтвердил работоспособность систем корабля.

Далее была дана команда на продолжение движения от точки 250 м – и Dragon достиг точки зависания в 30 м. Здесь была осуществлена окончательная проверка готовности корабля для движения вперед, к станции, к точке захвата в 10 м снизу от МКС. Аппарат последовал в эту точку, и там члены экипажа станции провели соответствующие манипуляции для захвата корабля с помощью роботизированного манипулятора Canadarm2.

В 10:44 UTC Тома Песке и Шейн Кимброу захватили Dragon роботизированной рукой SSRMS Canadarm2. После серии проверок корабль переместили в предустановочную позицию в 3,5 м от надирного порта модуля Node 2 (Harmony). Далее Dragon придвинули еще на 2 м и, получив окончательное разрешение на стыковку, реализовали ее в 13:12 UTC.

В тот же день астронавты открыли люки в корабль и начали перенос грузов. В первую очередь они перенесли инкубатор SABL для эксперимента с продолжительным выращиванием стволовых клеток в невесомости.

Грузы CRS SpX-10

П. Павельцев.
«Новости космонавтики»

В юбилейной миссии CRS SpX-10 Dragon доставил на МКС грузы, необходимые для обеспечения работы и проведения экспериментов участниками 50-й и 51-й экспедиций.

Суммарная масса прибывшего в спускаемом аппарате и в негерметичном грузовом отсеке составила довольно скромную величину – 2490 кг. Масса негерметичных грузов – 960 кг – была второй по величине за 10 рабочих полетов, в то время как масса герметичных – 1530 кг – меньше, чем в любом из семи предыдущих полетов в 2014–2016 гг.

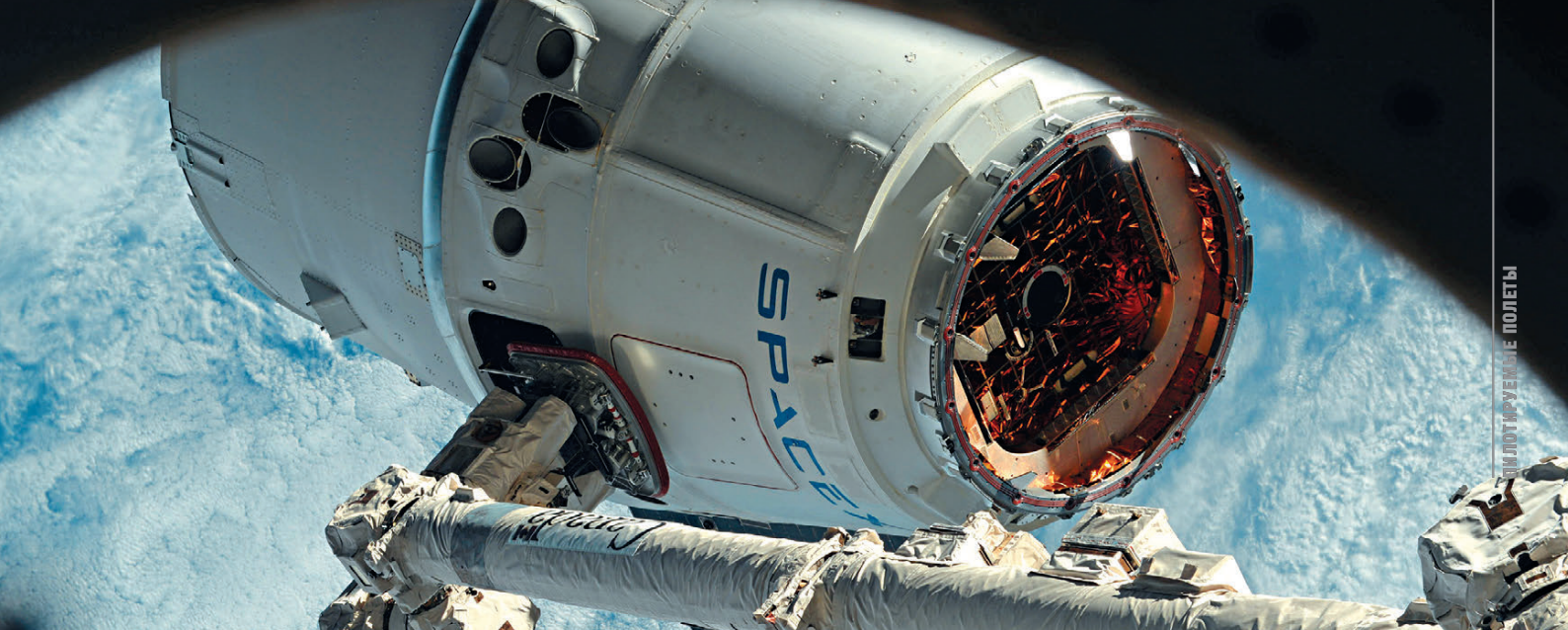


Табл. 2. Полеты кораблей Dragon к МКС

Дата старта	Полет	Масса доставленных на МКС грузов		Общая масса грузов, кг	Масса возвращенных на Землю грузов в СА*, кг
		в спускаемом аппарате*, кг	в негермет. отсеке, кг		
Максимально возможная загрузка				3310	2500
22.05.2012	C2+	520	0	520	660
08.10.2012	CRS SpX-1	454	0	454	905
01.03.2013	CRS SpX-2	677	372	1049	1370
18.04.2014	CRS SpX-3	2118	600	2718	1563
21.09.2014	CRS SpX-4	1626	589	2215	1486
16.12.2014	CRS SpX-5	2395	494	2889	1662
13.04.2015	CRS SpX-6	2015	0	2015	1317
28.06.2015**	CRS SpX-7	1952	526	2478	675***
08.04.2016	CRS SpX-8	1723	1413	3136	1590
18.07.2016	CRS SpX-9	1790	467	2257	1500
19.02.2017	CRS SpX-10	1530	960	2490	2270

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

Табл. 3. Номенклатура грузов в миссии SpX-10

Тип грузов	Масса, кг
Грузы в спускаемом аппарате	
Оборудование и материалы для научных исследований	732
Грузы для экипажа	296
Оборудование для служебных систем американского сегмента	382
Оборудование для работ в открытом космосе	10
Электронное и компьютерное оборудование, фото- и видеоаппаратура	11
Оборудование для российского сегмента	22
Итого – герметичные грузы (без массы упаковки)	1453
Масса упаковки для герметичных грузов	77
Итого – герметичные грузы (с массой упаковки)	1530
Грузы в негерметичном грузовом отсеке	
Грузы в негерметичном грузовом отсеке	960
Всего в миссии Spacex CRS-9 (с массой упаковки)	2490

В миссии CRS Spacex-10 на МКС доставлено 732 кг оборудования и расходных материалов для 35 научных исследований и экспериментов. Немного меньше в сумме приходится на грузы для обеспечения жизнедеятельности экипажа, включая личные посылки, и оборудование для служебных систем американского сегмента. Незначительную долю составляют принадлежности для ВКД, компьютерное и фотографическое оборудование и 22 кг грузов для российского сегмента.

Возвращение «Дракона» на Землю с материалами со станции намечено на 21 марта. В спускаемом аппарате будут доставлены результаты экспериментов и некоторые компоненты бортовых систем, подлежащие ремонту, замене или исследованию после продолжительной работы на борту. В грузовом «трюме» будут удалены со станции научная аппаратура OPALS, обеспечивающая эксперимент MISSE, и экспериментальный блок для дозправки в космосе.

По информации NASA, Dragon будет загружен примерно 5000 фунтами (2270 кг) результатов и аппаратуры. Относится ли это число только к возвращаемым грузам или включает также удаляемые грузы – неизвестно.

Эксперименты для реализации на станции

Оборудование и материалы для научных исследований и экспериментов располагались в спускаемом аппарате в одинарных СТВ (Cargo Transfer Bag) и двойных DTB (Double Transfer Bag) транспортных сумках, в двойных сумках-холодильниках DCB (Double Cold Bag) и в морозильниках Polar, рассчитанных на хранение при -80°C до 9 кг образцов суммарным объемом до 12.75 л.

Наиболее известным из экспериментов является *Rodent Research 4*, в котором участвуют высокоорганизованные животные – 40 мышей. Он является частью программы, нацеленной на изучение воздействия условий космического полета на процесс заживления ран и регенерации тканей. Установлено, что условия невесомости замедляют заживление и оказывают отрицательное влияние на кожу астронавтов. В эксперименте, постановщиком которого является Центр исследований в области экологической медицины Армии США, ищутся те молекулярные механизмы, которые нарушают условия полета. Исследователи надеются, что понимание этих механизмов даст ключ к более действенным процедурам лечения ран в земных условиях.



В эксперименте участвуют две группы самцов линии C57BL/6 – полетная и контрольная. За неделю до старта грызунам была сделана операция на бедренной кости – создан искусственный дефект, заполненный у части животных определенным остеоиндуктивным агентом. Для группы А (10 животных) это биоабсорбируемая конструкция, пропитанная тромбопоиетином, для группы В – костным морфогенетическим белком BMP-2, а для группы С – солевым раствором. Четвертая группа D без хирургической травмы является контрольной.

Несмотря на двое лишних суток на борту «Дракона» (на старте и перед стыковкой), мыши были доставлены на станцию в установке Rodent Habitat Facility в добром здравии и активном состоянии. Во всяком случае всю отведенную им на дорогу еду грызуны съели. Всем им, однако, предстоит умереть в промежутке между 5-м и 21-м днем после старта. После умерщвления бедренные кости и ряд органов мышей помещаются в 10-процентный раствор формалина и хранятся при +4°C до возвращения на Землю. Исследователи будут искать эффекты невесомости в генах и в экспрессии белков в различных органах птиц.

Большая часть экспериментов, проводимых на американском сегменте МКС, подпадает под действие закона, объявившего его одной из национальных лабораторий США и гарантировавшего поэтому равный доступ исследователей к данному ресурсу. Для координации экспериментальной программы NASA, промышленных фирм и исследовательских учреждений в июле 2011 г. была выбрана специализированная структура – Центр содействия науке в космосе CASIS (Center for the Advancement of Science in Space). В перечень экспериментов под эгидой CASIS, доставляемых в полете SpX-10, входят следующие.

CASIS PCG-5 (Merck Microgravity Crystallization Projects). Разработан лабораторией Merck Research Labs с целью кристаллизации моноклональных антител человека для последующего лечения иммунологических заболеваний. Речь идет об антителах к мембранному белку PD-1 надсемейства иммуноглобулинов, которые усиливают иммунную систему и блокируют защитный механизм раковых клеток. Аналогичные эксперименты на Земле не дают образцов достаточного

качества для исследований, поскольку они разрушаются под действием собственного веса. Более крупные кристаллы позволяют понять, как создать инъекционные препараты семейства KEYTRUDA (пембролизумаб) вместо внутривенных, которые в настоящее время испытываются фирмой Merck более чем в 400 клинических тестах против примерно 30 видов опухолевых клеток.

Воздействие макромолекулярного транспорта на выращивание белковых кристаллов в невесомости. Постановщиком эксперимента является участник одного из полетов на шатле д-р Ларри Делука из Университета Алабамы в Бирмингеме. Его цель – проверка гипотезы о том, что лучшее качество белковых (протеиновых) кристаллов, выращенных в невесомости, является следствием физических условий в растворе без архимедовой силы, в котором доминирует диффузия, а именно – меньшей скорости транспорта белков к поверхности выращивания кристалла и вытекающей отсюда предрасположенности растущих кристаллов к присоединению мономеров белка, а не более сложных агрегатов. По итогам эксперимента предполагается усовершенствовать математические модели роста белковых кристаллов, что будет способствовать использованию МКС для поиска новых лекарств.

LMM Biophysics. В двух близких по тематике экспериментах Университета Алабамы и Института медицинских исследований Гауптмана Вудворда изучается процесс образования белковых кристаллов. В одном из них отслеживается движение отдельных белковых молекул мембранного Р-гликопротеина и вируса табачной мозаики, а в другом на примере лизозима бактериофага Т4 проверяется гипотеза, что дисперсия скорости роста белковых кристаллов, которая в земных условиях велика, является индикатором качества этих кристаллов и что ею можно манипулировать в условиях невесомости, улучшая качество продукта.

Исследование прогнозируемых мутаций патогенов – эксперимент компании Nanobiosym Diagnostics, цель которого изучить возможности вычислительных алгоритмов предсказывать мутации в генах патогенных бактерий, выращиваемых в невесомости. Эксперимент связан с проблемой устойчивых к антибиотикам бактерий, таких как MRSA (Methicillin-resistant Staphylococcus aureus), которые могут эволюционировать в сторону стойкости ко всем известным антибиотикам и резко осложнить ситуацию в больницах и родильных домах. Постановщики надеются подтвердить концепцию устройства Gene-Radar, которое должно точно и в реальном масштабе времени обнаруживать любое заболевание, оставляющее специфический генетический «след».

Экспериментальная установка создана компанией BioServe Space Technologies при Университете Колорадо в Боулдере и представляет собой инкубатор SABL (Space Automated Bioproduct Lab.) для культивирования бактерий при +37°C. Предметом исследования будут два различных штамма Staphylococcus aureus. Перед запуском они размещаются в четырех модулях BioCell Habitat при +4°C. На орбите экипаж переносит их в инкубатор SABL, который поднимает температуру до +37°C на время эксперимента и вновь снижает ее до +4°C в конце процесса. На Землю штаммы возвращаются опять-таки в BioCell'ах.

Цель эксперимента CASIS Stem Cell Mayo – культивация стволовых клеток клинической категории для последующего терапевтического использования. Речь идет о поиске надежного и эффективного способа выращивания стволовых клеток определенных типов на Земле. Этот эксперимент также будет проводиться в инкубаторе SABL, а 20 образцов доставляются в трех BioCell'ах. Результаты эксперимента, поставленного клиникой Майо в Рочестере, штат Мэн, пойдут на клинические испытания при лечении пациентов, перенесших инсульт, и обеспечат новые исследования в области крупномасштабного выращивания стволовых клеток в обычных условиях.

Помимо названных выше, упомянем о частных компаниях, имеющих в рамках соглашений с NASA собственные исследовательские площадки на борту МКС и предоставляющих их для размещения коммерческих и образовательных полезных грузов. Так, под управлением компании Space Tango работает установка TangoLab, для которой на SpX-10 впервые доставляется серия полезных нагрузок различного назначения – от исследований в области биологии растений до разработки клеточных культур и студенческих экспериментов. Один из экспериментов, поставленных Академией Крафта в содружестве с Университетом Морхеда, исследует клетки гладких мышц аорты крысы для проверки неких теорий о сокращении мышечной ткани в условиях невесомости.

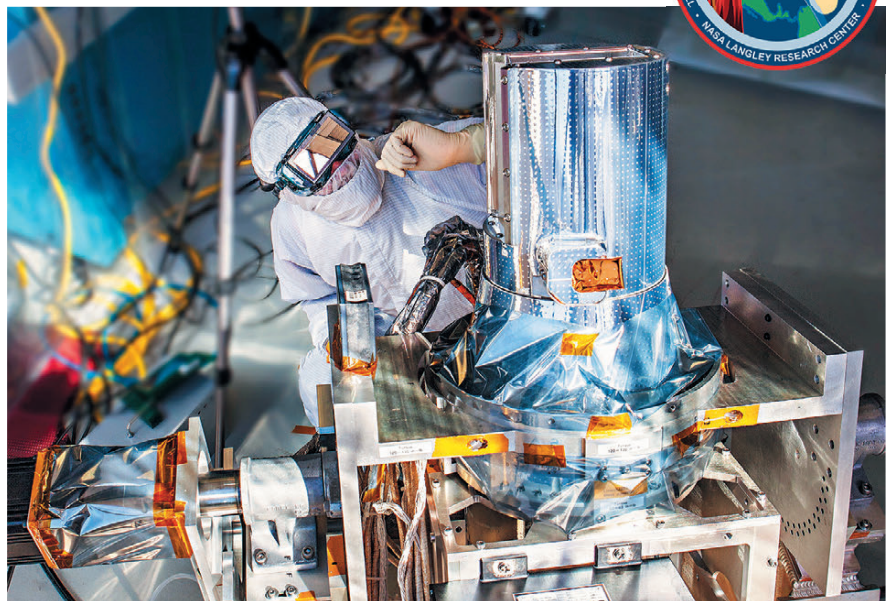
Компания NanoRacks LLC, в ведении которой находится образовательная организация DreamUp, создала установки для таких экспериментов внутри и снаружи станции и заключила договор с Программой студенческих экспериментов SSIP (Student Spaceflight Experiments Program) о размещении грузов типа MixStix от 21 студенческой группы.

NanoRacks предоставляет места и для более серьезных работ. Эксперимент FIT-NREP Insert посвящен испытаниям оптического датчика на принципе инъекции заряда CID (Charge Injection Device). В его названии присутствуют наименования постановщика (Флоридский технологический институт, FIT) и технического устройства для реализации эксперимента – внешней платформы компании NanoRacks (NanoRacks External Platform, NREP). Утверждается, что CID-датчики могут применяться в астрономических исследованиях для непосредственной съемки экзопланет и звезд, вокруг которых они обращаются, но не испытывают насыщения от яркого соседнего источника. Они также могут использоваться для съемки земных объектов вблизи яркого источника (огни больших городов) или вблизи отражения Солнца в океане. Если эти возможности будут подтверждены в космическом эксперименте, датчики типа CID найдут применение в сочетании с космическими телескопами большого диаметра, в воздушных и морских поисковых операциях, а также в интересах NASA.

SAGE III – новый часовой озонового слоя

В негерметичном грузовом отсеке корабля Dragon SpX-10 размещались три объекта для экспериментов на внешней поверхности станции: два блока научной аппаратуры SAGE III и модуль STP-H5 с приборами различного назначения.

Серия исследований SAGE (Stratospheric Aerosol and Gas Experiment) выросла из пробного эксперимента с ручным спектрометром SAM (Stratospheric Aerosol Measurement), выполненного в 1975 г. Диком Слейтоном во время совместного полета «Союз-Apollo». За ним последовали продолжительные эксперименты SAM II на спутнике Nimbus-7 (1978–1993), SAGE I на AEM-B (1979–1982), SAGE II на ERBS (1984–2005) и SAGE III на российском КА «Метеор-3М» (2001–2006). Измерения, выполненные этими и другими приборами, уже к середине 1980-х годов продемонстрировали истощение озонового слоя Земли и появление в приполярных рай-



онах «озоновых дыр», что повлекло за собой подписание в 1987 г. Монреальского протокола с целью прекращения выпуска и использования озоноразрушающих химикатов.

С тех пор демократические администрации США обращали самое серьезное внимание на климатические проблемы и связанные с ними исследования, а республиканские старались их игнорировать. С этим в значительной мере связана «кривая судьба» проекта. По контракту, заключенному еще в 1989 г., компания Ball Aerospace изготовила для NASA по проекту Исследовательского центра имени Лэнгли три комплекта SAGE III, первый из которых на излете срока президента Клинтона был установлен на «Метеор-3М», а остальные оставались на хранении все годы правления Буша-сына. В 2009 г. с приходом в Белый дом Барака Обамы второй экземпляр был проверен и найден полностью готовым к запуску. Тогда же было принято решение адаптировать его к работе на МКС начиная с 2014 г., но в итоге на реализацию этого плана ушло восемь лет. Лишь в ноябре 2015 г. прибор доставили из Центра Лэнгли во Флориду для подготовки к старту, но запуск в силу ряда причин произошел уже после очередной смены правящей партии, в феврале 2017 г.

Целью эксперимента SAGE III является высокоточное измерение содержания в стратосфере и тропосфере Земли малых газовых примесей – озона, двуокси азота и водяного пара – и взвешенных микрокапель жидкости (аэрозолей). Принцип действия прибора состоит в регистрации света Солнца или Луны, проходящего через слои атмосферы Земли во время захода или восхода. Линии поглощения в спектре указывают на наличие малых компонентов атмосферы, а их интенсивность – на количество озона и других соединений. Помимо концентрации малых компонентов и аэрозолей, SAGE III позволяет построить профиль температур в стратосфере и мезосфере.

Аппаратура SAGE III суммарной массой 527 кг состоит из двух блоков: L-образной надирной платформы SAGE Nadir Viewing Platform (NVP), обеспечивающей общую ориентацию в направлении горизонта, и собственно космического инструмента SAGE Instrument Payload (IP). NVP и установленный на ней инструмент размещаются на платформе ELC-4 на поперечной ферме станции.

Спектрометр имеет в своем составе зеркало для сканирования в вертикальном направлении, оптическую систему (телескоп), дифракционную решетку для получения спектра и блок регистрации на ПЗС-линейке длиной 800 элементов и вторичном фотодетекторе на базе соединения InGaAs.

Спектрометр SAGE III чувствителен к излучению в диапазоне от ближнего ультрафиолетового (280 нм) до ближнего инфракрасного (1040 нм) диапазона. Спектральное разрешение составляет от 1 до 2 нм в зависимости от длины волны, пространственное разрешение (по вертикали) – 0.75 км. Выход с ПЗС оцифровывается 16-битным аналогово-цифровым преобразователем, что увеличило точность измерений по сравнению с предыдущим экземпляром устройства. Концентрации O_3 , NO_2 и H_2O будут определяться

с погрешностью 5–10%; возможна также регистрация метана и оксидов брома и йода.

Вторичный детектор измеряет интенсивность света на длине волны 1550 нм, чтобы получить дополнительную информацию об аэрозолях.

Размещение на борту МКС исключило возможность ориентации прибора за счет разворота всего КА. Система Hexarod для наведения прибора и сопровождения объекта (Солнца или Луны) на протяжении захода за горизонт была разработана на средства EKA компаниями OHB Italia, Thales Alenia Space Italy и Airbus Defence and Space. По сути это шесть опор регулируемой длины, которые позволяют аккуратно и точно сопровождать светило.

Работа SAGE III планируется как минимум на три года и как максимум на пять лет (2017–2022). Данные с прибора в объеме 2150 Мбайт будут сбрасываться на Землю ежесуточно и, как считают разработчики, будут иметь ценность и через 50 лет после получения.

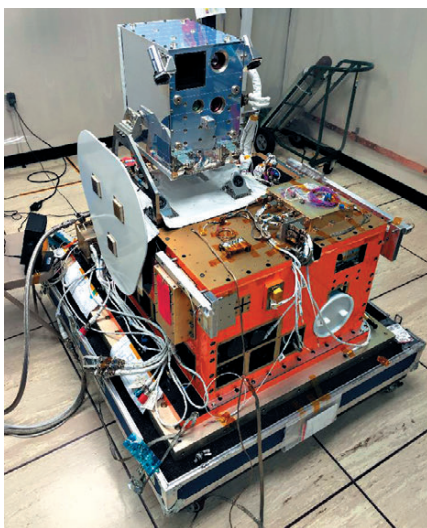
STP-H5

Блок STP-H5 профинансирован Программой космических экспериментов BBC США и имеет в своем составе аппаратуру NASA, BBC и ВМС США:

- ◆ датчик LIS для определения количества, частоты и энергии молний;
- ◆ аппаратуры Raven для тестирования датчиков систем автономного сближения и стыковки;
- ◆ устройство SpaceCube Mini для NASA;
- ◆ эксперимент SHM (Spacecraft Structural Health Monitoring);
- ◆ эксперимент RHEME (Radiation Hardened Electronic Memory Experiment) для BBC;
- ◆ две полезные нагрузки Военно-морской исследовательской лаборатории NRL.

Датчик LIS продолжит серию экспериментов с целью регистрации атмосферных электрических разрядов, которые происходят на Земле до 45 раз в секунду. LIS определяет количество, частоту и излученную энергию молний над доступной частью земной поверхности с пространственным разрешением около 4 км в поле зрения $80 \times 80^\circ$ с миллисекундной точностью временной привязки днем и ночью, над сушей и морем

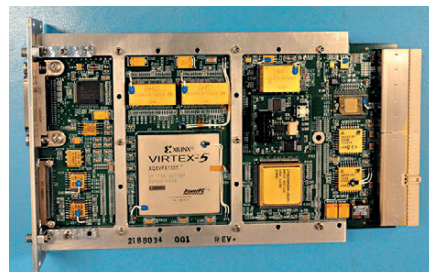
▼ Блок STP-H5



с равномерной эффективностью обнаружения. Регистрация вспышек молний ведется ПЗС-матрицей 128×128 элементов на длине волны 777.4 нм.

Первым американским прибором такого назначения был OTD на экспериментальном спутнике MicroLab (1995–2000). Второй прибор получил название LIS и был установлен на японо-американском КА TRMM (1997–2015). Как и в случае SAGE III, его запасной экземпляр был доработан для использования на МКС. Новый LIS будет работать параллельно с европейской аппаратурой ASIM, нацеленной на поиск взаимосвязи атмосферных разрядов с земными гамма-всплесками.

Эксперимент SpaceCube Mini, или ISEM, представляет собой миниатюризованную версию SpaceCube 2.0 и предназначен для испытания гибридного процессора CSP, который может дать усиление вычислительной мощности в 10–100 раз при низком энергопотреблении и стоимости. Процессор в составе SpaceCube Mini имеет быстродействие 3 млрд оп/сек – в 10 раз выше, чем у популярного RAD750, при втрое меньшем энергопотреблении – всего 5 Вт.



▲ Процессорная плата компьютера SpaceCube 2.0

Предыдущие версии эксперимента были реализованы в полете STS-125, в аппаратуре MISE-7/8 на МКС, а в настоящее время исследования ведутся в составе STP-H4 (доставлен на МКС на HTV-4 в 2013 г.). SpaceCube Mini будет проводиться по крайней мере до сентября 2017 г. и должен продемонстрировать алгоритмы и вычислительные возможности для будущих проектов в области химии земной атмосферы и довести соответствующую технологию до готовности к практическому применению.

Кроме того, система SpaceCube Mini будет вести в реальном масштабе времени расчеты концентрации метана в атмосфере Земли по данным от спектрометра Фабри-Перо FPS и контролировать испытание теплового жидкостного насоса EHD, приводимого в действие электрическими полями. Система также включает эксперимент по инновационным тепловым покрытиям ICE.

Эксперимент Raven подготовлен Отделением проектов обслуживания спутников NASA и имеет целью испытать датчики и аппаратуру обработки информации, предназначенные для обеспечения автономного сближения и стыковки в интересах обслуживания американских КА на орбите.

В состав аппаратуры Raven входят процессор SpaceCube 2.0 EM, камеры видимого диапазона, инфракрасная камера и вспышечный лидар VNS (Vision Navigation Sensor), который разработала и изготовила компания Ball Aerospace. Двухстепенной привод для ориентации датчиков и сопро-



вождения ими приближающихся к станции кораблей создали в компании Space Systems Loral на базе механизма наведения антенн и рефлекторов платформы SSL-1300. Создатели целевой аппаратуры будут сличать определенные прибором траектории с реальными путями различных кораблей, сближающихся со станцией.

Работа Raven на МКС рассчитана на два года. Результатом эксперимента должна стать готовая для использования система, обеспечивающая различные проекты со встречей на орбите, включая обслуживание и ремонт спутников, исследование астероидов и пилотируемые полеты к Луне и Марсу. Среди них – миссия Restore-L с демонстрацией обслуживания КА на низкой орбите, программа Dragonfly для NASA и DARPA, которая продемонстрирует сборку спутника в космосе, и проект малой АМС Psyche к одноименному астероиду.

Эксперимент SHM поставлен Исследовательской лабораторией ВВС США (AFRL) и имеет целью изучение эффектов влияния космического пространства на элементы крепления, клеевые соединения и некоторые механические компоненты КА.

Исследование RHEME проводится совместно AFRL и Университетом Нью-Мексико с целью тестирования радиационно-стойких микросхем статической памяти с произвольным доступом двух типов – четырех устройств емкостью по 16 Мбит и блока из четырех микросхем по 18 Мбит. Микросхемы созданы фирмой Silicon Space Technology Inc. для космических приложений и имеют механизм

обнаружения и коррекции ошибок EDAC, а также специальный механизм стирания и перезаписи, каждый из которых может быть включен или выключен. Устройства должны быть протестированы в различных режимах.

Приборы NRL предназначены для изучения структуры, состава и плотности верхней атмосферы и ионосферы.

LITES (Limb-Imaging Ionospheric and Thermospheric Extreme-Ultraviolet Spectrograph) представляет собой спектрограф крайнего УФ-диапазона (60–140 нм) для изучения ионосферы Земли и наблюдаемых в ней на высотах 150–350 км плазмы и свечений.

GROUP-C (GPS Radio Occultation and Ultraviolet Photometry Co-located) работает в тесной связи с LITES, обеспечивая зондирование ионосферы навигационными сигналами спутников GPS. Прибор имеет два датчика, измеряющие вертикальную и горизонтальную плотность ионов и электронов и изучающие структуру и изменчивость ионосферы, – двухдиапазонный GPS-приемник FOTON и фотометр TIP крайнего УФ-диапазона.

Кроме того, в составе STP-H5 имеется аппаратурa iMESA-R (Integrated Miniaturized Electrostatic Analyzer Reflight), включающая четыре дешевых инструмента для измерения плотности и энергии плазмы, и прибор APS (Automated Plume Sentry) для регистрации эффектов от срабатывания двигателей подлетающих кораблей вблизи МКС.

Ближайшие перспективы SpaceX

Е. Рыжков

Дата старта первой миссии на Марс «Красный дракон» (Red Dragon), торжественно объявленной ранее, сдвинулась с 2018 на 2020 год. Об этом стало известно 17 февраля из сообщения президента компании SpaceX Гвинн Шотуэлл. Она объяснила отсрочку тем, что компания SpaceX желает сосредоточиться на обязательствах перед NASA по пилотируемым пускам, а также на своем собственном «детище» – мощной PH Falcon Heavy.

Цель «Красного дракона» – отработка технологий посадки тяжелой техники на поверхность Марса. Особенность проекта в том, что корабль спроектирован на гашение всей скорости при посадке на Марс с помощью аэродинамического торможения и путем включения ракетных двигателей, встроенных в его корпус, – то есть без применения парашютов, которые для крайне разреженной атмосферы Марса считаются неэффективными. Если и здесь компания Маска достигнет требуемого результата, данный аппарат станет самым тяжелым из всех, которые когда-либо совершили посадку на Красную планету. В случае, если компания опять сдвинет дату вправо, то осуществления данной миссии придется ждать еще более двух лет по той простой причине, что пусковые окна к Марсу открываются с периодом около 26 месяцев, когда повторяется оптимальное взаимное положение планет.

Зато 28 февраля Элон Маск объявил, что SpaceX планирует отправить двух частных клиентов в облет Луны уже в 2018 году. В миссии будут задействованы технологии, которых долго ждали от компании, – пилотируемый корабль Crew Dragon (Dragon V2) и ракета Falcon Heavy. Стартовать астронавты должны с только что опробованного комплекса LC-39A. И корабль, и ракета пока находятся в стадии разработки. Имена «первых людей, которые облетят Луну на частном корабле» не разглашаются – в заявлении SpaceX говорится лишь, что они «провели переговоры со SpaceX по путешествию вокруг Луны» и «уже внесли значительную предоплату». По заявлению компании, есть и другие заинтересованные в подобных полетах.

Многие сомневаются в реализуемости этой миссии, и особенно в заявленные сроки, тем более что первый беспилотный полет корабля Crew Dragon сейчас планируется на 2-й квартал 2018 г. Между тем в случае успеха проект Элона Маска составит сильнейшую конкуренцию схожим планам РКК «Энергия» по отправке туристов вокруг Луны на доработанном российском пилотируемом корабле «Союз».

Кираса для «Ориона»

Л. Розенблюм специально для «Новостей космонавтики»

31 января Израильское космическое агентство (ISA) подписало соглашение с Германским аэрокосмическим центром (DLR) об испытаниях элемента радиационной защиты, разработанного израильско-американской компанией StemRad для американского скафандра. Данная компания сотрудничает с фирмой Lockheed Martin по части радиационной защиты для корабля Orion, предназначенного для полетов в дальнем космосе.

StemRad разработала кирасу радиационной защиты для скафандра, предназначенную для селективной защиты важнейших органов организма. Поскольку особенно чувствительны к радиации женщины, первый созданный образец адаптирован для защиты женского организма: костного мозга и легких, молочных желез, желудка, толстой кишки и яичников.

Как планируется, в рамках первого беспилотного полета «Ориона» в 2018 г. будет проверен коэффициент поглощения радиации человеческим телом. Для этого DLR воспользуется манекеном типа испытанной на МКС «Матрешки», оснащенным датчиками радиации, который будет укрыт израильским противорадиационным «корсетом». Рядом будет установлена такая же «матрешка», только без защиты.

В ISA надеются, что образец кирасы, разработанной StemRad, будет включен в стандартную комплектацию защитного оборудования в первом пилотируемом полете «Ориона» в 2023 г. Среди консультантов компании – Ицхак Майо (Itzhak Mayo), бывший дублер астронавта Илана Рамона.



Пятый «Прогресс МС» на последнем «Союзе-У»

22 февраля в 08:58:33.318 ДМВ (05:58:33 UTC) с 5-й пусковой установки 1-й площадки космодрома Байконур стартовые расчеты предприятий ракетно-космической промышленности России выполнили пуск ракеты-носителя «Союз-У» (11А511У-ПВБ №Т15000-145) с транспортным грузовым кораблем «Прогресс МС-05» (11Ф615А61 №435).

Выведение корабля на орбиту прошло штатно. В 09:07:22.604 грузовик отделился от третьей ступени «Союза-У» и вышел на орбиту с параметрами (в скобках – расчетные значения):

- наклонение – 51.63° (51.66 ± 0.06);
- минимальная высота – 193.56 км ($193+7/-15$);
- максимальная высота – 241.01 км (245 ± 42);
- период обращения – 88.54 мин (88.59 ± 0.37).

«Прогресс МС-05» получил номер **42056** и международное обозначение **2017-010A** в каталоге Стратегического командования США. Его полету был присвоен индекс 66Р в графике сборки и эксплуатации МКС.

Это был 1466-й пуск ракеты-носителя с космодрома Байконур с целью выведения полезного груза на околоземную орбиту или отлетную траекторию, 505-й старт с 5-й пусковой установки (включая 37 суборбитальных), 185-й запуск в рамках программы МКС и 157-й полет корабля семейства «Прогресс».

Масса грузовика при старте равнялась 7278 кг, из них 879.7 кг топлива в баках комбинированной двигательной установки (КДУ).

В связи с декабрьским аварийным запуском старт «Прогресса МС-05» был отложен с 1 на 21 февраля, а затем его сдвинули вправо еще на сутки для обеспечения двухсуточной схемы сближения корабля со станцией.

22 февраля в 12:45:10 и 13:30:48 на 3-м и 4-м витках полета грузовик с использованием сближающе-корректирующего дви-

гателя провел двухимпульсный маневр длительностью соответственно 85.2 и 58.5 сек и величиной 34.08 и 23.48 м/с. В результате «Прогресс МС-05» оказался на орбите наклонением 51.66° , высотой 295.30×321.42 км и периодом обращения 90.49 мин.

23 февраля в 09:25:01 на 17-м витке с помощью двигателей причаливания и ориентации (ДПО) корабль выдал корректирующий импульс длительностью 24.6 сек и величиной 1.69 м/с. После этого «Прогресс МС-05» перешел на орбиту наклонением 51.66° , высотой 295.41×326.23 км и периодом обращения 90.55 мин.

В ходе полета к МКС корабль построил тестовую ориентацию в орбитальной системе координат с использованием двигателей ДПО «среднего пояса». Это планировалось сделать на пилотируемом корабле «Союз МС-03» в ноябре 2016 г., однако построению тестовой ориентации, предусмотренному программой летных испытаний, помешала авария датчиков угловых скоростей (НК №1, 2017, с.6). Сначала было решено повторить данный тест на «Союзе МС-04», но потом его переназначили на «Прогресс МС-05» – с появлением кораблей серии МС состав КДУ «Союзов» и «Прогрессов» стал одинаковым (НК №9, 2016, с.4).

24 февраля «Прогресс МС-05» выполнил заключительную серию маневров и в 11:29:49 в автоматическом режиме причалил к стыковочному отсеку «Пирс». В этот момент станция находилась на орбите наклонением 51.66° , высотой 401.72×418.21 км и периодом обращения 92.58 мин.

«Мы надеемся, что авария не повторится»

Как известно, запуск предыдущего «Прогресса МС-04» в декабре 2016 г. закончился аварией на этапе полета третьей ступени «Союза-У» (НК №2, 2017, с.8-11).

3 февраля генеральный директор Госкорпорации «Роскосмос» Игорь Комаров в

интервью телеканалу «Россия-24» подробно рассказал о ходе расследования аварии.

«Откровенно говоря, эта авария была болезненна для нас сразу по нескольким причинам. Во-первых, у нас фактически полтора года не было аварий ракет-носителей – с аварии «Протоны» в мае 2015 г. Мы первый год могли прожить без аварий ракет-носителей. Это был последний пуск [года] и пуск действительно одной из самых надежных ракет-носителей «Союз». Мы просто думали, что переживаем вот это – и у нас год получится безаварийным. Но, как говорится, когда ты только надеешься и подумашь, что у тебя все получается, то тут соответственно следует определенное разочарование, – признался Игорь Анатольевич. – Во-вторых, надо сказать, что это получилась действительно уникальная авария, в том числе и по тому, как она происходила. Мы столкнулись с этим в первый раз. Я со многими специалистами беседовал, и мы собрали весь цвет и лучшие умы космической отрасли и смежных отраслей, военных и ученых, всех, кто связан с телеметрией, пусками и двигателями, – и общее мнение, что такого у нас, на самом деле, не было.

Все процессы, которые протекали во время аварии, продолжались порядка 40 мсек – с начала изменений и отклонений до того, как пропала телеметрия. Опыт предыдущих аварий показывал, что период развития ситуации был в разы длиннее, и тогда мы могли видеть последствия и определять причины. Когда мы запрашивали наших американских коллег из NASA, которые вместе с нами работают по программе МКС, то они в своем первом послании, когда мы дали им объективную информацию (у нас есть договоренность, что мы обмениваемся), сразу прислали ответ, что это extraordinary, то есть это необычный случай.

Тогда мы создали комиссию, в которую привлекли независимых специалистов, не специалистов из РКК «Энергия» и РКЦ «Про-

Фото С. Сергеева



Фото С. Сергеева

гресс», и стали отрабатывать все возможные версии, которые ограничивались краткосрочностью развития событий. И задача ставилась такая, что нужно отработать все возможные версии, какие только приходят в голову, начиная от метеоритов и каких-то аномальных явлений в атмосфере, магнитных бурь до самых необычных. Набралось порядка девяти-десяти версий, и мы последовательно каждую из них отработывали. Работа действительно была очень напряженной: у нас было по две аварийные комиссии в неделю, работа шла полтора месяца, фактически круглосуточно и без выходных. И в результате мы пришли к выводу, что, исходя из скоротечности процессов, большинство вероятностных версий маловероятны, малореализуемы... Такие как возможный взрыв пирозамков – мы взрывали пирозамки на земле и поняли, что они не могли повлиять на расстыковку корабля и те процессы, которые происходили. Также запросили все научные институты по поводу аномальных явлений и возможных влияний – магнитных, радиоэлектронных и других – в районе запуска корабля.

И вот, последовательно убирая все возможные версии, дошли до того, что у нас фактически осталась версия, которая была признана основной: это вскрытие бака окислителя, которое, скорее всего, произошло по причине разрушения двигателя третьей ступени и, скорее всего, пожара, который возник в насосе окислителя двигателя.

Надо сказать, что параллельно было образовано пять групп, каждая из которых занималась своей темой, в том числе и производственными процессами: как ракета готовилась, производилась и собиралась; как корабль собирался; какие нарушения могли быть на этапах производства. В результате особое внимание уделялось наиболее критическим процессам и, в частности, сварным швам и сборке двигателя. В процессе этой проверки мы дополнительно делали прочностные испытания сварных швов.

Параллельно работали и специалисты NASA. Мы давали им телеметрию и данные по процессам, которые происходили, и они привлекали свои институты. Недавно мы получили их результаты, которые для нас были не то что удивительными, но на самом деле очень важными, так как они пришли на 100% к тому же результату.

Мы надеемся, что авария не повторится, потому что даже с учетом тех проверок, которые были сделаны, и вероятностных причин

аварии мы отработали все возможные варианты и приняли дополнительные меры – это касается и сварных швов, и пирозамков, и насоса окислителя, и сборки всех агрегатов двигателя. То есть была сделана специальная программа. Мы поняли, что она необходима, чтобы закрыть все версии, даже маловероятные. Мы должны сделать эти действия, и, пока их не сделаем, у нас не будет новых пусков.

Что мы будем дополнительно делать? Мы, соответственно, определим дополнительные методы контроля, дополнительные методы защиты, начиная от сварных швов до механизмов контроля попадания посторонних частиц в тракт окислителя, и другие меры, которые позволят защитить от возможных дефектов и более четко контролировать производственные процессы, включая методы неразрушающего контроля и контрольные операции.

Что касается аварии с «Прогрессом», то на самом деле мы понимаем, что она связана в том числе и с ситуацией на Воронежском механическом заводе (ВМЗ), и так совпало, что кадровые выводы по этому предприятию были сделаны.

Для недопущения повторения аварии был разработан план мероприятий, согласно которому третья ступень «Союза-У», предназначенного для запуска «Прогресса МС-05», была возвращена с Байконура в РКЦ «Прогресс» для дополнительных проверок. В Самаре на ступени заменили двигатель 11Д55 №1202852314, изготовленный на ВМЗ в 2013 г., на двигатель №1205362411, произведенный в 2016 г. 9 февраля третья ступень была отправлена обратно на космодром.

Снятый двигатель после перепроверки в Воронеже планируется установить на «Союзе-2.1А» №У15000-028, который будет использоваться для запуска «Прогресса МС-06» 14 июня 2017 г.

«Союз-У» ушел в историю

Пуск 22 февраля стал последним для унифицированного «Союза-У», являющегося самой массовой космической ракетой-носителем в истории космонавтики и находившегося в эксплуатации дольше всех – почти 44 года.

Разработка «Союза-У» в Куйбышевском филиале ЦКБЭМ под руководством Дмитрия Ильича Козлова началась в конце 1969 г. с целью создания унифицированной ракеты-носителя с повышенными энергетическими характеристиками для запуска космических аппаратов разных типов и большей

массы – как пилотируемых, так и автоматических – на различных орбитах. Окончательный вариант эскизного проекта был готов к концу 1971 г.

Основными отличиями «Союза-У» (11А511У) от дебутировавшего в 1966 г. «Союза» (11А511) были: новые двигатели 11Д512 и 11Д511 соответственно на боковых и центральном блоках (три комплекта двигателей прошли летные испытания на «Союзах-М»); новая система управления; новая система измерений; меньшая масса конструкции носителя.

Первая байконурская ракета с видеокамерами

На последнем «Союзе-У» впервые для ракет-носителей, пускавшихся с Байконура, были установлены видеокамеры для съемки старта и выведения. Это так называемая бортовая система видеоконтроля (БСВК), разработанная и произведенная на Ижевском радиозаводе. Она включает три видеокамеры: на «Союзе-У» две из них находились на межбаковом отсеке третьей ступени на противоположных друг к другу плоскостях и одна – на переходном отсеке.

Необходимость монтажа видеокамер была вызвана причинами декабрьского аварийного пуска. По заявлению производителя, в дальнейшем БСВК будет устанавливаться на все «Союзы-ФГ» и «Союзы-2», которые полетят с Байконура по программе МКС.

Впервые БСВК использовалась на первом «Союзе-2.1А», который полетел с космодрома Восточный в апреле 2016 г. (НК №6, 2016, с.3). Установка системы также предусмотрена на пяти следующих «Союзах-2» в рамках их летно-конструкторских испытаний с Восточного.



Пуски ракет-носителей «Союз-У»

Космодром	Всего	Результаты		
		1	2	3
Плесецк	435 (441)	420 (426)	4 (4)	11 (11)
Байконур	353 (382)	342 (370)	1 (2)	10 (10)
Всего	788 (823)	762 (796)	5 (6)	21 (21)

В скобках указано количество запущенных спутников. Учитываются попутные спутники, а также спутники, находившиеся при запусках внутри кораблей «Прогресс». Габаритно-весовые макеты в подсчет не входят.

