

2017  
05 (412)

# НОВОСТИ КОСМОНАВТИКИ



ISSN 1561-1078  
9 771561 107002 >

Журнал для профессионалов  
и не только



РОСКОСМОС

# НОВОСТИ КОСМОНАВТИКИ

ЖУРНАЛ ГОСКОРПОРАЦИИ РОСКОСМОС

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

Издается ЦНИИ машиностроения

## Редакционный совет:

**И. А. Комаров** –

генеральный директор  
Госкорпорации «РОСКОСМОС»,

**И. Ю. Буренков** –

исполнительный директор по коммуникациям  
Госкорпорации «РОСКОСМОС»,

**А. В. Головкин** –

заместитель главнокомандующего ВКС –  
командующий Космическими войсками,

**О. А. Горшков** – генеральный директор  
ФГУП ЦНИИмаш,

**В. А. Джанибеков** –

президент АМКос, летчик-космонавт,

**Н. С. Кирдод** –  
вице-президент АМКос,

**В. В. Ковалёнок** –

президент ФКР, летчик-космонавт,

**И. А. Маринин** –

главный редактор «Новостей космонавтики»,

**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

**Редактор ленты новостей:**

Александр Железняков

**Дизайн и верстка:**

Олег Шинькович, Татьяна Рыбасова

**Литературный редактор:**

Алла Сеницына

**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:**

Москва, ул. Щепкина, д. 42

**Адрес редакции для писем:**

141070, Московская обл., г. Королёв,

ул. Пионерская, д. 4

Телефоны: +7 (926) 997-31-39

+7 (495) 513-46-13

E-mail: LisovIA@tsniimash.ru

DavidovaVV@tsniimash.ru

Web: www.novosti-kosmonavtiki.ru

Тираж 1500 экз. Цена свободная

Отпечатано в ООО «МЕДИАКОЛОР»

Подписано в печать 15.05.2017

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.

№5 (412)

2017

Информационный период

1–31 марта 2017 г.

ТОМ 27

## В номере:

### ПОКА ВЕРСТАЛСЯ НОМЕР

2 Железняков А., Извеков И.  
Пока верстался номер

### КОСМОНАВТЫ. АСТРОНАВТЫ. ЭКИПАЖИ

5 Извеков И.  
Новый набор в отряд космонавтов

### ГЛАВНОЕ

6 Афанасьев И.  
Стратегия–2030

### ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

10 Красильников А., Хохлов А.  
Полет экипажа МКС-50  
Март 2017 года

17 Красильников А.  
Утечку не нашли, чехол потеряли...

### ПИЛОТИРУЕМАЯ ТЕХНИКА

20 Афанасьев И.  
Испытания «Старлайнера»

### ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

22 Лисов И.  
Восьмой INTRUDER

25 Лисов И.  
«Тянькунь-1»: буреви́стник  
от CASIC

29 Афанасьев И.  
На орбите – очередной страж

32 Рыжков Е.  
«Тяжелая» миссия

34 Кучейко А.  
Новый спутник видовой  
разведки Японии

37 Лисов И.  
WGS от американских союзников

40 Афанасьев И.  
Ракетный секонд-хэнд

### СРЕДСТВА ВЫВЕДЕНИЯ

45 Чёрный И.  
Electron готовится к первому пуску

46 Афанасьев И.  
Изготовлен первый BE-4

49 Рыжков Е.  
Испытания нового двигателя

### КОСМОДРОМЫ

50 Афанасьев И.  
Рабочие визиты на Восточный

### ПРЕДПРИЯТИЯ. ОРГАНИЗАЦИИ

52 Чёрный И.  
Что случилось с воронежскими  
двигателями?

56 Лисов И.  
Конгресс корректирует  
задачи NASA

### МЕЖПЛАНЕТНЫЕ СТАНЦИИ

58 Лисов И.  
И все-таки Europa Clipper

### СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

66 Афанасьев И., Гран С.  
Шведский эксперимент  
на спутнике «Интеркосмос-16»

68 Лисов И., Шаров Г.  
Величайший межпланетный  
проект. Voyager: дальше – только  
звезды. Окончание

### СУБОРБИТАЛЬНЫЙ ТУРИЗМ

73 Афанасьев И.  
New Shepard: вид изнутри

На обложке: Здание Государственной корпорации «РОСКОСМОС»  
Фото И. Маринина





### **Уважаемые коллеги, дорогие друзья!**

*Перед вами новый номер журнала «Новости космонавтики». Журнала, который уже больше 25 лет рассказывает о космосе. С этого номера начинается новый этап сотрудничества ракетно-космической отрасли России и журнала «Новости космонавтики». Госкорпорация «Роскосмос» стала учредителем издания, и нам удалось решить ряд финансовых и организационных проблем, накопившихся у журнала в последнее время.*