1. Спутники выведены на расчетную орбиту.
2. Спутники выведены на нерасчетную орбиту.
3. Спутники не выведены на орбиту.



Фото С. Сергеева

Перечень грузов корабля «Прогресс МС-05»	
Наименование	Масса, кг
В грузовом отсеке:	1327
Средства обеспечения газового состава (агрегат фильтра очистки атмосферы, поглотители П-16, блоки фильтров углекислого газа, запасной электронагреватель)	40
Средства водообеспечения (мембранные фильтры-разделители, блок колонок блока кондиционирования воды, фильтр газожидкостной смеси, блок раздачи и подогрева, блоки колонок очистки, блок разделения и перекачки конденсата, фильтр-реактор, блок подачи конденсата с пультом управления, емкости с водой и обеззараживающим раствором, блок перекачки)	235
Средства санитарно-гигиенического обеспечения (кабель, емкости с консервантом, контейнеры для твердых отходов, мочеприемники, приемник, сборник с отжимом, дозатор консерванта и воды, мягкие контейнеры для бытовых отходов)	116
Средства медицинского обеспечения (одежда, белье, салфетки, полотенца, комбинезоны, средства личной гигиены, медицинского контроля и обследования, профилактики неблагоприятного действия невесомости, оказания медицинской помощи, контроля чистоты атмосферы и уборки станции)	160
Средства обеспечения питанием (контейнеры с рационами питания, наборы свежих продуктов, салфетки для средств приема пищи, пакеты для пищевых отходов)	351
Средства индивидуальной защиты (скафандр «Орлан-МКС», литиевые поглотительные патроны ЛП-10М, кислородные баллоны БК-3М, емкости ШПТ с водой, укладка со сменными элементами, аккумуляторные батареи 825М3)	156
Система обеспечения теплового режима (сборник конденсата, вентилятор, воздухопод, комплект сменных магистралей для отдачи конденсата)	35
Система телефонно-телеграфной связи (гарнитура с низкой шумозащитой)	1
Средства технического обслуживания и ремонта (мешки для контейнеров)	3
Комплекс средств поддержки экипажа (бортовая документация, посылки для экипажа, портативный плеер с телефонной гарнитурой, камкордеры Samsung Gear 360)	30
Комплекс целевых нагрузок (расходные материалы и комплектующие для перчаточного бокса «Лавбокс-С» и научных экспериментов «Асептик», «Биопленка», «Микромир», «Пилот-Т», «Пробиовит», «Продуцент», «Регенерация-1» и «Электронный нос», комплект жестких дисков для эксперимента «Плазменный кристалл-4»)	28
Оборудование для спускаемого аппарата корабля «Союз МС» (легкосъемные грузы для индивидуальных кресел-ложементов «Казбек-УМ»)	13
Американские грузы (оборудование для функционально-грузового блока «Заря», бортовая документация, контейнеры с рационами питания, комплект АФ0Т-2М, американские предметы обеспечения российских космонавтов, посылка для экипажа)	159
В отсеке компонентов дозаправки:	1072
Топливо в баках системы дозаправки	600
Кислород в баллонах средств подачи кислорода	52
Питьевая вода в баках системы «Родник»	420
Всего:	2399

22 аварийных. Стоит пояснить, что в это число входит взрыв «Союза-У» на Байконуре до пуска 26 сентября 1983 г. Автор не считает это событие пуском и в статистику не включает.

Кроме того, некоторые улетевшие «Союзы-У» начинали свою жизнь как «Союзы-У2», у которых на центральном блоке применялись двигатели 11Д511ПФ, использующие в качестве горючего синтин. Однако в дальнейшем по различным причинам данные «Союзы-У2» переделывались в «Союзы-У» с заправкой центрального блока керосином. В связи с этим в разных источниках существует большая путаница в названиях данных носителей. Автор считает их «Союзами-У».

И еще одна интересная деталь: часть изготовленных «Союзов-У» впоследствии была переделана в «Союзы-ФГ».

Скафандр «Орлан-МКС» и фильмы о разведчиках

Декабрьская авария особенно больно ударила по российскому сегменту МКС – истощением запасов питьевой воды и рационов питания, поэтому прибывший «Прогресс МС-05» позволил решить данную проблему.

Грузовик доставил на станцию скафандр нового поколения «Орлан-МКС» №4 для выходов в открытый космос, созданный в подмосковном НПП «Звезда» (НК №10, 2015, с.10; №12, 2016, с.22). Напомним, что при аварийном запуске «Прогресса МС-04» был утрачен скафандр «Орлан-МКС» №3 (НК №2, 2017, с.11). На июньском «Прогрессе МС-06» планируется отправить скафандр «Орлан-МКС» №5. Новые скафандры намечено испытать во время российского выхода (ВКД-43) 2 августа, который предстоит Сергею Рязанскому и Фёдору Юрчихину.

По заказу россиян корабль привез 50 порций овсяной каши четырех видов, напиток на основе северных лесных ягод, 16 пачек сырокопченых колбасок, яблочно-клюквенную приправу к мясным блюдам, 7 кг краснодарских яблок, 4,5 кг апельсинов и 3,5 кг грейпфрутов.

«Космонавты по утрам очень любят завтракать кашами», – пояснил неназванный представитель НИИ пищекоцентра промышленности и специальной пищевой технологии. Он добавил, что цитрусовые хоть и покупаются в розничной продаже, однако продавец должен предоставить необходимые справки, а сами фрукты проходят

отбор специалистами института и дегустацию специальной комиссии.

Как сообщил руководитель пресс-бюро Службы внешней разведки РФ Сергей Иванов, на «Прогрессе МС-05» экипажу были отправлены документальные киноленты о знаменитых советских разведчиках. «Отечественные фильмы о легендарных разведчиках, недавно созданные при содействии СВР России, украсят короткие минуты досуга космонавтов Андрея Борисенко, Сергея Рыжикова и Олега Новицкого, американских астронавтов Роберта Шейна Кимброу и Пегги Уитсон, а также европейского астронавта Тома Песке, – отметил он. – Этот подарок космическим исследователям приурочен к столетию органов государственной безопасности».

Среди фильмов – документальные кадры о выдающихся разведчиках Геворке Вартаняне, Алексее Ботяне, Алексее Козлове, Зое Воскресенской и Павле Фитине. Кроме того, в посылке для экипажа имеются фильмы студии «Ленфильм» о знаменательных событиях российской истории.

По материалам ТАСС, РИА «Новости» и Интерфакс

«Прогресс» будут летать и на «Союзах-ФГ»

В пресс-релизе РКЦ «Прогресс» от 22 февраля 2017 г. сообщается, что в дальнейшем запуски «Прогрессов» будут осуществляться на ракетах-носителях «Союз-2». Речь идет как о «Союзе-2.1А», так и о «Союзе-2.1Б», который планируется использовать для выведения грузового корабля-модуля «Прогресс МС-УМ» с Узловым модулем «Причал» для МКС.

Тем не менее, по неофициальной информации, часть «Прогрессов» будет выводиться на орбиту с помощью «Союзов-ФГ», которые в настоящее время применяются для запусков пилотируемых «Союзов». Дело в том, что корабли «Союз» с 2019 г. намечается начать постепенно «пересаживать» с «Союзов-ФГ» на «Союзы-2.1А». И первым таким кораблем, который полетит на «Союзе-2.1А», может стать «Союз МС-12» (№742) с запуском в марте 2019 г.

Соответственно, в результате «пересадки» высвобождается часть «Союзов-ФГ», которые и пойдут на «Прогресс». По текущим планам на «Союзе-ФГ» планируется запустить «Прогресс МС-09» (№439) в июне 2018 г. Использование «Союзов-ФГ» позволит увеличить массу доставляемых грузов на «Прогрессе», а также подстраховаться на случай проблем с «Союзами-2.1А».



◀ Корпус корабля Crew Dragon на статических испытаниях

Коммерческие полеты астронавтов на МКС

И. Афанасьев.

«Новости космонавтики»

Откладываются

18 января сотрудник пресс-службы NASA Табата Томпсон (Tabatha Thompson) сообщила, что стоимость дополнительных мест на российских космических кораблях «Союз» для американских астронавтов окончательно будет определена во время переговоров о заключении соответствующих контрактов.

Еще два года зависимости

NASA будет вынуждено закупать дополнительные места на российских кораблях как минимум до 2019 г., пока не начнутся штатные полеты коммерческих пилотируемых аппаратов Crew Dragon компании SpaceX и CST 100 Starliner фирмы Boeing.

17 января NASA опубликовало предварительный запрет частным компаниям с просьбой сообщить агентству о наличии у них возможностей по отправке американских астронавтов на МКС и возвращению обратно на Землю. Такая возможность, насколько известно, есть у фирмы Boeing, которая ведет переговоры с РКК «Энергия» о погашении долгов по проекту Sea Launch, что называется, «натурой»: местами в кораблях «Союз». В частности, после подписания соответствующего соглашения с РКК в конце 2016 г. в распоряжении Boeing уже имеются зарезервированные на борту «Союзов» места.

В числе услуг, которые хочет приобрести NASA, есть «оказание помощи в аварийной ситуации на орбите в течение шестимесячных миссий американских астронавтов» и, конечно же, возвращение экипажа на Землю. Эксперты постоянно говорят о том, что это ключевая возможность для оказания давления на Вашингтон со стороны Москвы в случае нежелательной эскалации напряженности.

NASA «рассматривает возможность заключения контракта» с Boeing на неконкурентной основе, поскольку других подходящих альтернатив в данном вопросе не видно. «Только российские корабли доставляют людей на [МКС] на данный момент», – сообщает сайт NASA. Транспортные услуги включают в себя отправку одного астронав-

та осенью этого года и еще одного – весной 2018 г., согласно документу, опубликованному Администрацией общих служб SGA (General Services Administration). «Покупка мест на борту «Союзов» лишь увеличит объем проводимых на МКС научных изысканий», – говорится в документе.

Как дела у «частников»?

Основная причина закупки дополнительных мест в «Союзах» – неготовность к пилотируемым полетам кораблей CST 100 Starliner и Crew Dragon.

Так, у Starliner были обнаружены конструктивные недостатки, из-за которых первая пилотируемая миссия к МКС была отложена до декабря 2018 г. Первый полет Crew Dragon также задерживается после взрыва ракеты Falcon 9 во время подготовки к запуску спутника AMOS-6 (HK № 11, 2016, с.32-37; № 3, 2017, с.22-28). По-видимому, под впечатлением от этого инцидента обе компании дружно заявили, что будут стремиться выдержать установленные сроки работ, но не в ущерб безопасности. Не жалея слов, об этом говорили представители и Boeing, и SpaceX, и NASA на пленарном заседании конференции AIAA Space, прошедшей в Лонг-Бич в сентябре 2016 г.

До аварии 1 сентября 2016 г. компания SpaceX планировала выполнить демонстрационный полет корабля Crew Dragon без экипажа не позднее мая 2017 г., а вслед за ним, до завершения года, и первый пилотируемый полет. Но на конференции директор управления пилотируемых программ фирмы Бенджи Рид (Benji Reed) уклонился от озвучивания новых планов SpaceX и не дал даже примерной оценки возможных сроков сер-

тификации корабля Crew Dragon для штатных миссий.

«Мы сосредоточены на задаче возобновления пусков с точки зрения перспектив всего нашего флота, – заявил он, пообещав, что расследование не повлияет на деятельность ни по каким аспектам контракта на создание коммерческих пилотируемых средств ССР (Commercial Crew Program). – Мы полным ходом движемся по этой программе, но, конечно же, реально оцениваем сложившуюся в целом ситуацию... В [пилотируемый] полет мы отправимся тогда, когда будем готовы».

Пилотируемый корабль Crew Dragon (Dragon V2, Dragon 2) является глубокой модернизацией беспилотного грузовика Dragon, успешно летающего к МКС (HK № 7, 2014, с.18-22). Корабль имеет практически моноблочную компоновку, позволяющую отправлять к МКС в грузопассажирском режиме до четырех человек вместе с грузом в 2500 кг. В пассажирском режиме корабль берет на борт до семи человек. В 2017 г. SpaceX планирует завершить изготовление трех кораблей. Один из них в ноябре должен совершить первый тестовый беспилотный полет к МКС: как ожидается, он состыкуется со станцией и покинет ее спустя 30 суток.

По словам представителей SpaceX, внутреннее пространство кабины корабля Dragon V2 организовано с максимально возможным удобством для экипажа. Кресла пилотов выполнены из углерод-углеродного композиционного материала (УУКМ) высшего качества с отделкой из искусственной замши-алькантары. В стенки отсека вставлены четыре иллюминатора. На приборной панели члены экипажа смогут в режиме реального времени отслеживать состояние систем корабля во время полета. Астронавты получат возможность и вручную настраивать температуру на борту (в пределах от 15 до 26°C).

На случай нештатных ситуаций на старте предусмотрена система аварийного спасения (САС), в которой задействуются двигатели корабля. Первому полету будут предшествовать огневые испытания Draco и SuperDraco – управляющих ЖРД и двигателей маневрирования соответственно. Их камеры, изготовленные методом 3D-печати из металла, используются как для управляемой посадки корабля, так и в качестве элементов САС. SpaceX испытает также специальный аварийно-спасательный скафандр, позволяющий астронавтам выжить в случае разгерметизации кабины корабля Dragon V2.

Однако все не столь радужно, как является в презентационных материалах SpaceX. В опубликованном в конце января 2017 г. отчете Счетной палаты США GAO (Government Accountability Office) выражаются новые опасения по поводу безопасности носителя Falcon 9. Известно, в частности, что в нем сообщается о трещинах в лопатках турбонасосного агрегата (ТНА) двигателя Merlin.

NASA считает трещины такого типа основной угрозой безопасности Falcon 9, полагая, что лопатки, возможно, придется проектировать заново – перед тем, как агентство позволит астронавтам совершать полет на

этой ракете. NASA считает, что такого рода дефекты лопаток ТНА, подающего топливо в камеру сгорания двигателя Merlin, представляют неприемлемый риск для экипажа.

Пресс-секретарь SpaceX ответил: «У нас есть квалификация для того, чтобы наши двигатели были прочными и устойчивыми [к трещинам такого типа], но изменения конструкции позволят полностью их избежать». Отложенные изменения «станут частью окончательного проекта» Falcon 9 (очевидно, так называемый Block 5 – см. *НК* № 3, 2017, с. 22-28). Он добавил, что SpaceX работает в партнерстве с NASA, чтобы сертифицировать двигатели для пилотируемых космических полетов».

Интересно, что «отраслевые чиновники уже давно – много месяцев или даже лет назад – знали о проблемах с потрескавшимися лопатками на версиях Falcon 9». Но трещины продолжали находить во время испытаний. В сентябре 2016 г. заместитель администратора NASA Роберт Лайфут (Robert M. Lightfoot), ныне исполняющий обязанности главы агентства, подтвердил это в интервью *The Wall Street Journal*, сообщив, что «разговор с [SpaceX] о ТНА идет», и добавив, что он думает, что «мы знаем, как их исправить».

Кроме лопаток ТНА, GAO сослался на частые модификации проекта Falcon 9 как потенциальный источник задержек в получении сертификации NASA для данного транспортного средства. Есть и другие критические замечания в адрес детища Элона Маска*.

По отчету генерального инспектора NASA от 1 сентября 2016 г., к июню SpaceX завершила 8 из 21 этапов работы в рамках контракта на коммерческую транспортную пилотируемую систему CcTcap (Commercial Crew Transportation Capability), получив за это 469 млн \$. По первоначальному графику работ к этому моменту должны были быть закрыты 13 этапов. По мнению авторов отчета, в то время как предыдущие задержки в программе коммерческой доставки экипажей можно списать на нехватку средств, причины более поздних кроются в технических проблемах.

Проблемы с Crew Dragon в значительной мере связаны с конструктивными изменениями в корабле (проектировавшемся изначально в «сухопутном» варианте), направленными на обеспечение возможности его посадки на воду. «Это привело к возникновению значительных проблем, включая осложнения, связанные с компонентами, поставляемыми субподрядчиками, и эффективностью интегрированной системы посадки, предназначенной для обеспечения работы парашютов и предотвращения попадания слишком большого количества воды в капсулу после посадки в океане», – сообщается в докладе.

Кроме того, в отчете говорилось, что у SpaceX возникли проблемы с несколькими другими подсистемами корабля, включая парашюты и шлюз, позволяющий экипажу перемещаться между Crew Dragon и МКС. Компания также не смогла выполнить все этапы, связанные с критической защитой

проекта CDR (Critical Design Review). И хотя на момент его подготовки SpaceX все еще планировала осуществить первый сертифицированный полет в декабре 2017 г., авторы документа не считали эту дату реальной. «Соответственно мы ожидаем дополнительное отставание от графика и не ждем сертифицированных полетов компании SpaceX ранее, чем в конце 2018 г.», – говорится в отчете.

Кроме того, компания испытывает проблемы с надежностью своих РН в целом. С точки зрения экспертов, Falcon 9 явно не отвечает критериям безопасности для средств выведения пилотируемых кораблей. За ее плечами – 30 миссий, на которые приходится отказ двигателя первой ступени в 2012 г., взрыв носителя в полете из-за неисправности системы наддува второй ступени в 2015 г. и взрыв носителя на стартовом комплексе в 2016 г. И, поскольку Falcon 9 уже включен в программу выполнения запусков в интересах ВВС США, военные тоже становятся заложниками ситуации: совсем недавно, в 2015 г., ракета была сертифицирована для выведения федеральных полезных нагрузок в рамках оборонного заказа.

Сентябрьский инцидент произвел самое негативное впечатление, тем не менее 13 сентября 2016 г. первый заместитель замминистра ВВС США по вопросам космоса Уинстон Бошамп (Winston Beauchamp) сказал: «Ракета Falcon 9 не будет лишена лицензии на запуски полезных грузов в интересах нашей национальной безопасности, но мы будем внимательно следить за ходом расследования». Мистер Бошамп также подчеркнул, что критерии отбора победителей в ходе будущих конкурсов на выдачу пусковых контрактов изменены не будут.

Не слишком гладко идут дела и у Boeing: в упомянутом выше отчете GAO, в частности, указаны проблемы надежности испытаний парашютной системы корабля Starliner. Между тем сборка первого летного экземпляра CST-100 началась в Космическом центре имени Кеннеди еще в августе 2016 г. Строительству второго экземпляра корабля дали ход осенью того же года. Приступить к сборке третьего корабля специалисты Boeing должны в начале 2017 г.

Однако на упомянутой выше конференции Кристофер Фергюсон (Christopher J. Ferguson), заместитель руководителя программы коммерческих пилотируемых полетов в компании Boeing, подтвердил график работ над пилотируемым кораблем, которого специалисты его организации придерживаются без изменений уже несколько месяцев. Согласно этому документу, беспилотный испытательный полет корабля состоится в конце 2017 г., а пилотируемый – в феврале 2018 г. Своевременное выполнение графика будет способствовать сертификации CST-100 для штатного использования, которое начнется с первой доставки экипажа на МКС в июне 2018 г.

Этот график выглядел довольно оптимистичным на фоне выводов сентябрьского доклада генерального инспектора NASA. Его авторы указали на ряд проблем, которые, по их мнению,

приведут к задержкам введения в штатную эксплуатацию кораблей обеих компаний как минимум до конца 2018 г.

«Да, наш план очень агрессивный, соглашается Фергюсон. – Но мы оптимистично расцениваем возможность своевременного преодоления трудностей на всех его этапах. Тем не менее в полет мы отправимся лишь тогда, когда будем полностью готовы. Если понадобится пара дополнительных месяцев, чтобы убедиться в его безопасности, значит так тому и быть».

Так и вышло: уже в октябре аэрокосмический гигант перенес испытания SAC с октября 2017 г. на январь 2018 г., а первый тестовый беспилотный полет CST-100 – с декабря 2017 г. на июнь 2018 г. Вскоре после этого, в августе, должен состояться пилотируемый полет корабля с экипажем из двух человек. В Boeing перенос сроков пусков объяснили дополнительной подстраховкой и «некоторыми техническими проблемами». Среди них – повреждение капсулы корабля при испытаниях и небольшое отклонение его расчетной массы от фактической.

Запуски Starliner будут проводиться с помощью РН Atlas V с площадки космодрома на мысе Канаверал. В случае необходимости для этого могут быть использованы носители Delta IV и Falcon 9, а также создаваемая ракета Vulcan.

Согласно отчету генерального инспектора NASA, по состоянию на июнь 2016 г., Boeing завершил 15 из 34 этапов работы по контракту CcTcap и получил 1067 млн \$. Компания испытывала трудности, связанные с ростом массы корабля и аэроакустическими нагрузками на ракету Atlas V. Для снижения последних вносятся изменения в конструкцию.

В конце прошлого года ULA и Boeing подняли завесу над аэродинамической кон-

▼ Астронавт Роберт Бенкен в обресе посадочного люка макета корабля Crew Dragon



* О критике циклограммы подготовки к пуску Falcon 9 со стороны Томаса Стаффорда, председателя Консультативного комитета NASA, см. «SpaceX снова в деле», *НК* № 3, 2017, с. 28.



◀ Скафандр Boeing Blue тестируют Крис Фергюсон и Эрик Боу

аэродинамическая юбка, увеличившая длину цилиндрической части служебного модуля Starliner, что привело к улучшению аэродинамических характеристик всей системы «корабль-ракета» и снизило нагрузки на нее до приемлемого уровня.

«При потрясающей координации и непрерывном интеллектуальном поиске новых решений, объединенная команда NASA, Boeing и ULA провела за шесть месяцев три продувки в аэродинамической трубе с целью определения аэродинамической устойчивости различных вариантов конфигурации [связки Atlas V и CST-100 Starliner] и калибровки наших математических моделей, – заявил Гэри Уэнтц (Gary Wentz), вице-президент ULA по пилотируемым и коммерческим миссиям. – Основываясь на этой информации, мы выбрали оптимальный вариант. Конфигурация получилась уникальной, поскольку она формируется из носителя без обтекателя и капсулы Starliner с конструктивными элементами, введенными на основе ряда аэродинамических интеракций».

«Проведенные испытания подтвердили эффективность выбранного нами решения, – заявил Джон Малхолланд (John Mulholland), вице-президент и руководитель программ ССР в Boeing. – Поток воздуха плавно обтекает корабль и ракету, что обеспечивает безопасность экипажа и миссии в целом».

Параллельно ведутся и прочностные испытания корабля. 18 января 2017 г. изделие для статических испытаний STA (Structural Test Article), изготовленное в Комплексе подготовки коммерческих пилотируемых и грузовых аппаратов Центра Кеннеди во Флориде, доставили в Хантингтон-Бич (Калифорния) для тестирования.

В полете CST-100 будет испытывать значительные внутренние и внешние нагрузки – как механические, так и тепловые. Поэтому в ходе испытаний STA подвергнется всем воздействиям, характерным для полета пилотируемого корабля. Цель испытаний – обосновать правильность основных конструкторских решений путем использования STA, тестовой версии сервисного модуля, ферменной конструкции адаптера РН и другого «железа», которое составляет космическую головную часть.

Испытания изделия начались вскоре после того, как оно прибыло на стенд. Первый тест включал опрессовку гермокабины избыточным давлением, которое в 1,5 раза превышало максимальное эксплуатационное давление внутри корабля Starliner в полете.

26 января компания совместно с NASA представила новый облегченный аварийно-спасательный скафандр Boeing Blue, предназначенный для астронавтов Starliner. Он легче своего предшественника, комфортнее, компактнее и лучше продуман. Скафандр предназначен только для использования внутри корабля и не пригоден для выхода в открытый космос. Его масса вместе со всеми элементами составляет 9 кг, в то время как масса неуклюжего оранжевого скафандра прошлого поколения, применявшегося в программе Space Shuttle, составлял 14 кг.

«Торс» скафандра многослойный, каждый слой выполняет одну особую функцию: один обеспечивает герметичность, другой – терморегуляцию внутри скафандра и так далее. В области спины и поясницы встроены компоненты, регулировка которых позволяет астронавту занять наиболее удобное положение и избавиться от затекания тела во время длительного нахождения в кресле корабля. Примененные материалы позволяют влаге испаряться наружу, при этом предотвращая утечку воздуха. Это также помогает поддерживать нужный температурный режим внутри скафандра, не допуская перегрева астронавта. В модернизированный шлем встроена полноценная система связи, а поликарбонатный прозрачный щиток обладает широким углом обзора. Перчатки оснащены специальными вставками на пальцах, что позволяет взаимодействовать с управляющими устройствами с сенсорной поверхностью. Ботинки – часть Boeing Blue, они покрыты «дышащей» тканью, а подошвы снабжены особым покрытием, предотвращающим скольжение.

По словам разработчиков, одно из достоинств нового скафандра – простота конструкции. Бывший астронавт NASA Крис Фергюсон заверил: «В разные времена мы видели скафандры разных размеров, типа и назначения, которые соответствовали своему времени и особенностям космического корабля. С этой точки зрения скафандр Boeing Blue полностью соответствует всем требованиям нынешнего времени и новейшему космическому кораблю CST-100, на борту которого вскоре отправится космическая экспедиция на МКС».

Тяжелые времена?

Не надо быть крутым аналитиком, чтобы предсказать: скорее всего, объявленные сдвиги сроков не последние. Для сложной техники, тем более разрабатываемой вновь, да еще и с использованием новых технологий, – это дело естественное. Однако для общественности и политиков это не всегда ясно, зато им видно другое: когда-то NASA планировало первый полет частного пилотируемого корабля в 2010 г. – такой срок был прописан в программе оказания коммерческих услуг орбитальной транспортировки COTS (Commercial Orbital Transportation Services).

Компания Boeing, которую, впрочем, сложно отнести к категории «частников», занимается проработкой пилотируемого корабля Starliner (CST-100) с 2010 г., а может даже и раньше – с 2006 г., когда начала работать с Bigelow Aerospace по задаче доставки экипажей на надувные «космические отели». Первый пилотируемый полет, как мы помним, может состояться лишь в 2018–2019 гг. Проект пилотируемого корабля Dragon компания SpaceX начала прорабатывать в 2004 г.

Справедливости ради стоит сказать, что большие задержки присутствуют даже в гораздо более простом сегменте суборбитального туризма. В 2006 г. компания сэра Ричарда Брэнсона (Richard Branson) Virgin Galactic обещала осуществить первый коммерческий полет в 2008 г., но сейчас отказывается даже называть какие-либо конкретные сроки (НК №4, 2016, с.56-57).



фигурой носителя Atlas V, предназначенного для запуска CST-100 Starliner. По словам представителей Boeing, она была определена по результатам решения «уникальных проблем по обеспечению аэродинамической стабильности и прочности». В новой конфигурации на корме корабля установлена

Вроде бы в настоящее время 9–10 или даже 13 лет – не слишком большой срок на реализацию крупной программы. Но если вспомнить, что за 13 лет после запуска Первого спутника человечество достигло Луны и построило первые орбитальные станции... Короче говоря, первоначальные ожидания, что участники «квзрврут» космическую индустрию, придав ей мощный импульс развития, не оправдались.

Первые признаки недовольства участниками проявила ушедшая администрация NASA. Как оказалось, Чарлз Болден (Charles F. Bolden) не одобряет амбиции частного бизнеса в отношении создания сверхтяжелых носителей. На упомянутой сентябрьской конференции AIAA Space в Лонг-Бич Болдену был задан вопрос о зарождающемся рынке небольших спутников и ракет. Вместо прямого ответа он стал делиться со слушателями своими взглядами на разработку NASA собственной ракеты SLS (Space Launch System), а также на аналогичные попытки создания носителей тяжелого и сверхтяжелого классов частным сектором.

«Затронув тему средств выведения, хотел бы отметить, что мы рассматриваем в качестве своей ответственности перед страной заботу о том, что обычные люди сделать не могут или не хотят: например, построить очень тяжелую ракету, – сказал Болден. – Я не большой сторонник коммерческих инвестиций в такие ракеты».

Интересно, что администратор NASA высказался на тему коммерческих «тяжеловесов» буквально на следующий день после того, как Джефф Безос (Jeff Bezos), основатель и владелец компании Blue Origin, анонсировал планы создания тяжелого носителя New Glenn (НК №11, 2016, с.64–66). Тогда позиция администратора NASA вызвала дискуссию среди экспертов и общественности.

До сих пор считалось, что деятельность Blue Origin и SpaceX в области тяжелого ракетостроения невозможно переоценить, так как она означает зрелость «частного» ракетостроения, позволяющую ей конкурировать с проектами NASA. В частности, ключевым отличием «двух ракетных миров» является стоимость: разработка ракет Falcon Heavy и New Glenn американским налогоплательщиком не стоит ничего, тогда как за каждый пуск SLS придется выложить полмиллиарда долларов, если не больше. NASA планирует потратить на разработку и производство SLS и наземной обслуживающей и стартовой инфраструктуры до первого пуска ракеты 13 млрд \$. По оценкам экспертов, стоимость программы ракеты до 2030 г., включая двадцать ее возможных пусков, составит 60 млрд \$.

Замечание Болдена о «нормальных» людях вообще выглядит как оскорбление специалистов, занятых в частном секторе, поскольку в данной логике они являются «ненормальными». Это высказывание бывшего администратора тем более возмутило публику, что NASA не разрабатывало новых ракет с 1970-х годов, а SLS содержит в себе не так уж много новинок. Наблюдатели недоумевают: почему Болден вдруг отказался причислить себя к сторонникам частных усилий по созданию тяжелых РН? Возможно, его высказывание вызвано некоторым

разочарованием деятельностью участников, а предыдущие ожидания были завышенными.

Наблюдатели подчеркивают, что SpaceX и Blue Origin, в отличие от NASA, работают над своими проектами на свой риск и за свой счет. В то же время успехи этих компаний ощутимо увеличат возможности США по доставке в космос тяжелых грузов. Кроме того, обе фирмы проектируют и строят совершенно новые ракетные двигатели: SpaceX ведет работы над Merlin 1D и Raptor, а Blue Origin разрабатывает BE-3/3U и BE-4. И это первые крупные американские разработки в области жидкостного двигателестроения с середины 1990-х годов, когда был создан RS-68 для ракеты Delta IV.

Важной особенностью ракетных систем SpaceX и Blue Origin является многоэтапное использование первых ступеней, тогда как «государственный» носитель SLS – полностью одноразовый. Теоретически повторное использование способно заметно снизить стоимость космических пусков. Таким образом, упомянутое высказывание отличается от идеологии, высказанной в прошлом году бывшим заместителем администратора Лори Гарвер (Lory Garver): «Тот факт, что мы работаем по «социалистическим» принципам над освоенческими космическими задачами, является сущей анафемой по отношению к тому, что страна действительно должна делать. Не пытайтесь конкурировать с частным сектором! Побуждайте его к разработкам «драйверных» технологий, которые нужны нам по мере того, как мы движемся вперед по пути освоения космоса».

Впрочем, скорее всего, высказывание Болдена не отражает точку зрения американского истеблишмента на деятельность «частников» и не повлияет на нее. Трудности, с которыми сталкиваются партнеры NASA по пилотируемой космонавтике, обычные в космической отрасли нашего времени. Угасание три десятилетия назад феномена «космической гонки» привело к явному замедлению темпов прогресса ракетно-косми-

ческой техники. Да и никакой потребности спешить, как полвека назад, нет. Пилотируемая космонавтика «любит» вдумчивую кропотливую работу и тщательную отработку техники, а переносы сроков редко бывают критичными.

Да, замедление темпов развития привело к «вымыванию» опыта из отрасли, однако нет никаких сомнений, что США – страна с огромным экономическим, производственным и научно-технологическим потенциалом – справятся с задачами по доставке астронавтов на МКС собственными космическими кораблями. В любом случае через пару лет американцы будут обладать целым парком космических кораблей: грузовики Dragon и Cygnus, а также, не исключено, Dream Chaser; пилотируемые околоземные Dragon V2 и CST-100, а также Orion для дальнего космоса. Это обеспечит независимость США от внешних поставщиков и создаст внутринациональную конкуренцию между несколькими космическими компаниями.

Более того, NASA расширит сотрудничество с частным сектором. Агентство намерено увеличивать объем взаимодействия с космическими корпорациями для финансирования усилий по освоению космоса. Об этом в интервью телеканалу CNBC сообщила Дейва Ньюман (Dava Newman), первый заместитель администратора в ушедшем после выборов руководстве NASA: «Государственно-частное партнерство – это будущее освоения космоса. Я называю это «новое NASA». В настоящее время на NASA работают в общей сложности 22 частные компании со спектром работ от производства для нужд космоса и разработки силовых установок до запуска космических кораблей».

По словам Ньюман, уже «в следующем десятилетии» у multimilliардеров и девелоперов может «вызвать ажиотаж» идея развития лунного рынка недвижимости. Кроме того, NASA может сделать ставку на частный сектор в вопросах исследования и покорения Марса.

▼ 18 января 2017 г. изделие для статических испытаний STA (Structural Test Article) доставили в Хантингтон-Бич (Калифорния) для испытаний



«Валентинка» от Arianespace

В полете - Intelsat 32e (SKY Brasil-1) и Telkom 3S



ЗАПУСК КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Ю. Журавин.

«Новости космонавтики»

14 февраля в 18:39:07 по времени Французской Гвианы (21:39:07 UTC) со стартового комплекса ELA3 Гвианского космического центра (ГКЦ) стартовая команда компании Arianespace выполнила пуск РН Ariane 5ECA (миссия VA235). Криогенная вторая ступень ESC-A вывела на геопереходную орбиту два телекоммуникационных КА – Intelsat 32e / SKY Brasil-1, изготовленный по заказу компаний Intelsat S.A. и DirecTV Latin America, и Telkom 3S для индонезийского оператора PT Telekomunikasi Indonesia Tbk.

По данным компании Arianespace, отделение КА произошло на орбите с параметрами (в скобках даны расчетные значения):

- наклонение – 3.99° (4.00°);
- высота в перигее – 250.0 км (250.0 км);
- высота в апогее – 35908 км (35883 км).

Параметры орбит спутников и других объектов от этого пуска, их номера и международные обозначения в каталоге Стратегического командования (СК) США приведены в таблице.

Номер	Обозначение	Название	Параметры орбиты			
			i	Нр, км	На, км	P, мин
41944	2017-007A	Telkom 3S	4.02°	245	35760	628.8
41945	2017-007B	Intelsat 32e	4.04°	251	35769	629.1
41946	2017-007C	Ariane 5 R/B	3.91°	251	35795	629.7
41947	2017-007D	Sylda 5A	4.03°	244	35743	628.5

Многочисленный LOL

Ракета Ariane 5ECA (бортовой номер L588) изготовлена компанией Airbus Defence and Space (ADS). Верхним при запуске, как обычно, был более тяжелый КА – Intelsat 32e / SKY Brasil 1. Он через адаптер крепился к верхнему шпангоуту переходника Sylda 5A. Внутри переходника размещался более легкий КА – Telkom 3S. Общая масса полезной нагрузки в миссии VA235 (включая адаптеры и переходник) составила 10 482 кг при суммарной массе двух КА около 9550 кг.

Еще 21 декабря 2016 г., после предыдущего успешного пуска Ariane 5ECA, было объявлено, что следующая миссия стартует 14 февраля 2017 г. Подготовка шла без еди-

ной задержки. Естественно, пройти мимо знаковой даты старта, назначенной на день Святого Валентина, участники пусковой кампании не могли. Ярче других выступили сотрудники PT Telekomunikasi Indonesia, предложив в твиттере именовать миссию VA235 не иначе как Launch of Love («Старт любви»), а сокращенно LOL. Такая аббревиатура, надо сказать, весьма неоднозначна, поскольку в «этих ваших интернетах» она используется для выражения эмоции бурного смеха. LOL образовано от «laughing out loud», что переводится как «расхохотаться», а в русской интернет-среде передается словом «ржунимагу». Не думаю, что индонезийцы не знали об использовании аббревиатуры LOL. Правда, они не уточнили, что подразумевали при выборе такого сокращения.

Тем временем Ariane 5ECA не дал никакого повода для LOL. Все прошло как обычно и точно по графику. Правда, за 7 часов до пуска в районе космодрома отмечался сильный ветер на высотах 10–11 км. Однако к моменту старта он стих до приемлемых величин. Пуск состоялся в момент открытия 86-минутного стартового окна (с 21:39 до 23:05 UTC). Выведение проводилось по стандартной баллистической схеме с одним включением двигателя второй ступени ESC-A. Спутник Intelsat 32e отделился от головного блока через 27 мин 18 сек после контакта подъема, переходник Sylda 5A – через 29 мин 09 сек, Telkom 3S – через 39 мин 36 сек.

После отделения обоих КА поздравления с удачным пуском и уже прошедшим днем Валентина передали через твиттер и другие его участники – компании Thales Alenia Space и Arianespace. Среди высокопоставленных гостей на космодроме присутствовали Государственный секретарь Франции по вопросам промышленности Кристоф Сирюг (Christophe Sirigugue) и мэр Тулузы (где расположена штаб-квартира Airbus Defence and Space и расположено финальное производство РН Ariane) Жан-Люк Мудек (Jean-Luc Moudenc).

Глава Arianespace Стефан Израэль (Stéphane Israël) назвал состоявшийся пуск «тройной семеркой Ariane 5» (Triple 7 for Ariane 5): это был 77-й подряд успешный пуск РН этого семейства, а в текущем году запланированы семь стартов Ariane 5. Всего же Arianespace наметила в 2017 г. провести из ГКЦ 12 пусков с учетом носителей «Союз» и Vega. Arianespace уточнила, что следующий пуск РН Ariane 5ECA состоится 21 марта: в миссии VA236 предстоит вывести на геопереходную орбиту два спутника связи – SGDC-1 для бразильского государственного телекоммуникационного оператора Telebras и Koreasat-7 (он же Mugungwa 7) для южнокорейского оператора KT Sat.

Ariane исправил ошибку «Протона»

Индонезийская компания PT Telekomunikasi Indonesia Tbk (Telkom) – один из крупнейших операторов спутниковой связи в Азиатско-Тихоокеанском регионе. К тому же это,

видимо, одна из старейших телекоммуникационных компаний в мире: Telkom считает официальной датой своего основания 23 октября 1856 г., когда в Индонезии была учреждена первая государственная телеграфная служба, использовавшая для передачи данных электричество. Основным владельцем Telkom остается государство: 52.56% акций компании принадлежит Министерству государственных предприятий Индонезии.

При заказе КА для своего орбитального флота компания строго придерживается принципа диверсификации: все пять заказанных Telkom спутников изготавливали разные производители (см. таблицу, с.23).

В настоящее время компания эксплуатирует два КА: Telkom 1 в позиции 108° в.д. и Telkom 2 в 118° в.д. Для расширения вещания из точки 118° в.д. в августе 2012 г. с помощью российской РН «Протон-М» был запущен КА Telkom 3, изготовленный российским производителем – «Информационными спутниковыми системами» имени академика М.Ф. Решетнёва. Однако из-за отказа разгонного блока «Бриз-М» аппарат оказался на нерасчетной орбите, где его невозможно использовать по целевому назначению. Получив страховое возмещение, Telkom заказала в июле 2014 г. новый КА Telkom 3S у компании Thales Alenia Space, которая изготавливала для Telkom 3 модуль полезной нагрузки. Чтобы облегчить работы по созданию КА, индонезийский заказчик согласился на установку точно такого же модуля и на новый спутник.

Аппарат Telkom 3S изготовлен на основе базовой платформы Spacebus 4000B2. Стартовая масса около 3550 кг, стартовые габариты 1.8х2.95х2.86 м. Система электропитания включает две четырехсекционные панели солнечных батарей. Мощность системы электропитания составит не менее 6.4 кВт в конце расчетного 15-летнего срока активного существования. Спутник имеет трехосную систему ориентации. Он оснащен жидкостным двухкомпонентным апогейным



Орбитальный флот компании Telkom

Аппарат	Дата старта	Ракета-носитель	Платформа (производитель)	Полезная нагрузка	Точка стояния
Telkom 1	12.08.1999	Ariane 42P	A2100A (Lockheed Martin)	24 С, 12 расш. С	108° в.д., планируется вывод из эксплуатации в 2018 г. после запуска Telkom 4
Telkom 2	16.11.2005	Ariane 5ECA	Star-2 (Orbital Sciences Corp.)	24 С	118° в.д.
Telkom 3	06.08.2012	Протон-М	Экспресс-1000Н (ИСС имени М. Ф. Решетнёва)	24 С, 8 расш. С, 10 Ku	Авария при запуске, планировался в 118° в.д.
Telkom 3S	14.02.2017	Ariane 5ECA	Spacebus-4000B2 (Thales Alenia Space)	24 С, 8 расш. С, 10 Ku	118° в.д.
Telkom 4	План 2018	Нет информации	SSL-1300 (Space Systems/Loral)	60 С	План 108° в.д.

двигателем S400-01 тягой 400 Н и 16 двухкомпонентными двигателями системы ориентации и маневрирования S10-13 тягой по 10 Н каждый. Объединенная двигательная установка имеет два бака OST 22/1 с вытеснительной системой подачи.

Модуль полезной нагрузки КА Telkom 3S – массой около 440 кг – включает три тарельчатые антенны: расширенного С-диапазона (диаметр – 2 м), стандартного С-диапазона (1.4 м) и Ku-диапазона (2 м). Всего на КА установлены 42 транспондера:

- ◆ 24 транспондера «стандартного» С-диапазона с рабочими частотами канала «Земля–борт» 5.9–6.4 ГГц и «борт–Земля» 3.7–4.2 ГГц. Каждый транспондер имеет ширину полосы пропускания 36 МГц и выходную мощность сигнала 75 Вт. Зона покрытия – Индонезия и Юго-Восточная Азия;

- ◆ 8 транспондеров «расширенного» С-диапазона, работающих на частотах 6.7–7.0 ГГц канала «Земля–борт» и 4.5–4.8 ГГц канала «борт–Земля» с шириной полосы пропускания 54 МГц и выходной мощностью сигнала 85 Вт. Зона покрытия – Индонезия;

- ◆ 10 транспондеров Ku-диапазона, частота канала «Земля–борт» 14.5–13.7 ГГц, канала «борт–Земля» – 10.7–11.7 ГГц. Ширина полосы пропускания у шести транспондеров – 54 МГц, у остальных четырех – 36 МГц. Выходная мощность всех транспондеров – 146 Вт. Зона покрытия – округа Натуна и Миангас (Индонезия).

Основная задача Telkom 3S – предоставление услуг абонентского телевидения и формирование VSAT-сетей на всей территории Индонезии. Спутник обеспечит передачу телевидения высокой четкости HDTV, а также предоставление услуг мобильной связи и интернет-приложения.

24 февраля спутник был стабилизирован во временной позиции 135.5° в.д. Расчетная точка стояния КА остается прежней – 118° в.д. Там он будет работать совместно с Telkom 2.

Тем временем в декабре 2015 г. индонезийский оператор заключил контракт с американской компанией Space Systems / Loral на производство КА Telkom 4 для запуска в 2018 г. Он будет нести 60 транспондеров С-диапазона. Его рабочей точкой станет 108° в.д. Там он заменит КА Telkom 1, который эксплуатируется уже 16.5 лет при заявленном ресурсе 15 лет.

Спутник для бразильского неба

При том, что КА Intelsat 32e был изначально заказан компанией Intelsat, весь его ресурс выкуплен оператором SKY Brazil. Именно по-

этому спутник зачастую называют его вторым именем – SKY Brazil 1.

Датой своего основания SKY Brazil считает 11 ноября 1996 г., однако в этот день была образована другая компания – SKY Mexico. Совместное предприятие для предоставления услуг платного спутникового телевидения создали такие гиганты индустрии телекоммуникации, как британская British Sky Broadcasting, американские News Corporation и Liberty Media International, при участии мексиканской Grupo Televisa. Для вещания на португалоязычную аудиторию Бразилии появился филиал SKY Brazil, где к трем основным соучредителям из Британии и США вместо мексиканской компании добавился местный оператор – Grupo Globo (Organizações Globo).

Вскоре в SKY Brazil появился еще один акционер – компания DirecTV, заключившая альянс с Grupo Globo. В августе 2006 г. DirecTV через свой филиал DirecTV Latin America приобрела 80% акций SKY Brazil, остальные 20% остались за Grupo Globo. Постепенно доля американской компании выросла до 96.4%, после чего бразильский партнер продал ей свои оставшиеся акции. В 2014 г. американская компания AT&T купила DirecTV за 48.5 млрд \$, получив вместе с основной компанией и оператора в Бразилии. При всех этих сменах владельцев за оператором сохранялось изначальное название SKY Brazil, хорошо известное в этой южноамериканской стране.

В феврале 2015 г. SKY Brazil сообщила, что ее клиентами являются около 5.7 млн абонентов, а это значит, что она является вторым бразильским оператором спутникового телевидения после Claro TV (10.2 млн абонентов), использующей спутники семейства Star One. Если же учитывать абонентов DirecTV Latin America в Венесуэле, Аргентине, Чили и Колумбии, то вместе с бразильскими пользователями аудитория оператора составляет 12.5 млн человек.

Для предоставления услуг с момента своего основания SKY Brazil эксплуатировала орбитальный флот DirecTV. Однако в октябре 2013 г. она вступила в партнерство с компанией Intelsat и заказала EADS Astrium (ныне – Airbus Defence and Space) изготовление нового КА Intelsat 32e со сроком запуска в первом квартале 2016 г. Intelsat предоставил свою орбитальную позицию – вот почему спутник зарегистрирован везде именно как Intelsat 32e, – однако основным инвестором постройки КА являлся бразильский оператор.

В августе 2015 г. появилось сообщение, что оператор Al Yah Satellite Communications Company (YahSat) из ОАЭ заключил с DirecTV и Intelsat соглашение о размещении на Intelsat 32e своей полезной нагрузки – 21 ретранслятор Ка-диапазона – для расширения своего вещания на территории Ближнего Востока и Бразилии. При этом сообщалось, что YahSat уже получила от регулирующих органов ОАЭ разрешение на использование частотного ресурса.

Аппарат Intelsat 32e / SKY Brasil 1 собран на основе платформы Eurostar-3000LX, являющейся увеличенной по массе и энергетике версией базовой 3000-й платформы. Стартовая масса КА составила около 6000 кг, габариты при запуске 7.5×2.9×2.3 м. Спутник имеет трехосную систему ориентации. Система электропитания включает две четырехсекционные солнечные батареи размахом 39.8 м. В конце расчетного 19-летнего срока службы они должны вырабатывать электроэнергию мощностью не менее 16 кВт.

Спутник оснащен апогейной ДУ, состоящей из двигателя тягой 445 Н и четырех топливных баков. Для поддержания ориентации КА на геостационарной орбите и его удержания в намеченной точке стояния с точностью ±0.05° по широте и по долготе используются реактивные двухкомпонентные двигатели тягой 10 Н и плазменные двигатели SPT-100 тягой 0.1 Н, работающие на ксеноне.

В интересах SKY Brazil на Intelsat 32e установлена полезная нагрузка Ku-диапазона – 60 транспондеров с полосой пропускания 36 МГц. С их помощью на территории Бразилии будут предоставляться услуги непосредственного телевидения, в том числе и высокой четкости, а также широкополосного доступа в Интернет.

А вот о полезной нагрузке Ка-диапазона для YahSat никаких упоминаний при запуске КА не было. На сайте YahSat информация о Intelsat 32e тоже отсутствует. Ближайшие планы эмиратской компании связаны с запуском своего собственного КА Al Yah 3, изготовление которого ведет американская компания Orbital Sciences на базе платформы GeoStar 3, а пуск намечен на весну 2017 г. Так что вопрос о 21 транспондере Ка-диапазона на Intelsat 32e остается открытым.

26 февраля аппарат стабилизировался в точке 33° з.д. Спутник будет работать в орбитальной позиции 43.1° з.д., где сейчас уже расположены КА Intelsat 11 и Intelsat 9. Последний после ввода в эксплуатацию Intelsat 32e планируется перевести в другую точку или вывести из эксплуатации – в зависимости от имеющегося ресурса.



И. Афанасьев, А. Кучейко специально для «Новостей космонавтики»

Один большой и 103 маленьких Индия выполнила рекордный по числу полезных нагрузок запуск

15 февраля в 09:28 по местному времени (03:58 UTC) с первого стартового комплекса Космического центра имени Сатиша Дхавана (Шрихарикота, штат Андхра-Прадеш) специалисты Индийской организации космических исследований ISRO осуществили пуск носителя PSLV-XL C37. В результате на орбиту было выведено рекордное число КА: индийский спутник съемки Земли Cartosat-2D, два индийских наноспутника INS-1A и INS-1B, а также 101 кубсат, принадлежащий США (96 КА), Нидерландам, Швейцарии, Израилю, Казахстану и ОАЭ. Всего за один раз на орбиту запущено 104 аппарата массой брутто 1378 кг, включая 25 пусковых контейнеров по 7.5 кг каждый.

В каталоге Стратегического командования США 104 аппарата и верхняя ступень PH получили номера от **41948** до **42052** и международные обозначения от **2017-008A** до **2017-008DJ**. К началу апреля все они были опознаны, причем оказалось, что 88 американских аппаратов Flock 3P зарегистрированы под номерами 41950–41953, 41955–41990, 42001–42014 и 42018–42051, а 8 американских наноспутников Lemur-2 – под номерами от 41191 до 41198.

Основные сведения о спутниках приведены в таблице 1. Их количество и близость орбит не позволяют уверенно показать информацию по каждому КА, поэтому для семейств Lemur-2 и Flock-3P приведено по одной строке для их типичных представителей.

Запуск C37 в планах ISRO стоял давно, но полезная нагрузка в процессе подготовки претерпела радикальные изменения: к началу 2017 г. основных «пассажиров» в виде двух секретных спутников EMISat и SPaDEX поменяли на CartoSat-2D, а число малых попутных нагрузок в результате успешной маркетинговой деятельности индийцев выросло до рекордного уровня.

Предстартовый отсчет был начат 14 февраля 2017 г. и прошел штатно за рекордно короткие 28 часов. Ракета стартовала успешно, поднимаясь над Землей под действием тяги массивного твердотопливного двигателя первой ступени PS1 и четырех из

шести стартовых твердотопливных ускорителей (СТУ). Полет начался в юго-восточном направлении, после чего PH выполнила стандартный для миссий ISRO на полярную орбиту маневр dog leg («собачья нога») по изменению азимута движения на юго-западный для обхода острова Шри-Ланка. Затем началась отработка программы выведения на орбиту с расчетным наклоном 97.46°. Пуск производился по стандартной для PSLV схеме прямого выведения.

«Молчавшие» со старта два СТУ включились в воздухе в T+25 сек и подняли общую тягу PSLV до 803 тс. Каждый из бустеров работал в течение 50 сек. Отделение ускорителей, включенных на Земле, произошло на 70-й секунде полета, а тех, что зажглись в воздухе, – на 92-й.

Центральный блок (Core stage) работал в течение 105 сек, а на отметке 110.3 сек первая и вторая ступени разделились с помощью пиротехнических средств. Сразу после этого включился жидкостный двигатель Vikas 4 второй ступени PS2. Развивая тягу 81.5 тс, он работал 152 сек. Сброс обтекателя прошел в T+158 сек, когда PSLV прошла отметку высоты 117 км. До этого ракета летела по жестко заданной программе, а на 163-й секунде перешла на замкнутый контур управления.

Вторая ступень закончила свою работу в T+263 сек от старта и передала свои функции твердотопливной третьей ступени PS3, которая работала 112 сек, развивая тягу 25 тс. После того, как третья ступень закончила работу, наступила баллистическая пауза в 2 мин. На 498-й секунде ступень PS3 отделилась, а на 509-й включились два жидкостных двигателя четвертой ступени PS4: они отработали импульс продолжительностью 495 сек, обеспечив выведение

блока спутников на орбиту высотой около 505 км.

После завершения активного полета, в T+17 мин 25 сек, отделилась основная полезная нагрузка – Cartosat-2D. Через десять секунд почти одновременно отделились спутники INS-1A и 1B. После примерно 50-секундной паузы началось отделение малых КА – 25 автоматических диспенсеров QuadPack последовательно сработали в течение 10 мин 10 сек, один за другим отделив 101 иностранный КА. Миссия завершилась,

▼ Маневр «собачья нога» при выведении

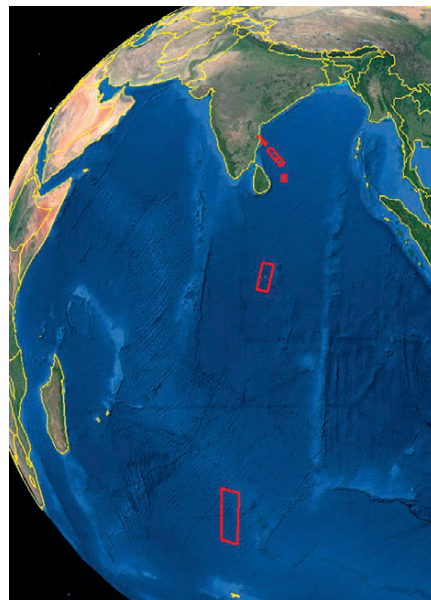


Табл. 1. Параметры спутников, выведенных на орбиту ракетой PSLV C37

Аппарат	Гос. принадлежность	Масса КА, кг	Номер	Межд. обознач.	Наклонение	Высота в перигее, км	Высота в апогее, км	Период обрац., мин
Cartosat-2D	Индия	714	41948	2017-008A	97.51°	501.0	507.9	94.74
INS-1A	Индия	8.4	41949	2017-008B	97.52°	500.5	507.6	94.73
INS-1B	Индия	9.7	41954	2017-008G	97.51°	498.0	509.9	94.72
BGUSat	Израиль	4.3	41999	2017-008BD	97.51°	497.0	506.2	94.68
Dido-2	Израиль/Швейцария	4.2	42000	2017-008BE	97.51°	496.8	506.3	94.68
PEASSS	Нидерланды	3	42015	2017-008BV	97.51°	494.3	504.1	94.65
Al-Farabi-1	Казахстан	1.7	42016	2017-008BW	97.51°	494.3	503.9	94.65
Nayif-1	ОАЭ	1.1	42017	2017-008BX	97.51°	494.2	503.9	94.65
Lemur-2 (8 КА)	США	4.6	41191	2017-008AV	97.51°	495.6	508.3	94.69
Flock 3P (88 КА)	США	4.7	41950	2017-008C	97.51°	500.1	506.8	94.72
ступень PH	Индия	42052	2017-008DJ	97.51°	467.5	503.9	94.38	

вновь продемонстрировав надежность и точность PSLV.

Выведение очень большого числа кубсатов, смонтированных в многоярусных диспенсерах, прошло штатно, однако идентификация отдельных спутников займет от нескольких дней до нескольких недель, по мере того как медленно дрейфующие кубсаты будут расходиться друг от друга.

Все основные полетные операции регистрировались с помощью бортовых видеокамер. Для приема телеметрии на запуске и первом витке привлекались средства слежения командно-измерительного комплекса ISTRAC (ISRO Telemetry, Tracking and Command Network) в Бангалоре и Люкноу, индийская полярная станция Бхарати в Антарктиде, а также арендуемые норвежские станции Свальбард и Троль.

После запуска центр ISRO в Бангалоре принял управление полетом КА Cartosat-2D и сразу же поднял его орбиту на 10 км, подальше от опасного «роя» наноспутников. На третьи сутки после запуска Центр обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) NRSC (National Remote Sensing Centre) в Хайдерабаде опубликовал первые изображения, полученные бортовыми камерами нового спутника.

Ракета – носитель полярных спутников PSLV (Polar Satellite Launch Vehicle) – основное индийское средство выведения, находящееся в эксплуатации с середины 1990-х годов. Старт PSLV C37 стал 39-м с 1993 г. и 16-м в конфигурации XL (с шестью СТУ) стартовой массой 320 т. Впервые в оперативном режиме навигация ракеты осуществлялась с помощью приемника NavIC, работающего по сигналам индийской региональной навигационной спутниковой системы IRNSS (Indian Regional Navigation Satellite System)*. На C37 впервые был испытан новый адаптер и применена сложная программа отстрела и разведения многочисленных ПН. При этом стоимость запуска составила всего порядка 15 млн \$. Первые лица государства – президент и премьер-министр Индии – поздравили участников запуска и директора ISRO с успехом.

Выведя на орбиту сразу 104 аппарата, Индия многократно перекрыла рекорд по числу одновременно запущенных спутников. Предыдущий рекорд принадлежал России, которая в июне 2014 г. вывела на орбиту 37 КА (НК №8, 2014, с.21-34). Индийский запуск при этом не потребовал какого-либо особенного технологического прорыва со стороны ISRO: самая сложная часть миссии заключалась в синхронном освобождении попутных спутников. Ранее, в июне 2016 г., на борту ракеты PSLV C34 были выведены на орбиту основной аппарат и 19 микроспутников (НК №8, 2016, с.32-41).

Это событие прокомментировал в своем твиттере премьер-министр Нарендра Моди: успех ISRO – очередной повод для гордости за нацию и космическое научное сообщество Индии. Директор миссии PSLV-C37 Джаякумар отметил, что миссия была «сложной»,

* В декабрьском запуске проводились тесты данной системы.

** Для сравнения: в составе группировки КА ДЗЗ России – около 13 спутников.

но в итоге его команда добилась отличных результатов.

По словам председателя ISRO Кирана Кумара, запуск большого числа малых КА позволил оптимально использовать возможности носителя, поскольку у него имелся резерв грузоподъемности в 600 кг. Естественная часть затрат на запуск. «Примерно половина наших затрат будет покрыта за счет иностранных спутников, которые мы запускаем», – сказал глава ISRO. Он отметил, что организация уже заработала более 100 млн \$, запуская иностранные спутники.

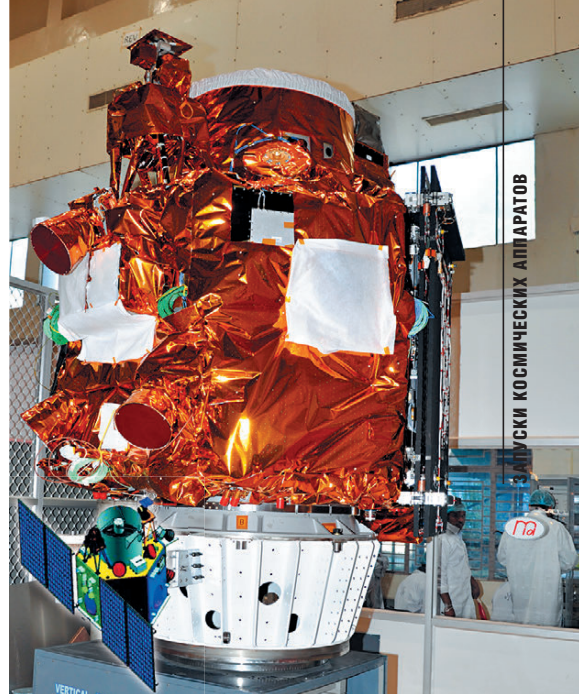
Американская газета Seattle Times в статье «Индия вывела на орбиту более 100 спутников» уточнила, что запущенные аппараты являются «наноспутниками», то есть имеют массу менее 10 кг. Индия уже давно пытается стать игроком на рынке космических запусков и в последние годы успешно запускала легкие спутники на орбиту. В сентябре 2014 г. ISRO благополучно вывела КА на орбиту вокруг Марса (НК №11, 2004, с.66-68), что ранее удавалось сделать только США, бывшему СССР и ЕКА. В стране надеются в конечном счете начать полеты своих космонавтов.

Пятый спутник видовой разведки

А. Кучейко

Новый спутник Cartosat-2D стал вторым в серии из трех усовершенствованных аппаратов Cartosat-2C, -2D и -2E (Cartosat-2 series) с оптоэлектронными системами (ОЭС) субметрового разрешения. Новые спутники должны заменить на орбите три КА Cartosat-2, -2A и -2B более ранней версии, которые были запущены в 2007, 2008 и 2010 гг.

Организация ISRO финансировала разработку КА – прототипа Cartosat-2 из первой тройки, а следующие два спутника -2A и -2B изготовлены в центрах ISRO, но финансировались не из бюджета космической организации, что в совокупности с другими факторами позволяет отнести их к спутникам видовой разведки. В следующей тройке спутников усовершенствованной серии роли поменялись: затраты на первые Cartosat-2C и -D отсутствуют в бюджете ISRO, поэтому



в соответствии с выработанной методикой их следует отнести к видовой разведке. На программу Cartosat-2E в бюджетной росписи департамента космоса на 2016/2017 финансовый год (начинается с 1 апреля 2016 г.) выделено 1.6 млрд инд. рупий (24.3 млн \$ по текущему курсу), поэтому спутник Cartosat-2E будет использоваться в ISRO как аппарат двойного назначения и в коммерческих целях.

Начиная с 2016 г. Индия приступила к обновлению национальной группировки аппаратов ДЗЗ: с учетом запуска 15 февраля 2017 г. в космосе работают уже 17 спутников ДЗЗ**, в том числе 13 КА на низких круговых орбитах (без учета SARAL с альтиметром), а также четыре метеоспутника на ГСО (Kalpana-1, INSAT-3A, -3D, -3DR). Справедливости ради стоит отметить, что четыре из 17 КА – Cartosat-1, -2, Oceansat-2, а также Insat-3A с метеоаппаратурой – намоного превысили гарантийный срок и эксплуатируются в пределах остаточного ресурса (табл. 2).

Главным отличием усовершенствованных спутников Cartosat-2C, -2D и -2E от предшественников является улучшенная ОЭС, которая позволяет повысить производительность аппаратуры и информативные свойства изображений:

◆ кроме панхроматической камеры PAN, установлены мультиспектральная четырех-

▼ Снимок первого дня – бизнес-комплекс Bandra Kurla и река Мити, Мумбаи, Индия. 18 февраля 2017 г., Cartosat-2D, разрешение 1.6 м



канальная камера МХ и две экспериментальные видеокамеры EMV;

◆ пространственное разрешение ОЭС улучшено с 0.8 м до 0.60–0.65 м при съемке в надиру в панхроматическом режиме (0.45–0.90 мкм);

◆ применены новые ПЗС-матрицы с временной задержкой накопления (ВЗН; ранее был асинхронный режим съемки) для улучшения отношения сигнал-шум;

◆ с помощью камеры МХ реализована съемка в четырех дополнительных узких спектральных зонах В1–В4 (синяя, зеленая, красная, ближняя ИК) с пространственным разрешением 1.57–2.00 м (по разным источникам);

◆ радиометрическое разрешение повышено с 10 до 11 бит;

◆ ширина полосы съемки увеличена с 9.6 км до 10 км, несмотря на снижение высоты орбиты с 630 км до 505 км.

Кроме того, в конструкции новых КА применены новые микроэлектронные приборы, аппаратура бортовой радиометрической калибровки датчиков ОЭС и системы термостатирования электронных компонентов. В отличие от -2С, на новом спутнике применена углепластиковая оснастка телескопа, впервые напечатанная на 3D-принтере.

Новый спутник, как и все КА серий Cartosat-2, изготовлен в Центре космических приложений SAC (Space Applications Center) в Ахмедабаде на базе индийской среднеразмерной платформы IRS-II, имеющей форму шестигранной призмы (2.5×2.4 м) и стабилизированной в полете по трем осям. Стартовая масса КА – 714 кг. Электропитание обеспечивают четыре раскрываемые панели солнечных батарей площадью 4.64 м² и мощностью 986 Вт и два литий-ионных аккумулятора емкостью 36 А·ч. На платформе применены штатные звездные датчики и силовые маховики, двигательная установка на гидразине для коррекции параметров орбиты, магнитные системы разгрузки маховиков.

Аппарат оснащен двумя твердотельными запоминающими устройствами общей емкостью 600 Гбит и аппаратурой передачи данных по радиолиниям в X-диапазоне частот со скоростью 320 Мбит/с через две

▼ Мишенное поле в районе города Шаднагара

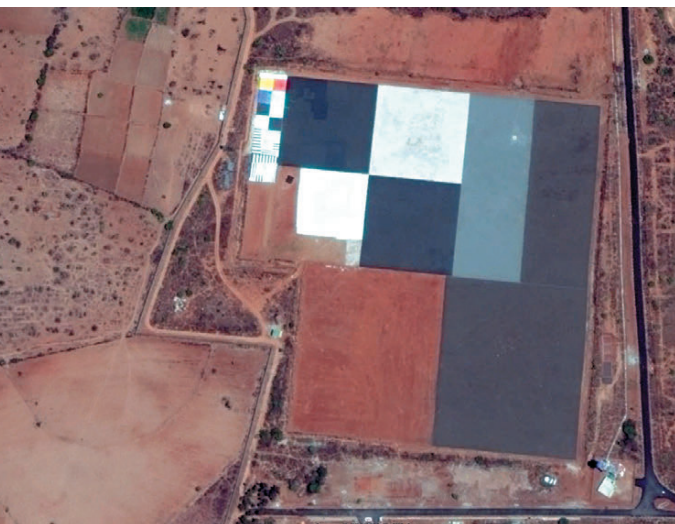


Табл. 2. Действующие индийские КА с аппаратурой съемки Земли на низких орбитах

Наименование КА	Дата запуска	Носитель	Масса, кг	Высота орбиты, км	Датчики	Разрешение, м	Полоса захвата, км
<i>Многоцелевые КА разведки природных ресурсов</i>							
Resourcemat-2	20.04.2011	PSLV-C17	1206	817	LISS-3 LISS-4 AWiFS	23.5 5.6 56–70	140 70 740
Resourcemat-2A	06.12.2016	PSLV-C36	1210	817	LISS-3 LISS-4 AWiFS	23.5 5.6 56–70	140 70 740
<i>Картографический КА</i>							
Cartosat-1 IRS-P5	05.05.2005	PSLV-C6	1560	618	PAN-A PAN-F	2.5	28 (стерео) 55 (моно)
<i>Радиолокационные КА с многофункциональными PCA</i>							
Risat-2*	20.04.2009	PSLV-C10	300	609	PCA X-диапазона	1–50	10–240
Risat-1	26.04.2012	PSLV-C19	1850	540	PCA HRSAR C-диапазона	1–50	10–220
<i>Океанографические КА</i>							
Oceansat-2	23.09.2009	PSLV-C14	960	720	OCM SCAT	230–360 50000	1420 1400
ScatSat-1	26.09.2016	PSLV-C35	370	720	OSCAT	25000	1400
<i>КА изучения тропических циклонов и климата</i>							
Megha- Tropiques	12.10.2011	PSLV-C18	960	870	MADRAS SAPHIR SCARAB	6000–40000 10000 40000	1700 1700 2240
<i>КА высокодетальной съемки видовой разведки и двойного назначения</i>							
Cartosat-2	10.01.2007	PSLV-C7	650	630	PAN	0.8	9.6
Cartosat-2A*	28.04.2008	PSLV-C9	690	630	PAN	0.8	9.6
Cartosat-2B*	12.07.2010	PSLV-C15	694	630	PAN	0.8	9.6
Cartosat-2C*	22.06.2016	PSLV-C34	728	505	PAN MX EMV	0.64 1.6–2 –	10 10 –
Cartosat-2D*	15.02.2017	PSLV-C37	714	505	PAN MX EMV	0.64 1.6–2 –	10 10 –
Cartosat-2E	2017 (план)	PSLV-C38	728	505	PAN MX EMV	0.64 1.6–2 –	10 10 –

Примечания

1. Спутники Cartosat-2A, -B, -C и -D и Risat-2 являются аппаратами видовой разведки и используются в интересах Минобороны Индии.

2. Не учтен КА SARAL с альтиметром Ка-диапазона частот ALTIKA.

независимо управляемые антенны передачи данных на Землю (одна с двухосевым карданным подвесом и вторая с неподвижной полусферической ФАР). В системе передачи данных применяется сжатие информации на основе дискретного вейвлет-преобразования и шифрование данных по стандарту AES. Расчетный срок активной эксплуатации составляет 5 лет.

Основной интригой в истории КА Cartosat-2D стала ускоренная подготовка запуска. В соответствии с бюджетом департамента космоса на 2016/2017 фин. год, спутник планировалось запустить с помощью PSLV C38 в марте-апреле 2017 г., а предшествующая C37 предназначалась для запуска двух секретных КА – EMIsat (предположительно, спутника радиотехнической разведки) и SpaDEx (Space Docking Experiment – эксперимент по стыковке двух миниКА) в ноябре-декабре 2016 г. Можно предположить, что рокировка двух программ была осуществлена из-за неготовности секретных ПН, что привело к необходимости ускоренной подготовки КА Cartosat-2D. Штатный цикл изготовления серийного спутника, который в ISRO обычно занимает около 1 года, пришлось сократить на 3 месяца: в результате спутник был готов к старту уже 12 января 2017 г.

Детальное описание ОЭС нового спутника (как и в случае с -2C) не опубликовано. Вероятно, базовой является ОЭС PAN спутников первой серии с осевым зеркально-линзовым телескопом Ричи-Кретьена с фокусным расстоянием 5.6 м и относительным фокусом 1:8. При размере эле-

мента матрицы 7 мкм и съемке с высоты 505 км получается проекция пикселя 0.63 м, что соответствует ожидаемому разрешению.

Вместе с тем конструкцию телескопа изменили для размещения нескольких фокальных плоскостей, где установлены сборки ПЗС-матриц PAN с ВЗН длиной более 16 000 детекторов, четыре матрицы МХ с ВЗН, а также матрицы двух экспериментальных видеокамер EVM (Event Monitoring Videocamera). В публикации 2014 г. описано, что камера EVM1 обеспечивает видеосъемку с разрешением 0.5 м в поле кадра размером 1×1 км², а камера EVM2 – с разрешением 0.4 м в кадре 0.3×0.2 км². Тем не менее указанные параметры требуют критического отношения.

Спутник может отклонять оптическую ось телескопа в пределах ±45° от надира для съемки объектов в трех основных режимах – кадровом, площадном, многоракурсном (стереопары, триплеты и др.). Точность координатной привязки изображений после наземной обработки может доходить до 5 м (СЕ90).

Отметим, что три первых КА серии Cartosat-2 аккуратно поддерживают орбиту условной средней высотой 633.6 км и наклонением 97.85–98.00°. Cartosat-2C начиная с ноября 2016 г. держится на отметке 508.2 км, и на эту же высоту 19 марта 2017 г. сманеврировал Cartosat-2D. Спутники обоих поколений имеют невысокую кратность орбиты: у старых наземная трасса повторяется после 9 суток и 133 витков, а у новых – после 11 суток и 167 витков. Плоскость орбиты у всех КА выдерживается так, чтобы пересечение экватора в нисходящем узле было около 09:30 местного времени.

Сравнение опубликованных результатов съемки спутников Cartosat-2 и других КА ДЗЗ показывает сравнительно невысокую производительность индийских аппаратов. Центр ДЗЗ ISRO пока не может получить полного покрытия всей территории Индии отечественными снимками с разрешением <1 м. Государственные ведомства Индии продолжают закупать высокодетальные снимки у зарубежных операторов. Карты полученных покрытий страны космоснимками показывают, что три КА Cartosat-2 осуществляют съемку объектов в основном вдоль трасс в маршрутном режиме, площадные режимы используются довольно редко, что может быть связано с невысокой скоростью разворота КА серии Cartosat-2.

Система видовой разведки Индии

Национальная система видовой космической разведки (ВКР) Индии была сформирована в 1990-х годах на основе анализа опыта СССР, США и Франции при решающем вкладе спецслужб Израиля. При израильском техническом содействии были разработа-

ны первый индийский экспериментальный спутник ВКР с ОЭС метрового разрешения TES (2001–2011) и радарный КА Risat-2 (запущен в 2009 г.). По данным СМИ, благодаря тесному сотрудничеству спецслужб двух стран, Индия на взаимной основе имеет доступ к данным спутников видовой разведки Израиля серии Ofeq и может принимать на собственную станцию снимки израильского коммерческого КА EROS-B.

Сегодня Индия развернула на орбите солидную группировку из пяти военных спутников – четыре оптических КА Cartosat-2A, -B и новые -2C, -D, а также радиолокационный КА Risat-2 с PCA метрового разрешения X-диапазона. В качестве спутников двойного назначения дополнительно привлекаются оптический КА Cartosat-2 и радиолокационный Risat-1 с PCA C-диапазона частот. Таким образом, сбор данных для задач ВКР могут осуществлять семь индийских КА с оптической и радиолокационной аппаратурой метрового и субметрового разрешения.

Наземный комплекс ВКР построен по американской схеме централизованного сбора и распределения информации среди сообщества спецслужб при ведущей роли военного ведомства. Информация, получаемая со спутников, становится доступна высшему руководству страны и спецслужбам посредством аппарата советника премьер-министра по национальной безопасности (National Security Adviser – NSA) через структуру разведывательного агентства Минобороны Defence Intelligence Agency (DIA). В состав наземного сегмента системы ВКР входят межвидовой центр ВКР DIPAC (Defence Imagery Processing and Analysis Centre) в Дели и подразделения обработки и анализа геопространственной информации при штабах трех видов вооруженных сил. По данным СМИ, после преобразования спецслужб Индии в 2004 г. ВКР вместе с другими видами технической разведки вошла в организацию National Technical Research Organization (NTRON), также находящуюся под контролем советника по NSA.

В индийских СМИ приведены сведения о применении космической информации от нового КА Cartosat-2C (запущен 22.06.2016) в ходе боевой операции индийского спецназа в Кашмире, проведенной 29 сентября 2016 г. Группы спецназа совершили ночные рейды за линию контроля Пакистана в Кашмире и нанесли удары по восьми лагерям исламских боевиков в ответ на обстрелы и гибель индийских военнослужащих. По данным печати, позиции боевиков были предварительно выявлены и контролировались из космоса, в том числе с использованием КА Cartosat-2C. Бойцы спецназа были оснащены нацеленными камерами, а система связи обеспечивала передачу изображений в реальном времени через ретрансляторы в командный центр, где за ходом операции, как в голливудском боевике, наблюдали министр обороны, советник по нацбезопасности и начальник генштаба индийской армии.

* Американской компании DigitalGlobe требуется получить разрешение правительства для снижения высоты орбиты и начала съемки с пространственным разрешением 0,25 м/пиксель.

Перспективы

Индия в последние годы демонстрирует высокие темпы роста ВВП, что позволяет существенно увеличивать расходы на оборону и космическую деятельность. В новом 2017/2018 фин. году правительство планирует выделить на нужды департамента космоса рекордную сумму в 91 млрд инд. рупий (1.3 млрд \$ по текущему курсу), что позволит развивать и системы информационного обеспечения вооруженных сил (навигацию, связь и разведку).

Выполненные запуски и опубликованные планы позволяют утверждать, что Индия реализует амбициозную программу обновления и наращивания системы видовой космической разведки. По опубликованным планам ISRO подготовка третьего КА Cartosat-2E также ускорена, запуск перенесен с декабря на апрель 2017 г. (РН PSLV C38). В результате уже в 2017 г. на солнечно-синхронной орбите высотой 508 км в одной плоскости будут размещены три новых КА: Cartosat-2C, -2D и -2E, одновременно продолжится эксплуатация первой тройки – Cartosat-2, -2A и -2B – на орбите высотой 634 км.

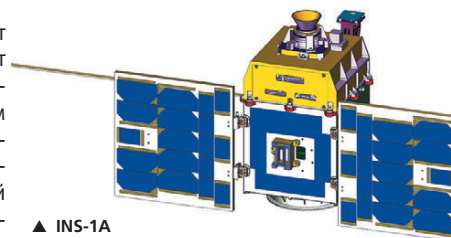
Организация ISRO с 2013 г. разрабатывает перспективный КА Cartosat-3 на базе новой платформы массой 1500 кг. Спутник будет оснащен новой ОЭС с апертурой диаметром 1.2 м, которая обеспечит съемку с рекордным для Индии пространственным разрешением 0.25 м в панхроматическом режиме и 1 м в четырех стандартных спектральных зонах с орбиты высотой 450 км. Дополнительная ПН может стать гиперспектральная камера HYSI для съемки с разрешением 12 м. Первый спутник Cartosat-3 будет готов к запуску в начале 2018 г. В ближайшей перспективе в мире не предвидится операторов КА, поставляющих на рынок космоснимки с разрешением 0.25 м/пиксель.* Поэтому Индия имеет шансы создать действительно передовой по мировым меркам спутник съемки Земли.

INS-1A и INS-1B

И. Афанасьев

Индийские наноспутники INS-1A и INS-1B, предназначенные для демонстрации научной аппаратуры нового типа для изучения атмосферы Земли и космической среды, созданы на базе новой универсальной наноспутниковой платформы, разработанной ISRO для размещения различных экспериментальных полезных нагрузок в коротких (типичная продолжительность – от шести месяцев до года) демонстрационных миссиях. Платформа массой около 5 кг, способная нести полезную нагрузку до 5 кг, оснащена стандартизованными механическими и электрическими интерфейсами.

INS-1A массой 8.4 кг в транспортной конфигурации имеет размеры 304×246×364.3 мм и оснащен двумя откидными СБ размахом 670 мм. Аппарат несет две полезные нагрузки: радиометр SBR (Surface BRDF Radiometer) и монитор однократных сбоев SEUM (Single Event Upset Monitor). Обе нагрузки разработаны Центром космических приложений SAC (Space Applications Center), входящим в структуру ISRO.



▲ INS-1A

SBR измеряет двухлучевую функцию отражательной способности BRDF (Bidirectional Reflectance Distribution Function) с целевых поверхностей Земли. Это фундаментальный радиометрический параметр: его измерение имеет большое значение для коррекции натурных или спутниковых измерений поверхности и должно быть принято во внимание для стандартизации данных, собранных с различных датчиков, чтобы сделать их сравнимыми друг с другом. Отраженный поток улавливается головкой камеры и обрабатывается в специализированном электронном узле на базе процессора Alcatel.

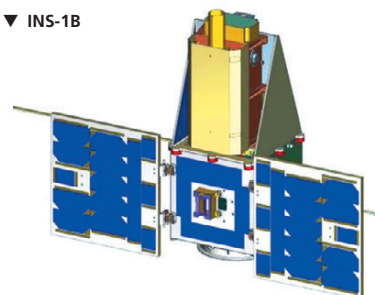
SEUM предназначен для испытания ряда готовых коммерчески доступных электронных компонентов в сложной радиационной среде на низкой околоземной орбите на предмет частоты однократных сбоев для последующего отбора и использования деталей в оперативных миссиях вместо дорогих составляющих класса Space.

INS-1B массой 9.7 кг в транспортной конфигурации имеет размеры 304×246×510 мм и также оснащен двумя откидными СБ размахом 670 мм. Он несет анализатор излучения земной экзосферы в линии Лайман-альфа EELA (Earth Exosphere Lyman-Alpha Analyzer) и камеру с оригами-оптикой.

Нагрузка EELA разработана в Лаборатории оптико-электронных систем ISRO для измерения количества нейтрального атомарного водорода в околоземном пространстве, в частности в экзосфере Земли, имеющей верхнюю границу на половине расстояния до Луны, где атомарный водород больше не может удерживаться гравитацией Земли. Ультрафиолетовая линия Ly- α (121.567 нм) – очень заметный спектральный признак водорода, часто используемый в астрономии для измерения содержания водорода в различных источниках.

Измерение содержания атомарного водорода в экзосфере представляет интерес в нескольких областях, в том числе в изучении механизмов потери земной атмосферы, что также применимо для других тел в Солнечной системе, включая Марс. Кроме того, отношение количества водорода в диапазоне 100/110 км к количеству водорода на высотах 200/300 км является очень чувствительным индикатором температуры воздуха в экзосфере.

▼ INS-1B



Линза типа «оригами» разработана в Университете Калифорнии в Сан-Диего (США). Она имеет диаметр 6 см, толщину всего 5 мм и выдает высококачественное изображение, идентичное тому, что можно получить обычным фотообъективом с фокусным расстоянием 38 мм и большой апертурой.

Устройство обладает в семь раз большей светосилой, чем обычная оптика той же толщины. Его секрет в том, что линза собирает свет лишь узкой кольцевой областью, идущей по внешнему краю. Затем лучи несколько раз отражаются в толще оптического кристалла, попадая в конце концов в центральную часть, где размещена светочувствительная матрица. При этом обращенная к объекту съемки поверхность линзы (кроме входного кольца) представляет собой плоское зеркало, а задняя поверхность – набор кольцевых асферических отражателей. Материал линзы – кристалл фторида кальция.

Камера Origami является результатом двух лет работы специалистов SAC и первым испытанием объектива нового типа на индийском МКА.

Линзы данного типа разрабатывались примерно в течение десяти лет и представляют собой сложные оптические структуры, позволяющие значительно уменьшить размеры оптики, сохраняя при этом ее свойства.

Камера Origami наноспутника INS-1B предназначена для демонстрации работы оптической системы такого типа в космической среде, а также для оценки целесообразности будущего применения на эксплуатационных спутниках.

PEASSS

Л. Розенблюм, И. Афанасьев

Тройной кубсат PEASSS (Piezo Electric Assisted Smart Satellite Structure – Умная спутниковая конструкция, поддерживаемая пьезоэлектричеством) создан консорциумом компаний европейских стран, в который входят Active Space Technologies GmbH (Германия), ISIS (Нидерланды), SONACA (Бельгия), NSL Satellites Ltd. и хайфский технический университет Технион (Израиль). Координатором проекта является Нидерландская организация прикладных научных исследований TNO. В 2013 г. консорциум получил грант на 1.99 млн евро по программе исследований и инноваций FP7* Евросоюза.

МКА служит для испытаний новой электроники, продвинутых оптических систем, экспериментальных источников тока и «умной конструкции» самого спутника. Заявленная при запуске масса – 3 кг (у Гюнтера Кребса – 4 кг).

Главные задачи проекта – разработка, производство, тестирование и оценка т. н.

«умных конструкций» (Smart Structures), которые сочетают композитные панели, пьезоэлектрические материалы, сенсоры следующего поколения, предназначенные для автономного определения ориентации КА в пространстве и производства энергии в космосе. На спутнике установлены: пьезосистема для генерирования энергии, волоконно-оптическая система и комплекс опроса элементов конструкции.

Результаты испытаний должны создать основу будущих сверхстабильных систем космического базирования для обработки изображений, которые должны сохраняться оптическими компонентами идеально выровненными, исключая механическую вибрацию от платформы КА и уменьшая тепловое расширение/сжатие элементов конструкции.

«Умные конструкции» позволяют точно контролировать углы, тепловое расширение и компенсировать вибрации, улучшая будущие системы наблюдения Земли, такие как экологическое и планетарное картирование, получение изображений приграничных регионов», – сообщило руководство проекта.

Пьезоэлектрические системы применяются для активных приводов и измерительных датчиков. Эта технология может создать основу для датчиков, исполнительных механизмов и энергетических комбайнов, имеющих преимущества по сравнению с традиционными системами. В то же время, несмотря на большой потенциал, пьезоэлектрическим системам еще предстоит доказать свою практическую применимость и работоспособность в условиях космического полета.

Аспект программы PEASSS, отвечающий за «умные конструкции», реализуется путем встраивания пьезоэлектрических приводов в спутниковую конструкцию, чтобы иметь возможность перемещать панели и структурные элементы спутника с очень высокой точностью для поддержания оптических систем в идеальном состоянии при изменении тепловых условий. Система с подвижными частями, реагирующими на тепловое расширение/сжатие, намного легче, чем массивные оптические скамьи, которые строятся для того, чтобы быть жесткими при возможных изменениях температуры. Кроме того, смарт-панели также могут быть использованы для изоляции систем спутника от акустического шума и вибраций, повышения производства данных, собранных с помощью различных систем формирования изображения.

Выработка электроэнергии с помощью пьезоэлектрических систем использует эффекты пьезоэлектричества и может сэкономить массу и объемы в будущих спутниках за счет включения системы выработки электроэнергии в конструкцию спутника.

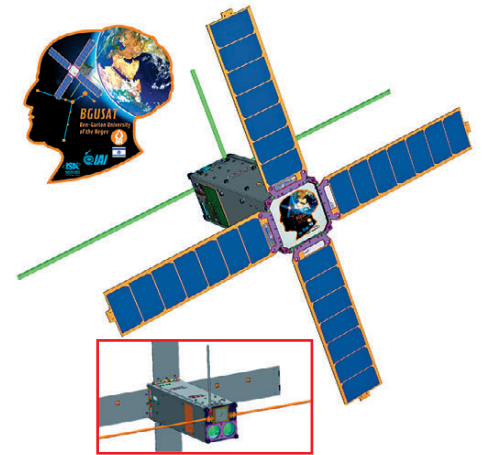
Характеристики «умных конструкций» прототипа от PEASSS будут оцениваться с помощью четырех тензорезисторов и двух температурных сенсоров на базе брэгговской решетки FBG (Fiber Bragg Grating). Эти датчики состоят из оптических волокон, которые отражают определенные длины волн света в очень узкой полосе (длина волны Брэгга) при пропускании всех остальных. Датчики чувствительны к деформации и температуре, что позволяет использовать их в качестве индикаторов деформации и термодатчиков.

Имитационная «оптическая скамья» PEASSS состоит из двух пьезоэлектрических биморфных приводов для перемещения карданного подвеса, содержащего кольцо и диск из композиционных материалов. Деформация приводов будет измеряться FBG-датчиками и парой точных солнечных датчиков (один стационарный и один подвижный), обеспечивающих абсолютное контрольное измерение, и электрических тензодатчиков, осуществляющих измерения для сравнения с FBG.

BGUSat и DIDO-2

Два МКА имеют отношение к Израилю – чисто израильский BGUSat и израильско-швейцарский DIDO-2. Оба относятся к категории тройной кубсат и имеют размеры 10×10×30 см.

BGUSat (Ben Gurion University Satellite) – студенческий спутник университета Бен-Гурион**, созданный при участии концерна IAI (Israel Aerospace Industries), Израильского космического агентства ISA и Министерства науки Израиля.



В качестве основной полезной нагрузки МКА массой 4.3 кг несет ПЗС-камеру с матрицей размерами 648×488 пикселей, работающую в ближней области ИК-излучения (1.55–1.70 мкм). Камера, разработанная IAI в сотрудничестве с компанией MicroGic из г. Петах-Тиква, позволяет получать снимки высокого разрешения для распознавания различных климатических явлений и слежения за концентрацией различных газов (например, углекислого газа) в атмосфере. Дополнительная тема исследований – сравнение данных, полученных с наноспутника, с показаниями более крупных спутников.

Система управления МКА позволяет выбирать район съемки. Управление наноспутником осуществляется с помощью контроллера TI-MSP430F1612, интегрированного с процессором обработки данных GR712RC разработки израильского стартапа Ramon Chips и европейской Cobham Gaisle. Он существенно улучшает операционные возможности и скорость обработки данных.

Спутник также оснащен инерциальным датчиком трехосной ориентации, экспериментальным GPS-датчиком, магнитометром Honeywell HMR2300, сенсором оптической связи и солнечным датчиком. Четыре рас-

* Седьмая рамочная программа Евросоюзу.

** Расположен в г. Беэр-Шева в Израиле, а также имеет кампусы в Сде-Бокере и Эйлате.

крывающиеся панели СБ вырабатывают электроэнергию мощностью 6 Вт. Передача данных с борта и на борт осуществляется в диапазоне 2.4 ГГц. Наземная станция для приема данных с орбиты расположена в Университете имени Бен-Гуриона.

Разработка проекта (изначально в размерности одинарного кубсата и под названием NegevSat) началась в 2008 г. и приостановилась из-за отсутствия финансирования. В 2013 г. работы возобновились, а форм-фактор изменили на 3U. Платформу изготовил концерн IAI, а агентство ISA выделило 1 млн шекелей (примерно 270.4 тыс \$) на научные исследования на базе получаемых с данного спутника снимков (не считая платы за запуск). Пожертвования филантропов из США позволили разработать программное обеспечение, камеру и наземную станцию управления МКА.

BGUSat – третий израильский студенческий спутник после TechSat (TechSat Gurwin II), запущенного в 1998 г. и функционировавшего до 2010 г., и «Духифат-1», полетевшего в 2014 г. По плану, в 2017 г. будут выведены еще два – «Духифат-2» и SAMSON (Space Autonomous Mission for Swarming and GeoLocation with Nanosatellites).

DIDO-2 – спутник для медицинских экспериментов израильско-швейцарской компании Space Pharma, построенный нидерландской фирмой ISIS (Innovative Solutions In Space B.V.). В пусковом манифесте он значится как швейцарский, в американском каталоге космических объектов – как израильский и ко всему прочему имеет второе название «Чэнь Цзяюн-1» (陈家镛一号, Chen Jiayong 1), поскольку в исследованиях на борту участвует китайская фирма Spacety China Ltd.