*Авторитет и опыт редакции, профессиональный взгляд журналистов на деятельность России по исследованию космического пространства – все это, безусловно, способствует решению задач, стоящих перед Роскосмосом. Темп развития космических технологий (как и науки в целом) возрастает. Появляются новые амбициозные проекты, углубляется и расширяется международная кооперация, создаются новые технологические решения. И, конечно, необходимо держать руку на пульсе этих событий, обсуждать их с экспертами, понятно и просто рассказывать о них людям.*

*Уверен, что «Новости космонавтики» продолжат так же качественно и оперативно информировать читателей, число которых постоянно растет, обо всех важных и интересных фактах отечественной и мировой космонавтики. А мы будем с нетерпением ждать новых номеров одного из самых известных отраслевых изданий в стране!*

Генеральный директор  
Госкорпорации «Роскосмос»  
Игорь Комаров

## Уважаемые читатели!



В течение многих лет журнал «Новости космонавтики» является подробной летописью всех космических событий всего мира, при этом строго соблюдая информационный период (обозначен вверху на странице оглавления). Согласно этому правилу, все события, происшедшие в «первом» месяце, собираются, обрабатываются, описываются, верстаются и сдаются в печать во «втором», а журнал выходит в начале месяца «третьего». Иначе говоря, о событиях, например, января можно прочитать только в мартовском номере. Такая временная задержка неизбежно вызывает некоторое неудовольствие читателей, но в то же время позволяет редакции представлять любителям космоса не сообщения-скороспелки, непо-

веренные и однобокие, как порой можно встретить, а глубокие информационно выверенные статьи, обобщающие десятки, а иногда и сотни источников.

В этом году мы решили удовлетворить потребность читателей в оперативной информации и ввели новую рубрику под названием «Пока верстался номер». В ней будут даваться очень краткие сведения о текущих событиях. Некоторые сообщения мы планируем после обработки и уточнения представить подробнее в следующем номере.

Надеюсь, это нововведение порадует наших постоянных читателей и, возможно, привлечет новых.

Главный редактор НК  
Игорь Маринин

**30 апреля** стало известно, что Китай разрабатывает еще два варианта автоматического грузового корабля «Тяньчжоу» для обслуживания своей перспективной орбитальной станции – один для доставки негерметичных грузов и второй, позволяющий сочетать грузы в герметичном отсеке и на внешней поверхности.

**29 апреля.** Указом Президента РФ В.В. Путина генеральный директор Росатома Алексей Лихачёв назначен членом Наблюдательного совета Роскосмоса. Этим же указом из Наблюдательного совета выведен Сергей Кириенко.



**28 апреля** стало известно, что NASA решило перенести первый запуск сверхтяжелой ракеты SLS (Space Launch System) с кораблем Orion с конца 2018 г. как минимум на начало 2019-го. Будет ли он пилотируемым или беспилотным – пока не известно.

**28 апреля** поступила информация, что компания Virgin Galactic (США) намеревается отправить туристов на высоту 100 км на суборбитальном космолане SpaceShipTwo до конца 2018 г.



**28 апреля.** Отряд космонавтов Госкорпорации «Роскосмос» по собственному желанию покинул ветеран – участник пяти космических полетов, Герой Российской Федерации, летчик-космонавт РФ Геннадий Падалка.

**28 апреля** руководитель программы космических пилотируемых полетов КНР Ван Чжаояо объявил, что КНР осуществит строительство и сборку модульной пилотируемой орбитальной станции в 2019–2022 гг.

**28 апреля** исполнилось 60 лет астронавту Франции и Европейского космического агентства бригадному генералу Леопольду Эйартцу (Leopold Eyharts). Он имеет налет 48 суток 04 часа 53 минуты 38 секунд.



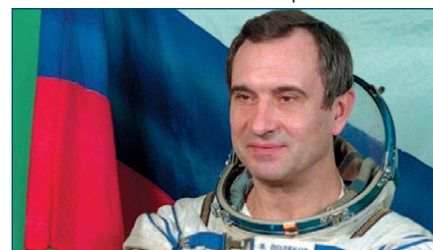
**27 апреля** китайский грузовой космический корабль «Тяньчжоу-1» впервые произвел дозаправку топливом орбитального модуля станции «Тяньгун-2». Аналогичная операция была проделана в СССР 39 лет назад, в феврале 1978 г., когда топливо из автоматического грузовика «Прогресс-1» было перекачано в баки орбитальной станции «Салют-6».