МКА массой 4.2 кг предназначен для четырех различных экспериментов (в том числе израильского от ученого из Тель-Авивского университета) в целях изучения воздействия нулевой гравитации на различные материалы:

- ◆ рост бактерий;
- ◆ устойчивость к антибиотикам;
- ◆ ферментативные реакции, полимеризация, динамика агрегации и синтез наночастиц;
- ◆ стабильность эмульсии и процесс кристаллизации.



«Мы взяли классическую лабораторию с пипетками, чашками Петри, микроскопом, спектрометром и другими датчиками и уменьшили все это до размеров коробки для детской обуви. Мы позволяем постановщикам эксперимента самим управлять его ходом», – объяснил глава стартапа Space Pharma Йоси Ямин.

Результаты экспериментов будут передаваться в реальном времени на смартфоны исследователей, на которые будут установлены специальные приложения. Система управления МКА позволяет менять ход экспериментов, получать данные о процессе (температура, радиация, фотографии встроенного микроскопа).

DIDO-2 – первый в линейке МКА, которые Space Pharma намерена отправить на орбиту для научных исследований в области микрогравитации. В 2017 г. Space Pharma планирует запустить еще один МКА (DIDO-1 на ракете Falcon 9), а в будущем полетит более крупный спутник, позволяющий одновременно проводить до 160 экспериментов.

Al-Farabi 1 и Nayif-1

И. Афанасьев

Наноспутник *Al-Farabi 1* создан студентами и преподавателями Казахского национального университета имени аль-Фараби (КазНУ, Алма-Ата, Республика Казахстан) при участии Департамента авиации и космонавтики Университета Токио с целью получения опыта космических разработок и подготовки специалистов к реализации масштабных проектов по направлению «Космическая техника и технология».

Проект казахстанского наноспутника для наблюдения Земли реализуется с 2013 г. в рамках международного консорциума UNIFORM совместно с Токийским университетом (Япония). Пять магистрантов механико-математического и физико-технического факультетов КазНУ, прошедшие конкурсный отбор, участвовали во всех этапах производства и эксплуатации малых космических аппаратов в Токийском университете – от замысла до обработки полетных данных. Основными участниками проекта *Al-Farabi 1* стали доцент физического факультета Зауре Ракишева и докторанты Жанболат Лязат, Адиль Мухамедгали и Нурсултан Досжан. В 2015 г. сообщалось о сборке и тестировании КА на базе Технопарка КазНУ, а также в РКК «Энергия» и Берлинском техническом университете.

Al-Farabi 1 – двойной кубсат заявленной массой 1.7 кг (по проекту – 2.312 кг) с фотоэлементами на гранях корпуса размером 10×10×21 см. Среднее энергопотребление за виток составляет 1.89 Вт, бортовой литий-полимерный аккумулятор имеет емкость 19 Вт·час. Система ориентации реализована на четырех солнечных датчиках, трехкомпонентном магнитометре и трехосном гиродатчике с маховиками и магнитными устройствами в качестве исполнительных элементов. Система связи с наземной станцией работает на частоте 435.5 МГц через две ленточные антенны.

В качестве полезной нагрузки на наноспутнике установлена видеокамера NanoCamC1U для съемки поверхности Земли,



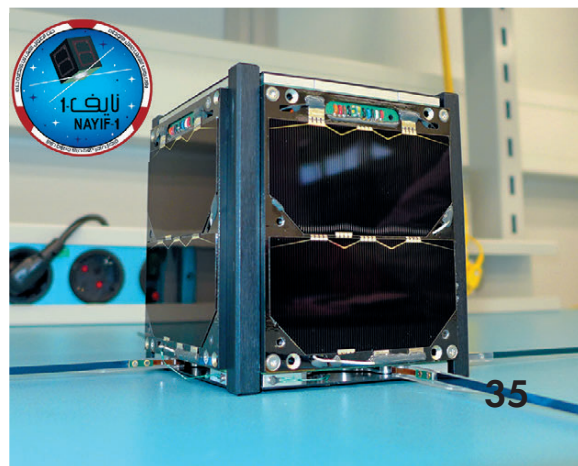
▲ Казахские специалисты со спутником Al-Farabi 1 на космодроме Шрихарикота

оснащенная объективом 35 мм и CMOS-матрицей размером 2046×1536 пикселей, с полем обзора 9.22°. Потребляемая полезной нагрузкой мощность – 0.66 Вт.

Одинарный кубсат *Nayif-1* (он же FunCube-5) массой 1.1 кг – первый наноспутник Объединенных Арабских Эмиратов (ОАЭ), разработанный в Космическом центре Мухаммеда бин-Рашида MBRS (Mohammed bin Rashid Space Centre) и Американском университете Шарджи AUS (American University of Sharjah). Основной задачей вуза является подготовка местных специалистов в области разработки и производства КА.

Основная полезная нагрузка спутника – любительский терминал связи FunCube-5, предоставленный Радиоловительской спутниковой корпорацией (Radio Amateur Satellite Corporation) для использования сообществом радиолюбителей и в образовательных целях. В полезной нагрузке размещен линейный УКВ-транспондер, работающий на частоте 435.045 МГц для восходящей линии связи, 145.960 МГц – для нисходящей линии связи и обеспечивающий маяк на 145.940 МГц.

Основная цель проекта заключалась в том, чтобы дать студентам из ОАЭ практический опыт проектирования, разработки, производства и эксплуатации спутников. Семь студентов различных инженерных дисциплин были привлечены в проект для прохождения всего процесса проектирования, испытания и эксплуатации. Первоначально *Nayif-1* был нацелен на запуск в 2015 г. на ракете Falcon 9, но вынужден был перейти на индийскую ракету PSLV из-за чрезмерных задержек в манифесте SpaceX. По-видимому, он размещался в одном пусковом контейнере с казахстанским аппаратом, что и позволило зарядить в 25 пусковых установок не 100, а 101 наноспутник.





▲ Контейнеры QuadPack для кубсатов перед установкой на РН

Dove – Flock 3P

Из 104 аппаратов, выведенных в космос ракетой PSLV C37, большая часть (88 штук) относится к спутникам Dove («Голубь») серии Flock 3P, эксплуатируемых компанией Planet Labs из Сан-Франциско, Калифорния. Каждый Dove представляет собой тройной (3U) кубсат массой около 4,7 кг и габаритами 10×10×34 см, предназначенный для наблюдения Земли и получения изображений больших участков земной поверхности с разрешением порядка 4 м. По этому показателю Dove не могут сравниться с «большими» спутниками ДЗЗ. Но их преимущество перед последними заключается в количестве и соответственно – в быстром темпе повторной съемки*.

Аппараты типа Flock 3P относятся к поколению Build 13. Электропитание обеспечивают фотоэлементы на гранях корпуса МКА и на двух разворачиваемых крыльях солнечных батарей по три панели в каждом (раскрываются с помощью пружины и пережигаемого тросика), а также буферные литий-ионные аккумуляторы на 20 А·час. Ориентацию продольной осью в надир обеспечивают четыре маховика и три магнитных устройства.

Основная полезная нагрузка каждого МКА – пятиэлементный оптический телескоп PS2 по схеме Максудова-Кассегрена с апертурой 91 мм и фокусным расстоянием 1140 мм для получения изображений Земли с высоким разрешением. Диафрагма телескопа защищена крышкой, открывающейся с помощью пружин. Оптическая ось направлена по длинной оси спутника. Приемником является матрица размером 6576×4384 элементов (29 Мпикс) с четырьмя каналами (синий, зеленый, красный и ближний ИК). Оценочное разрешение при размере элемента 9 мкм и высоте съемки 505 км – 4,0 м, размер кадра – 26,2×14,5 км. Изображения с борта передаются через радиоканал в X-диапазоне со скоростью 200 Мбит/с. Каждый КА способен отснять свыше 2 млн км² в сутки.

Для приема информации уже развернута мощная наземная инфраструктура (12 наземных станций в Северной Америке, Европе

и Австралии), обеспечивающая управление наноспутниками в УКВ- и S-диапазонах и прием и обработку изображений в объеме до 1 Тбайт в сутки. В дальнейшем ее планируется усилить, доведя пропускную способность до 6 Тбайт в сутки.

Данная миссия является 15-м запуском спутников Dove для Planet Labs, а всего был отправлен в космос 221 аппарат, из которых 149 находятся на орбите. Большинство «Голубей», запущенных ранее, были развернуты с Международной космической станции и могли производить фотосъемку поверхности Земли в полосе от 52° северной до 52° южной широты, где находится большая часть сельскохозяйственных угодий и населенных земель нашей планеты. Тем не менее операторы хотели бы расширить эту зону, включив в нее всю поверхность земного шара, а также увеличить срок баллистического существования КА, который при отделении на высоте 400 км составлял от 6 до 12 месяцев.

С помощью носителя PSLV спутники выводятся на орбиту с большим сроком существования и с более высоким наклоном. 88 новых аппаратов Flock 3P присоединятся к дюжине кубсатов Flock 2P, запущенных в 2016 г. вместе с КА Cartosat-2C, создав в одной орбитальной плоскости 100-спутниковую «сканирующую линейку» – «созвездие», способное получать изображения всей Земли каждый день. «Посредством спутников RapidEye и Dove, работающих на других орбитах, Planet Labs будет получать изображения всей Земли ежедневно», – говорится в пресс-релизе компании.

Следующая партия спутников Dove стартует весной. 12 МКА готовы к доставке на МКС на борту грузового корабля Cygnus. Эти аппараты серии Flock 2E⁺ являются продолжением серии Flock 2E, которую запустили с МКС в декабре 2015 г. Новая серия включает в себя МКА, аналогичные уже находящимся на орбите, способные получать изображения в RGB-режиме, а также новые модели, в которых добавлена возможность съемки в ближнем инфракрасном режиме. Экипаж 47-й экспедиции МКС разгрузит спутники

Dove и подготовит их к запуску, который запланирован на конец мая.

Очередные «стаи» «Голубей» должны быть выведены на солнечно-синхронные орбиты с большим сроком существования совместно с российскими КА «Канопус-В-ИК» (48 КА) и «Метеор-М» № 2-1 (42 КА).

LEMUR-2

Восемь спутников-кубсатов второго поколения Lemur-2 американской фирмы Spire Global Inc. предназначены для мониторинга морских судов и измерения параметров атмосферы (температура, давление, влажность). Аппараты с порядковыми номерами от 22 до 29 имеют также личные имена Jobanputra, Spire-Minions, Satchmo, RDEaton, Smita-Sharad, Mia-Grace, NoguesCorreig и Tachikoma.

МКА созданы на базе стандартной модульной платформы типа «тройной (3U) кубсат», имеют габариты 30×10×10 см и массу 4,6 кг каждый. Для уменьшения стоимости аппарата инженеры используют минимально адаптированную бытовую электронику. Каждый спутник несет два инструмента:

- ◆ прибор STRATOS на базе GPS-приемника, фиксирующий вертикальные профили температуры и влажности в атмосфере Земли для численного прогноза погоды;

- ◆ приемник для системы автоматической идентификации AIS, собирающий в глобальном масштабе данные о движении коммерческих морских судов.

Аппаратура STRATOS работает по принципу измерения навигационных сигналов спутников GPS, проходящих через атмосферу. Отслеживая прохождение этих сигналов через слои воздуха, можно получить (путем преобразования угла изгиба пути радиосигнала) высокоточные измерения глобальной температуры, давления, количества паров и воды в атмосфере, а также определить электронную плотность в ионосфере. Spire планирует развернуть глобальное покрытие своими КА на околоземной орбите, что может создать точную и постоянно обновляемую модель атмосферы.

Spire Global Inc. – американская частная компания, имеющая офисы в Сан-Франциско, Глазго, Сингапуре и Боулдере и специализирующаяся на данных, получаемых из сети малых спутников. Она запускает аппараты поколения Lemur-2 с 2015 г. К настоящему времени на орбиту доставлено 29 КА, один из которых, однако, не вышел из пускового контейнера на корабле Cygnus в июне 2016 г. и был сведен с орбиты вместе с грузовиком**. Spire планирует создать созвездие аппаратов Lemur глобального охвата, в которое войдут по меньшей мере 100 спутников, обновляемые каждые два года.

В сентябре 2016 г. Spire выиграла контракт Национального управления океанических и атмосферных исследований NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) на 370 тыс \$ на поставку данных в целях определения полезности этой информации для метеорологических агентств. Если пилотная программа окажется плодотворной, NOAA может разместить заказ на большее число данных о погоде от Spire и других коммерческих спутниковых стартапов, чтобы дополнить измерения от государственных спутников.

* Для того, чтобы удовлетворить спрос на изображения с высоким – субметровым – разрешением, 3 февраля 2017 г. Planet Labs выкупила у Google Inc. компанию Terra Bella и ее созвездие из семи спутников SkySat. Ранее ею была приобретена компания Black Bridge, эксплуатирующая пять спутников RapidEye.

** Четыре КА из 29 были выведены в автономный полет с борта МКС 6 марта 2017 г.

Масштабируемый летный демонстратор – реальный шаг в отработке перспективных авиакосмических систем



Ю. Бахвалов, А. Семёнов*, Ю. Урличич специально для «Новостей космонавтики»

Современная авиационная и космическая техника уверенно использует диапазоны высот 0...20 км и выше 140 км. «Эшелон» между этими двумя диапазонами не используется из-за отсутствия технологий, позволяющих осуществлять установившиеся полеты на гиперзвуковых скоростях. В перспективе освоение этих высот приведет к появлению летательных аппаратов (ЛА), одинаково эффективно действующих как в атмосфере, так и в космосе. В настоящий момент усилия мировой авиакосмической науки и техники направлены на освоение этого диапазона.

Проектно-теоретические исследования ЛА, совершающих полеты с гиперзвуковыми скоростями, включая продувки моделей в аэродинамических трубах, требуют обязательной летной проверки в реальных условиях на летных демонстраторах. Так работает вся мировая авиационная и космическая промышленность.

Целесообразность создания масштабированных летных демонстраторов (МЛД) основывается на опыте и тенденциях в отечественной и мировой космонавтике и авиации, свидетельствующих об эффективности и возрастающей роли летного эксперимента на летающих моделях (демонстраторах) в создании новых летательных аппаратов и их систем.

Независимо от заинтересованности того или иного заказчика и технической стороны проблематики вопросов освоения указанного диапазона высот, можно определить место создаваемого МЛД в этом направлении как первоочередного элемента непосредственной летной отработки критических технологических достижений гиперзвуковых скоростей.

Номенклатура ключевых решений гиперзвуковых ЛА, которые необходимо отработать на летающих лабораториях и демонстраторах, достаточно широка:

- ❖ концепция аэродинамической компоновки гиперзвуковых ЛА;

Ю. Бахвалов – генеральный директор, А. Семёнов – главный конструктор ООО «ИССОН», г. Москва, резидент Фонда «Сколково» (Кластер космических технологий и телекоммуникаций).

- ❖ концепция теплового проектирования конструкции ЛА («горячая», смешанного типа, иная);

- ❖ теплозащитные и жаростойкие материалы, покрытия, элементы конструкции теплозащиты;

- ❖ типы двигателей и условия их эксплуатации;

- ❖ концепция системы управления ЛА на всех этапах возвратного полета.

Для решения указанных задач предлагается создать технологию, основанную на опережающих летных испытаниях с использованием многоразовых масштабированных летных демонстраторов.

Создаваемый масштабируемый летный демонстратор – многоразовый экспериментальный ЛА, представляющий собой свободнолетающую модель – подобие или масштабную копию перспективных ЛА. С помощью МЛД исследуются гиперзвуковые режимы полета и ключевые технические и технологические решения, применяемые в конструкции ЛА и его систем для реализации полета на гиперзвуковых режимах.

Для отработки такой технологии в качестве перспективных авиакосмических ЛА в первую очередь рассматриваются:

- ◆ многоразовый крылатый воздушно-космический летательный аппарат (МВК-ЛА), совершающий орбитальный полет и имеющий возможность маневрирования в атмосфере с последующей посадкой на Землю. Реализованными примерами этой концепции являются многоразовые корабли Space Shuttle, «Буран», автоматический аппарат X-37B;

- ◆ возвращаемый ракетный блок первой ступени многоразовой ракеты-носителя, проекты которой исследуются как в нашей стране, так и за рубежом («Многоразовая ракетно-космическая система первого этапа» МРКС-1, RBS Pathfinder и др.).

В основу проекта создания МЛД положен опыт по темам «Беспилотный орбитальный ракетоплан» (БОР), «Буран», «Многоразовая авиационно-космическая система» (МАКС), «Байкал», МРКС-1, а команда проекта сформирована из участников этих разработок.

▼ Модель многоразовой первой ступени РН (проект МРКС-1)



МЛД способен летать на гиперзвуковых скоростях по различным программам и обеспечить задачи опережающих летных испытаний с диапазоном эксперимента, составляющим по высотам 20–60 км и по скоростям вплоть до соответствующих числу $M=7$.

Для запуска МЛД в зону эксперимента используется пусковая система на базе самолета-носителя.

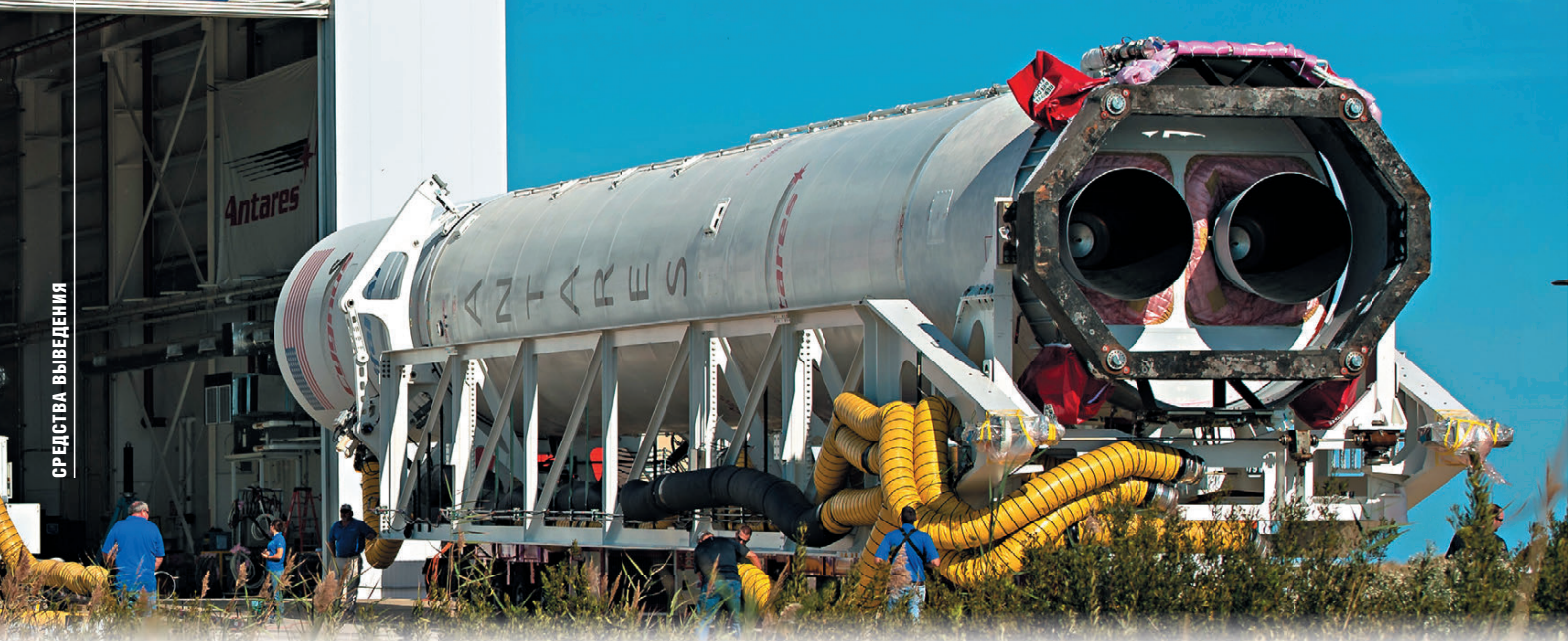
Для разгона до гиперзвуковых скоростей МЛД оснащен собственной двигательной установкой для выведения на режим исследования после отделения от самолета-носителя и с парашютной посадкой после завершения эксперимента.

В автономном полете система управления обеспечивает автоматический полет с отслеживанием заданной траектории и с последующим спасением МЛД на парашюте, а также телеметрирование измерительной информации, необходимой для оценки аэродинамических характеристик в ходе полета. Для оценки результатов эксперимента будут использованы современные подходы к повышению эффективности летного эксперимента на основе методов математической теории планирования экспериментов – активной идентификации аэродинамических характеристик за счет оптимизированных по информативности тест-маневров.

Это решение продиктовано следующими обстоятельствами: при понимании необходимости этапа летной отработки с использованием масштабируемых летных демонстраторов, создание МЛД в одноразовом исполнении под конкретную программу – задача очень дорогостоящая; доставка демонстратора в зону эксперимента с использованием ракеты-носителя – весьма затратное и длительное (с учетом этапов подготовки РН) мероприятие. При этом воздушный старт позволяет существенно сократить как сроки проведения эксперимента, так и его стоимость, а за счет многоразовости и возможности модификации облика обеспечивается повторное использование МЛД для решения экспериментальных задач в интересах различных программ.

Проведение опережающих летных исследований на демонстраторах и экспериментальных ВКЛА является характерной особенностью и зарубежных гиперзвуковых программ. Данная особенность обусловлена необходимостью верификации методов, средств и результатов расчетных и наземных экспериментальных исследований, а также ограниченными возможностями наземной стендовой базы для отработки гиперзвуковых технологий. Не лишним будет вспомнить и негативный опыт попытки создания целевого аппарата, минуя этап опережающих летных исследований ключевых проблем (в частности, программа National Aero-Space Plane NASP в США).

Таким образом, масштабируемый летный демонстратор – реальный шаг в летно-экспериментальной отработке перспективных авиакосмических систем различного назначения.



Модернизация «Антареса» и график полетов «Лебедея»

И. Чёрный.
«Новости космонавтики»

20 января в НПО «Энергомаш» имени академика В.П. Глушко (г. Химки Московской области) началась программа комплексных технических испытаний 2017 г.: специалисты Научно-испытательного комплекса НИК-751 предприятия успешно протестировали жидкостный ракетный двигатель РД-181, предназначенный для модернизированной РН Antares (200-й серии; НК № 12, 2016, с.26-32). По словам представителей НИК-751, испытание завершилось успешно, замечаний после предварительной обработки результатов нет.

По официальным данным НПО «Энергомаш», разработка РД-181* началась в 2014 г. Заказчик – компания Orbital ATK – выдал контракт на поставку двигателя в декабре 2014 г. В начале 2015 г. прошло первое огневое стендовое испытание двигателя, а в мае 2015 г. успешно завершилась сертификация.

В рамках заключенных контрактов и имеющих опционов на период 2017–2018 гг. НПО «Энергомаш» должно поставить заказчику не менее 14 экземпляров РД-181. В настоящее время компания Orbital ATK не рассматривает другие альтернативы для РН Antares.

«Не думаю, что будут какие-либо замены на другие двигатели: время на эксперименты вышло, и альтернативы не найдено», – сказал по этому поводу гендиректор «Энергомаша» И. А. Арбузов.

Игорь Александрович выразил надежду, что непростая геополитическая обстановка в мире не окажет влияния на реализацию международной программы пусков американских носителей Antares с российскими двигателями: «Важен общеполитический фон, на основе которого часто происходят совершенно неожиданные вещи. В программе есть риски с обеих сторон, которые в конечном итоге, надеюсь, будут преодолены».

В конце октября 2016 г. группа американских специалистов из компании Orbital ATK провела аудит двух изделий основ-

В 2016 г. НПО «Энергомаш» имени академика В.П. Глушко и входящие в состав интегрированной структуры воронежское Конструкторское бюро химической автоматики (КБХА) и пермский «Протон-ПМ» провели 21 натурное испытание двигателей модельной линейки химкинского предприятия: восьми РД-180, пяти РД-191 и восьми РД-181.

ной конструкции первой ступени (ОКПС) РН Antares на днепропетровском заводе «Южмаш». Они осмотрели изделия на окончательной стадии перед погрузкой, проинспектировали сам процесс погрузки на железнодорожную платформу, а также ознакомились с ходом выполнения работ по очередному изделию. 27 октября ОКПС была зачехлена и погружена. Параллельно в сборочном цехе продолжались работы по монтажу систем еще на одном изделии, которое было собрано в конце ноября. Заказчик принял изделия уже в порту штата Делавэр.

После успешного пуска 17 октября 2016 г. модернизированной РН Antares 230 с полетным заданием OA-5 корпорация Orbital ATK занялась подготовкой миссий OA-7 и OA-8Е, планируемых на текущий год. Одновременно продвигаются планы по интеграции новых решений по ракете, которые предполагается внедрить к 2019 г.

Напомним: РН Antares с грузовым кораблем Cygnus, разработанная в рамках контрактов NASA по коммерческим услугам орбитальной транспортировки COTS (Commercial Orbital Transportation Services) и коммерческим услугам снабжения CRS (Commercial Resupply Services), в период 2013–2014 гг. совершила четыре успешных полета, но 28 октября 2014 г. потеряла ава-

рию во время выполнения миссии Orb-3 по коммерческой доставке грузов на МКС (НК № 12, 2014, с.1-7). После этого Orbital ATK решила не просто вернуть носитель в строй, но при этом заменить двигательную установку его первой ступени с двумя AJ26-62 (американизированный вариант российского двигателя НК-33) на два РД-181 (табл. 1).

Для выполнения своих обязательств перед NASA компания осуществила два запуска своего корабля Cygnus на ракете Atlas V пускового оператора ULA (United Launch Alliance) – в декабре 2015 г. (НК № 2, 2016, с.18-22) и марте 2016 г. (НК № 5, 2016, с.20-



Табл. 1. Сравнительные характеристики двигателя первой ступени носителя Antares

Параметр	НК-33	РД-181
Компоненты топлива	Жидкий кислород – керосин	
Тяга, земная/пустотная, тс	154/171.3	196/212.6
Удельный импульс, земной/пустотный, с	297/331	311.9/339.2
Давление в камере сгорания, кгс/см ²	142	262.6
Масса, сухая/залитая, кг	1240/-	2200/2330
Габариты, высота/диаметр, мм	3705/1491	3680/2100

* Этот двигатель рассматривался как экспортный вариант РД-193, предназначенного для установки на первой ступени РН «Союз-2.1В»; в 1-м квартале 2013 г. НПО «Энергомаш» закончило испытания РД-193 и приступило к подготовке документации по адаптации двигателя к ракете.

22). Первый после аварии пуск обновленной PH Antares, состоявшийся 17 октября 2016 г., ознаменовал возвращение Orbital ATK к собственному флагманскому носителю. Тем не менее из-за того, что компания SpaceX, также осуществляющая коммерческое снабжение МКС с помощью собственных грузовых кораблей Dragon, после аварии носителя Falcon 9, случившейся 1 сентября 2016 г. (НК № 11, 2016, с.32-37), временно прекратила полеты, NASA и Orbital ATK согласовали вопросы выполнения миссии OA-7 вновь на PH Atlas V. Сделано это было для увеличения массы полезной нагрузки, доставляемой на станцию, что стало особенно актуально после потери «Прогресса МС-04» (НК № 2, 2017, с.8-11).

В настоящий момент очередной полет корабля Cygnus запланирован на 19 марта 2017 г. Через три дня аппарат должен причалить к надирному порту модуля Node 1 американского сегмента МКС. Корабль будет летать в составе орбитального комплекса до 20 июня. Следующий запуск на ракете Antares 230 – OA-8E – предполагается выполнить 1 октября со стыковкой тремя днями позже. Первоначально его планировали на лето, но, поскольку пуски носителей SpaceX уже возобновились, график полетов был пересмотрен. Грузовой корабль в этой миссии задержится на станции на 86 дней – до 29 декабря 2017 г.

Затем Antares будет использован в миссиях OA-9E в марте 2018 г. (Cygnus пробудет на станции 90 суток), OA-10E в октябре 2018 г. (60 суток), а также OA-11E в декабре 2018 г. (эта миссия, вероятно, перейдет на 2019 год). Особо следует отметить, что в ходе следующих трех миссий NASA хотело бы держать Cygnus на МКС в течение трех месяцев, то есть на 30 дней больше, чем предусматривал контракт CRS-1.

Надо сказать, что изначально Antares проектировался как PH, рентабельная уже при двух пусках в год. При этом Orbital нацеливался на сегмент рынка, занятый носителем Delta II. Участие в программах COTS и CRS внесло свои коррективы в планы. Вместе с тем компания никогда не забывала о пусковом рынке за пределами коммерческой доставки грузов на МКС. Первый важный шаг в этом направлении был сделан в 2012 г., когда NASA добавило Antares в контракт на национальные пусковые услуги National Launch Services II (NLS-II). Это позволяет Orbital ATK участвовать в тендерах агентства

Табл. 2. Сравнительные характеристики двигателей второй ступени носителя Antares

Параметр	Castor 30B	Castor 30XL
Максимальная тяга в пустоте, тс	40.4	54.4
Удельный импульс в пустоте, сек	304	294.4
Время работы, сек	127.0	155.0
Диаметр корпуса, м	2.34	2.34
Длина двигателя (включая сопло), м	4.17	5.98
Масса снаряженного двигателя, т	13.97	26.3
Масса топлива, т	12.887	24.95

на запуски научных аппаратов, конкурируя с другими поставщиками, такими как ULA и SpaceX.

Кроме того, компания изначально планировала серию модернизаций и усовершенствований ракеты Antares. Первое крупное обновление (новая мощная вторая ступень Castor 30XL; табл. 2) дебютировало в миссии Orb-3, закончившейся аварией носителя на старте. В итоге этот дебют был отложен в октябре 2016 г. в первом полете ракеты серии Antares 230.

Очередные модернизации будут испытаны в усовершенствованном носителе, запуск которого запланирован на 2019 г., хотя пресс-служба Orbital ATK отмечает, что некоторые (если не все) улучшения будут доступны ранее. Марк Печински (Mark Pieczynski), вице-президент группы пусковых систем Orbital ATK, сообщает: «Еще один усовершенствованный вариант [«Антареса»] находится в стадии разработки и будет использоваться ОКПС, включая усиление конструкции и оптимизацию для восприятия повышенных нагрузок. [Планируется] некоторая доводка двигателей РД-181 и Castor 30XL и улучшение зоны размещения полезной нагрузки, включая мероприятия с головным обтекателем (ГО), которые позволят загружать корабль Cygnus срочными грузами в последний момент, а также оптимизация конструкции адаптера ГО».

Ранее считалось, что плановая модернизация позволит создать в результате носитель «300-й серии» с первой ступенью, специально разработанной под двигатель РД-181. Однако г-н Печински заявил, что Orbital ATK не намерена называть «300-й серией» предпринимаемые модернизации, по которым идет работа. Между тем их названия и сроки выполнения предстоит определить.

По сообщениям пресс-службы Госкорпорации «Роскосмос», РИА «Новости», AEX.RU и NASASpaceFlight.com

Сообщения

✓ Китайская исследовательская академия ракет-носителей CALT создаст к концу 2018 г. ракету-носитель средней грузоподъемности нового поколения «Чанчжэн-8» (CZ-8), предназначенную для запуска коммерческих спутников. Об этом сообщила 27 февраля газета China Daily со ссылкой на главу проекта CZ-8 Ли Тунъюя.

Новый носитель будет способен выводить на солнечно-синхронную орбиту до 4500 кг груза, а на геопереходную орбиту – около 2500 кг. Он имеет в своей основе кислородно-керосиновый центральный блок от CZ-7 и верхнюю кислородно-водородную ступень от CZ-3A и впервые в китайской практике оснащается твердотопливными стартовыми ускорителями диаметром 2.0 м.

«На разработку у нас может уйти до трех лет, однако при благоприятном стечении обстоятельств тестовый запуск планируется осуществить к концу 2018 года», – сказал специалист. – А.Ж.

✓ Доходы компаний США от 11 коммерческих космических запусков в 2016 г. составили 1185 млн \$, то есть почти половину от полной стоимости 21 коммерческого пуска, которая оценивается в 2.5 млрд \$. Европейский Arianespace заработал 1152 млн \$, а на долю российских провайдеров пришлось всего два старта на сумму порядка 130 млн \$. Такие данные содержатся в опубликованном 27 февраля докладе отдела коммерческих космических перевозок Федеральной авиационной администрации США.

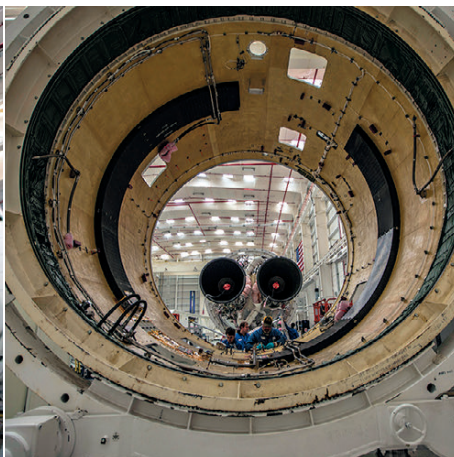
«Начиная с 2014 года американские провайдеры начали отрезать от существующей доли коммерческих пусков, занятых российскими провайдерами», – говорится в отчете. В документе поясняется, что это связано с рядом факторов, среди которых как выход на рынок пусковых услуг частной американской компании SpaceX с низкой ценой пуска ракеты Falcon 9, так и проблемы контроля качества выпускаемой продукции в российской космической отрасли. Эти проблемы вылились в аварии, из-за чего заказчики начали искать альтернативу в лице той же SpaceX.

Согласно отчету, общий объем рынка космической отрасли в 2016 г. составил 335 млрд \$ – сюда входят пусковые услуги, спутниковый и наземный сегменты, бюджеты космических агентств, а также бюджеты глобальных навигационных систем.

Самый крупный сегмент занимает спутниковое телевидение с долей в 29% и объемом 98 млрд \$, следом идет рынок глобальных навигационных спутниковых систем с долей в 24% и объемом 81 млрд \$. Государственные космические бюджеты занимают 23%, а в объеме – 77 млрд \$. Другие спутниковые услуги имеют около 30 млрд \$, а наземный сегмент – 28 млрд \$. Производство спутников оценивается в 17 млрд \$.

Вся пусковая деятельность, включая гражданские, военные и коммерческие запуски PH, занимает лишь 2% объема космического рынка и оценивается в 5.4 млрд \$. – А.Ж.

✓ 24 февраля состоялся третий после катастрофы в октябре 2014 г. испытательный полет ракетоплана SpaceShipTwo, создаваемого компанией Virgin Galactic для суборбитальных полетов. Аппарат VSS Unity был поднят в воздух самолетом-носителем WhiteKnightTwo, а затем отделился и совершил автономный полет без включения собственного двигателя с посадкой на аэродроме Мохаве. Ракетоплан пилотировали пилоты Дейв Маккей (Dave Mackay) и Рик Стёркоу (Rick Sturckow). – А.Ж.



Китай: коммерция на легких носителях

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

Кommerческий запуск спутника «Линья-1» 9 января 2017 г. стал первым реальным шагом к коммерциализации китайских носителей. Идея, что называется, «овладела массами». За один лишь 2016 год в КНР было основано три компании, заявивших о себе как о пусковых провайдерах на рынке легких носителей.

Expace

До сих пор индустрия запусков в КНР находилась под полным государственным контролем. Выведение на орбиту китайских КА осуществлялось на некоммерческой основе. Экспортным агентом по пусковым услугам (как и по поставке китайских спутников зарубежным заказчикам) была Китайская промышленная корпорация «Великая стена» (China Great Wall Industry Corp, CGWIC), являющаяся структурным подразделением Китайской корпорации космической науки и техники CASIC (China Aerospace Science and Technology Corp., «Кэцзи»).

Ситуация изменилась 16 февраля 2016 г., когда партнер и конкурент CASIC – Китайская корпорация космической науки и промышленности CASIC (China Aerospace Science and Industry Corp., «Кэгун») – создала собственную бизнес-структуру для коммерциализации легких твердотопливных носителей «Куайчжоу», разработку которых вела с 2009 г. в сотрудничестве с Харбинским технологическим институтом на базе ракеты средней дальности «Дунфан-21» (DF-21).

Итак, Четвертая академия CASIC, базирующаяся в г. Ухань провинции Хубэй и официально именуемая Китайской космической корпорацией «Саньцзян» (China Aerospace Sanjiang Group), учредила предприятие под названием Космиче-

ская компания ракетной техники «Кэгун» (航天科工火箭技术有限公司; Aerospace Science and Industry Rocket Technology Co. Ltd.) с уставным капиталом 300 млн юаней (около 46 млн \$). Компанию возглавили президент Ху Сяотао (胡晓涛) и председатель Совета директоров Чжан Ди (张镭), являющийся одновременно вице-президентом «Саньцзян». Ее фирменным наименованием стало Expace – названием, некоторым образом «симметричное» раскрытому американскому бренду SpaceX.

Пусковой провайдер Expace был представлен 20 апреля 2016 г. в рамках мероприятий по празднованию китайского Дня космонавтики. Компания предложила космическую пусковую систему «Куайчжоу-1» (KZ-1), включающую одноименный твердотопливный носитель, мобильную пусковую установку и соответствующее наземное оборудование. Заказчикам обещали быстрый и дешевый целевой запуск легких (примерно до 300 кг) КА, которые сейчас разрабатываются многими китайскими предприятиями и вузами. Традиционные жидкостные носители семейства «Великий поход» для этого подходят мало: они имеют слишком высокую грузоподъемность (от примерно 2000 кг) и длительный цикл производства и подготовки. Ждать же возможности попутного запуска можно долго.

На самом деле под названием KZ-1 имелась в виду ее модификация KZ-1A, известная также как FT-1 (HK №3, 2017, с.46). Носитель состоит из трех твердотопливных ступеней и жидкостной ступени довыведения и разведения. На ней предусмотрены адаптер для основного КА и посадочные места для размещения попутных грузов – КА классов «микро» и «нано». Особенности KZ-1A относительно традиционных китайских носителей являются горизонтальная сборка и испытание, горизонтальная стыковка полезного груза и горизонтальный вывоз на старт.

Помимо KZ-1A, клиентам обещали вновь разрабатываемый носитель KZ-11 значительно большей грузоподъемности – до 1000 кг на типовую солнечно-синхронную орбиту высотой 700 км. Его создание Четвертая академия анонсировала на Первом китайском форуме по коммерческим запускам, проведенном в

Ухане в начале ноября 2015 г. Тогда первый пуск KZ-11 намечался на конец 2016 или на начало 2017 г., а в настоящее время довольно уверенно планируется на 2017 г.

11 сентября Чжан Ди заявил, что CASIC намерена разработать свыше десяти типов РН, предназначенных в основном для запуска небольших КА на низкую околоземную орбиту. Следующим в ряду «Куайчжоу» должен стать мощный носитель KZ-21 с твердотопливными двигателями диаметром до 3 м*. Ввод в эксплуатацию этой ракеты планируется на 2025 год. Упомянут также вариант KZ-31, однако о нем пока почти ничего не известно.

В апреле Ху Сяотао заявил, что Expace ведет переговоры более чем с десятью клиентами, а 24 апреля был подписан первый контракт. 11 сентября Чжан Ди объявил, что первый пуск со спутником семейства «Цзилинь-1» состоится в декабре, а первый коммерческий старт KZ-11 – в 2017 г. Он также сообщил, что Expace Technology получила уже более десяти заказов и подписала контракты с несколькими клиентами из КНР на сумму 100 млн юаней (около 15 млн \$).

В некоторых источниках эта сумма была ошибочно отнесена к одному лишь первому пуску. Между тем это невозможно даже из общих соображений: Expace оценивает стоимость запуска на KZ-1A между 20 и 30 тыс \$ за килограмм, что для 165-килограммового спутника дает лишь от 3.3 до 5.0 млн \$. Добавим, что на KZ-11 компания Expace планирует уменьшить стоимость запуска до 10 тыс \$/кг и ниже и тем самым получит важное конкурентное преимущество, потому что сможет производить космические запуски легких КА в 2.5–3 раза дешевле, чем в среднем по миру. Ожидается, что в ближайшие годы будет запускаться не менее 10 носителей семейства «Куайчжоу» ежегодно.

Тем временем в августе 2016 г. получили официальное одобрение планы строительства Уханьской национальной космической промышленной базы, включая предприятия по серийному производству ракет «Куайчжоу», спутников и по работе со спутниковыми данными, а 12 сентября в рамках Второго китайского форума по коммерческим запускам было подписано соответствующее соглашение. Председатель Совета директоров CASIC Гао Хунвэй заявил в этой связи, что проект рассчитан на 10 лет и что за это время будет инвестировано свыше 100 млрд юаней (примерно 14.5 млрд \$) и получен примерно такой же доход.

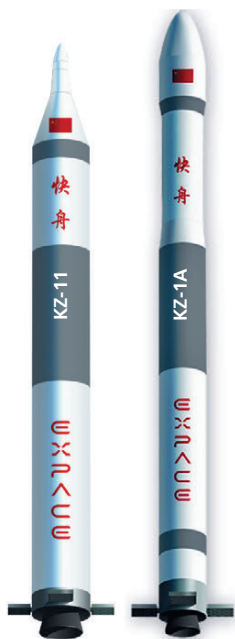
11 сентября Чжан Ди сказал, что к 2020 г. здесь будут созданы мощности, позволяющие выпускать ежегодно до 50 ракет и 140 спутников (!), а один из ведущих сотрудников 4-й академии Ху Шэньюнь заявил, что к указанному сроку объем китайской коммерческой космонавтики достигнет 30 млрд юаней в год.

10 января 2017 г. был сделан еще один важный практический шаг к созданию базы: CASIC, «Саньцзян» и муниципальное правительство соответствующего района Уханя учредили Хубэйский инвестиционный фонд космической промышленности «Янцзы» и компанию для управления им. На первом этапе стороны внесли в фонд 2.58 млрд юаней и намерены довести его объем до 10 млрд.

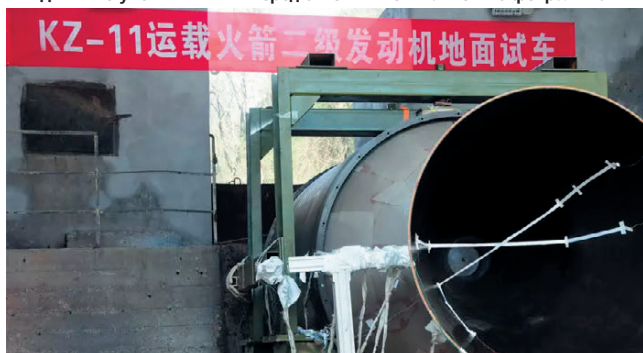
* В начале августа 2016 г. в Сиане прошли огневые испытания двухсекционного трехметрового РДТТ тягой 150 тс.



Expace Technology Co., Ltd.



▼ РДТТ 2-й ступени РН KZ-11 перед огневым испытанием 16 февраля 2017 г.

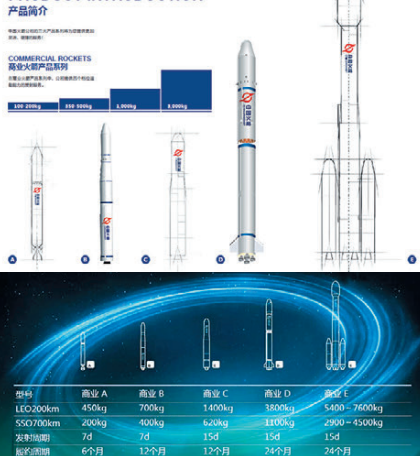


Chinarocket

Конкурирующая корпорация дала свой ответ 19 октября 2016 г. В этот день в Пекине состоялось представление второго провайдера космических услуг. Им стала компания «Чжунго чанчжэн хоцзянь юсянь гунсы» (中国长征火箭有限公司) с официальным англоязычным наименованием Chinarocket Co. Ltd. Ее генеральный директор Хань Цинпин (韩庆平) заявил, что только что созданная компания уже располагает возможностями предоставления интегрированных услуг по запуску спутников, доставке на орбиту или эксплуатации, а также по коммерческой эксплуатации спутников. Компания сосредоточится на продвижении новых коммерческих носителей, намереваясь снизить среднюю стоимость пуска на 30%, а время исполнения контракта – в восемь раз по сравнению с современными показателями.



PRODUCT INTRODUCTION



▲ Планы компании Chinarocket включают уже пять видов носителей с общим именем «Шань» (商业, бизнес) грузоподъемностью от 450 до 5400–7600 кг на низкую околоземную орбиту

«Китайские специалисты в космической отрасли задействовали свой интеллект, пролили пот, взяли на себя ответственность и проявили упорство, создав известный в коммерческой космонавтике международный бренд РН «Чанчжэн», и тем самым прорвали абсолютную монополию сильных космических стран в сфере коммерческих запусков», – не без пафоса напомнил Ли Хун, директор Китайской исследовательской академии ракет-носителей CALT (China Academy of Launch Vehicle Technology), выступая на стратегическом брифинге в пекинской Космической академии имени Цянь Сюэсяня.

Chinarocket намерена строить свою деятельность на базе легкой твердотопливной РН «Чанчжэн-11» (CZ-11), которая разрабатывалась CALT с 2010 г. и совершила два успешных полета в сентябре 2015 (НК № 11, 2015) и ноябре 2016 г. Административный руководитель CZ-11 Ян Ицян (杨毅强) в своем выступлении сделал упор не на грузоподъемность или стоимость, а на надежность и безопасность – показатели, которым китайские специалисты неизменно уделяли самое пристальное внимание вне зависимости от уровня коммерциализации. По его мнению, важной задачей коммерческой космонавтики является поиск баланса

между надежностью, функциональностью и себестоимостью, причем надежность неизменно стоит на первом месте. Ян Ицян выразил надежду на то, что CZ-11 в будущем также станет главной силой китайских коммерческих запусков.

Поверхностный поиск информации о данной компании в китайском сегменте Сети дал весьма неожиданные результаты: на ее собственном сайте китайским по белому было написано, что вновь основанная компания в действительности создана... 27 марта 1998 г. Разгадка оказалась проста и содержалась на англоязычной странице того же сайта, которую за три прошедших месяца так и не поменяли. Оказалось, что «Чжунго чанчжэн хоцзянь» – это просто новое название хорошо известной фирмы Asia Pacific Mobile Telecommunications Satellite Co. Ltd. (APMT), которая на протяжении ряда лет заказывала и эксплуатировала телекоммуникационные спутники APStar (в китайском варианте названия – «Ятай»). Таким образом, она уже располагала специалистами по коммерческой и внешнеторговой деятельности, которым просто добавили новую область работы. Не поменялся и ее руководитель: Хань Цинпин как был гендиректором до переименования и переподчинения фирмы академии CALT, так и остался им.

Landspace

Третьим потенциальным провайдером легких китайских носителей является компания Landspace Technologies. Она вышла на сцену 27 сентября 2016 г., представив на 67-м международном астронавтическом конгрессе в Гвадалахаре свою четырехступенчатую твердотопливную ракету Landspace-1.

Известно, что Landspace основал в 2015 г. выпускник Университета Цинхуа, одного из старейших и наиболее влиятельных вузов Китая, Чжан Чанью (张昌武), который является ее главным исполнительным директором. Китайское наименование фирмы звучит как «Бэйцзин ланьцзянь кунцзянь кэцзи юсянь гунсы» (北京蓝箭空间科技有限公司), то есть Пекинская компания космической техники «Синяя стрела».

Landspace планирует запускать спутники с помощью жидкостных и твердотопливных концепции пуска космических РН с грузового автоприцепа. Кроме того, китайская фирма предлагает целый комплекс услуг по запуску, страхованию, ИТ-поддержке и управлению полетом спутников, а в будущем надеется применить собственные технологии в области ЖРД для выполнения беспилотных, а затем и пилотируемых миссий.

Первый пуск Landspace-1, судя по главной странице сайта фирмы, намечен на июнь 2017 г. Заявленная стоимость пусковых услуг – 8 млн \$. Между тем нет никакой информации о том, каково происхождение предлагаемого носителя. Параметры, приведенные в докладе в Гвадалахаре и воспроизведенные в таблице, как две капли воды, похожи на данные CZ-11, однако совершенно не понятно, зачем академии CALT потребовались бы два разных посредника для коммерциализации этого носителя и почему она сама об этом упоминает.

Основные параметры китайских твердотопливных легких ракет

Носитель	KZ-1A	KZ-11	CZ-11	LS-1
Стартовая масса, т	30	78	58	57.4
Стартовая тяга, тс	50	180	120	120
Длина, м	20	...	20.8	20.7
Диаметр 1-й ступени, м	1.40	2.20	2.00	2.00
Масса ПГ, кг:				
на низкую орбиту	360	1500	700	...
на ССО высотой 500 км	225	...	430	400
на ССО высотой 700 км	190	1000	380	...

Между тем Landspace Technologies сообщила о подписании 13 января 2017 г. в Ханчжоу первого пускового контракта с иностранным заказчиком. Им стала датская фирма Gomspace, возникшая в результате реализации программы создания исследовательских наноспутников Университета Ольборга (Aalborg University). Она производит комплектующие для наноспутников и имеет собственную линейку аппаратов GomX, ориентированных на наблюдение Земли и эксперименты в области связи.

Судя по китайскому сообщению, контракт предусматривает запуск в 2018 г. группы кубатов на ракете Landspace-1. Датчане же на своем сайте поместили объявление о поиске попутчиков в виде кубатов и микро-спутников массой до 125 кг для выкупленного «под ключ» пуска китайского носителя в рамках проекта Orbital-1. Gomspace готова также предоставить для попутного запуска наноспутники своего производства с аппаратурой ДЗЗ (камера NanoCam C1U), мониторинга судоходства ADS-B и AIS, а также со сформированным под заказ программным радиокомплексом.

По информации Gomspace, стартовое окно открывается в марте 2018 г. Полезный груз массой до 270 кг планируется доставить носителем LS-1 со стартового комплекса на острове Хайнань на близкую к экваториальной орбите наклонением 12° и высотой 500 км.

Наблюдатели обращают внимание на тесные связи между Gomspace и ЕКА, плодом сотрудничества которых стал «тройной кубат» GomX-3, запущенный 19 августа 2015 г. на японском грузовике HTV-5 для тестирования таких наноспутниковых технологий, как управление, дистанционное зондирование и высокоскоростные линии передачи данных (НК № 10, 2015, с.34-35). Известно также об их совместном проекте по разработке системы удаления космического мусора. Поэтому договор между Landspace и Gomspace потенциально может стать началом новой главы китайско-европейского сотрудничества в космической сфере, а также прорывом для частных китайских провайдеров космических запусков.





Китай: космическая программа на пятилетку

И. Лисов.
«Новости космонавтики»

27 декабря Пресс-канцелярия Госсовета КНР опубликовала Белую книгу «Космическая деятельность Китая в 2016 году», подводящую итоги закончившейся 12-й пятилетки и ставящую задачи на следующий пятилетний период и на более отдаленную перспективу. Это четвертая подобная публикация в истории Китая – предыдущие редакции были опубликованы в 2000, 2006 и 2011 гг. Неформально она приурочена к 60-летию космической отрасли Китая, которое отмечалось в 2016 г.

Документ состоит из введения, заключения и пяти глав. В первой формулируются цель, перспективы и принципы космической программы. Во второй фиксируются основные достижения китайской космонавтики за период 2011–2015 гг. Третья содержит перечень главных задач в космосе на 13-ю пятилетку (2016–2020 гг.). В четвертой прописаны политические и организационные принципы космической деятельности, а пятая посвящена международным обменам и сотрудничеству.

Целями программы названы: исследование и освоение космического пространства, расширение понимания Земли и Вселенной, мирное использование космоса в интересах всего человечества и содействие прогрессу цивилизации; удовлетворение нужд экономического строительства, технического развития, национальной безопасности и социального прогресса, повышение уровня культуры, защита национальных прав и интересов и всестороннее увеличение силы Китая. Результатом ее выполнения должно стать построение вполне развитой космической державы в интересах великого возрождения китайской нации.

В число принципов включены инновационное развитие, рациональное и координированное развитие, мирное разви-

** В перечне запущенных присутствуют аппараты «Куайчжоу-1» и «Куайчжоу-2», выведенные носителем KZ-1, однако в статистику пусков они не включены.*

тие – Китай продолжает выступать против милитаризации космоса и гонки вооружений в космосе – и открытое развитие на базе равноправного сотрудничества во взаимных интересах с другими космическими державами.

Развитие китайской космической программы в 12-й пятилетке освещалось на страницах *НК*, вероятно, более подробно, чем где-либо еще в открытых источниках на русском языке. В документе констатируется, что в результате 86 пусков ракет семейства «Великий поход» (из которых 84 были успешными) на орбиту было выведено свыше 100 спутников. Созданы кислородно-керосиновый двигатель большой тяги и использующие его носители нового поколения CZ-6, CZ-7 и CZ-5, а также твердотопливная ракета CZ-11*. В июне 2016 г. состоялся первый пуск с нового космодрома Вэньчан на острове Хайнань.

Особое внимание авторы Белой книги уделили многочисленным аппаратам дистанционного зондирования Земли и наземной инфраструктуре, обеспечивающей их эффективное применение, а также созданию геостационарной платформы нового поколения DFH-5 и первого спутника мобильной связи «Тяньгун-1», завершению группировки навигационных спутников «Бэйдоу» второго этапа. Пилотируемые полеты перечислены лишь в третью очередь, лунные исследовательские аппараты – в четвертую, научные спутники – в восьмую. Отмечены также усилия, направленные на увод и/или пассивацию верхних ступеней и КА с целью снизить засорение ими космического пространства.

В течение пяти следующих лет Китай ускорит создание космической державы, будет наращивать возможности космической промышленности и усиливать исследования в области ключевых и прорывных технологий. Будет продолжено выполнение программы пилотируемых полетов, исследования Луны, развертывание навигационной системы «Бэйдоу» и системы наблюдения Земли высокого разрешения, создание носителей нового поколения и реализация других крупных проектов.

В документе говорится, что Китай планирует разработать и ввести в эксплуатацию безвредную для окружающей среды ракету-носитель средней грузоподъемности, а также начать разработку ракеты-носителя большой грузоподъемности (重型运载火箭). С этой целью запланированы исследования и разработки ключевых технологий, включая общий проект носителя, кислородно-керосиновые двигатели большой тяги и кислородно-водородные двигатели. После этого подготовительного этапа будет утверждена к реализации собственно программа создания РН большой грузоподъемности.

Из контекста очевидно, что речь идет о сверхтяжелом носителе в общепринятой терминологии, и заместитель главы Китайской национальной космической администрации У Яньхуа на пресс-конференции 27 декабря это подтвердил. Он сообщил, что при благоприятном развитии событий программа будет начата в течение наступившей пятилетки, и первый пуск РН CZ-9 для пилотируемой лунной экспедиции и полетов в дальний космос состоится примерно в 2030 г. Он также отметил, что изучение и освоение Луны подготовит Китай к реализации других проектов. «Путь к Марсу также основывается на технологических решениях для исследования Луны, – сказал У. – Следует ли нам построить пересадочную станцию на Луне? Возможно».

Кроме того, будут проводиться исследования в области дешевых средств запуска, новых верхних ступеней и многоразовых космических систем выведения.

Предполагается запустить большую серию спутников для наблюдения и изучения суши, океанов и атмосферы Земли, включая аппараты для оптической съемки с высоким разрешением, системы разнесенных интерферометрических измерений с РСА L-диапазона, спутники для мониторинга углеродного цикла, лидарного зондирования атмосферы, определения солености и цветности океана. Обширный раздел посвящен созданию и усовершенствованию наземной системы, обеспечивающей прием, обработку и использование данных ДЗЗ.

Продолжится создание системы космической связи, ориентированной на требования рынка и потребителей и включающей КА фиксированной связи и вещания, мобильной связи и ретрансляции данных. Китай планирует создать интегрированную информационную систему, включающую космические системы геостационарной широкополосной и низкоорбитальной мобильной связи и соответствующую наземную инфраструктуру.

В тексте говорится о запусках экспериментальных аппаратов для отработки электрореактивных двигателей установок, лазерной связи и перспективных телекоммуникационных платформ – «Шицзянь-13», «Шицзянь-17» и «Шицзянь-18». Аппарат «Шицзянь-17» уже запущен 3 ноября 2016 г. на первой РН CZ-5. «Шицзянь-13» с электрореактивной ДУ планируется запустить с Сичана в апреле 2017 г., а «Шицзянь-18» на платформе DFH-5 – в июне на новой ракете CZ-5В с Вэньчана. Предусматривается также приступить к созданию системы обслуживания и ремонта КА на орбите.

Навигационная система «Бэйдоу» в 2018 г. обеспечит обслуживание зоны

Экономического пояса Шелкового пути и Морского шелкового пути XXI века («Пояс и путь»), а к 2020 г. с доведением состава группировки до 35 КА будет доступна во всемирном масштабе.

В пилотируемой программе будут осуществлены запуск грузового космического корабля «Тяньчжоу-1» и его стыковка с космической лабораторией «Тяньгун-2» с целью отработки ключевых технологий для транспортировки грузов и снабжения и накопления опыта для строительства и эксплуатации постоянной космической станции. Предполагается завершить ее проектирование и изготовление и начать сборку и эксплуатацию станции на орбите. Разработка технологий и экспериментальные работы будут нацелены на освоение космического пространства до орбиты Луны.

В области исследования Луны и планет автоматами на конец 2017 г. запланирован запуск комплекса «Чанъэ-5» для доставки образцов лунного материала. Успех этого проекта будет означать выполнение всех задач трехэтапной программы исследования Луны беспилотными средствами. На 2018 г. предварительно планируется запуск лунного зонда «Чанъэ-4», который должен будет осуществить первую в истории человечества мягкую посадку на обратной стороне Луны. Программа «Чанъэ-4» предусматривает зондирование в районе посадки и при передвижении лунохода по поверхности, а также ретрансляцию информации через КА в районе точки Лагранжа L2 системы Земля–Луна.

В рамках проекта зондирования Луны будут проведены топографические и геологические изыскания и лабораторные исследования доставленных образцов, а также наблюдения и исследования в области низкочастотной радиоастрономии. Целью этих работ является лучшее понимание формирования и эволюции Луны.

На 2020 г. планируется запуск марсианского комплекса с целью выхода на орбиту вокруг Марса и изучения поверхности планеты с использованием марсохода. Будут также проводиться изыскания в интересах последующих проектов, включая доставку образцов грунта с Марса, исследования астероидов, системы Юпитера, а также полетные исследования других планет.

В области космической науки упомянуты спутники DAMPE, HXMT, QSS и «Таньсат», три из которых уже запущены, исследование структуры магнитосферы и взаимодействия с ней солнечного ветра, а также научная аппаратура на спутнике «Шицзянь-10», лунных

КА, кораблях «Шэньчжоу», на «Тяньгун-2» и «Тяньчжоу-1».

Не упомянуты, однако, следующие научные проекты, разработка которых уже ведется: Einstein Probe для обзора мягких рентгеновских транзиентных и переменных источников, солнечная обсерватория ASO-S, аппарат WCOM для изучения круговорота воды на Земле, многоспутниковая система MIT для изучения связей между магнитосферой, ионосферой и термосферой и совместная с ЕКА магнитосферная миссия SMILE.

Восемь принципов космической деятельности включают:

- ❖ развертывание космической деятельности на рациональной научной основе;
- ❖ существенный рост космических инноваций;
- ❖ трансформация и совершенствование возможностей космической промышленности;
- ❖ ускоренное развитие индустрии спутниковых приложений;
- ❖ создание и совершенствование законодательства и норм регулирования;
- ❖ совершенствование и диверсификация системы финансирования, включая инвестиционные механизмы и закупку правительством продуктов и услуг;
- ❖ ускоренная подготовка высококвалифицированных космических кадров;
- ❖ энергичное развитие аэрокосмического образования, включая распространение знаний в области космической науки.

В ближайшие пять лет Китай намерен более открыто и активно развертывать международные обмены и сотрудничество в мирном использовании космического пространства в следующих приоритетных направлениях:

- ◆ Строительство «космического инфраструктурного коридора», которым будут охвачены страны «Пояса и пути», включая совместную разработку спутников, предназначенных для наблюдения за Землей, телекоммуникационной связи, радиовещания и навигации, а также создание наземных и прикладных систем, освоение прикладных продуктов;
- ◆ Формирование группировки спутников дистанционного зондирования стран BRICS;
- ◆ Создание совместных многофункциональных группировок малых спутников в рамках Азиатско-Тихоокеанской организации по космическому сотрудничеству APSCO и разработка малых университетских спутников;

15 января жюри всекитайского конкурса опубликовало восемь вариантов названия для китайского марсианского проекта 2020 г. и восемь версий логотипа Китайской программы исследования Марса.

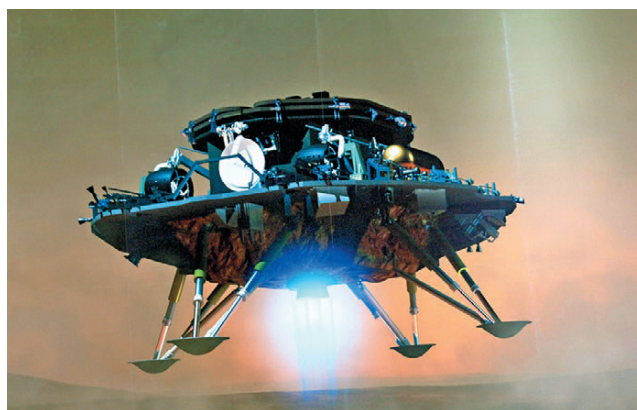
Конкурс был объявлен 23 августа со сроком до 10 ноября 2016 г. Было получено 35912 предложений с названием проекта и 7439 рисунков эмблемы, из которых под условия конкурса подходили 14503 и 3239 соответственно. В число финалистов попали следующие названия:

- ◆ 凤凰 (Фэнхуан, Феникс);
 - ◆ 天问 (тяньвэнь, вопрошание к небу);
 - ◆ 腾龙 (тэнлун, парящий дракон);
 - ◆ 麒麟 (цилинь, единорог);
 - ◆ 朱雀 (чжужуоэ, красная птица южного неба);
 - ◆ 火星 (хоусин, Марс – буквально «планета огня»);
 - ◆ 追梦 (чжуймэн, преследуя мечту);
 - ◆ 凤翔 (фэнсян, летящий Феникс).
- Окончательный выбор планируется объявить в апреле в рамках празднования китайского Дня космонавтики.

- ◆ Инженерное и техническое сотрудничество по изучению Луны и Марса;
- ◆ Строительство и использование пилотируемой орбитальной лаборатории и космической станции;
- ◆ НИОКР в области научных спутников и аппаратов ДЗЗ;
- ◆ Строительство наземных инфраструктурных объектов для приема данных и телекоммуникационных шлюзов;
- ◆ Применение спутников, предназначенных для наблюдения Земли, телекоммуникационной связи и радиовещания;
- ◆ Научные исследования в космосе;
- ◆ Услуги по запуску космических аппаратов и управлению ими;
- ◆ Мониторинг космического мусора, прогнозирование столкновений, защита от них и минимизация последствий;
- ◆ Сотрудничество в области космической погоды;
- ◆ Экспорт, импорт и техническое сотрудничество в области спутников, отдельных систем, запасных частей и электронных компонентов спутников и ракет-носителей, а также оборудования для наземных объектов;
- ◆ Исследования, касающиеся законодательства, политических установок и стандартов в космической области;
- ◆ Обмены и подготовка специалистов в космической области.

В результате выполнения этой и последующих программ приблизительно к 2030 г. Китай должен войти в число самых передовых стран в области космонавтики.

▼ Макеты орбитального модуля и десантный модуль китайской марсианской миссии на выставке в Чжухае, ноябрь 2016 г.



Обзор страхования космических рисков

А. Подчуфаров специально для «Новостей космонавтики»

Для страхового рынка космических запусков 2016 год был необычайно сложным и тяжелым. Не стала исключением и компания «Ингосстрах». В течение всего года над страховым рынком космических рисков нависала тяжесть убытков, полученных им в 2015 г. Четыре аварии российской ракетно-космической техники принесли рынку убытки в размере 660 млн \$, что сопоставимо с премией, полученной им в 2015 г. (по данным «Ингосстраха», около 688 млн \$).

Последней каплей стала гибель КА Amos-5 на орбите, после чего возникла ситуация, которую можно назвать «кризисом доверия» международных андеррайтеров к российской космической технике. Многие андеррайтеры принципиально отказались страховать запуски и эксплуатацию российских КА, другие включали в покрытие исключения, которые ставили под сомнение целесообразность страхования вообще, и все без исключения говорили о повышении ставок.

Ранее «Ингосстрах» предложил три направления действий, которые могли бы изменить ситуацию:

1 Использовать собственные возможности российского рынка, максимально вовлекая в него крупные и средние компании.

2 Активнее работать с предприятиями Роскосмоса над проблемой повышения качества и надежности космической техники и донести результаты этой работы до рынка.

3 Продемонстрировать максимально возможную открытость для международных андеррайтеров – посещение предприятий, проведение презентаций космических проектов, участие в международных конференциях и семинарах.

Как же удалось реализовать эти направления? Прежде всего, в конце 2016 г. в России была зарегистрирована, сформирована и начала свою деятельность «Российская национальная перестраховочная компания» (РНПК). Это очень эффективный и действенный инструмент, позволяющий обеспечить перестраховочной защитой риски, которые на западном рынке облагаются различными ограничениями, в том числе дополнительной информацией, исключениями и завышенными тарифами.

Объединение рабочих емкостей «Ингосстраха», «Согаза» и РНПК при поддержке «ВТБ-страхования» и «Альфа-страхования» позволяет обеспечить страховой защитой все риски, связанные с выполнением пилотируемой программы России, без обраще-

ния на западный страховой рынок. Теперь, несмотря ни на какие санкции, мы можем иметь гарантированную страховую защиту в диапазоне 2–3 млрд руб (35–50 млн \$).

По второму пункту активной работы над проблемой повышения качества и надежности пока не получилось, и тем более не удалось донести эти результаты до рынка. Есть лишь локальные успехи в сотрудничестве с ОАО ИСС имени М. Ф. Решетнёва, вызванные острой ситуацией с орбитальными группировками КА «Экспресс-АМ» и «Ямал». В результате совместных действий страховщиков, ОАО ИСС и ФГУП «Космическая связь» однозначная причина гибели КА Amos-5 была установлена и профессионально доведена до страхового рынка в понятной ему форме.

Что касается третьего направления, то появились первые ростки открытости и взаимного диалога между предприятиями отрасли и международным рынком. И опять впереди – флагман отрасли ОАО ИСС имени М. Ф. Решетнёва. В прошлом году это предприятие пригласило к себе 15 западных андеррайтеров и показало им, как организовано производство КА связи и навигации в России. Кроме того, ИСС провело две пре-

ВСТУПЛЕНИЕ

Подводя итоги 2016 года, можно сказать, что год был необычайно сложным и тяжелым.

- В течение всего года над страховым рынком космических рисков нависала тяжесть убытков, полученных им в 2015 году.
- Четыре аварии российской ракетно-космической техники принесли рынку убытки в размере 660 млн долларов США, что сопоставимо с премией, полученной им в 2015 году (По данным ИГС – около 688 млн долларов США).
- Многие андеррайтеры принципиально отказались страховать запуски и эксплуатацию российских КА, другие включали в покрытие исключения, которые ставили под сомнение целесообразность страхования вообще, и все без исключения говорили о повышении ставок.

ИНГОССТРАХ
Ingosstrakh

ДОСТИЖЕНИЯ И НЕДОСТАТКИ

- ★ Отечественная российская емкость в размере 2–3 млрд руб. (35–50 млн долларов США) создана.
- ★ Работы по повышению качества и надежности космической техники идут установленным порядком.
- ★ Первые шаги, демонстрирующие открытость российских предприятий к общению с международным страховым рынком, сделаны.

ИНГОССТРАХ
Ingosstrakh

зентации орбитальных группировок, приняло участие в нескольких авиакосмических салонах, конференциях и семинарах.

В РКК «Энергия» состоялась презентация космического проекта Angosat. Это тоже подтверждает, что российские предприятия открыли свои двери для иностранных андеррайтеров и готовы вести с ними открытый диалог.

Таким образом, можно сделать вывод: отечественная российская емкость создана; работы по повышению качества и надежности космической техники идут установленным порядком с локальными успехами; первые шаги, демонстрирующие открытость российских предприятий к общению с международным страховым рынком, сделаны.

Проблемы в деле страхования космических проектов

Страхованию отечественных и зарубежных космических проектов в 2016 г. мешал ряд факторов.

Фактор 1. Отсутствие информации о ходе рассмотрения и причинах аварий, произошедших на космической технике.

Наиболее ярким примером является случай расследования гибели КА Amos-5, приведший к отказу международного страхового рынка участвовать в перестраховании орбитальной группировки ФГУП «Космическая связь». Практически мгновенный отказ КА Amos-5 произвел шокирующий эффект на андеррайтеров и их технических консультантов. Нет телеметрической информации – на чем строить анализ, как формировать гипотезы возникновения аномалии, что заявлять в уведомлении о происшествии? В результате первая ошибка: ничего не говорят – значит что-то скрывают. И сразу возникает масса непричастных к делу комментаторов, готовых заполнить информационный вакуум самыми бредовыми гипотезами.

Какой же вывод? Нужна официальная информация, содержащая приблизительный перечень гипотез, и план действий аварийной комиссии. Этого будет достаточно, а если в ходе работы комиссии будут отсеиваться одни и возникать другие гипотезы, то это только плюс.

Несмотря на то что итоговый отчет по исследованию аномалии был подготовлен ОАО ИСС имени М. Ф. Решетнёва в конце января 2016 г., презентация по нему состоялась

лишь 30 марта 2016 г. К тому же ее формат и содержание явно не удовлетворили рынок. Реакция последовала быстро: улучшить размещение и снять исключения не удалось. Российская орбитальная группировка связи, состоящая из КА «Экспресс-АМ» и «Ямал», подвисла в полустрахованном состоянии. Стало очевидно, что без дополнительных исследований и экспериментов, которые позволили бы установить однозначную причину аварии, рынок не переубедить.

Положение изменилось после того, как к этой проблеме проявило интерес Правительство РФ. В результате совместными усилиями страховщиков орбитальной группировки, специалистов ОАС ИСС и ФГУП «Космическая связь» было определено направление работ по установлению однозначной причины аварии. ОАО ИСС провело моделирование аварии и ряд экспериментальных исследований, в результате которых удалось получить телеметрическую картину эксперимента, практически точно повторяющую картину аварии Amos-5. Таким образом, появилась информация, указывающая на то, что причиной аварии явилось короткое замыкание в бортовой кабельной сети.

На этой базе началась повторная активная работа с рынком – в целях обеспечения снятия исключений из действующего страхового покрытия – и подготовка к страхованию орбитальной группировки на 2017 год.

В сентябре 2016 г. в Париже на конференции Euroconsult прошли встречи ряда андеррайтеров с генеральным директором ОАО ИСС имени М. Ф. Решетнёва Н. А. Тестовым, представителями «Ингосстраха» и брокера АОН. Участие в данных переговорах первого лица ОАО ИСС и принятое им решение пригласить к себе на предприятие андеррайтеров, участвующих в риске, с целью показать им процесс изготовления КА, а также продемонстрировать результаты натурных экспериментов, позволяющих однозначно установить причину аварии КА Amos-5, послужило отправной точкой для переоценки рынком отношения к российским космическим аппаратам.

Последующий успех сентябрьской презентации орбитальной группировки в Лондоне и посещение западными андеррайтерами железнодорожного предприятия в начале октября 2016 г. закрепили это впечатление открытости и доступности информации. И рынок отреагировал на эти шаги пониманием и поддержкой. В декабре 2016 г. обе

группировки КА – «Экспресс-АМ» и «Ямал» – были застрахованы на 100 %.

В схожей ситуации оказался проект по запуску транспортного грузового корабля «Прогресс МС-05», состоявшегося 22 февраля 2017 г. Отсутствие подробной, доступной андеррайтерам информации о причинах аварии ТКГ «Прогресс МС-04» практически заблокировало участие в нем западного страхового рынка, за исключением нескольких компаний, проявивших определенную смелость.

Фактор 2. Переносы запусков вследствие аномалий на средствах выведения.

В качестве примеров переносов запусков КА можно привести аномалию, произошедшую на второй ступени РН «Протон-М» при запуске КА Intelsat-31 9 июня 2016 г., и аварию РН Falcon 9 с КА Amos-6 1 сентября 2016 г. на старте с космодрома имени Кеннеди на мысе Канаверал.

И хотя космический страховой рынок прямых убытков от этих аварий не получил, КА Intelsat-31 был благополучно выведен на орбиту РБ «Бриз-М», а предстартовая подготовка Falcon 9 с КА Amos-6 перестрахована на рынке страхования морских рисков, косвенные потери рынка оказались существенными. На 2017 год было перенесено более девяти запусков РН Falcon 9 и более четырех запусков РН «Протон-М». В результате страхового рынка недобрал около трети страховой премии.

Страховой портфель космических рисков

Основу страхового портфеля космических рисков «Ингосстраха» в 2016 г. составляли:

- ◆ риски страхования орбитальной группировки ФГУП «Космическая связь»;
- ◆ риски страхования запусков аппаратов Госкорпорации «Роскосмос» по Федеральной космической программе;
- ◆ риски, получаемые «Ингосстрахом» с международного страхового рынка от брокеров и нашего партнера LRS.

Сбор страховой премии по страхованию орбитальной группировки в 2016 г. составил 271 млн руб. В 2017 г. мы планируем получить 322 млн руб. Убытков по этим рискам в 2016 г. не было.

Что касается страхования по Федеральной космической программе, то в 2016 г. оно складывалось из двух частей: договоры, заключенные в 2014 г. на долгосрочной

Нераспространяемость наиболее вероятной причины аномалии КА «Amos-5» на КА группировки ГПКС

Экспериментальные исследования АО «ИСС» подтвердили возможность возникновения стабильного и постоянного короткого замыкания в случае нарушения целостности изоляции в силовой бортовой кабельной сети шины 100 В.

Такое нарушение могло быть вызвано доработкой силовой БКС, которая была проведена на кабельной сети КА Amos-5 для уменьшения массы КА Amos-5.

★ Топология кабельной сети для каждого КА является индивидуальной.

БКС для КА ГПКС изготовлена с использованием технологии 3D-моделирования, что обеспечило определение точных размеров кабельной сети без проведения доработок в БКС КА ГПКС.

Никаких изменений, модификаций и демонтажа БКС в ходе изготовления КА ГПКС не проводилось.

★ **Заключение АО «ИСС»:** Наиболее вероятная причина аномалии КА Amos-5 (возникновение КЗ в силовой кабельной сети шины 100В вследствие нарушения целостности изоляции в результате производственного дефекта, возникшего при доработке силовой БКС КА Amos-5) **не оказывает влияния на КА ГПКС на базе платформ «Экспресс-1000» и «Экспресс-2000».**

СТРАХОВОЙ ПОРТФЕЛЬ ИНГОСТРАХА (космические риски)

- ★ Риски страхования орбитальной группировки ФГУП «Космическая связь».
 - 271 млн руб. – 2016 год
 - 332 млн руб. – 2017 год
- ★ Риски страхования запусков КА Госкорпорации Роскосмос по Федеральной космической программе.
 - 471 млн руб. – 2016 год
 - ? – 2017 год
- ★ Риски, получаемые СПАО «Ингосстрах» с международного страхового рынка.
 - 423 млн руб. – 2016 год
 - около 500 млн руб. – 2017 год

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЛЬНАЯ КОСМИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА 2016		
Космический аппарат	Ракета-носитель	Дата запуска
Ресурс-П № 3	Союз-2.16	13.03.2016
Союз ТМА-20М	Союз-ФГ	19.03.2016
Прогресс МС-02	Союз-2.1а	31.03.2016
Космос-2515 (Барс-М)	Союз-2.1а	24.03.2016
Космос-2514 (Глонасс-М51)	Союз-2.16	07.02.2016
Союз МС-01	Союз-ФГ	07.07.2016
Ломоносов; Амст-2Д; SamSat-218	Союз-2.1а	28.04.2016
Космос (Гео-ИК-2)	Рокот	04.06.2016
Глонасс-М 53	Союз-2.16	29.05.2016
Гонец-М (№ 24, 25, 26)	Рокот	3 квартал 2017
Союз МС-02	Союз-ФГ	19.10.2016
Прогресс МС-03	Союз-У	16.07.2016
Канопус-В-ИК	Союз-2.1а	Апрель 2017
Союз МС-03	Союз-ФГ	17.11.2016
Метеор-М 2-1	Союз-2.16	Декабрь 2017
Глонасс 52, 56, 57	Протон-М	Второе полугодие 2017
Прогресс МС-04	Союз-У	01.12.2016

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЛЬНАЯ КОСМИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА 2017		
Космический аппарат	Ракета-носитель	Ориентировочная дата запуска
Прогресс МС-05 (№ 435)	Союз-У	22 февраля
Космос (Благовест)	Протон-М/Бриз-М	Октябрь 2017
Канопус-В-ИК	Союз-2.1а	Апрель 2017
Гонец-М (№ 24, 25, 26) [блок 15]	Рокот/Бриз-КМ	3 квартал 2017
Космос (Глонасс-М № 54)	Союз-2.16/Фрегат-М	2017
Союз МС-04	Союз-ФГ	20 апреля 2017
Союз МС-05 (№ 735)	Союз-ФГ	28 июля 2017
Прогресс МС-06 (№ 436)	Союз-2.1а	14 июня 2017
Канопус-В № 3, Канопус-В № 4	Союз-2.1а/Фрегат-М	Ноябрь 2017
Спектр-РГ	Зенит-3SLБФ/Фрегат-СБ	25 сентября 2017
Союз МС-06 (№ 736)	Союз-ФГ	30 сентября 2017
Космос (Глонасс-К2 № 13) [блок КЗс]	Союз-2.16/Фрегат-М	4 квартал 2017
Прогресс МС-07 (№ 437)	Союз-2.1а	12 октября 2017
Союз МС-07 (№ 737)	Союз-ФГ	26 октября 2017
Космос (Гео-ИК-2 № 13Л)	Рокот/Бриз-КМ	Конец 2017
Отсутствует	Ангара-1.2/АМ	2017
Метеор-М 2-1	Союз-2.16	Декабрь 2017
Глонасс 52, 56, 57	Протон-М	Второе полугодие 2017

основе, и текущие конкурсы, проведенные в течение 2016 г. В рамках договоров 2014 г. состоялось два запуска. В рамках конкурсов проведено 10 запусков, один из которых («Прогресс МС-04») стал аварийным.

Потенциальный убыток по доле «Ингосстраха» в данном риске составил около 533 млн руб. Сборы страховой премии, полученной «Ингосстрахом» по данному направлению, составляли 471 млн руб. Таким образом, страхование рисков Роскосмоса оказалось для нас в 2016 г. убыточным, с разницей в -62 млн руб. Тем не менее мы не теряем оптимизма и надеемся исправить положение в 2017 г.

В этом году из 18 планируемых запусков по ФКП застрахованы три: «Прогресс МС-05», запуск которого состоялся 22 февраля; «Метеор-М» № 2-1 и «Глонасс-52», -56 и -57 (застрахованы по договору 2014 г.). Остальные должны быть застрахованы по решению руководителя Госкорпорации «Роскосмос», если в этом будет необходимость.

Год назад мы говорили о появлении в Госкорпорации «Роскосмос» Единого центра компетенций по страхованию. Поставленные перед ним задачи он в основном выполнил, однако задача улучшения информационного взаимодействия между предприятиями и страховым рынком так и не была решена. Особенно остро отсутствие информационного взаимодействия ощущается в ходе конкурсов, проходящих после аварий, когда требуется подробное описание хода расследования, аргументированное установление причин аварии и подробный план мероприятий по их парированию при

последующих запусках. Как показала практика страхования запуска КА «Прогресс МС-05», отсутствие технической информации при объявлении конкурса и невозможность проведения диалога между страховщиками (особенно западными) и страхователем весьма негативно влияют на отношение рынка к российским космическим рискам.

Международные проекты

В 2016 г. «Ингосстрах» активно участвовал в международных проектах по страхованию и перестрахованию космических рисков. Всего был подписан 21 договор по зарубежным рискам в отношении 31 объекта страхования. Из этого числа: для шести КА застрахована эксплуатация на орбите, для 25 КА – запуск + эксплуатация.

Основным зарубежным партнером «Ингосстраха» по страхованию космических рисков уже многие годы является Reunion Aérienne et Spatiale, при непосредственном участии которого было заключено 11 договоров перестрахования международных космических рисков.

От страховых брокеров мы получили 29 предложений, и из этого количества подписали 10 договоров. Как можно заметить, андеррайтинг у нас довольно жесткий.

Значительный объем страховой премии в 2016 г. получен по линии страхования зарубежного рынка, основные поступления по которому сконцентрированы на договорах страхования запуска и эксплуатации космических аппаратов Intelsat и GSAT.

В 2016 г. продолжилось успешное сотрудничество по долгосрочному договору

с крупнейшим мировым спутниковым оператором Intelsat по страхованию запуска и эксплуатации спутниковой группировки, состоящей из семи космических аппаратов: IS-30, IS-29e, IS-31, IS-32e, IS-33e, IS-34 и IS-36. Лимит ответственности СПАО «Ингосстрах» по каждому из этих КА составляет в среднем 10 млн \$. Кроме того, в середине 2016 г. был подписан новый договор с Intelsat по страхованию запуска и эксплуатации IS-35e, IS-37e, IS-39 и Horizons 3e с лимитом ответственности 5 млн \$ по каждому.

Продолжается работа по договору перестрахования запуска и полугодовой эксплуатации индийских космических аппаратов GSAT-17 и -18 с лимитом ответственности порядка 7 млн \$ по каждому КА.

Общий объем полученной премии в 2016 г. по всем иностранным договорам (включая LRS и заключенные ранее) составил 6 321 581 \$ (≈ 423 766 550 руб.).

В заключение следует отметить, что, несмотря на сложности, возникшие в нашем виде страхования в 2016 г., компания все же сумела:

- ❖ создать объединенную емкость, позволяющую страховать большинство рисков по ФКП;
- ❖ продемонстрировать необходимость более тесного сотрудничества с предприятиями ракетно-космической отрасли и получить эффект от этого;
- ❖ придать импульс движению открытости и взаимопонимания между предприятиями российской ракетно-космической отрасли и международным страховым рынком.

ДОГОВОРЫ С МЕЖДУНАРОДНЫМ РЫНКОМ, ЗАКЛЮЧЕННЫЕ В 2016 ГОДУ			
КА	РН	Лимит ответственности СПАО «Ингосстрах» долл. США	Дата запуска
Alireon Iridium	Falcon 9	2 793 750	7 запусков, первый был 14.01.2017 остальные в 2017 и 2018 гг.
BRISat	Ariane 5	2 000 000	18.06.2016
Echostar 18	Ariane 5	4 000 000	18.06.2016
Echostar 19	Atlas 5	4 000 000	18.12.2016
Eutelsat 1728	Ariane 5	1 500 000	25.04.2017
Eutelsat GSWA	Ariane 5	3 222 078	09.03.2016
Eutelsat 9B	Протон-М	4 000 000	29.01.2016
GSAT 17	Ariane 5	7 214 000	май 2017
GSAT 18	Ariane 5	7 635 000	05.10.2016
Horizons 3e	Falcon 9	5 000 000	2018
Intelsat 31	Протон-М	10 000 000	09.06.2016
Intelsat 35e	Falcon 9	5 000 000	апрель 2017
Intelsat 37e	Ariane 5	5 000 000	2018
Intelsat 39	Протон-М	5 000 000	2019
KaZeosat-1 орбит.	Vega	4 200 000	30.04.2014
KazSat 3 орбит.	Протон-М	2 500 000	28.04.2014
Measat 3 орбит.	Протон-М	1 000 000	11.12.2006
Skybox	Vega	2 000 000	16.09.2016
Telkom 35	Ariane 5	1 000 000	14.02.2017
Venezat 1 орбит.	Long March 3B	7 000 000	29.10.2008
Viasat 2	Ariane 5	5 000 000	апрель 2017
VRSS-1 орбит.	Long March 2D	2 000 000	29.09.2012
Yahsat 1B орбит.	Протон-М	2 500 000	23.04.2012
ZY3-02	Long March 4B	1 100 000	30.05.2016

ОБЪЕМ ПОЛУЧЕННОЙ ПРЕМИИ (доллары США)				
	2013	2014	2015	2016
La Reunion Spatiale	484 378	1 077 539	1 409 698	3 003 453
Брокеры	5 082 157	1 480 592	4 300 345	3 318 128
Итого, USD	5 566 535	2 558 131	5 710 043	6 321 581
Итого, RUB (по средневзвеш. курсу)	177 283 007	98 287 741	348 072 230	423 766 550

Записки ракетчика

Воспоминания, дневники, интервью

18 января мы отметили 100-летие со дня рождения академика Василия Павловича Мишина – выдающегося советского инженера и ученого, соратника, заместителя, а затем и преемника Сергея Павловича Королёва. К этой дате фонд «Русские витязи» выпустил книгу «Записки ракетчика. Воспоминания, дневники, интервью».

Василий Павлович оставил после себя богатое творческое наследие, которое воплощалось не только в изделиях ракетно-космической техники и научных публикациях, но и в неопубликованных материалах научно-технического характера, а также в рукописи книги, над которой он работал в последние годы жизни. Дочери академика поставили перед собой задачу публикации рукописи. Так появилось первое издание «Записок ракетчика», вышедшее в 2013 г.

К сожалению, тогда из-за ограниченности ресурсов в книгу не удалось включить все архивные материалы, а также дневники, которые В.П. Мишин вел с 1959 г. фактически до середины 1980-х годов. Но именно дневниковые записи первого заместителя С.П. Королёва, а с 1966 г. (после смерти последнего) главного конструктора и начальника Центрального конструкторского бюро экспериментального машиностроения (ЦКБЭМ) представляют особую ценность для людей, интересующихся историей отечественной ракетно-космической техники. И причина тому проста: в дневниках Василий Павлович выражал личное отношение к сложнейшим вопросам разработки и эксплуатации ракетно-космической техники, создаваемой в Советском Союзе, записывал встречи и переговоры с учеными, политиками, специалистами различного уровня, анализировал и искал причины аварий и катастроф в космосе, а также контролировал исполнение текущих и перспективных планов.

Благодаря небольшому коллективу под руководством Д.Б. Пайсона и И.М. Моисеева, работавшему над расшифровкой рукописей, и при активной поддержке В.С. Рачука «Дневники В.П. Мишина» фактически в факсимильном виде были опубликованы небольшим тиражом и выложены в открытый доступ в Интернете.

Благодаря руководителю фонда «Русские витязи» Ю.М. Желтоногину, к 100-летию академика появилась возможность выпуска значительно расширенной и исправленной версии «Записок ракетчика», в которую кроме прочего включены

материалы, не вошедшие в первую книгу: прижизненные интервью с В.П. Мишиным, воспоминания о нем членов семьи и коллег, а также литературно обработанные и подготовленные к восприятию обширные выдержки дневников и специальные главы по боевым ракетам и космическим носителям. Иллюстративный ряд книги также значительно расширен и улучшен.

Редактором-составителем обновленной редакции сборника выступил И.Б. Афанасьев, которому помогли Д.А. Воронцов и Т.В. Прыгичев, проделавший огромную работу по анализу и обобщению «Дневников В.П. Мишина». Графические схемы ракет, сконструированных при участии и под руководством Василия Павловича, подготовил А.Г. Шлядинский. «Новости космонавтики» приняли непосредственное участие в подготовке сборника, предоставив авторскому коллективу свой электронный архив.

Итогом большой работы стал прекрасно иллюстрированный труд, сочетающий в себе документальное исследование и мемуарный жанр. Это книга о полетах. Но не только о полетах ракет, спутников и орбитальных станций. Это книга о полете фантазии, человеческого духа, о желании познать и освоить мироздание. На страницах «Записок ракетчика» застыло время, зафиксированное в воспоминаниях о юности, об общежитии МАИ, о друзьях, о работе в авиационных КБ, о войне, о первом знакомстве с реальной ракетной техникой, о становлении отечественной ракетной промышленности, о рывке в космос, о страхах и надеждах, темах и мечтах второй половины XX века.