**27 апреля** российские космонавты Сергей Рыжиков и Андрей Борисенко на борту МКС провели очередной этап эксперимента «Контур-2» по отработке технологий телеуправления напланетными роботами.

**27 апреля** в Благовещенске Амурской области открылся третий молодежный фестиваль «Космофест-Восточный». В нем приняли участие летчики-космонавты России, Герои Российской Федерации Александр Калери и Олег Скрипочка, инструктор-испытатель РКК «Энергия» Марк Серов, представители Госкорпорации «Роскосмос», Центра эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры, Федерального агентства по делам молодежи, а также около 600 юношей и девушек из Москвы, Санкт-Петербурга, Амурской, Вологодской, Сахалинской и Еврейской автономной областей, Якутии и Забайкальского края.



**27 апреля** исполнилось 75 лет Герою Советского Союза, Герою Российской Федерации, летчику-космонавту СССР Валерию Владимировичу Полякову. За его плечами два космических полета на ОК «Мир», второй из которых – в 1994–1995 гг. продолжительностью 437 суток 17 часов 58 минут 32 секунды – является самым длительным космическим полетом в истории.



**26 апреля** в Госкорпорации «Роскосмос» под председательством И.В. Бармина состоялось заседание Общественного совета корпорации. Были заслушаны доклады главного инженера ПО «Полет» В. Колобова, заместителя директора Усть-Катавского вагоностроительного завода (входит в ГКНПЦ) Е. Самойлова, декана МГИМО Д. Ковкова и директора департамента Роскосмоса В. Матвейчука. После обсуждения все доклады были одобрены.

**25 апреля** стало известно, что NASA объявило международный конкурс фильмов на космическую тему. Жесткое требование: не менее 10% общего экранного времени должны занимать видеоматериалы NASA.



**25 апреля** исполнилось 15 лет, как в космос поднялся первый представитель Южно-Африканской Республики. Им стал Марк Шаттлуорт (Mark Shuttleworth), который совершил полет в космос на российском корабле «Союз ТМ-34» и МКС в качестве космического туриста.

**24 апреля** в г. Дармштадт (Германия) началось 35-е заседание Межагентского координационного комитета по космическому мусору (МККМ). Активное участие в работе Комитета принимают представители Госкорпорации «Роскосмос».



**24 апреля** в центре мексиканской столицы Мехико открылась фотовыставка «Русский космос». В открытии приняли участие Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР Анатолий Арцебарский и декан факультета «Специальное машиностроение» МГТУ имени Н.Э.Баумана профессор Владимир Калугин.



**24 апреля** президент США Дональд Трамп позвонил на МКС и поздравил свою соотечественницу Пегги Уитсон с превышением рекорда по суммарной продолжительности пребывания в космосе среди американских астронавтов, составлявшего 534 суток. Трамп обратил внимание на большое значение космоса для укрепления национальной обороны США.

Пегги Уитсон 57 лет. Она уже установила рекорд по числу выходов в открытый космос среди женщин, отработав за бортом МКС восемь раз с общей продолжительностью выходов 53 часа 22 минуты.

**24 апреля** министр инноваций науки и экономического развития Канады Навдип Сингх Баинс (Navdeep Singh Bains) объявил имена 17 финалистов четвертого набора в отряд астронавтов Канадского космического агентства.

**24 апреля** Межведомственная комиссия по отбору космонавтов Госкорпорации «Роскосмос» приняла решение вывести из состава отряда космонавтов Героев Российской Федерации, летчиков-космонавтов РФ Сергея Волкова, Александра Самокутяева и Сергея Ревина.

**24 апреля** исполнилось 50 лет со дня гибели при посадке корабля «Союз-1» летчика-космонавта СССР, Героя Советского Союза Владимира Михайловича Комарова.



**22 апреля** автоматический грузовой корабль Cygnus OA-7 (США) прибыл на МКС.

**22 апреля** грузовой космический корабль «Тяньжюу-1» успешно пристыковался к китайской орбитальной лаборатории «Тяньгун-2».

**21 апреля** на 80-м году жизни скончался врач-психолог Центра подготовки космонавтов имени Ю.А.Гагарина, полковник медицинской службы в отставке, старший научный сотрудник Ростислав Борисович Богдашевский.

**21 апреля** исполнилось 55 лет Герою Российской Федерации, летчику-космонавту РФ, ветерану двух космических полетов Сергею Викторовичу Залётину.