Культурологическое значение «Записок ракетчика» не менее важно, чем появление еще одной книги в жанре «История науки». Однако главный секрет и действительное достижение создателей книги – это не потерянный за наградами и почестями за-



дор и юношеский максимализм академика В.П. Мишина, его живой язык, его сомнения и тревоги. Читатель неминуемо станет доверенным лицом автора, соратником и соמתателем. Истоки такого доверия очевидны. Королёв, Мишин, Келдыш и многие великие ученые – теоретики и практики недавнего прошлого нашей науки – не думали о грантах и карьере. Наука была судьбой человечества, и вера в это помогла пройти все испытания.

Одновременно «Записки ракетчика» – это дань памяти нашему выдающемуся соотечественнику и всему первому поколению советских ракетчиков, создавших ракетно-космическую отрасль страны и выковавших ее ракетно-ядерный щит. Информационная и эмоциональная насыщенность «Записок» позволяет читателю окунуться в атмосферу эпохи «золотого века» космонавтики.

Книга адресована широкому кругу читателей. Любители отечественной и мировой космонавтики найдут в ней новые интересные факты. Ветераны, перечитывая воспоминания знаменитого конструктора, вспомнят свою молодость, а поколение XXI века, возможно, найдет в книге мотивацию к тому, чтобы посвятить свою жизнь ракетно-космической технике. – И.И.

Воспоминания

Да и командировки наши уже закончились. И видна Воскресенский. «Слушай, — говорит, — тут про кой-то Королёв и трещит вас к себе».

В Берлин мне никак не хотелось. Хотелось до вечера. — Королёва не знаю. Мы своё дело сделали доложу, — говорит Воскресенский, — но ты учти, штепсель, если скажешь, что нас надо в Берлин переехать, возражать бесполезно. А работать придётся кто он вообще такой — этот Королёв?! — «Он в свои руководители ГИРДа, потом создавал РНИИ. — Воскресенский, и хлебнул всякого, не минуло его».

С королёвской решительностью пришлось нас следующее утро, когда из Берлина за нами прибыло командование полковника В.А. Харламова. Ну куда же погрузили оставшиеся материалы по «Фед» были в Берлин. Здесь в конце ноября 1945 года с С.П. Королёвым. Я увидел его в нашей столовой, где комиссия. Королёв был в простой военной форме по на мотоцикле...

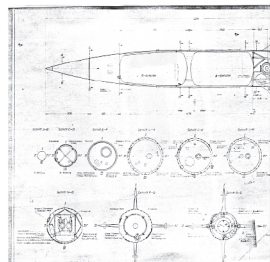


Чертёж общего вида ракеты А-4 («Фау-2») 49



В.П. Мишин у ракетно-тормозного блока Д ракетно-космического комплекса Н-1 — Л-3 в учебной лаборатории кафедры 601 МАИ

Как и в дневниках предыдущего года, большой обетается продолжения лётных испытаний ракетно-космич Н-1 — Л-3 для пилотируемой экспедиции на Луну. В.П. шет о дальнейшем расследовании причин аварии Н-1 № результатам которого в конструкцию следующей ракеты сены существенные усовершенствования. В записи 30 м воды по итогам пятилетней работы над проектами мод Н-1 и выборе вариантов лунной экспедиции. В записи 18 ет о намерении руководства отменить запуск очередной

8. VI. 1972 14.30 — Коллегия МММ (Н1-Л3 №7) — Д койной обстановке.

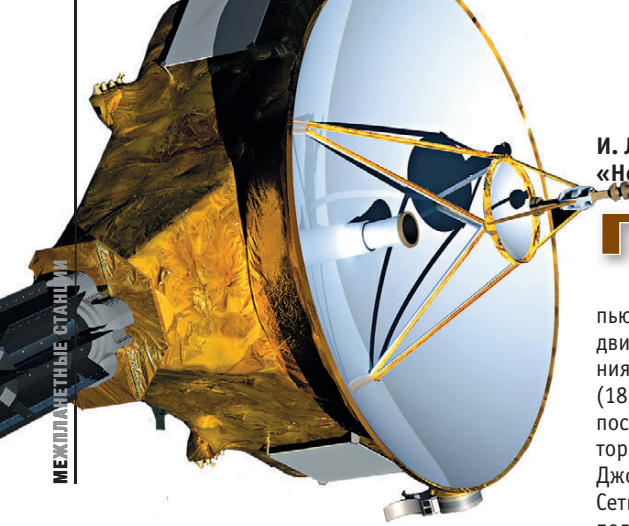
30. VI. 1972 <> Заметки ... о 2-х основных выводах мы пришли в результате наших проработок за посл

* «Иностранка» — система стыковки лунного орбитального и лу кораблей, которая разрабатывалась по проекту Н-1 — Л-3. — Д

Статьи о В.П. Мишине



У советского лунного корабля ЛК в Евродиснейленде, Париж, 1995 год



И. Лисов.
«Новости космонавтики»

New Horizons провел коррекцию

По информации NASA, бортовой компьютер зонда включил на 44 секунды его двигатели, что изменило скорость движения аппарата на 0,44 м/с. Около 13:15 EST (18:15 UTC) – более чем через пять часов после включения – операторы из Лаборатории прикладной физики Университета Джона Хопкинса получили через станции Сети дальней связи в Голдстоуне и Канберре подтверждение успеха этой операции.

В результате коррекции удалось уточнить условия предстоящей 1 января 2019 г. «встречи» КА с астероидом – точка прицеливания сместилась примерно на 10 000 км. Как пояснил руководитель группы планирования полета Яньпин Го (Yanping Guo), тем

самым удалось устранить отклонение от идеальной траектории, возникшее вследствие двух факторов: неидеальности коррекций, проведенных осенью 2015 г., и уточнения орбиты цели по наблюдениям на Космическом телескопе имени Хаббла.

В последнюю неделю перед коррекцией аппарат находился в режиме трехосной стабилизации и проводил камерой с телеобъективом съемку шести различных объектов пояса Койпера. Цель наблюдений – получение информации о форме и свойствах поверхности этих тел и наличия у них спутников. Записанные на борту изображения будут переданы на Землю в ближайшие недели.

1 февраля 2017 г. была проведена успешная коррекция курса межпланетного зонда New Horizons, который после пролета Плутона в июле 2015 г. направляется к астероиду 2014 MU69 в поясе Койпера.

И. Лисов.

«Новости космонавтики»

Juno остается на высокой орбите

NASA отказалось от планов по переводу космического зонда Juno на запланированную рабочую орбиту вокруг Юпитера с периодом 14 суток в связи с существующим риском потери КА и невыполнения его научных задач из-за включения двигателя, сообщило 17 февраля NASA.

«В ходе тщательной проверки мы изучили множество сценариев, позволяющих сократить орбиту, но оставалось опасение, что очередное включение двигателя может обернуться выходом на худшую, чем хотелось бы, орбиту. Подводя итог, включение двигателя создает риск для завершения научных исследований Juno», – отметил в связи с принятым решением руководитель проекта Рик Найбаккен (Rick Nybakken).

Как известно, 4 июля 2016 г. Juno был успешно выведен на орбиту вокруг Юпитера с периодом около 53 суток (НК №9, 2016). Планировалось, что 19 октября после двух витков по ней аппарат проведет второй маневр для снижения высоты апоцентра и уменьшения периода обращения до 14 суток. Однако 13 октября при наддуве двигательной установки в ходе подготовки к включению маршевого двигателя Leross-1B два обратных клапана гелия повели себя неожиданным образом: на их открытие вместо нескольких секунд ушло несколько минут (НК №12, 2016). Как следствие, маневр 19 октября был отменен, и специалисты NASA и фирмы-изготовителя Lockheed Martin Space Systems стали анализировать ситуацию.

Следующая возможность для маневра была 11 декабря, но ее решили не использовать. Дело в том, что на проблемы с клапанами на Juno наложился сентябрьский отказ однотипного двигателя на спутнике Intelsat 33e (НК №10, 2016), и нужно было убедиться в отсутствии общих причин. Отчет о ходе расследования не был опубликован, но 19 января 2017 г., говоря о планах научных исследований во время прохождения

перигея 2 февраля, NASA вообще не упомянуло о перспективах маневра.

Сближение с Юпитером 2 февраля прошло по плану, а еще две недели спустя агентство заявило: «Зонд Juno, который с 4 июля 2016 г. находится на орбите вокруг Юпитера, останется на нынешней орбите... до окончания своей миссии». NASA пояснило, что это «позволит реализовать все поставленные научные задачи, избежав риска запланированного ранее включения двигателей, которое предполагалось для перевода аппарата на 14-суточную орбиту». Иначе говоря, риск, связанный с проведением маневра, был признан более значительным, чем потеря части научной информации без его осуществления.

Состав научных данных, которые получают ученые за одно прохождение перигея на высоте 4100 км над вершинами облаков, практически не зависит от высоты апоцентра и периода обращения. Зависит от них количество научных пролетов: в первоначальной программе значилось 37 рабочих витков до июля 2018 г., а в новой их остается лишь 12. Ближайшее сближение с Юпитером произойдет 27 марта 2017 г.

Разумеется, есть вопросы, для решения которых 53-суточная орбита предпочтительнее 14-суточной. Теперь Juno будет проводить намного больше времени в хвосте магнитосферы Юпитера, в южной части магнитосферы и в пограничной зоне вблизи магнитопаузы. Процессы в этих областях также очень интересуют ученых.

«Еще одно важное достоинство «длинной» орбиты состоит в том, что Juno на каждом витке будет проводить меньше времени в наиболее жесткой части радиационных поясов, – говорит научный руководитель проекта Скотт Болтон (Scott Bolton). – Это существенно, так как радиация является главным фактором, ограничивающим продолжительность жизни Juno».

Весьма вероятно, что благодаря этому КА останется работоспособным и после июля

2018 г., до которого полет планировался при допущении максимальной дозовой нагрузки. Ссылаясь на полученные к этому времени результаты, научная группа Juno может подать заявку на продление работы КА и в итоге даже довести число пролетов до первоначально заявленного, но это потребует существенного дополнительного финансирования.

Пока ученым удалось установить, что магнитное поле и полярные сияния Юпитера более мощны и масштабны, чем считалось на основании данных предыдущих КА. Выяснилось также, что границы широтных поясов и зон Юпитера уходят довольно глубоко в толщу его облаков.

Для привлечения внимания к проекту 19 января NASA объявило о приеме заявок «от публики» на съемку конкретных деталей Юпитера бортовой камерой JunoCam. Это устройство не является частью научной аппаратуры КА и установлено исключительно в целях просвещения общественности.

▼ Снимок северных областей Юпитера сделан во время пролета 11 декабря 2016 г. аппаратом Juno с высоты 16600 км. Внизу слева – Большое Красное пятно





И. Лисов.
«Новости космонавтики»

Маттиас Маурер – новый астронавт ЕКА

мической подготовке на базе Европейского центра астронавтов в Кёльне, которую должен закончить в 2017 г. Ожидается, что вскоре после этого Маурер получит назначение в экипаж для подготовки к полету на МКС.

Маттиас Маурер родился 18 марта 1970 г. в г. Сан-Вендель в земле Саар (ФРГ) и в 1989 г. окончил местную гимназию. Он обучался материаловедению и технологии в Университете Саара, Университете Лидса, Политехническом университете Каталонии и Европейской школе материаловедения в Нанси, где и получил в 1996 г. диплом инженера. В годы учебы Маурер работал на скорой помощи при Мальтийском ордене, получив дополнительный медицинский опыт.

В 1998 г. он стал обладателем еще двух дипломов в Университете Саара, а в 2004 г. защитил с отличием докторскую работу по технике материаловедения в Институте материаловедения Технического университета Аахена. Кроме того, в 2006 г. в Открытом университете в Хагене получил степень магистра по экономике.

В 1999–2004 гг. Маттиас работал инженером проекта и старшим исследователем в Техническом университете Аахена. После

защиты он взял годовой отпуск «для расширения культурного горизонта и набора навыков общения» и путешествовал по миру. Он знает четыре языка и в настоящее время учит русский и китайский.

В 2006–2010 гг. Маурер работал в медицинской компании, занимаясь исследованиями материалов и технологий для производства фильтров для диализа.

В 2008 г. Маттиас Маурер подал заявку на участие в отборе астронавтов ЕКА и в 2009 г. попал в число десяти претендентов, успешно прошедших все этапы отбора. Он был принят в Европейский центр астронавтов как инженер по обеспечению экипажей и оператор связи и с 2012 г. начал заниматься подготовкой совместных работ с новыми иностранными партнерами и распространением опыта ЕКА в новые области помимо МКС.

В сентябре 2014 г. он прошел курс подготовки к подземным экспериментам CAVES и вскоре вместе с Паоло Несполи уже принимал в ЕКА китайских кандидатов на участие в нем – Чэнь Дуна и Е Гуанфу. Летом 2016 г. Маурер участвовал в 16-суточном подводном эксперименте NASA с группой NEEMO-21.

2 февраля в Европейском центре космических операций в Дармштадте был официально представлен новый астронавт ЕКА, гражданин Германии Маттиас Маурер (Matthias Maurer). Объявили, что Маурер был в числе 10 финалистов во время четвертого набора в 2009 г., шестеро из которых стали астронавтами. В июле 2015 г. без официального объявления он был зачислен в отряд ЕКА как седьмой участник набора 2009 г. (!) и приступил к общеко-

С. Шамсутдинов.
«Новости космонавтики»

О космонавтах

Награды космонавтам



Указом Президента РФ от 26 января 2017 г. №30 «За мужество и высокий профессионализм, проявленные при осуществлении длительного космического полета на Международной космической станции» инструктор-космонавт-испытатель –

командир отряда космонавтов ЦПК Олег Дмитриевич Кононенко награжден орденом «За заслуги перед Отечеством» III степени, инструктор-космонавт-испытатель Антон Николаевич Шкаплеров – орденом «За заслуги перед Отечеством» IV степени.

Олег Кононенко награжден за полет, который он выполнил с 23 июля по 11 декабря 2015 г. командиром корабля «Союз ТМА-17М» и бортиженером экипажа МКС-44/45. Антон Шкаплеров удостоен награды за полет с 24 ноября 2014 г. по



11 июня 2015 г. командиром корабля «Союз ТМА-15М» и бортиженером МКС-42/43.

В настоящее время к награждению государственными наградами за выполнение космических полетов в 2015–2016 гг. представлены еще семь космонавтов:

- ◆ Г. И. Падалка – к ордену «За заслуги перед Отечеством» I степени;
- ◆ С. А. Волков – к ордену «За заслуги перед Отечеством» III степени;
- ◆ М. Б. Корниенко – к ордену «За заслуги перед Отечеством» IV степени;
- ◆ Ю. И. Маленченко – к ордену «За заслуги перед Отечеством» II степени;
- ◆ А. Н. Овчинин – к званиям «Герой Российской Федерации» и «Летчик-космонавт Российской Федерации»;
- ◆ О. И. Скрипочка – к ордену «За заслуги перед Отечеством» IV степени;
- ◆ А. А. Иванишин – к ордену «За заслуги перед Отечеством» IV степени.

Сергей Волков ушел с должности космонавта

28 февраля 2017 г. приказом начальника ЦПК Сергей Александрович Волков освобожден от должности инструктора-космонавта-испытателя 1-го класса по собственному желанию. Таким образом, он выбыл из числа действующих космонавтов. 13 марта 2017 г. С. А. Волков назначен на должность ведущего специалиста отряда космонавтов ЦПК.

Сергей родился 1 апреля 1973 г. в городе Чугуев Харьковской области Украинской ССР. В 1995 г. окончил Тамбовское ВВАУЛ

имени М. М. Расковой, в 2009 г. – Академический правовой университет в Москве (с отличием), в 2012 г. – Российскую академию народного хозяйства и государственной службы (с отличием).

Сергей Волков состоял в отряде космонавтов ЦПК с 1997 г. Совершил три космических полета общей продолжительностью более 547 суток; выполнил четыре выхода в открытый космос.

Первый полет – с 8 апреля по 24 октября 2008 г. командиром ТК «Союз ТМА-12» и 17-й экспедиции МКС. Второй – с 7 июня по 22 ноября 2011 г. командиром ТК «Союз ТМА-02М» и бортиженером МКС-28/29. Третий – с 2 сентября 2015 г. по 2 марта 2016 г. командиром ТК «Союз ТМА-18М» и бортиженером МКС-45/46.

Летчик-космонавт РФ, полковник запаса С. А. Волков награжден медалью «Золотая Звезда» Героя Российской Федерации, орденом «За заслуги перед Отечеством» IV степени, а также медалями.

По состоянию на 28 февраля 2017 г., в отряде ЦПК состоят 30 действующих космонавтов, из них 13 не имеют опыта космических полетов. Кроме того, в РКК «Энергия» на должностях инструкторов-космонавтов-испытателей 1-го класса числятся Александр Калери и Павел Виноградов.





И. Успеваев.

«Новости космонавтики»

Седьмое вручение

Премии имени В. П. Глушко

21 февраля в Санкт-Петербурге, в Музее космонавтики и ракетной техники имени В. П. Глушко, прошло седьмое вручение Международной премии имени академика В. П. Глушко «За пропаганду науки в литературе».

После вступительных слов о премии ведущий пригласил президента Фонда поддержки науки и образования Г. В. Святеца для вручения заслуженных наград лауреатам.

В первую очередь знак и диплом премии были вручены основоположнику отечественной униформологии как науки Павлу Константиновичу Корнакову. Он был удостоен этой награды еще в 2005 г. «за многолетнюю деятельность в области пропаганды истории униформологии Российской империи, СССР и РФ, а также за плодотворную работу в составе Геральдического совета при Президенте РФ и разработку новой симво-

лики Министерства обороны и пограничных войск ФСБ».

«Тот объем работ, – пояснил ведущий, – который провел Павел Константинович, мог бы составить многотомный каталог истории отечественной символики и наградной системы. Он по праву является специалистом №1 по истории военной формы в нашей стране».

Авторскому коллективу журнала «Петербургский коллекционер» премия присуждена в 2016 г. «за более чем 20-летнюю деятельность по сохранению истории коллекционных направлений и огромную работу, проводимую журналом по пропаганде истории России». Знак и диплом премии были вручены главному редактору О. А. Сыромятникову. «Этот журнал, – продолжил ведущий, – один из немногих, кто прошел сквозь многие годы и не только не утратил признания читателей, но и продолжает повышать к себе интерес. А если судить по опубликованным в нем ма-

◀ После вручения премии.

П. К. Корнаков (в центре), О. А. Сыромятников (справа) и председатель наградного комитета А. В. Глушко (слева)

териалам, то он начинает занимать одно из ведущих мест в России по удалению «белых пятен» из нашей истории».

Помимо премий, были вручены другие награды: барон В. Э. Г. Хассельблад получил Медаль чести 2-й степени за заслуги в восстановлении исторической справедливости, в том числе и в поисках документов по истории семьи Лангемак; кроме того, ему была присвоена квалификация «Ассистент по историческим расследованиям 1-го класса».

Э. М. Мкртчану за заслуги в расследовании дела маршала Советского Союза М. Н. Тухачевского присвоена квалификация «Ассистент по историческим расследованиям 3-го класса». Таким образом, Э. М. Мкртчан, как и В. Э. Г. Хассельблад, был причислен к элите расследователей исторических преступлений, которые огромное количество своего времени посвящают поиску документов, связанных с историей отечественной космонавтики и ракетной техники.

Были высказаны слова благодарности в адрес Музея истории Санкт-Петербурга, директора Музея космонавтики С. В. Орлова, директора Мемориального музея космонавтики Н. В. Артюхиной и ее заместителя по научной части В. Л. Климентова, которые присутствовали на мероприятии и без участия которых оно не могло бы состояться.

В заключение была отмечена важная работа историков А. Ф. Корнякова и А. Н. Осокина, посвященная восстановлению исторической справедливости в отношении настоящего создателя мины, разработка которой положила начало Газодинамической лаборатории, – доктора Н. В. Слётова. Об этом рассказала М. И. Громько, учительница из Колпино, которая два года помогала в расследовании, найдя в архивах множество интереснейших документов. Присутствующие почтили память умершего историка А. Н. Осокина минутой молчания.



Малакут Созвездие
СТРАХОВОЙ БРОКЕР

СТРАХУЕМ ЕСЛИ НЕ С САМОГО НАЧАЛА, ТО ОЧЕНЬ ДАВНО

[страхование и перестрахование рисков предприятий ракетно-космической отрасли и оборонно-промышленного комплекса]

+7 (495) 933 13 73 | www.malakut-constellation.ru

30–31 января в Доме ВВС в Герцлии состоялась XII международная конференция по космосу памяти Илана Рамона, организованная Министерством науки, технологии и космоса Израиля, Институтом стратегических авиационно-космических исследований имени братьев Фишер и Израильским космическим агентством (ISA). Этот форум по традиции приурочивается к годовщине последнего полета шаттла «Колумбия» (STS-107) и гибели его экипажа (1 февраля 2003 г.). В этом году конференция проходила под девизом: «Приближаем космос к Земле» с упором на привлечение молодого поколения к космическим исследованиям.

Выступая перед собравшимися, министр науки, технологии и космоса Офир Акунис (Ofir Akeunis) отметил, что в ближайшие полтора года на орбиту выйдут не менее пяти израильских КА.

Один из них – созданный совместно с Францией аппарат Venus массой около 300 кг, предназначенный для наблюдения участков Земли в нескольких спектральных диапазонах. Такая съемка позволяет определить экологическую обстановку на исследуемых территориях, оценить состояние посадок и качество урожая. Для этого спутник будет оснащен мультиспектральной камерой, работающей в 12 диапазонах.

В одном кластерном запуске с «Венусом» и итальянским КА израильского производства Optosat-3000 из Гвианского космического центра с помощью PH Vega отправятся три наноспутника Samson, созданные в хайфском Технионе. Они будут использоваться для приема сигналов с Земли и для вычисления местонахождения их источника с целью найти и идентифицировать терпящих бедствие людей. Аппараты спроектированы по стандарту CubeSat размерности 6U, масса каждого составляет около 8 кг. Отдельные аппараты будут поддерживать связь друг с другом и выдерживать заданные расстояния между собой.

Израильская некоммерческая организация SpaceIL, участвующая в конкурсе Google Lunar X-Prize, стремится к достижению поставленной цели – посадить свой аппарат на поверхность спутника Земли. Изначально заявки на участие в конкурсе подали 33 команды со всего мира, но в январе 2017 г. было объявлено, что в финал всемирного конкурса прошли всего пять, в том числе SpaceIL. Аппарат высотой 1,5 м и массой порядка 500 кг будет выведен на высокоэллиптическую орбиту, которая в течение трех витков с постепенным уменьшением эксцентриситета позволит выйти на траекторию облета Луны. Затем в течение еще пяти витков «лунник» снизится и совершит посадку.

Крайний срок выполнения задания – 31 декабря 2017 г., и израильская команда полна боевого духа, хотя следует признать, что до сих пор она не продемонстрировала ничего, кроме макета лэндера и большой PR-активности.

Индийский носитель PSLV в кластерном запуске запустил BGUSat – студенческий кубсат размерности 3U Университета имени Бен-Гуриона (г. Беэр-Шева). Он оснащен цифровой камерой, датчиком трехосной ориентации, экспериментальным прибором

Л. Розенблюм специально для «Новостей космонавтики»
Фото Fisher Institute



Израиль: не менее пяти спутников в ближайшие полтора года

GPS, магнитометром и аппаратурой оптической связи, над интеграцией которых работали студенты.

Кроме того, вскоре вместе с очередным кораблем Cygnus и большим количеством наноспутников проекта QB50 будет выведен «двойной» кубсат Ноорое (известен также как «Духифат-2»), разработанный школьниками из Космической лаборатории Герцлийского научного центра. (В 2014 г. на орбиту вышел их кубсат «Духифат-1», с которым до сих пор поддерживается связь.) Главной задачей нового МКА является изучение плотности плазмы в верхней атмосфере. На нем установят зонд Лэнгмюра, термодатчик и другие приборы.

По информации Офера Дорона (Ofher Doron), генерального директора предприятия «Мабат» (MBT Space Division) концерна «Аэрокосмическая промышленность» (Israel Aerospace Industries, IAI), на его предприятии продолжается изготовление коммерческого спутника детального наблюдения EROS-C, который продолжит серию КА этого типа, запущенных в 2000 г. и 2006 г. Как сообщалось ранее, производитель поставит его оператору – фирме ImageSat International (ISI) в 2018–2019 г.

В работе конференции приняли участие главы космических агентств: EKA – Йоханн-Дитрих Вернер (Johan-Dietrich Wörner), CNES – Жан-Ив Ле Галль (Jean-Yves Le Gall), ASI – Роберто Баттистон (Roberto Battiston), а также Тапан Мисра (Tapan Misra), директор Центра космических применений ISRO (Индия), и бывший администратор NASA Чарлз Болден (Charles Bolden).

В своем выступлении Болден прокомментировал наметившуюся в научном мире озабоченность по поводу рекомендаций советников президента США Д.Трампа о перенесении исследования Земли из NASA в NOAA, что может повлечь резкое сокращение бюджета агентства. «Я не думаю, что они попытаются это сделать, – сказал он. – Сейчас мы ждем назначения нового администратора NASA и в то же время продолжаем работать, как обычно, с нашими междуна-

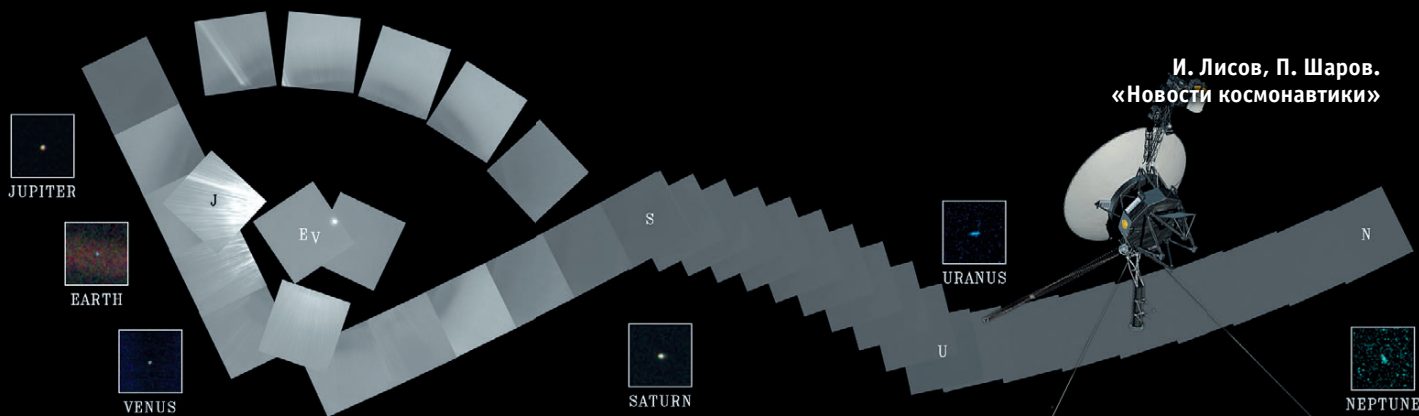
родными партнерами и научными кругами. Мы все так же исследуем планету и предоставляем данные руководству, чтобы оно могло принимать обоснованные решения по поводу изучения изменений климата и других вопросов, связанных с исследованиями Земли».

Командующий Военно-воздушными и космическими силами Израиля генерал-майор Амир Эшель (Amir Eshel) заметил, что в свете происходящих событий «в небе над Ближним Востоком стало тесно». Он также напомнил, что в каждой операции ВВС сегодня задействуются космические средства. «Немалая часть разведданных поступает от космических средств, все время увеличиваются возможности обнаружения и предупреждения из космоса, навигации, связи, отслеживания целей и т.д. Мы также создали систему ПРО, которая сейчас включает четыре эшелона», – подчеркнул он.

На конференции также выступили глава директората операций экипажей компании SpaceX астронавт Гарретт Ризман (Garrett Reisman), астронавты Ричард Арнольд (Richard Arnold), Жан-Жак Фавье (Jean-Jacques Favier), Дон Томас (Don Thomas) и командующий Космическим командованием ВВС США генерал Джон Рэймонд (John Raymond).

▼ Выступает Чарлз Болден





Величайший межпланетный проект Voyager: дальше – только звезды

В 2017 г. исполняется 40 лет запуску американских межпланетных аппаратов Voyager 1 и Voyager 2. Выполнив в 1979–1989 гг. подробные исследования систем Юпитера и Сатурна и первую разведку Урана и Нептуна, оба КА уходят из Солнечной системы по гиперболическим траекториям. Спустя почти 40 лет после старта они все еще работоспособны и передают научную информацию из окрестностей гелиопаузы – естественной границы между космической средой, контролируемой солнечным ветром и магнитным полем, и межзвездной средой.

В серии предыдущих статей (НК № 10 и № 11, 2007; № 1, 2008; № 8, 2009; № 3, 4 и 6, 2010; № 8, 2014; № 10, 2015) мы подробно описали историю проекта и ход исследований планет-гигантов. Заключительный очерк охватывает 27-летний этап полета – с 1990 г. по настоящее время, обобщая и уточняя информацию, опубликованную за это время в НК. Заключительный – но не последний: полет «Вояджер» продолжается!

Последняя гастроль ISS

Основной целью нового этапа программы стало изучение космической среды вплоть до границы Солнечной системы и в межзвездном пространстве. Но прежде чем перейти к повествованию, расскажем о двух необычных событиях на борту КА Voyager 1, который мы практически потеряли из виду на фоне работы его знаменитого собрата у Урана и Нептуна.

Как мы помним, Voyager 1 после маневра в поле тяготения Сатурна направился под углом 35,5° к северу от плоскости эклиптики, в то время как Voyager 2 от Нептуна был отклонен на 47,5° к югу. В течение девяти лет, разделяющих два этих события, Voyager 1 служил летающим стендом для отработки рабочих и специальных программ для Voyager 2, осуществлял некоторые фоновые измерения в его интересах, такие как фотометрия Урана и Нептуна, но в основном вел собственную программу наблюдений в области ультрафиолетовой астрономии и измерения параметров межпланетной среды.

23 октября 1989 г. в первый раз за весь полет Voyager 1 прекратил передачу на Землю телеметрической информации. Что-то произошло в 6 млрд км от Земли между двумя сеансами связи: первый из них закончился в 06:00 PDT (13:00 UTC) штатно, а с началом второго в 16:30 PDT (23:30 UTC) вместо потока данных операторы обнаружили только сигнал несущей частоты.

24 октября в полдень по времени центра управления в Пасадене на борт ушла команда перезапустить блок модуляции телеметрии. Вслед за ней операторы были готовы отправить команду переключения на резервный блок, но этого не потребовалось.

Через 5,5 часов Voyager 1 принял и исполнил первую команду, и к 23:00 телеметрия вновь стала поступать на Землю. «Мы, конечно, вздохнули с облегчением, – заметил старший руководитель полета Джон Туллиус (John Tullius), – но остается вопрос о том, почему это случилось и не может ли оно произойти вновь». Он предположил, что попадание заряженной частицы в блок телеметрии привело к незапланированному переключению на резервный комплект, или же, как вариант, сбой произошел просто из-за возраста устройства.

14 февраля 1990 г. в последний раз в истории проекта использовалась основная съемочная система ISS. С ее помощью Voyager 1 сделал знаменитый «семейный портрет» планет Солнечной системы.

О намерении провести такую съемку стало известно 28 августа 1989 г., сразу после встречи проекта использовалась основная съемочная система ISS. С ее помощью Voyager 1 сделал знаменитый «семейный портрет» планет Солнечной системы. Идею «продал» журналистскому сообществу ее автор – астроном и знаменитый популяризатор науки Карл Сэган (Carl Sagan) – и сразу же объяснил, что хочет увидеть на общем снимке: «Вот это Марс, вот эта маленькая красная точка. А вот Венера, маленькая желтая точка. А вот эта маленькая голубая точка – это мы».

Тогда возможным сроком съемки назывался март или апрель 1990 г., но поскольку для ее проведения нужно было задержать уход из проекта ряда ключевых участников, при утверждении плана даты фотографирования приблизили и назначили на 13–14 февраля. Из двух КА выбрали Voyager 1 – по оперативным соображениям, а также потому, что Улисс с точки зрения Voyager 2 находился слишком близко к Солн-

цу. Еще ближе с любой точки зрения были Венера и Земля, так что наведения камеры на Солнце избежать было невозможно. Расчеты показывали, однако, что максимум возможного повреждения – это деформация деталей затвора широкоугольного канала.

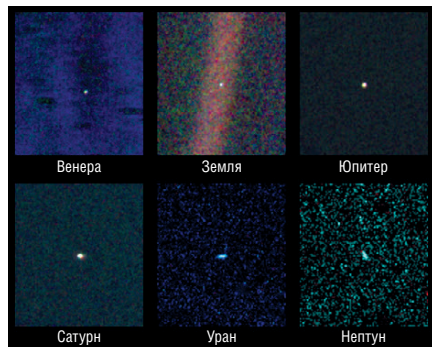
Для съемки была подготовлена специальная бортовая программа VPLANETS. 13 февраля оба канала съемочной системы ISS – узкоугольный и широкоугольный с фокусным расстоянием 1500 и 200 мм соответственно – были включены. Начав фотографирование в 17:12 PST (14 февраля в 01:12 UTC*), Voyager 1 сначала отснял Нептун, Уран и Сатурн, а затем развернулся по крену на -318,2° и захватил звезду α Павлина, чтобы сделать снимки Марса, Юпитера, Земли и Венеры. (Разворот потребовался потому, что без него центральная часть Солнечной системы была бы закрыта остроуправленной антенной HGA.) К 21:20 PST планировалось сделать 64 кадра, но в реальности оказалось 60 кадров: 39 в широкоугольном канале, содержащих звездные поля и планеты на их фоне, и 21 в узкоугольном канале – по три на каждую из семи планет с синим, фиолетовым и зеленым фильтрами.

На момент фотографирования Voyager 1 находился в 32° выше плоскости эклиптики и под 242° эклиптической долготы, так что видел Солнце и планеты на фоне созвездия Эридана. Возможностей КА и особенно канала передачи информации было недостаточно, чтобы покрыть весь занимаемый ими участок неба, поэтому «портрет» на самом деле строился как цепочка отдельных, почти не

* Здесь и далее дается время прихода сигнала, если не указано иное.

связанных кадров широкоугольного канала, с врезками узкоугольных снимков.

16 марта на Землю были переданы снимки Нептуна и Урана, а 20 марта – Сатурна. На 23 марта планировался прием изображений Марса, а на 27-е – Юпитера, Земли и Венеры, но сеанс 23 марта не получился из-за дождя в районе приемного комплекса. Его повторили 17 апреля, но операция сорвалась вновь из-за отказа мазера на мадридской станции DSS-63. Пришлось составить еще одну специальную программу, заложить ее на борт, и оставшиеся 10 кадров были приняты на Земле 1 мая. На передачу каждого снимка размером 800×800 элементов уходило примерно 30 минут.



«Портрет» представили публике 6 июня одновременно в штаб-квартире NASA в Вашингтоне и в JPL в Пасадене, и Карл Саган еще раз использовал свою любимую метафору. «Вот на этой голубой точке, – сказал он, – именно здесь все, кого вы знаете и о ком когда-либо слышали, и каждый когда-либо родившийся человек проживает свою жизнь»*.

Из девяти планет на мозаичной «картинке» ожидаемо отсутствовали Меркурий, который потерялся в солнечном сиянии, и Плутон, который заранее сочли недостаточно ярким и не стали снимать вообще. Марс не удалось выявить даже на специально обработанных узкоугольных снимках. Венеру и Землю, теоретические размеры которых были близки к 0.1 пикселя, можно было увидеть с большим трудом, но авторы «фотосессии» заявили, что при специальной обработке можно заметить даже Луну. Диск Юпитера был трехпиксельной ширины, а у Сатурна угадывалось кольцо. Изображения Урана и Сатурна при 15-секундной экспозиции получились смазанными из-за движения КА.

Это были последние из примерно 67 000 снимков систем ISS на двух «Вояджерах». Не планировалось больше использовать и два других прибора – фотополариметр PPS и инфракрасный спектрометр-интерферометр и радиометр IRIS. Поэтому уже 17 января 1990 г. на Voyager 1 был отключен один из нагревателей, обеспечивавших тепловой режим прибора IRIS, а после съемки «семейного портрета» – оба канала системы ISS; тем самым энергопотребление КА было снижено на 66 Вт. На втором КА известна дата отключения фотополариметра – 3 апреля 1990 г. Примерно в это же время, вероятно, было снято питание с ISS, а IRIS был окончательно отключен 1 февраля 2007 г.

* В 1994 г. Карл Саган выпустил научно-популярную книгу, которая так и называлась – «Голубая точка» (Pale Blue Dot).

По состоянию на 2 мая 1990 г., Voyager 1 располагал 36.5 кг гидразина для ориентации, а Voyager 2 – 39.6 кг. Выходная мощность радиоизотопного генератора составляла 370 и 374 Вт соответственно и превышала потребности борта на 60 и 66 Вт.

До середины 1990 г. технология работы «Вояджеров» оставалась прежней. Еще несколько раз было выполнено сканирование небесной сферы при преднамеренном развороте КА по рысканью и крену, обозначаемое в программе как Cruise Maneuver. К примеру, Voyager 1 выполнил такой маневр 24 января 1990 г., а Voyager 2 – 14 декабря 1989 г., 14 марта и 23 мая 1990 г.

На обоих КА продолжали функционировать УФ-спектрометры UVS, на которых регулярно планировались и проводились длительные измерения небесных источников с передачей в реальном масштабе времени высокоскоростной информации на 70-метровые антенны Сети дальней связи DSN, либо низкоскоростной информации на 34-метровые антенны. Часто, однако, проводимые по программе измерения пропадали – не всегда в этот период «Земля» могла предоставить приемную антенну, не задействованную в новых проектах Galileo, Magellan и Ulysses.

Большую же часть времени «Вояджеры» вели рутинные измерения полей, волн и частиц. Это должно было стать их главной работой на десятилетия вперед.

Деньги и люди

Официально межзвездная фаза полета «Вояджеров», известная как Voyager Interstellar Mission (VIM), началась 1 января 1990 г. Однако ей предшествовали два этапа, также содержавшие в своем названии слово «межзвездный». Дело в том, что двумя сближениями с Сатурном в ноябре 1980 г. и августе 1981 г. была исчерпана первоначально утвержденная программа полета «Вояджеров», а полет второго аппарата к Урану со времени запуска прописывался во всех документах как дополнительная возможность. Поэтому 1 октября 1981 г., вскоре после сближения КА Voyager 2 с Сатурном, начался дополнительный этап под названием «экспедиция к Урану и межзвездная» (VUIM –

▼ Карл Саган представляет «семейный портрет» Солнечной системы. 6 июня 1990 г.



Voyager был теперь незаменимым, совмещая несколько важных функций.

Радикальное сокращение численности отчасти скомпенсировал переход на новую систему управления полетом AMMOS (Advanced Multimission Operations System), создавшую новую среду для обработки телеметрической информации, подготовки и выдачи команд, анализа состояния КА и архивирования информации. Она была реализована на передовых для того времени серверах и рабочих станциях под Unix и предлагала намного больший объем внешней памяти для хранения информации. Переход стал окончательным 16 ноября 1992 г., когда были выключены последние компьютеры старой системы TTS – две машины Univac 1219, работавшие в JPL с 1966 г.

Позднее для снижения нагрузки на операторов была разработана программа для автоматического мониторинга телеметрии и оповещения специалистов о потенциальных проблемах со звучным наименованием VAMPIRE (Voyager Alarm Monitor Processor Including Remote Examination). Не менее изычное сокращение придумали для программы, которая выявляла в телеметрии признаки нештатной ситуации и предлагала на базе прошлого опыта как на них реагировать. Ее назвали MARVEL (Monitor/Analyzer of Real-time Voyager Engineering Link), что в буквальном переводе означает «чудо».

Д-р Эдвард Стоун (Edward C. Stone), бессменный научный руководитель проекта Voyager с 1972 г., профессор Калифорнийского технологического института и его вице-президент по астрономическим обсерваториям, в декабре 1990 г. вступил в должность директора Лаборатории реактивного движения. Оставив ее в 2001 г., Эд Стоун продолжил исполнять обязанности научного руководителя «Вояджеров».



▲ Эдвард Стоун, 1992 г.

16 сентября 1991 г. по итогам «Большого тура» президент Рональд Рейган вручил ученому Национальную медаль науки. 4 декабря 2013 г., после выхода первого «Вояджера» за пределы гелиосферы, NASA удостоило его медали «За выдающуюся общественную службу» – свою высшую награду для лиц, не состоящих на госслужбе. 17 июля 2014 г. Стоун получил пожизненную награду за достижения от Американского астрономического общества, вручаемую раз в 10 лет. Среди ее прежних лауреатов – Вернер фон Браун и Уильям Пикеринг.



▲ Действующий менеджер проекта «Вояджер» Сюзанна Додд

Первым менеджером проекта в JPL был Харрис «Бад» Шурмейер (Harris M. 'Bud' Schurmeier). В 1976 г. его сменил Джон Казани (John R. Casani), в 1977 г. – Роберт Парк (Robert J. Parks), летом 1979 г. – Реймонд Хикок (Raymond L. Heacock), в 1981 г. – Эскер Дэвис (Esker K. Davis), в 1982 г. – Ричард Лэзер (Richard P. Laeser), в 1987 г. – Норман Хейнс (Norman R. Haynes), в 1989 г. – Джордж Текстор (George P. Textor), а в 1998 г. – Эд Масси (Ed B. Massey).

В октябре 2010 г. на эту должность была впервые назначена женщина – Сюзанна Додд (Suzanne Dodd). В 1977 г. ей было 16 лет, а свою карьеру в JPL она начала в 1984 г. с составления рабочих программ для служебной и научной аппаратуры «Вояджеров».

План на 30 лет

«Межзвездный» этап полета «Вояджеров» официально планировался на 30 лет, то есть примерно до 2020 г. Эд Стоун в 1990–1991 гг. говорил, что не позднее 2000 г. аппараты достигнут области ударной волны, где солнечный ветер начинает замедляться, а между 2000 и 2010 г. пройдут гелиопаузу. Такой прогноз позволял надеяться, что аппараты успеют выйти в межзвездную среду и изучить ее свойства до того, как время и расстояние сделают их дальнейшую работу невозможной.

С учетом накопленного за 12 лет полета опыта вероятность того, что каждый из «Вояджеров» сохранит работоспособность в течение трех следующих десятилетий, оценивалась в 85%. При наличии финансирования срок окончания полета определялся чисто физическими ограничениями.

Выходная мощность радиоизотопного генератора все время снижалась вследствие распада активного вещества (^{238}Pu) и деградации системы преобразования тепловой энергии в электрическую. Первый эффект можно было учесть точно, второй был плохо предсказуем, но рано или поздно должен был наступить момент, когда система электропитания более не сможет поддерживать работу служебных систем и пяти основных научных приборов для изучения полей, частиц и волн – LECP, CRS, PLS, PWS и MAG.

В начале полета считалось, что дефицит питания наступит в 2012–2013 гг., однако преобразователи деградировали медлен-

нее, чем закладывалось в модель, поэтому в 1994 г. в качестве предельного срока назывался уже 2015 год. С 1997 г. говорилось о продлении срока жизни КА до 2020 г., но при условии сокращения энергопотребления до 215 Вт вместо установленного ранее порога в 245 Вт и отключения части приборов начиная с 2018 г. на Voyager 1 и с 2016 г. на Voyager 2. В 2009 г. оценки пересмотрели еще раз: отключение приборов не потребуется до 2020 г., а с неполным комплектом удастся протянуть примерно до 2025–2026 г., хотя ценность научных данных, разумеется, упадет.

В начале 2015 г. выработка энергии на обоих «Вояджерах» была близка к 255 Вт и сокращалась примерно на 4,5 Вт в год, так что и эти прогнозы представляются консервативными.

Гидразин используется для поддержания трехосной ориентации КА, требуемой для постоянного точного наведения остроуправленной антенны на Землю. Запасы топлива в 1990 г. составляли 36–39 кг, а расход составлял 5–6 граммов в неделю без изменения ориентации и до 50–60 г при проведении разворота. Более жесткие ограничения на уход по трем осям обещали более точное наведение (а следовательно, продление связных возможностей) за счет повышенного расхода (и раннего истощения) гидразина, так что требовалась совместная оптимизация по топливу и по возможностям радиосистемы.

В 1993 г. считалось, что гидразина для ориентации хватит до 2034 г. для первого аппарата и до 2040 г. для второго. Оценка 2002 г. увеличила срок до 2040 и 2048 г. соответственно. Прием информации со скоро-

Табл. 1. Ресурсы аппаратов Voyager

Аппарат	Год	Остаток топлива, кг	Выходная мощность, Вт	Запас по мощности, Вт	Потребность, Вт
Voyager 1	1990	36.5	370	60	310
	1995	34.6	345	35	310
	2000	32.33	319.5	37	282.5
	2005	29.12	296.7	26	270.7
	2010	26.37	275.2	29	245.3
	2015	17.38	254.6	22.8	231.8
Voyager 2	1990	39.6	374	66	308
	1995	37.0	349	41	308
	2000	34.40	321.1	66	255.1
	2005	30.96	298.2	42	256.2
	2010	28.01	276.6	36	240.6
	2015	25.27	255.8	22.6	233.2

стью 160 бит/с на 34-метровую антенну типа HEF с приемником высокой эффективности по той же оценке был возможен до 2024 и 2029 г. соответственно.

Фактический расход топлива за 25 лет составил 19 и 14 кг соответственно, что иллюстрируется таблицей 1. Скачкообразный рост потребления на первом аппарате после 2010 г. объясняется появлением дополнительных научных задач.

Передача команд на борт КА являлась самым слабым ограничением. Даже в 1984 г., до всех работ по модернизации DSN в интересах «Вояджеров», считалось возможным управлять первым КА до 2023 г., а вторым – до 2029 г. Сейчас этот вопрос даже не рассматривается.

Потенциальную проблему со снижением блеска Солнца, которая рано или поздно приведет к потере его солнечными датчиками, сняли радикальным путем – задав таблицу параметров ориентации антенны на все годы вперед.

Бортовые программы

Основные принципы организации полета КА сохранились с уходом «Вояджеров» из зоны планет-гигантов, но изменились цели полета, функционал бортовых программ и порядок их подготовки. Теперь были нужны длительные стандартные измерения, характеризующие простотой подготовки и проведения и минимальным риском выхода КА из строя.

Каждый из «Вояджеров» работал (и работает до сих пор) под управлением программ, загруженных в память двух процессоров основного компьютера CCS емкостью по 4096 машинных слов по 18 бит длиной. Они отчасти разделены по функциям: так, процессор А специализировался на наведении антенны HGA на Землю, а процессор В – на управлении работой систем и приборов. Их общая программа подразделялась на неизменную базовую часть, занимающую большую часть крошечной памяти двух процессоров, и текущие рабочие программы, на которые оставалось суммарно около 1500 слов памяти.

Базовая часть (baseline sequence) обеспечивала решение главной задачи полета – изучение окосолнечной и межзвездной среды – и включала ряд неизменных повторяющихся операций:

- ◆ сбор и непрерывную передачу текущей служебной и научной телеметрии;
- ◆ запись раз в неделю на магнитную ленту бортового записывающего устройства DTR одного высокоскоростного кадра детектора плазменных волн PWS – 48 секунд данных с частотой 115.2 кбит/с;
- ◆ сброс на Землю записанных кадров PWS раз в шесть месяцев;
- ◆ проведение раз в три месяца маневра калибровки магнитометра MAGROL;
- ◆ проведение раз в шесть месяцев маневра ASCAL с целью калибровки антенны HGA и солнечных датчиков;
- ◆ ежемесячную комплексную калибровку магнитометра MAG, плазменной подсистемы PLS и остальных приборов для регистрации волн и частиц;
- ◆ обслуживание записывающего устройства DTR дважды в год;
- ◆ контрольное включение гироскопов и сверка бортового времени раз в три месяца.

Раз в год – в ноябре на Voyager 1 и в сентябре на Voyager 2 – базовая программа завершала свой цикл и перезапускалась. При перезапуске выполнялись калибровка и сверка бортовых часов и обновление памяти компьютеров, а внесенные изменения вступали в силу.

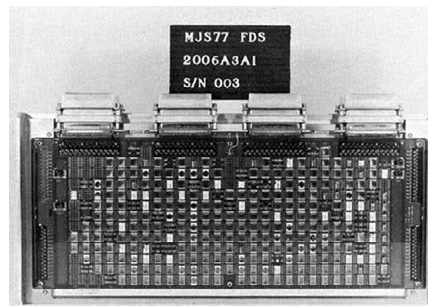
В качестве подпрограмм базовой части использовались 11 специализированных блоков, реализующих программные развороты КА, запись и воспроизведение данных, калибровки антенны HGA и научной аппаратуры и т. п.

К базовой части примыкали также пять подпрограмм реагирования на чрезвычайные ситуации: низкое напряжение бортовой сети, отказы передатчиков S- и X-диапазона, длительное отсутствие команд с Земли, сбой в самом CCS или в подсистеме ориентации и приводов AACs.

Третьим компонентом базовой части по существу стала заложенная в 1990 г. таблица параметров HPOINTS для наведения на Землю антенны HGA вплоть до 7 декабря 2020 г. на первом КА и до 23 июля 2017 г. на втором.

Текущие рабочие программы (overlay sequence) составлялись для организации непериодических наблюдений (главным образом в области УФ-астрономии) и ряда дополнительных операций, например:

- ◆ дополнительных калибровок магнитометра;



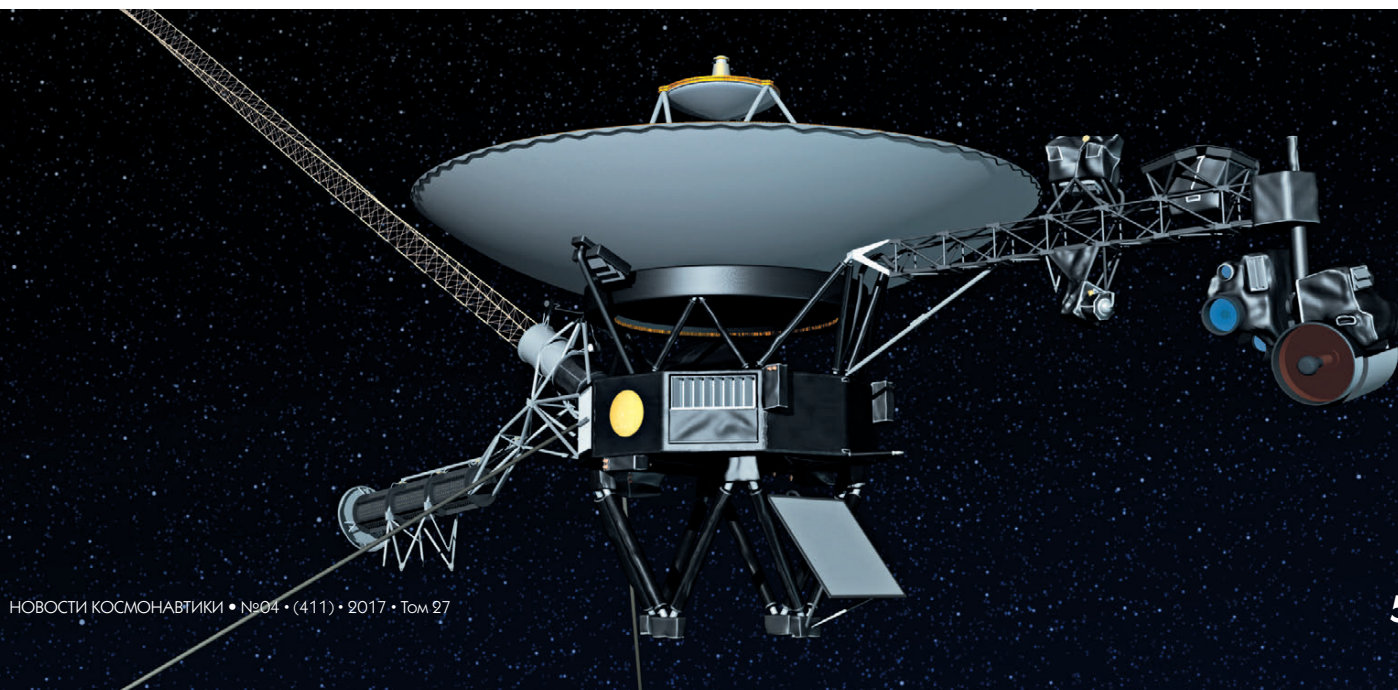
▲ FDS – один из трех бортовых компьютеров

- ◆ записи дополнительных кадров высокоскоростных данных PWS и сброса их на Землю;
- ◆ повторного считывания данных с DTR в случае, если их не удалось принять в запланированном сеансе;
- ◆ планового считывания содержимого памяти бортовых компьютеров;
- ◆ модификаций базовой программы, запасной рабочей программы и алгоритмов реагирования на сбой.

Нумерацию текущих программ на «межзвездном» этапе полета начали заново: 2 октября 1989 г. на «Вояджере-2» вступила в силу программа B001, а «Вояджер-1» с 15 января 1990 г. исполнял программу A001. Первоначально их продолжительность была невелика, но в 1994–1997 гг. ее довели до полугода. Это оказалось неудобно, и с 1999 г. установился трехмесячный цикл обновления рабочих программ, а с конца 2010 г. и их стали дробить пополам. В результате первый КА вступил в 2017 год с программой A101, а второй – с программой B174; последнее произошло потому, что начавшей свою работу 13 июля 1998 г. рабочей программе Voyager 2 вместо очередного номера B030 присвоили обозначение B100.

Для облегчения составления текущих рабочих программ были подготовлены специализированные блоки команд. Это увеличивало объем занимаемой памяти по сравнению с написанием «с нуля» в машинных кодах, но резко сокращало трудозатраты.

Для реализации разовых технических операций, выполнения отдельных научных задач, а также для поиска причин неисправностей и путей их обхода применялись так называемые мини-программы (mini sequence), которые создавались и загружались на борт по мере необходимости.



Запасная рабочая программа BML-7 была подготовлена и загружена на борт каждого КА на случай полного прекращения команд с Земли, например, вследствие отказа приемника или дешифратора команд на борту. В случае отсутствия команд с Земли в течение шести недель таймер BML обнуляется, специальная подпрограмма CMDLOS срабатывает и взводит таймер вновь. При четвертой активации спустя примерно 24 недели после потери связи CMDLOS запускает BML-7, которая необратимо модифицирует основную программу. Отменяются развороты типа ASCAL и MAGROL и устанавливаются оптимальные параметры системы ориентации, гарантируя выполнение измерений и передачу на Землю информации о космической среде в реальном масштабе времени и в записи. Обеспечивается последовательное снижение энергопотребления КА в тепле расчетного падения мощности радиоизотопных генераторов за счет отключения в заранее определенные даты ленточных запоминающих устройств и гироскопов системы ориентации.

Отдельной и тоже серьезной задачей было перепрограммирование компьютера подсистемы летных данных FDS, который управляет обработкой информации на борту и формированием служебной и научной телеметрии. После отключения камеры ISS, фотополяриметра PPS и ИК-спектрометра IRIS из программы можно было исключить относящиеся к ним блоки и за счет освобожденного места в памяти усовершенствовать передачу остальной информации по радиоканалу с низкой скоростью.

Новый вариант программы формирования научной телеметрии получил обозначение VIM-5. Были предусмотрены две основные скорости передачи данных – 600 и 160 бит/с, под которые создали два формата данных – UV-5A и CR-5T. Если судить по названиям и скорости, то первый предназначался для ультрафиолетовых наблюдений, а второй – для передачи информации о магнитном поле, частицах и плазме. На самом деле оба формата содержали ограниченную телеметрию о состоянии служебных систем и базовую информацию о полях и частицах от приборов MAG, CRS, PLS, PWS, LECP и

PRA и отличались составом информации от УФ-спектрометра: UV-5A включал полный ее набор и требовал поэтому скорости 600 бит/с, а CR-5T – лишь некоторую его часть и вписывался в 160 бит/с.

При разработке новых форматов предусмотрели встроенный контроль ошибок в передаваемых данных и попутно решили ряд проблем «науки». За счет изменения порядка просмотра различных длин волн у датчика плазменных волн PWS удалось избавиться от помехи, которую создавал привод другого инструмента. Удалось снизить ошибку при измерении слабых магнитных полей, а у датчика заряженных частиц CRS четверо подняли частоту опроса. Для аппаратуры регистрации радиоволн PRA ввели интеграцию слабых сигналов на протяжении 6 секунд вместо 30 мс в первоначальном варианте, что увеличило ее чувствительность.

4 июня 1990 г. новая версия программы FDS с обозначением 11AF была запущена на одном из процессоров аппарата Voyager 2. За несколько недель ее опробовали в разных режимах и «вычистили» ошибки, а 7 августа перенесли на второй процессор FDS. Здесь пришлось побороться с несовпадением двух копий по контрольной сумме, и лишь 18 сентября в режиме прямой записи удалось добиться требуемого результата. Тем временем с 9 августа 1990 г. программа 11AF начала работать и на FDS Voyager 1. Она используется с необходимыми поправками вплоть до настоящего времени.

Земля слушает

Стандартная схема работы «Вояджеров» с августа-сентября 1990 г. выглядела так. Аппарат ведет непрерывные низкоскоростные измерения магнитного поля, частиц и плазменных волн вместе с ультрафиолетовыми измерениями и передает их на Землю в реальном масштабе времени на 600 или 160 бит/с. Эта информация, а в случае сбоя – аварийный формат служебной телеметрии со скоростью 40 бит/с – принимается на 34-метровых антеннах типа HEF Сети дальней связи DSN.

Круглосуточного приема информации с «Вояджеров» не требовалось, да и ресурсов для этого не было. Как правило, одна

34-метровая антенна работала с каждым КА 9–10 часов в сутки. С учетом направления движения по небесной сфере Voyager 1 обычно пользовался услугами антенн комплекса DSN в Голдстоуне (Калифорния, США), а Voyager-2 – австралийских антенн в Тидбинбилле вблизи Канберры.

Кстати, из этих же соображений выбирались опорные навигационные звезды для ориентации КА – они должны были находиться вблизи перпендикуляра к направлению на Землю. 21 октября 1992 г. в рамках программы B015 «Вояджеру-2» задали в качестве новой навигационной звезды Вега, и он произвел разворот по крену, чтобы сориентировать на нее датчик Канопуса. Для «Вояджера-1» опорной звездой с 28 февраля 1990 г. и по сей день является α Центавра.

MAGROL представлял собой программный разворот КА, состоящий, как правило, из десяти полных оборотов по крену. В районе полета «Вояджеров» напряженность межпланетного магнитного поля была уже ниже, чем магнитный фон самого аппарата. Регистрация данных магнитометра во время разворота позволяла различить две составляющие: собственную и внешнюю. Маневры MAGROL могли совмещаться с измерениями спектрометром UVS и поддерживались приемом на 70-метровой антенне, так как во время вращения ось антенны HGA немного «ходила» и уровень сигнала колебался.

Большие антенны задействовались и в некоторых других случаях. Ежеквартально они отслеживали семичасовой маневр ASCAL с целью калибровки бортовой антенны HGA и солнечных датчиков, а раз в полгода – лучасовые сеансы для проверки состояния записывающих устройств DTR.

Раз в полгода сбрасывались на Землю очередные 26 кадров типа GS-4B с высокоскоростной информацией прибора PWS: в апреле и октябре – с «Вояджера-1», в марте и сентябре – с «Вояджера-2». В первые годы «межзвездного» этапа их принимали на 70-метровые антенны – как правило, использовались DSS-14 в Голдстоуне и DSS-43 в Канберре – со скоростью 7200 бит/с. Но по мере удаления от Земли мощности сигнала и собирающей площади стало не хватать, и поддерживать такую скорость удавалось лишь в режиме спаривания приемных антенн – 70-метровой и 34-метровой. Voyager 1 был дальше и уходил быстрее, поэтому через два года он первым «уперся» в предел пропускной способности. Уже в 1994 г. скорость передачи пришлось снизить до 1400 бит/с, что позволяло вести прием на одиночную 70-метровую антенну при соотношении сигнал/шум более 3 дБ.

Вскоре после этого в составе DSN был применен программируемый приемник Block V Receiver, позволяющий работать в режиме подавления несущей частоты. Когда индекс модуляции фазы бортового генератора устанавливали в 90°, несущая сигнала подавлялась – и вся мощность шла в модулированную телеметрией поднесущую. Этот «фокус» позволил воспроизводить данные с Voyager 2 на скорости 7200 бит/с еще два года, а в режиме спаривания антенн DSS-43 и DSS-45 – вплоть до весны 1999 г.

Отказ приемника плазменных волн высокой частоты, зафиксированный 30 июня



▼ 70-метровая антенна дальней космической связи в Голдстоуне

2002 г. на втором КА, во многом обесмыслил высокоскоростную запись показаний PWS. Тем не менее она проводилась еще пять лет. Последний формат GS-4B был записан на магнитную ленту 4 сентября и передан на Землю 5 сентября 2007 г. С тех пор устройство DTR на «Вояджере-2» не используется, но остается запитанным, чтобы предотвратить замерзание трубопроводов гидразина.

Следует заметить, что 1400 бит/с – это минимально возможная скорость воспроизведения с записывающего устройства DTR. Уже близок момент, когда «Земля» утратит возможность принимать на такой скорости информацию с «Вояджера-1», который к 1 января 2017 г. удалится от Солнца на 137.16 а.е., а от Земли на 137.90 а.е. (что с точки зрения приема равнозначно). В октябре 2016 г. «Земля» принимала записанную информацию на 1400 бит/с на три антенны сразу – 70-метровую DSS-14 плюс две 34-метровых! Да что там говорить: и обычный 160-битный поток телеметрии приходится сейчас принимать на «спарку»...

Скоро недостаток электроэнергии заставит снять питание с гироскопов и прекратить развороты для калибровки антенны и магнитометра. После этого аппараты будут поддерживать ориентацию только на двигателях по данным от солнечного датчика и датчика Канопуса.

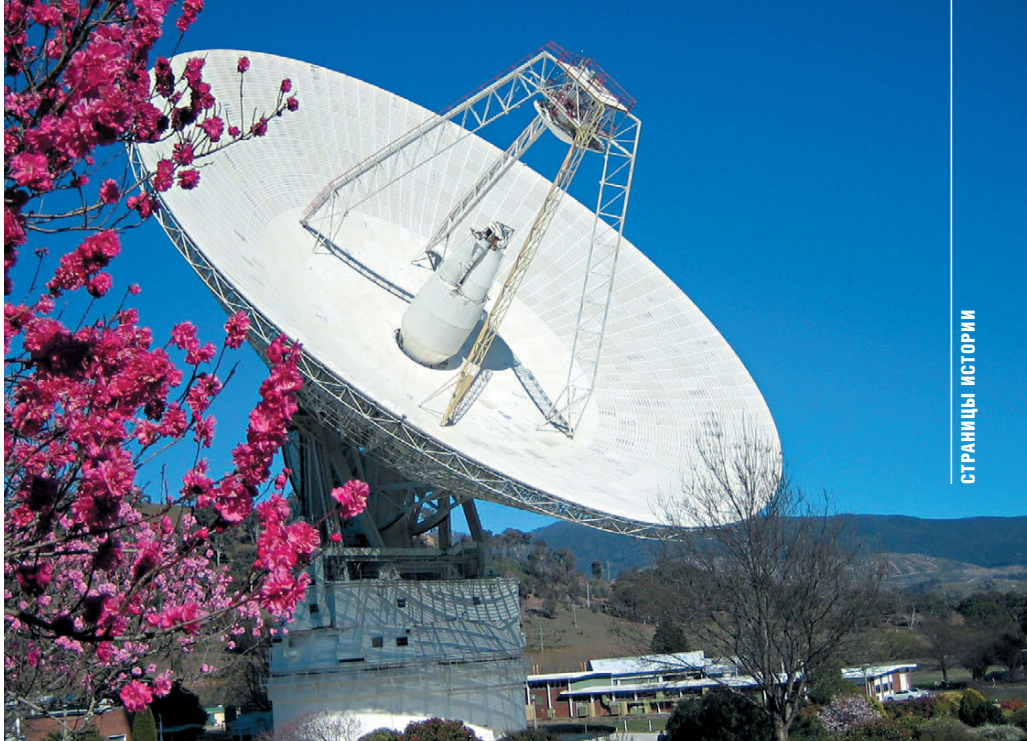
70-метровые антенны считались базовыми и для управления КА. С них посылались на борт еженедельная «пустая» команда для установки таймера BML-7 (а для «Вояджера-2» с его дефектным командным приемником – серия из нескольких таких команд), а раз в три месяца закладывалась очередная рабочая программа.

Временами с наземными средствами происходили чрезвычайные происшествия – вроде калифорнийского землетрясения 28 июня 1992 г., которое повредило 70-метровую антенну DSS-14 и заставило потратить месяц на ремонт ее субрефлектора. В целом, однако, DSN блестяще справилась с обеспечением работы земных аппаратов, ушедших на 17–20 млрд км от родной планеты.

Сбои и неисправности

Количество неисправностей на борту «Вояджеров» и в самом деле оказалось невелико. 1 сентября 1992 г. на первом КА отказал ультрастабильный генератор радиосистемы, из-за чего в 14:08 PDT (21:08 UTC) прервался сигнал с борта. Менее чем за 10 минут Voyager 1 самостоятельно переключился на запасное устройство и «доложил» о происшествии. Оставшийся в работе генератор имел меньшую стабильность, чем неисправный, и его приходилось использовать лишь в режиме с остаточной модуляцией несущей и в одностороннем варианте. Возможность передачи на Землю в S-диапазоне была утрачена.

3 сентября 1995 г. в 13:19 UTC процессор CCS-B на Voyager 1 испытал сбой, из-за которого, в частности, 5 сентября не был записан высокоскоростной кадр научной информации. 6 сентября по команде с Земли было считано содержимое памяти обоих процессоров, которое оказалось нормальным. 11 сентября на борт загрузили мини-программу, запуск которой восстановил



▲ Антенна DSS-43 в Канберре

нормальную работу процессора и выполнение научной программы с 12 сентября.

В результате сбоя 12 ноября 1998 г. в радиоконтакте Voyager 2 прошло самопроизвольное переключение с усилителя X-диапазона TWTA-2 на TWTA-1. К вечеру 14 ноября операторы восстановили нормальную работу КА, оставив в работе усилитель №1. (На первом аппарате характеристики TWTA-2 деградировали к 10-й годовщине старта, и еще в октябре 1987 г. вместо него также был включен TWTA-1.)

1 сентября 1999 г. после 22 лет работы вследствие засорения одного из ЖРД канала рысканья нарушилась стабилизация КА Voyager 2. Аппарат имел в общей сложности 12 двигателей ориентации – по две пары на каждый канал – и с момента запуска использовал двигатели первого контура. Бортовые защитные алгоритмы распознали ситуацию и провели автоматическое переключение на второй контур (Branch 2) двигателей ориентации по каналам тангажа и рысканья. «Земля», приняв аварийную 40-битную телеметрию и считав содержимое памяти, 4 сентября восстановила нормальную работу КА.

28 мая 2002 г. операторы в плановом порядке перешли на второй контур двигателей тангажа и рысканья и на КА Voyager 1. На нем же 4 мая 2004 г. прошло автоматическое переключение на второй контур двигателей канала вращения вследствие выхода из строя нагревателя ЖРД –R. За 27 лет полета старые двигатели сработали 353 000 раз.

Наконец, 14 ноября 2011 г. было проведено плановое переключение двигателей канала вращения на второй контур на Voyager 2. NASA сообщило, что выведенные из работы ЖРД использовались за время полета более 318 000 раз. Помимо выбора «свежих», не использовавшихся до сих пор, двигателей, этот переход позволил отключить подогрев топливопровода к двигателям основного контура и снизить на 12 Вт суммарное электропотребление КА. Таким образом, оба аппарата работали теперь только на запасных парах двигателей.

28 марта 2002 г. группа управления активировала на «Вояджере-1» запасной

комплект приборов системы ориентации – солнечный датчик и датчик Канопуса. В основном комплекте два предшествующих года наблюдались проблемы в компоненте, ответственном за преобразование аналоговых данных от приборов в цифровую информацию для компьютера AACCS. Структура системы заставила перейти целиком на запасной комплект, хотя к самим датчикам претензий не было. Несмотря на то, что запасные устройства в последний раз включались и испытывались на подходе к Сатурну в 1980 г., тест 20 марта и само переключение прошли относительно гладко.

22 апреля 2010 г. внезапно изменился формат научных данных, поступающих с борта КА Voyager 2, и они перестали подаваться расшифровке на Земле. Так как вся служебная информация формата CR-5T поступала без изменений, специалисты заподозрили сбой при формировании научной части его «кадров». 1 мая операторы получили подробный статус бортовых систем в формате EL-40 и убедились, что причина неисправности кроется в компьютере подсистемы летных данных FDS. 12 мая с борта была получена полная карта памяти FDS, и оказалось, что один бит в ней изменил свое значение с «0» на «1» – по-видимому, вследствие попадания энергичной частицы. 19 мая на борт отправилась инструкция, в соответствии с которой злосчастный бит был возвращен в состояние «0». 22 мая «Вояджеру» отправили приказ вернуться в стандартный режим передачи научной информации – и 23 мая зонд возобновил нормальную работу.

Ультрафиолетовый роман

В период с 1990 по 1993 год проект VIM имел две основные цели:

- ◆ исследовать межпланетную и межзвездную среду и охарактеризовать взаимодействие между ними;

- ◆ продолжить успешную программу «Вояджеров» в области ультрафиолетовой астрономии.

В этот период «Вояджеры» довольно много занимались ультрафиолетовыми из-



мерениями различных небесных источников и диффузного фона. Ради них и были оставлены в работе УФ-спектрометры UVS на сканирующей платформе КА.

UVS были чувствительны к излучению в диапазоне крайнего ультрафиолета – от 50 до 170 нм. В нем лежит водородная линия Лайман-альфа (91.2 нм), что соответствует энергии фотона в 13.6 эВ. Свет с длинной волны короче этой активно поглощается межзвездным водородом, и принимать его от далеких объектов невозможно. Поэтому орбитальные УФ-обсерватории описываемой эпохи, такие как легендарный IUE (запущен в 1978 г., эксплуатировался до 1996 г.), не использовали крайний ультрафиолетовый диапазон.

Между тем излучение от ряда объектов, например достаточно близких горячих звезд, все-таки достигает окрестностей Солнца, и их исследование представляло значительный интерес. Приборы крайнего УФ-диапазона имелись в составе комплекта ASTRO, созданного для работы на борту шаттла, но их использование упиралось в кратковременность полетов. Спутник EUVE еще только готовился к старту. А поскольку два UVS уже находились в полете, работали и могли позволить себе длительные экспозиции, астрономы ухватились за эту возможность, и даже невысокое спектральное разрешение (около 10 нм) их не останавливало. Объем заявок на наблюдения превышал доступное время!

Первоначальный перечень задач включал наблюдение активных галактик, квазаров, молодых голубых звезд и белых карликов. Измерение энергии, излучаемой ими в УФ-диапазоне, позволяло лучше понять рождение и смерть звезд. Многочасовые и даже многосуточные наблюдения одного и того же объекта позволяли надеяться застать его в момент вспышки. Параллельно организовывались наблюдения на земных телескопах в видимом и ближнем ИК-диапазоне.

Тогда же ученых заинтересовало фоновое УФ-излучение межзвездного водорода. В период с 24 октября по 2 ноября 1990 г. провели первую серию экспериментов, в ходе которых каждый КА сначала вел измерения в направлении, противоположном

местоположению партнера, а затем с ориентацией спектрометром в сторону второго аппарата. Излучение фона восстанавливалось после вычитания информации об общем участке пространства между ними. Таким способом исследователи пытались зафиксировать «набегающий» межзвездный ветер.

Формально цель наблюдений в УФ-диапазоне была исключена штаб-квартирой NASA в 1993 г., но они продолжались как обеспечивающие для достижения основной цели полета. «Вояджеры» картировали в ультрафиолете гелиосферу, наблюдали оба полюса Галактики и Солнце, а с 8 июля по 17 августа 1994 г. второй КА почти непрерывно отслеживал Юпитер – до, во время и после падения на него фрагментов ядра кометы Шумейкеров–Леви 9. Одновременно велась регистрация события в радиодиапазоне, но ни UVS, ни PRA не зарегистрировали какой-либо реакции планеты на это событие.

По мере удаления от Земли измерения в специальном «ультрафиолетовом» режиме UV-5A становились все более редкими и сложными в организации. На КА Voyager 2 они не проводились после трехсуточного сеанса 24–27 января 1998 г. Выключение УФ-спектрометра, одного из нагревателей IRIS и всей сканирующей платформы было намечено на 12 ноября 1998 г. и обернулось серьезными проблемами на борту.

11 ноября на борт загрузили мини-последовательность с необходимыми командами, и аппарат ее принял. 12 ноября в 07:56 UTC в момент исполнения команды на отключение нагревателя IRIS испанская станция DSN перестала слышать сигнал «Вояджера». На борт отправили серию из 720 команд для включения передатчика X-диапазона, но безуспешно. Анализ возможных вариантов работы КА в защитном режиме навел на мысль об отключении генератора S-диапазона, используемого для генерации несущей частоты в обоих диапазонах радиоконтекста. В ночь с 13 на 14 ноября на протяжении шести часов на борт отправили новую серию из 360 команд с шагом в 1 Гц по частоте. 15 ноября в 02:18 UTC на Земле получили сигнал служебной телеметрии на 40 бит/с, который подтвердил причину сбоя, а также факт отключения платформы и UVS по графику. 16 ноября аппарат вернули в нормальную работу с передачей в режиме CR-5T через запасной передатчик X-диапазона TWTA-1.

На Voyager 1 в последний раз протокол UV-5A с полным набором информации от UVS был реализован 20–21 мая 2003 г.

с приемом на станции DSS-63. После этого ограниченная информация от UVS получалась лишь в 160-битном формате CR-5T.

Отключение сканирующей платформы и спектрометра UVS планировалось еще в конце 2000 г., однако по просьбе научного руководителя эксперимента и с согласия группы научного планирования прибор оставался в работе вплоть до 19 апреля 2016 г. Причиной изменения планов стал непредвиденный избыток УФ-излучения с направления полета КА, который, как мы помним, постепенно опережает Солнце в движении вокруг центра Галактики. Дефицит энергии был покрыт выключением плазменной системы PLS* с последующим обесточиванием в 2003 г. приводов сканирующей платформы и части нагревателей.

На дальних подступах к гелиопаузе

Где находятся границы Солнечной системы? Теоретически – там, где движение малых небесных тел определяется тяготением Солнца в большей степени, чем воздействием соседних звезд. В этом смысле Солнечная система очень велика. Если же говорить о планетах, то Нептун находится всего в 30 а. е. от Солнца – зона больших планет достаточно мала.

Между этими пределами существует естественная граница, хорошо определяемая по свойствам и составу вещества в космическом пространстве.

Поток солнечного ветра сталкивается на этой границе с потоком межзвездного вещества, напоминая своеобразную «реку». По современным представлениям, в окрестностях Солнца эта «река» течет со скоростью 23 км/с со стороны созвездия Змееносца ($\alpha=258.5^\circ$, $\delta=-18^\circ$) в сторону Тельца. В грубом приближении направление потока противоположно направлению движения Солнца, апекс которого находится в Геркулесе. Есть данные о том, что за последние 40 лет направление «реки» изменилось на 4–9°, что не должно удивлять: вряд ли межзвездный поток вещества отличается строгой равномерностью.

Существует граница двух потоков, внутри которой господствует движение горячей плазмы – заряженных частиц солнечного вещества – и солнечное магнитное поле, а снаружи – поток межзвездного вещества и межзвездное магнитное поле. Граница называется гелиопаузой, а область внутри нее – гелиосферой, хотя в действительности она сплюснута в направлении движения Солнца и навстречу межзвездному магнитному полю и вытянута в противоположном.

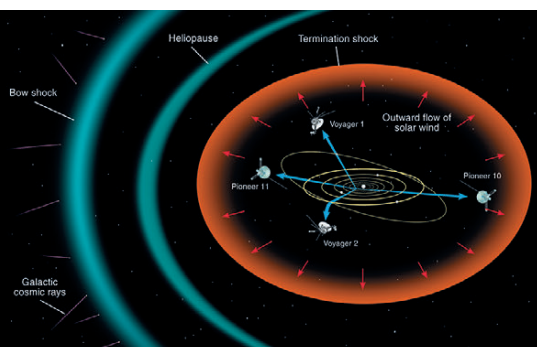
С каждой стороны от границы должна быть переходная область. Внутри сверхзвуковой поток солнечного ветра начинает тормозиться, взаимодействуя с галактическим веществом. Там, где скорость его резко падает и становится дозвуковой, располагается ударная волна, а после нее начинается гелиослой. Снаружи гелиосферы также существует некий пограничный слой, не имеющий головной ударной волны, так как скорость движения Солнца и всего «пузыря» гелиосферы не превосходит местную звуковую скорость во внешней среде. Впрочем, о том, каковы характеристики внешней среды, впервые стало известно лишь в мае

* Чувствительность системы PLS на КА Voyager 1 резко ухудшилась еще в 1980 г., так что она почти перестала давать полезную информацию. Прибор был выключен 18 апреля и обесточен 11 июля 2000 г., затем вновь введен в работу в 2004 г. с приближением к ударной волне и окончательно выведен из эксплуатации с 1 февраля 2007 г.

2012 г. – по данным американского зонда IBEX (Interstellar Boundary Explorer).

Важно подчеркнуть, что гелиосфера намного меньше Солнечной системы в гравитационном определении. Восемь планет и малые тела пояса Койпера, заканчивающегося примерно на 50 а.е., обращаются внутри нее. Облако Оорта, управляемое гравитацией Солнца, находится далеко за пределами гелиосферы.

Пройти границы между солнечным и межзвездным веществом и изучить на месте свойства среды в области после ударной волны и за гелиопаузой было и остается основной задачей «Вояджеров» после 1989 г. Ученые рассчитывали, что Voyager 1, идущий примерно в направлении апекса Солнца и навстречу «потoku», достигнет цели первым. Так оно и в итоге и оказалось.



Теоретически гелиосферы могли бы достигнуть и два первопроходца Юпитера и Сатурна – Pioneer 10 и Pioneer 11. Первый из них в июне 1983 г. пересек границу Нептуна и остался самым далеким КА до 17 февраля 1998 г., когда на отметке 69.5 а.е. в лидеры вышел Voyager 1. (Сказать «обогнал» в данном случае нельзя, так как аппараты уходили от Солнца в почти противоположных направлениях.) Продуктивная работа «Пионера-10» завершилась 31 марта 1997 г. на расстоянии 67 а.е. от Солнца. Телеметрию с борта удавалось принимать до апреля 2002 г., а 23 января 2003 г. связь с ним была утрачена полностью. Как мы помним, Pioneer 11 задержался, чтобы нанести визит к Сатурну, и вышел за орбиту Нептуна лишь 23 февраля 1990 г. Прием информации с него пришлось прекратить 30 сентября 1995 г. на удалении всего лишь 43 а.е. от светила.

Три из пяти основных приборов гелиосферной миссии «Вояджеров» вели регистрацию параметров среды, обусловленных Солнцем. Магнитометр MAG измерял напряженность магнитного поля, плазменная подсистема PLS (только на Voyager 2) – параметры солнечного ветра, а детектор заряженных частиц низких энергий LECP – энергетические спектры частиц, приходящих со стороны Солнца. Детектор плазменных волн PWS пытался уловить колебания, идущие со стороны гелиосферы, а детектор космических лучей CRS – построить энергетический спектр космических лучей межзвездного происхождения.

В ноябре 1990 г. магнитометры двух КА регистрировали поле напряженностью 1.3 и 0.75 нТ, а PLS «видел» солнечный ветер со средней скоростью 450 км/с и плотностью частиц порядка 0.013 на 1 см³. CRS и LECP показывали низкие фоновые значения.

Самым первым сигналом «извне» стало радиоизлучение с пиком мощности в полосе 2–3 кГц, которое впервые зафиксировал детектор плазменных волн PWS на Voyager 1 еще 30 августа 1983 г., а менее чувствительный датчик на Voyager 2 – двумя неделями позже. Наиболее заметно оно было в канале 3.11 кГц, очень недолго наблюдалось также в канале 1.78 кГц, а в канале 5.62 кГц отсутствовало. Излучение достигло максимума 12 октября, после чего стало слабеть и к февралю 1984 г. сошло на нет.

В статье в Nature от 1 ноября 1984 г. Уильям Курт (William S. Kurth), Дональд Гарнетт (Donald A. Gurnett), Фредерик Скарф (Frederick L. Scarf) и Роберт Пойнтер (Robert L. Poynter) показали, что излучение отличается спектром от «сигналов» Юпитера и Сатурна и слишком сильно для Урана. Они предположили, что источником килогерцового излучения является внутренняя ударная волна перед гелиопаузой и предварительно «поместили» последнюю на отметку 46 а.е. от Солнца.

Отсюда следовало, что Voyager 1 достигнет ее уже в 1991 г. – предположение, оказавшееся чересчур оптимистическим. Всего через пять лет, в 1989 г., руководители полета уже говорили, что «Вояджеры» могут пересечь гелиопаузу в 2012 г.; «попадание» было идеальным и почти случайным.

После 1984 г. килогерцовые сигналы надолго пропали и были вновь зарегистрированы на обоих КА, причем почти одновременно, в августе 1992 г., когда Voyager 1 удалился от Солнца на 50 а.е., а Voyager 2 – на 38 а.е. На этот раз пик пришелся на декабрь, и после него излучение пошло на убыль. Докладывая об открытии 26 мая 1993 г., ученые группы Гарнетта отметили, что в мае и июне 1992 г. отмечалась очень высокая активность Солнца с выбросом больших объемов плазмы. Через 2–3 месяца солнечные протоны достигли наконец зоны ударной волны. Это привело к росту турбулентности и к резкому усилению интенсивности излучения, что и позволило вновь обнаружить его приборами «Вояджеров». По крайней мере, других идей о природе феномена не было.

Дон Гарнетт оценил суммарную мощность сигналов в 10 ТВт и назвал их («для публики») самым мощным радиоисточником в Солнечной системе. Для специалистов была гораздо важнее оценка расстояния от



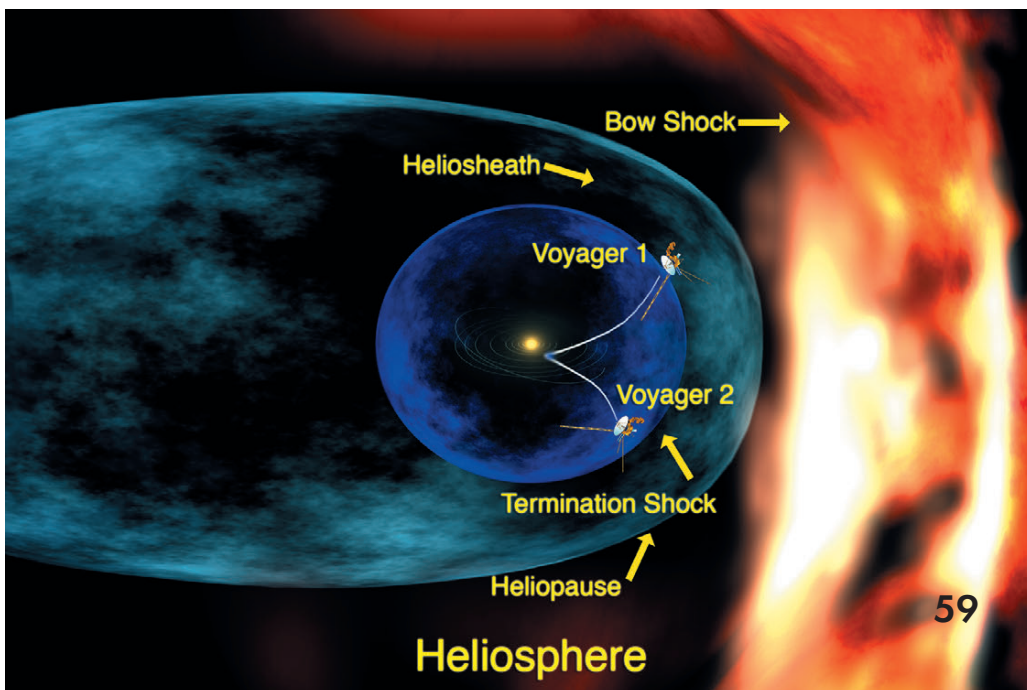
▲ Стаматиос Кримигис и Дональд Гарнетт, 2005 г.

Солнца до гелиопаузы. По времени от инициирующего события до реакции на него Гарнетт определил дистанцию в 90–120 а.е. Выступая от имени научной группы PLS, Ральф МакНатт (Ralph L. McNutt Jr.) привел очень близкую оценку: от 83 до 130 а.е. Местонахождение ударной волны определялось тогда в 70–80 а.е., так что два КА могли достичь ее в 1998–2001 и 2003–2006 гг. соответственно.

В сентябре 1997 г. по случаю 20-летия запуска «Вояджеров» были объявлены новые, не столь оптимистичные, прогнозы. Представитель группы CRS Алан Каммингс (Alan C. Cummings) заявил, что ударная волна должна находиться между 62 и 90 а.е. с наиболее вероятным значением 85 а.е. «Поскольку Voyager 1 сейчас пребывает примерно на 67 а.е. и удаляется на 3.5 а.е. в год, я бы ожидал пересечения ударной волны до конца 2003 г.», – заявил он.

Стаматиос Кримигис (Stamatios M. Krimigis) отчитался за регистрацию ионов и электронов низких энергий на аппаратуре LECP и заявил: «В течение пяти последних лет мы наблюдали выраженные вариации плотности этих ионов, но пока не видим свидетельств ударной волны».

Джон Ричардсон (John D. Richardson), «хозяин» PLS, был вынужден отвечать за один исправный прибор на КА Voyager 2. Он сообщил, что плазменная подсистема обнаружила медленный рост скорости солнечного ветра, которая достигла максимума в конце 1996 г. и после этого стала медленно снижаться. Ричардсон соотнес пик скорости с недав-



ним солнечным минимумом и сказал, что с приближением к максимуму в 2000 г. давление солнечного ветра снизится, а ударная волна и гелиопауза сместятся в направлении приближающихся КА.

Дон Гарнетт дал оценку местонахождения гелиопаузы на основе все того же радиовсплеска 1992 г., но сдвинул ее вдаль от Солнца – в пределы от 110 до 160 а. е. Ударную волну он ожидал между 80 и 115 а. е.

В феврале 1998 г. Эд Стоун заявил, что до ударной волны остается от 3 до 5 лет полета, а в течение 10 лет или около того удастся приблизиться к гелиопаузе. Практически то же самое он повторил и 18 декабря 2000 г.: Voyager 1 должен пройти через ударную волну в период между началом 2001 и концом 2003 г. Основой для этого прогноза стали расчеты времени между солнечными вспышками и «эхом» радиозлучения, а также разница в количестве космических лучей определенного типа, достигающих обоих КА.

Предсказание также было привязано к активности Солнца, потому что научный руководитель проекта сообщил: «Если мы не встретим [ударную волну] в течение трех следующих лет, мы можем не догнать ее и еще несколько лет после того. С другой стороны, было бы замечательно, если бы мы проскочили за нее, а потом она бы обогнала нас, чтобы мы смогли посмотреть на нее повторно».

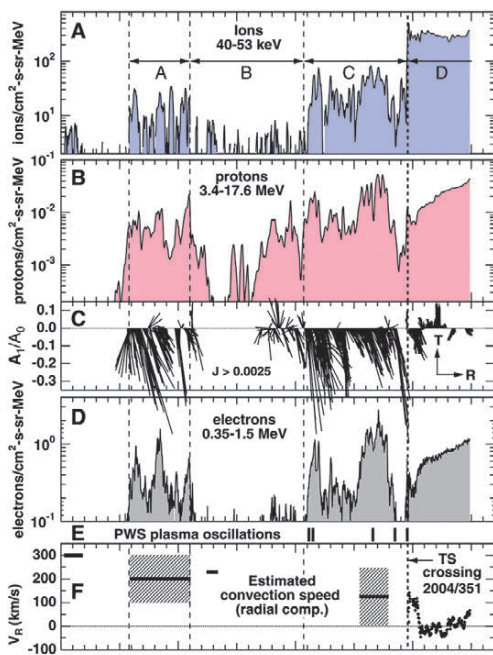
К 2002 г. NASA продолжало финансировать пять научных групп, занятых обработкой информации с приборов LECР, CRS, PLS, PWS и MAG. Группы PRA и UVS распались, однако информация с этих инструментов все еще принималась и отправлялась заинтересованным ученым.

Приборы PRA на обоих «Вояджерах» отключили в 2008 г.: 15 января на первом КА и 21 февраля на втором. Благодаря этому уменьшилось энергопотребление и снизился уровень шума в восьми нижних каналах приемника PWS.

В сентябре 2001 г. с учетом приближения к ударной волне запись формата плазменных волн GS-4В на первом «Вояджере» стали проводить два раза в неделю. По ним проводился оперативный прогноз расстояния до цели.

Ударная волна

Летом 2002 г. начались события, которые предсказали Стоун и Каммингс. В июне на отметке 85 а. е. на первом «Вояджере» поползли вверх показания канала 0.5 МэВ прибора CRS, который регистрировал в основном солнечные протоны. К концу июля они выросли пятикратно, к середине августа – десятикратно, а в конце октября достигли 11 частиц в секунду и превышали фоновый уровень в 25 раз. Рост потока заряженных частиц низких энергий ожидался при прохождении через ударную волну в гелиослой, поскольку как раз на этом рубеже более энергичные частицы должны были замедляться, терять энергию и попадать в указанный канал во все больших количествах. Высокие показатели наблюдались до



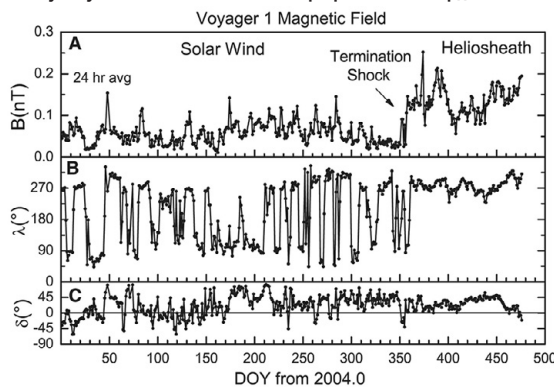
▲ Данные прибора LECР на КА Voyager 1 на подходе к ударной волне и после ее прохождения. Временные зоны А и С соответствуют двум периодам регистрации частиц ударной волны, зона D – нахождению в гелиослое. Графики А, В и D – средние потоки ионов с энергиями от 40 до 53 кэВ, протонов от 3.4 до 17.6 МэВ и электронов от 0.35 до 1.5 МэВ; С – вектор анизотропии протонного канала; E – периоды измерения плазменных осцилляций прибором PWS; F – оценка радиальной скорости солнечного ветра

февраля 2003 г., но к маю 2003 г. они упали до фоновых значений.

Если бы на этом КА была исправна плазменная подсистема PLS, можно было бы напрямую измерить скорость солнечного ветра и разобраться в ситуации. Однако ключевой прибор не работал, а показания остальных можно было истолковать по-разному. В результате 6 ноября 2003 г. в Nature появились две статьи с противоположными выводами.

В первой С. Кримигис из Лаборатории прикладной физики Университета Джонса Хопкинса и его сотрудники и соавторы доказывали, что Voyager 1 прошел ударную волну 1 августа 2002 г. и совершал полет за нею в течение примерно 200 суток, после чего волна в соответствии с мечтами Стоуна отступила. Безусловно, это было красивое объяснение аномальным показаниями LECР. Группа Кримигиса косвенным путем показала, что в указанный период скорость солнечного ветра действительно уменьшилась с 300 до

▼ Данные магнитометра КА Voyager 1 за 2004 и первую половину 2005 года. Параметры сверху вниз: напряженность магнитного поля, азимут и угол возвышения в гелиографических координатах



40 км/с. Авторы утверждали, что та же техника расчета применялась и в начале полета, когда прибор PLS еще работал, и результат в большинстве случаев отличался от «точных» значений не более чем на 20%.

Во второй статье группа д-ра Фрэнка МакДональда (Frank B. McDonald) из Университета Мэриленда ставила этот вывод под сомнение. Эти исследователи отметили значительный рост интенсивности ионов и электронов в данных CRS, включая галактические космические лучи, аномальные космические лучи и ионы низких энергий. Однако они интерпретировали измерения аномальных космических лучей таким образом, что ускорение частиц происходило на большем удалении от Солнца, чем текущее положение «Вояджера».

«То, что мы видим, в точности соответствует тому, что ожидали увидеть, приближаясь к ударной волне, но мы еще не там», – заявил Ф. МакДональд.

Наконец, Леонард Бурлага (Leonard F. Burlaga) из Центра космических полетов имени

Годдарда NASA в Geophysical Research Letters за 30 октября утверждал, что пересечения ударной волны не было. Его группа путем анализа магнитных измерений в конце 2002 г. пришла к выводу, что характеристики магнитного поля не отличаются принципиальным образом от прогнозируемых на основе многих лет предыдущих наблюдений. Временный подъем напряженности магнитного поля «всего» в 1.7 раза решено было не принимать во внимание.

Как раз в те дни, когда научный мир обсуждал эти публикации, на Солнце произошла серия из 17 мощных вспышек. В октябре и начале ноября 2003 г. наша звезда выбросила в пространство примерно 10 млрд тонн коронального материала со скоростью 1500–2000 км/с. В апреле 2004 г. вещество одного из выбросов, замедлившись до 600 км/с, накрыло Voyager 2, сделав ярко выраженный пик в показаниях канала 0.5 МэВ. Приборы КА позволили определить состав пришедшего облака, температуру частиц и величину магнитного поля.

26 июня 2004 г. под солнечный удар должен был попасть Voyager 1, но никаких явных признаков этого не наблюдалось. На самом деле уже с февраля аппарат «штормило»: показания в канале 0.5 МэВ «плясали», то поднимаясь до 20–30 единиц, то снижаясь вновь до 1–2. Самый мощный пик наблюдался в конце августа, когда прибор «видел» 40–50 частиц в секунду, в 100 раз выше фона. Одновременно



▲ Фрэнк МакДональд



▲ Леонард Бурлага

регистрировались сильные флуктуации интенсивности ионов в диапазоне энергий от 40 кэВ до 50 МэВ на нуклон и электронов от 26 до 350 кэВ. Наученные горьким опытом, специалисты молчали, и не зря: к середине ноября «свистопляска» практически прекратилась.

В соответствии с бортовой программой 14 декабря аппарат воспроизвел 26 записанных форматов GS-4B на сдвоенные антенны DSS-14 и DSS-24. 15 декабря в двух сеансах общей продолжительностью около 7 часов на LESP наблюдался существенно анизотропный всплеск интенсивности ионов и электронов, и одновременно 16-канальный спектроанализатор в составе PWS показал осцилляции электронной плазмы (волны Лэнгмюра). Впоследствии их интерпретировали как миграцию частиц вдоль силовой линии магнитного поля, почти параллельной ударной волне. 16 декабря прием информации не планировался, а 17-го магнитометр показал увеличение напряженности поля сразу в 2,5 раза. Это означало, что 16 декабря 2004 г. в период отсутствия связи на расстоянии 94.1 а.е. от Солнца Voyager 1 наконец-то прошел ударную волну!

В течение пяти следующих месяцев специалисты сопоставляли данные различных приборов и ждали – не вернется ли все обратно. Однако резкие скачки интенсивности заряженных частиц прекратились, сменившись ростом количества ускоренных межзвездных ионов. Кривая солнечных 0.5-мегаэлектронвольтных протонов сначала выдала короткий всплеск, а с 10 января также пошла вверх уверенно и неуклонно.

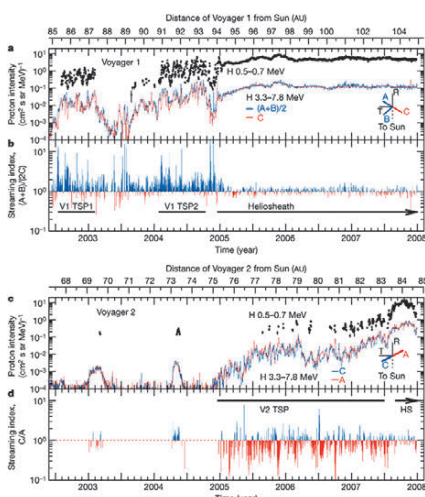
Скорость солнечного ветра, близкая к 100 км/с в период с 17 декабря по 18 января, снизилась до нуля и даже сменила направление на обратное, чего вообще никто не ожидал. Не произошло также резкого роста аномальных космических лучей: атомов гелия с энергией 20 МэВ оказалось лишь 10%, а кислорода с энергией 4 МэВ – 5% от ожидаемого количества.

Напряженность магнитного поля оставалась высокой, а вот поведение его во времени изменилось. До декабря 2004 г. аппарат хорошо чувствовал «пульс» Солнца: за 26-суточный период его вращения магнитное поле дважды меняло полярность. После этой даты скорости движения солнечного вещества и «Вояджера» стали сопоставимы, и период смены полярности растянулся более чем на 100 суток.

24 мая 2005 г. NASA объявило, что Voyager 1 прошел в декабре через ударную волну в гелиослой, а 23 сентября статьи об этом событии были опубликованы в Science.

Тем временем в июне 2005 г. появились пики в данных канала 0.5 МэВ на «Вояджер-2» – аппарат входил в зону форшока на расстоянии 76 а.е. от Солнца. Заряженные частицы солнечного происхождения начали возвращаться, как будто их отталкивали межзвездные частицы. Этот процесс стал заметен на 9 а.е. ближе к Солнцу, чем на первом КА. Как следствие, 23 мая 2006 г. Эд Стоун заявил, что на траектории Voyager 2 ударная волна также находится ближе к Солнцу и что она будет пройдена в 2007 г.

Действительно, в мае 2007 г. пики на графиках стали быстро вытягиваться, и од-



▲ Данные прибора LESP на КА Voyager 1 (вверху) и Voyager 2 (внизу) за 2002–2007 гг. В каждой паре графиков верхний показывает поток протонов, нижний – индекс направленности потока.

A, B и C – каналы прибора с определенной ориентацией.

Отметки HS (или Heliosheath) соответствуют этапу полета в гелиослой после прохождения ударной волны, а TSP – этапам регистрации частиц ударной волны до ее пересечения

новременно с 9 июня фиксировалось замедление солнечного ветра от исходного уровня около 375 м/с. И вот в самом конце августа на отметке 83.7 а.е. Voyager 2 встретил «свою» ударную волну!

На этот раз ученые не пропустили уникальное событие: «Земля» принимала 160-битный поток данных по 12 часов ежедневно с центром около гринвичской полуночи. Как и ожидалось, граница «ходила» взад и вперед, и за трое суток – с 30 августа по 1 сентября – Voyager 2 пересек ее минимум пять раз. Три пересечения были зафиксированы непосредственно в сеансах связи, причем безошибочно, так как прибор PLS сразу показывал скачки скорости, температуры и плотности солнечного ветра, а остальные «вычислили» с учетом направлений трех известных.

Сеанс 29/30 августа закончился со скоростью солнечного ветра около 320 км/с, то есть еще до ударной волны. Сеанс 30/31 августа показал медленный ветер на уровне 150 км/с – аппарат ушел за барьер. В уникальном сеансе в ночь на 1 сентября скорость потока солнечного вещества успела подняться до 325 км/с, упасть и подняться вновь – волна «отхлынула», «накатилась» и «отступила» опять. Наконец, вечером 1 сентября

и в последующие дни она была низкой – Voyager 2 окончательно вошел в гелиослой.

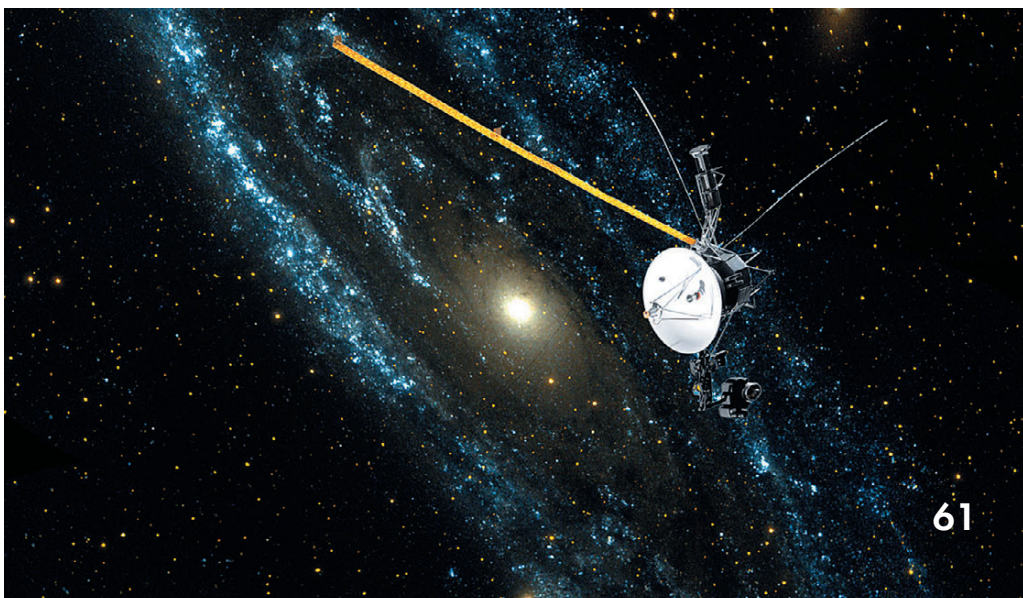
Сообщение об этом на всякий случай задержали до 10 декабря, а научные публикации в Nature появились 3 июля 2008 г. В них отмечалось, что второй аппарат нашел ударную волну на 10 а.е. ближе к Солнцу, чем первый, подтвердив тем самым асимметрию гелиосферы. Ее причиной назвали давление межзвездного магнитного поля, более сильное к югу от эклиптики. Удалось даже подсчитать, что угол между вектором напряженности этого поля и потоком межзвездного вещества должен быть около 60°.

Ударная волна имела необычные особенности. Ученые ожидали, что замедление солнечного ветра будет сопровождаться значительным увеличением энергии его ионов – до эквивалентной температуры порядка 10⁶ К. Однако приборы показали иную картину: большая часть кинетической энергии была передана в гелиослой ионизированным частицам межзвездного происхождения. Солнечные же протоны «нагрелись» лишь с 10⁴ до 10⁵ К и сохраняли сверхзвуковые скорости на уровне двух Махов, или порядка 125 км/с. Выяснилось также, что «барьер» очень динамичен и постоянно изменяется в силу внутренних процессов.

Магнитометр на Voyager 2 и раньше испытывал сильные помехи со стороны служебных систем КА от других приборов, что делало анализ измерений трудным делом. Усиление поля вблизи солнечного максимума 2001 г. немного улучшило положение, но в 2007 г. солнечная активность находилась в минимуме. К тому же 30 ноября 2006 г. произошла беда: в ходе теста системы ориентации с переходом со второго комплекта датчиков на первый одна из команд была некорректно расшифрована как инструкция на включение прибора IRIS и нагревателей, связанных с механизмом магнитометра. Последние оставались включенными до 4 декабря, из-за чего прибор нагрелся до +130°C, а датчики развернулись в нештатное положение и стали показывать магнитное поле на порядок сильнее обычного.

Тем не менее магнитные измерения «Вояджера-2» в целом соответствовали движению плазмы. При входе в гелиослой и выходе из него магнитометр выдавал пики до 0.20–0.25 нТ, при нахождении в гелиослое показывал около 0.15 нТ, а в солнечном ветре – от 0.05 до 0.10 нТ.

Продолжение следует



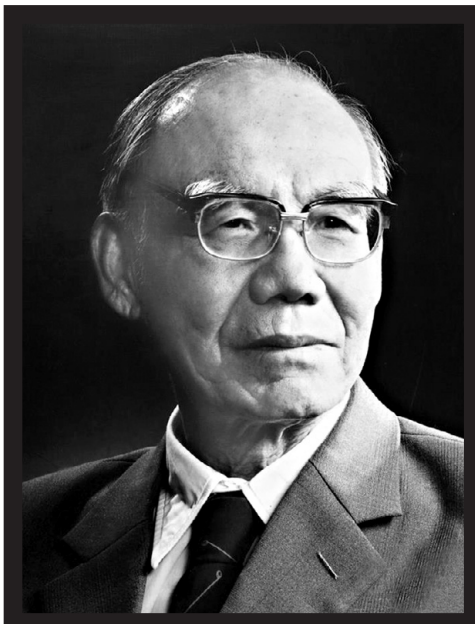
12 февраля 2017 г. в Пекине на 102-м году жизни скончался старейший деятель китайской ракетно-космической отрасли, главный конструктор космических систем, академик Китайской АН **Жэнь Синьминь** (任新民).

Он родился 5 декабря 1915 г. в уезде Нинго провинции Аньхой в обеспеченной семье. Его дед Жэнь Голинь был усердным и процветающим фермером, а отец Жэнь Хайцин сделал карьеру от школьного учителя до начальника уездного отдела образования и управляющего уездного банка. С 1923 по 1927 г. Синьминь учился в уездной начальной школе, а весной 1928 г. его приняли в 4-ю среднюю школу в Сюаньчэне. Как раз в это время, совершая Северный поход, армия Гоминьдана заняла провинцию Аньхой. Революционные события наложились на прогрессивные традиции школы, и в октябре 1929 г. Жэнь Синьминь вступил в Коммунистический союз молодежи Китая.

Полгода он проработал учителем начальной школы, а в 1931 г. поступил в старшие классы Чжуньинской средней школы в Нанкине, утратив в условиях реакции связь с коммунистами, но преисполненный решимости получить техническое образование и послужить возрождению страны. В 1934 г. Жэнь Синьминь стал студентом факультета химической технологии Национального центрального университета в Нанкине. После начала в 1937 г. японо-китайской войны университет эвакуировали в Чунцин, а Жэнь Синьминь, оставшись без помощи семьи и без средств к существованию, перевелся в Национальный технологический институт Министерства военного управления, где платили стипендию в 20 юаней. Он специализировался по проектированию артиллерийских систем и после окончания учебы в 1940 г. работал техником на 21-м заводе Чунцинского арсенала и читал лекции в Чунцинском артиллерийском училище.

В 1944 г. он женился на Юй Шуанцинь, дочери старинного друга своего отца, известного деятеля образования и чиновника гоминьдановского правительства Юй Хуаньцзуна. 23 мая 1945 г. у них родился сын, а 24 мая Жэнь Синьминь отправился на практику в США на завод сверлильно-шлифовальных станков в Цинциннати. В феврале 1946 г. он был принят на учебу в Мичиганский университет и год спустя защитил там магистерскую диссертацию, а в феврале 1949 г. — докторскую степень в области механики. С сентября 1948 г. Жэнь начал читать лекции в Университете штата Нью-Йорк в Буффало. Его жена осталась в охваченном гражданской войной Китае и с трудом сводила концы с концами; их первый ребенок, не дожив до трех лет, умер от менингита.

В июле 1949 г. Жэнь Синьминь вернулся в революционный Китай и в сентябре стал инженером-исследователем Военно-научной лаборатории Восточного военного округа в Нанкине. В конце года лаборатория получила задание



Жэнь Синьминь 05.12.1915 – 12.02.2017

изготовить твердотопливные ракеты для разрушения укреплений островов Чжоушань. Жэнь и его коллеги реквизировали на Шанхайской спичечной фабрике большую партию перхлората калия, размолотили его и в импровизированной мастерской изготовили смесевое топливо со смолой в качестве горючего. Начиненные им ракеты не пригодились для штурма островов Чжоушань, но были успешно испытаны на реке Янцзы.

В августе 1952 г. лабораторию перевели во вновь сформированную Харбинскую военно-инженерную академию и включили в состав факультета артиллерийского вооружения. Ее глава Чэнь Гэн вскоре вырос до начальника академии и получил генеральское звание, а Жэнь Синьминь стал заместителем начальника учебного отдела и директором Лаборатории ракетного вооружения и завершил создание первой в Китае современной боевой твердотопливной ракеты.

Будучи затем заместителем начальника факультета и профессором кафедры ракетного вооружения, он занялся сбором информации о ракетном вооружении Германии, СССР и США и в первой половине 1955 г. вместе с тремя другими сотрудниками под-

готовил предложения о создании аналогичных систем в Китае с обоснованием его возможности и целесообразности и вариантов технической реализации.

23 ноября только что вернувшийся из США Цянь Сюэсэн посетил харбинскую академию, осмотрел лабораторию Жэнь Синьминя и ее испытательный стенд. Эта встреча стала началом многолетней и плодотворной совместной работы.

В декабре 1955 г. академия направила доработанные предложения в Центральный военный совет. Глава ЦВС маршал Пэн Дэхуай и начальник Генерального штаба НОАК генерал Хуан Кэчэн передали их на рассмотрение начальнику Управления планирования Вану И и Цянь Сюэсэню. Предложения Жэнь Синьминя были учтены ими при составлении доклада о разработке и изготовлении ракетных вооружений, который был представлен 20 января 1956 г. на расширенном заседании Постоянного комитета ЦВС и стал частью процесса формирования проекта 12-летнего плана научно-технического развития страны на 1956–1967 гг.

26 мая 1956 г. по инициативе Цянь Сюэсэня было принято решение о создании Пятой исследовательской академии Народно-освободительной армии Китая. В августе инженер-полковник Жэнь Синьминь прибыл в Пекин, был зачислен в штат новой академии третьим по счету и активно участвовал в ее организации. Юй Шуанцинь и четверо детей присоединились к нему позже.

23 ноября приказом Не Жунчжэня Жэнь Синьминь был назначен главой секции общего проектирования. (Из соображений секретности этой секции, наиболее важной из десяти созданных в 5-й академии, присвоили номер 6.) Впрочем, через некоторое время его «рокировали» с Лянь Шоупанем, назначив в соответствии с имеющимся опытом главой двигательной 9-й секции.

А пока Жэнь Синьминь выехал на пограничную станцию Маньчжоули и руководил там перегрузкой двух советских ракет Р-1 и наземного оборудования, поставленных в порядке технической помощи КНР, и он же 29 декабря в Пекине подписал протокол об их получении. С этих двух копий морально устаревшей германской А-4 началось практическое знакомство большинства сотрудников 5-й академии с жидкостными баллистическими ракетами. В подразделении Жэнь Синьминя за десять дней поступившие изделия разобрали до винтика, в течение шести месяцев составили полный комплект документации на китайском языке, а затем за десять дней собрали ракеты вновь. Параллельно в авиационном Институте материаловедения проводился анализ используемых материалов и подбор аналогов. В общем, все как в СССР десятью годами раньше.

В сентябре 1957 г. Жэнь Синьминь отправился в Советский Союз в составе военно-технической делегации КНР во главе с Не Жунчжэнем. Результатом этого ви-

▼ Жэнь Синьминь (второй справа) с товарищами по учебе в Нанкинском центральном университете



зита стало подписание 15 октября советско-китайского соглашения о сотрудничестве в производстве новых видов вооружения и военного снаряжения, а также создании в Китае атомной промышленности.

16 ноября 1957 г. 5-ю академию объединили с Институтом военной электроники, и на их базе были образованы два отделения, по ракетам и по системам управления. Первое из них возглавил Цянь Сюэсэнь, а Жэнь Синьминь стал начальником 4-й секции по изучению жидкостных ракетных двигателей, а с апреля 1958 г. – 3-го проектного отдела по разработке ЖРД.

29 мая 1958 г. маршал Не Жунчжэнь возложил на 5-ю академию задачу копирования советской ракеты Р-2, но на правительственном уровне она была утверждена намного позже – в октябре 1959 г. – и потому стала известна как «проект 1059». Тогда же Жэнь Синьминь был назначен главным конструктором двигателя с китайским обозначением 5D52*, а 3 марта 1960 г. – еще и заместителем главного конструктора ракеты.

Советские двигателисты во главе с Николаем Шнякиным оказывали всестороннюю помощь в освоении новой техники. Производство двигателей и их компонентов было организовано на заводах №410 и №111 в Шэньяне и №114 в Сиане. Стенд №3 для огневых испытаний двигателя китайцы построили по собственному проекту в Юньгане, юго-западном пригороде Пекина. 31 марта 1960 г. под руководством Жэнь Синьминя там было выполнено первое включение двигателя 5D52, а 17 октября – огневое испытание на полную продолжительность, 90 секунд.

Через пять дней с санкции Комиссии по оборонной науке и технике 5-я академия отправила на полигон две первые ракеты. Однако 1 ноября во время второго огневого испытания 5D52 в Юньгане на 55-й секунде взорвался турбонасосный агрегат двигателя. Проанализировав случившееся, Жэнь Синьминь взял ответственность на себя и дал согласие на пуск. 5 ноября 1960 г. китайская версия Р-2 дальностью 600 км совершила успешный полет с полигона Цзюцюань. Впоследствии ей было присвоено наименование «Дунфэн-1» («Ветер с востока»).

В ноябре 1960 г. Жэнь Синьминь стал членом КПК, а 15 сентября 1961 г. премьер Госсовета Чжоу Эньлай назначил его заместителем директора 1-го отделения 5-й академии и директором института по разработке ЖРД в ее составе.

Еще в декабре 1959 г. 1-й проектный отдел предложил модификацию Р-2 с увеличенной вдвое дальностью. Фактически новое изделие проектировалось «по мотивам» советской Р-5. Предстояло повысить тягу и удельный импульс двигателя, сделать кислородный бак несущим,

* В СССР он имел индекс 8Д52 и название РД-101.



▲ Жэнь Синьминь с невестой Юй Шуанцинь

снизить массу конструкции за счет замены стали алюминиевым сплавом.

В мае 1960 г. проект получил одобрение на уровне 5-й академии. Заместитель главного конструктора изделия Жэнь Синьминь руководил созданием модернизированного двигателя 5D60 (он же YF-60) тягой 45.5 тс и провел первые 125-секундные огневые испытания 28 ноября 1961 г. Однако первый пуск ракеты 21 марта 1962 г. закончился аварией из-за возгорания двигателя на 18-й секунде полета. Расследование выявило неучет изгибных колебаний корпуса ракеты и слабость узлов крепления рамы двигателя к баковому отсеку. Потребовалась коренная переделка проекта и расширение объема испытаний изделия в целом, но в особенности – двигательной установки. Тягу доработанного двигателя пришлось снизить до 40.5 тс, а дальность ракеты – до 1050 км. Вторая ракета, получившая к тому времени наименование «Дунфэн-2», совершила успешный полет с Цзюцюаня 29 июня 1964 г., а 27 октября 1966 г. ее модернизированная версия «Дунфэн-2А» впервые в истории Китая доставила ядерный заряд на полигон Лобнор.

В ноябре 1964 г. 5-я академия НОАК была преобразована в 7-е министерство машиностроительной промышленности, а ее 1-е отделение стало 1-й исследовательской академией нового министерства. В июле 1965 г. Жэнь Синьминь был назначен заместителем директора 1-й академии, оставаясь также директором 11-го института.

Принципиально важными для Китая стали две следующие разработки ракет на

долгохранимом высококипящем топливе – «Дунфэн-3» средней дальности (2650 км) и двухступенчатой «Дунфэн-4» промежуточной дальности (3800 км), санкционированные Госсоветом в марте 1965 г. Четырехкамерный двигатель YF-2 первой ступени тягой 104 тс и однокамерный YF-3 для второй были созданы под руководством Жэнь Синьминя. Он же руководил всеми экспедициями для проведения летных испытаний.

«Дунфэн-3» совершила свой первый полет 26 декабря 1966 г., но большая часть пусков первой серии закончилась авариями. В 1967 г. одну из ракет искали в пустыне пять суток; Жэнь Синьминь лично возглавлял поиски. Испытания доработанной ракеты перенесли на полигон Тайюань, и пуск 18 декабря 1968 г. прошел успешно. Первая «Дунфэн-4» потерпела аварию 16 ноября 1969 г., но вторая совершила успешный полет 30 января 1970 г.

На базе ракеты «Дунфэн-4» проектировался носитель «Чанчжэн-1» для запуска первого китайского спутника, и Жэнь Синьминь был назначен техническим руководителем и главным конструктором этой ракеты. 24 апреля 1970 г. спутник «Дунфанхун-1» был успешно выведен на орбиту, а 1 мая председатель КПК Мао Цзэдун и премьер Госсовета Чжоу Эньлай устроили Цянь Сюэсэню, главному конструктору РН «Чанчжэн-1» Жэнь Синьмину и их сотрудникам торжественную встречу на площади Тяньаньмэнь в Пекине.

Параллельно институт Жэнь Синьминя создавал мощный однокамерный двигатель тягой 70 тс для межконтинентальной ракеты. 10 сентября 1971 г. четыре таких двигателя оторвали со старта первую «Дунфэн-5». В мае 1980 г. Жэнь командовал испытательными пусками этой ракеты на полную дальность в акваторию Тихого океана. Модернизированная ракета «Дунфэн-5В» и сейчас стоит на вооружении НОАК, а первый вариант послужил основой для двух космических носителей – «Фэнбао-1» (FB-1) и «Чанчжэн-2» (CZ-2).

Начиная с 1975 г. Жэнь Синьминь руководил подготовкой и организовывал пуски этих двухступенчатых ракет с низкоорбитальными спутниками фотографической и радиотехнической разведки. И в это же время китайские разработчики искали способы создания и запуска геостационарных аппаратов – в первую очередь спутника для обеспечения штабов и частей НОАК каналами связи и боевого управления. План создания таких спутников был официально одобрен Мао Цзэдуном и Чжоу Эньлаем 31 марта 1975 г.

Коллектив Жэнь Синьминя еще в 1964 г. начал разработку кислородно-водородного двигателя и в 1971 г. дошел до стадии огневых испытаний, а теперь он настоял на том, чтобы установить такие двигатели на третьей ступени ракеты-носителя для запусков на

▼ Полковник Жэнь Синьминь (справа) подписывает с советской стороны протокол о передаче двух ракет Р-1





▲ Лян Шоупань (слева) и Жэнь Синьминь (справа) с руководителем группы советских специалистов Петром Ивановичем Мелешиним в пекинском парке Сяншань

геопереходную орбиту КА массой до 1400 кг. Создание кислородно-водородного двигателя YF-73 для «проекта 331» шло трудно: при испытаниях на стенде были пожары, взрывы и жертвы. Для подстраховки параллельно создавалась верхняя ступень на уже освоенных высококипящих компонентах, пусть даже и с грузоподъемностью всего 900 кг. Носители получили соответственно обозначения CZ-2B и CZ-2A, первое из которых в 1977 г. было заменено на CZ-3, а второе – на CZ-4.

В 1979 г. Жэнь Синьминь стал главным конструктором всего проекта создания телекоммуникационных спутников. По пяти отдельным направлениям «проекта 331» были назначены главные конструкторы, но Жэнь руководил ими всеми, и его в шутку называли «самым главным конструктором».

При первом пуске 29 января 1984 г. тяга двигателя YF-73 стала падать с 5-й секунды из-за нарушения работы газогенератора, и спутник не удалось вывести на расчетную орбиту. Жэнь Синьминь не спал три дня и три ночи, разбираясь в причинах аварии. 8 апреля вторая CZ-3 успешно доставила на геопереходную орбиту китайский экспериментальный телекоммуникационный спутник типа «Дунфанхун-2», а с 1988 г. начались рабочие запуски связных КА «Дунфанхун-2А». Дублирующая ракета была доработана для запуска первых китайских метеоспутников «Фэньюнь-1», так что Жэнь Синьминь оказался главным конструктором и этого проекта и оставался им вплоть до 1998 г. Новые возвращаемые спутники фоторазведки также создавались под его руководством.

В конце 1978 г. в Китае была провозглашена политика реформ и открытости и взят курс на научно-техническое сотрудничество с США и странами Западной Европы. Еще до этого, в июле, Жэнь Синьминь представлял ракетно-космическую отрасль Китая во время визита директора Управления научно-технической политики США Фрэнка Пресса и администратора NASA Роберта Фроша, а в период с 28 ноября по 20 декабря 1978 г. возглавлял китайскую делегацию в США. В ходе визита Жэнь рассказал американцам среди прочего, что КНР работает над созданием пилотируемого космического корабля и космической станции.

В декабре 1978 г. стороны согласовали возможности сотрудничества в области гражданских спутниковых систем связи и вещания, а также приема в Китае информации с американских спутников дистанцион-

ного зондирования Земли Landsat. Приемные станции были построены, а космическую систему связи «под ключ» китайцы так и не закупили – Жэнь Синьминь использовал визит и последующие контакты в интересах собственного проекта.

Интересно, что американцам он был представлен как директор Китайской исследовательской академии космической техники CAST, которым никогда не был. В действительности с июня 1975 г. Жэнь Синьминь являлся заместителем министра 7-го министерства машиностроительной промышленности, отвечающим за создание ракет-носителей и спутников, а с сентября 1977 г. – еще и секретарем парткома министерства. В апреле 1982 г. он стал начальником Научно-технического комитета вновь созданного Министерства космической промышленности.

Восстановленные связи с Западом сыграли свою роль через несколько лет, когда Китай предложил для коммерческого использования свои ракеты CZ-3 и CZ-2E. Именно Жэнь Синьминь был назначен в 1986 г. главным конструктором «проекта 867» – проекта запусков иностранных КА китайскими носителями. Первый такой старт состоялся 7 апреля 1990 г.

В тогдашней неформальной иерархии специалистов ракетно-космической отрасли Жэнь Синьминь стоял на ступень ниже Цянь Сюэсэня и наравне с Хуаном Вэйлу (главный конструктор БРПЛ «Цзюйлан-1» и БРСД DF-21), Ту Шоуэ (главный конструктор МБР «Дунфэн-5») и Лян Шоупанем (главный конструктор противокорабельной ракеты С-101). Со временем их стали называть «четверо старейшин» китайского космоса. Когда 18 октября 1979 г. было создано Китайское общество астронавтики, Цянь Сюэсэнь был избран его почетным председателем, а Жэнь Синьминь – президентом. В 1980 г. его избрали членом Китайской академии наук.

Добавим, что Жэнь Синьминь был делегатом 11-го (1977) и 12-го (1982) съездов КПК, избирался депутатом Всекитайского собрания народных представителей 3-го (1964), 4-го (1975), 5-го (1978), 6-го (1983) и 7-го (1988) созывов, причем в трех последних был членом Постоянного комитета ВСНП.

В образованном в 1988 г. Министерстве авиационной и космической промышленности Жэнь Синьминь работал старшим инженером, но все еще имел большое влияние и активно выступал за создание пилотируемых космических кораблей и станций. В дискус-

сии о том, делать ли простой одноразовый корабль или аналог американского шаттла, он занял консервативную позицию и убедил в ней остальных. В итоге решение было принято, проект 921 утвержден. Как известно, Ци Фажэнь проектировал «Шэньчжоу» по образцу «Союза», но благодаря Жэнь Синьминю корабль получил большой орбитальный отсек, способный к самостоятельному полету.

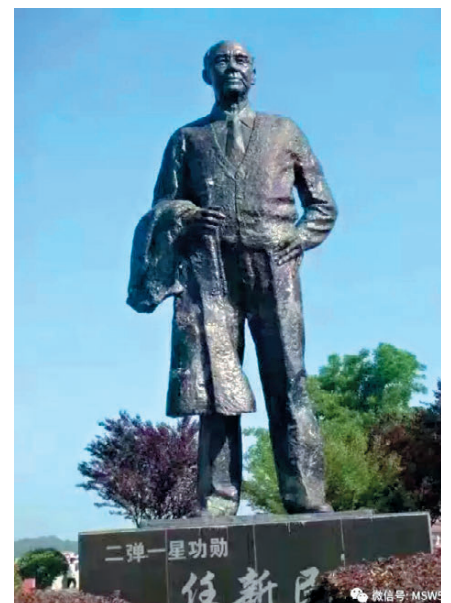
В 1993 г. он отошел от активной работы, сохранив пост старшего технического консультанта в министерстве и в двух созданных на его основе в августе 1999 г. космических корпорациях. В возрасте далеко за 80 конструктор продолжал участвовать во всех обсуждениях технических вопросов и проблем и лично присутствовал на запусках кораблей «Шэньчжоу» до 2005 г. включительно.

18 сентября 1999 г. на торжественной церемонии в Зале народных собраний в Пекине Жэнь Синьминю вручили специальную медаль за заслуги в создании атомных бомб, баллистических ракет и спутников, а в октябре 2006 г. он был удостоен Высшей медали почета в связи с 50-летием ракетно-космической промышленности Китая. В родном городе Нинго ему при жизни был воздвигнут бронзовый памятник.

«Он тепло относился к людям и был легко доступен, – вспоминает бывший заместитель начальника Китайской исследовательской академии ракет-носителей и главный конструктор РН CZ-3 Лун Лэхао. – Он заботился о коллегах и о простых рабочих. Он не ругал за ошибки и не обвинял в них, но в спокойной беседе вдохновлял работать лучше... Он очень интересовался созданием нового поколения наших ракет-носителей и долгосрочными планами... Я часто заходил к нему в кабинет рассказать о разработке долгосрочного плана, когда ему было уже за 90».

В ноябре 2014 г. Жэнь Синьминь был госпитализирован и последние два года жизни провел в больнице. Он продолжал интересоваться ходом работ по новому тяжелому носителю CZ-5 и, узнав о ее успешном первом пуске 3 ноября 2016 г., написал поздравление участникам.

16 февраля 2017 г. Жэнь Синьмина похоронили на Революционном мемориальном кладбище Бабаошань в Пекине.



9 февраля на 91-м году жизни скончался заместитель генерального конструктора Центрального конструкторского бюро машиностроения (ЦКБМ, ныне – АО «ВПК НПО машиностроения») по системам управления, лауреат Ленинской и Государственной премии СССР Валерий Ефимович Самойлов.

Валерий Самойлов родился в г. Кировограде Украинской ССР. После окончания школы начал свой трудовой путь в 1941 г. рабочим в колхозе. В 1943–1944 гг. он курсант артиллерийского училища в г. Энгельсе Саратовской области, с апреля 1944 г. по август 1946 г. служил в рядах Рабоче-крестьянской Красной армии, участвовал в войне с Японией в должности командира артиллерийского подразделения Забайкальского фронта. За проявленные мужество и героизм в 1945 г. был награжден орденом Красной Звезды.

По окончании службы поступил в МВТУ имени Н.Э. Баумана. Его однокурсник, ветеран НПОмаш В.А. Поляченко вспоминает: «С Валерием Самойловым я познакомился в 1947 г. на первом курсе артиллерийского факультета МВТУ... где в одной группе нам довелось учиться почти шесть лет. Валерий пришел в институт после армии и был на 3–4 года старше нас, выпускников средней школы. С первых дней учебы он завоевал авторитет не только среди студентов, но и у преподавательского состава, включая декана факультета – молодого, но уже известного ученого В. И. Феодосьева».

Летом 1952 г. дипломник В.Е. Самойлов был направлен в ОКБ завода №51 для прохождения производственной практики и подготовки дипломной работы. Успешно окончив вуз в 1953 г. по специальности «инженер-механик», он в течение трех лет учился в аспирантуре «Бауманки» и в 1956 г. защитил кандидатскую диссертацию.

Придя в ОКБ-52 В.Н. Челомея в январе 1957 г., молодой ученый активно включился в работу по созданию систем управления (СУ). Первоочередной задачей было создание СУ крылатой ракеты стратегического назначения П-5. Работа была срочная и ответственная. Исходный вариант СУ, основанный на использовании инерциальной системы навигации «Звезда» главного конструктора В. И. Кузнецова, не мог быть создан в короткие сроки – пришлось искать замену. Решение было найдено при непосредственном участии сотрудников ОКБ-52 В.Е. Самойлова, И.М. Шумилова и С.Н. Хрущёва: идея с автопилотом позволила в кратчайшие сроки решить задачу без существенной потери точности. Буквально за 3,5 года была создана абсолютно новая ракета с дальностью 500 км для оснащения четырех типов подводных лодок. Работа по комплексу была удостоена Ленинской премии.

В июне 1958 г. спецлаборатория №1, в которой работал В.Е. Самойлов, была преобразована в комплексную лабораторию по СУ. Основной задачей стала отработка оптимальных характеристик отдельных элементов и системы управления в целом, а также моделирование с использованием реальной аппаратуры. Эту работу возглавил Валерий



Валерий Ефимович Самойлов

29.03.1926 – 09.02.2017

Ефимович. В январе 1959 г. В.Н. Челомей создал отдел №4 по системам управления для всех разрабатываемых изделий. Начальником отдела был назначен В.Е. Самойлов, заместителем – С.Н. Хрущёв. К концу 1959 г. отдел, в котором работало более 50 специалистов, представлял собой технически грамотный и работоспособный коллектив.

Довелось Валерию Ефимовичу сотрудничать и с С.П. Королёвым. В 1961 г. он встречался с ним в Подлипках в ОКБ-1 по заданию В.Н. Челомея по проектам космических систем УС и ИС. Сергей Павлович согласился использовать ракету Р-7 для первых этапов отработки систем, но одновременно в течение двух часов убеждал специалистов ОКБ-52, что В.Н. Челомею надо отказаться от разработки тяжелой ракеты УР-500 и заняться созданием третьей ступени его, королёвской, Н-1. Не убедил... Как показала жизнь, создание УР-500 было правильным решением – ракета до сих пор выводит тяжёлые грузы на космические орбиты.

▼ В.Е. Самойлов (сидит на заднем плане) во время обсуждения одного из проектов В.Н. Челомея



Расширение тематики предприятия требовало создания принципиально новых сложных СУ, что привело к необходимости значительных структурных преобразований комплекса систем управления. В августе 1960 г. в составе отдела В.Е. Самойлова были образованы лаборатории динамики полета, СУ космических аппаратов и динамических стендов. В сентябре 1966 г. создана оптическая лаборатория, в сентябре 1970 г. – научно-исследовательский отдел по СУ, электроавтоматике и исполнительным органам головных частей баллистических ракет. К этому времени в подразделении работало свыше 250 специалистов, в том числе более 20 кандидатов наук и три заслуженных изобретателя РСФСР.

Начиная с 1978 г. В.Н. Челомей пытался подключить В.Е. Самойлова к более обширным работам, выходящим за рамки создания СУ ракет. В результате, поучаствовав в создании всех крылатых ракет предприятия, космических аппаратов, баллистических ракет и ракет-носителей, В.Е. Самойлов уговорил В.Н. Челомея перевести его на работу в филиал №1 – теперешнее КБ «Салют» ГКНПЦ имени М.В. Хруничева. Работы, которые он осуществил, яркими страницами вписаны в историю ракетно-космической промышленности.

Фактически В.Е. Самойлов стоял у истоков создания научно-исследовательского направления СУ ракетно-космических комплексов по всем темам деятельности предприятия. Он руководил разработкой СУ крылатых ракет П-5, П-5Д, П-7, П-6, П-35, «Аметист», «Малахит», «Базальт», «Гранит», «Метеорит», межконтинентальных баллистических ракет УР-200 и УР-100, космических аппаратов ИС, МКРЦ, «Протон». Под его руководством впервые в практике ЦКБМ была создана СУ для таких уникальных изделий, как орбитальная пилотируемая станция и возвращаемый аппарат комплекса «Алмаз».

Высокий профессионализм, глубокие и обширные знания, талант ученого и организатора, непререкаемый авторитет среди сотрудников предприятия и коллективов кооперации, военных институтов и академий Министерства обороны позволяли ему решать сложнейшие задачи по созданию и отработке передовых СУ крылатых, баллистических и космических изделий, не имеющих аналогов в мире.

Валерия Ефимовича отличали и высокие человеческие качества – чувство долга, порядочность, скромность, внимательное отношение к коллегам. Снискав уважение окружающих, он смог создать позитивную атмосферу творчества, ответственности за дело, товарищеской взаимопомощи.

Ратный и мирный труд В.Е. Самойлова отмечен высокими правительственными наградами: боевыми орденами Красной Звезды и Отечественной войны II степени, орденами Ленина и Трудового Красного Знамени.

Имя Валерия Ефимовича навсегда вписано в славную историю ВПК «НПО машиностроения»: оно сохранится в памяти и продолжится в делах его коллег и последователей.