**20 апреля.** Малый космический аппарат «Аист-2Д», запущенный год назад с космодрома Восточный, завершил летные испытания и введен в эксплуатацию.

**20 апреля** с космодрома Вэньчан на острове Хайнань (КНР) осуществлен пуск РН «Чанчжэн-7», которая вывела на орбиту транспортный грузовой корабль «Тяньжюу-1» с шестью тоннами топлива и грузов.



**20 апреля** с Байконура произведен успешный запуск пилотируемого космического корабля «Союз МС-04» с экипажем в составе: командир Фёдор Юрчихин (Россия), бортинженер Джек Фишер (США). Впервые прямая трансляция с Байконура о запуске космического корабля шла на официальной странице Роскосмоса в соцсети «ВКонтакте».

**19 апреля.** На космодроме Байконур состоялась традиционная предполетная пресс-конференция основного и дублирующего экипажей транспортного пилотируемого корабля «Союз МС-04».



**19 апреля** на Байконуре на заседании Государственной комиссии были утверждены экипажи транспортного пилотируемого корабля «Союз МС-04». Основной экипаж: Фёдор Юрчихин (Роскосмос, Россия) и Джек Фишер (NASA, США). Дублирующий: Сергей Рязанский (Роскосмос, Россия) и Рэндольф Брезник (NASA, США).

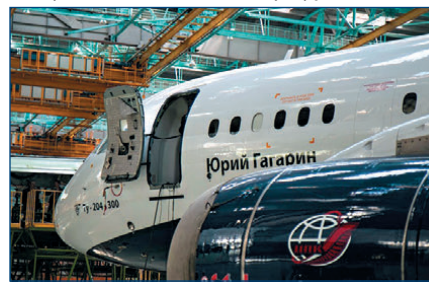
**19 апреля** исполнилось 35 лет со дня запуска в СССР орбитальной станции ДОС-5-2 «Салют-7».

**18 апреля** с площадки SLC-41 Станции ВВС США «Мыс Канаверал» осуществлен успешный пуск РН Atlas V, который вывел на орбиту автоматический корабль снабжения серии Cygnus с полетным заданием OA-7 и личным именем «Джон Гленн».

**18 апреля** стало известно, что Россия и США продлили на очередной пятилетний срок соглашение от 1994 г. о порядке таможенного оформления и беспошлинного ввоза товаров в рамках российско-американского сотрудничества по исследованию и использованию космического пространства в мирных целях. Оно будет действовать до 25 августа 2025 г.

**18 апреля** стало известно, что Промсвязьбанк выделит 30 млн рублей на строительство мемориального комплекса на месте гибели космонавта Юрия Гагарина и его инструктора Владимира Серёгина в Киржачском районе Владимирской области.

**17 апреля** стало известно, что в ближайшее время ульяновский «Авиастар» отправит Роскосмосу два авиалайнера Ту-204-300 в специальном исполнении. Один из самолетов получил имя «Юрий Гагарин», второй назван «Сергей Королёв». Оба самолета предназначены для обновления парка самолетов ЦПК. Ранее сообщалось, что сумма контракта составила 3,3 млрд рублей.



**15 апреля.** Глава Госкорпорации «Роскосмос» Игорь Комаров заявил, что новый закон о дистанционном зондировании Земли готовится к рассмотрению Думой в апреле 2017 г. «Законом предусматривается создание фонда данных дистанционного зондирования. Причем частным потребителям данные будут предоставляться за плату, а органам власти – безвозмездно». Планируется также изменить законодательство о районах падения ступеней ракет-носителей. Кроме того, Роскосмос намерен предложить поправки, связанные с лицензированием космической деятельности. Лицензии может выдавать только орган исполнительной власти, которым Госкорпорация не является, тем не менее полномочия по выдаче лицензий ей переданы.

**15 апреля** стало известно, что на недавно запущенном китайском телекоммуникационном спутнике сверхскоростной связи ChinaSat-16 (он же «Шицзянь-13») установлен ионный ракетный двигатель китайской разработки.

**14 апреля** президент РКК «Энергия» Владимир Солнцев сообщил, что четыре потенциальных космических туриста выразили готовность заплатить за облет Луны на российском «Союзе»: «Есть также тема развития туризма по полетам на окололунную орбиту на «Союзе», есть потенциальный спрос, есть четыре человека, которые запланировали свои средства вложить, с участием нас и американской компании».

**14 апреля** глава РКК «Энергия» Владимир Солнцев заявил, что РКК «Энергия» уже подписала с американской корпорацией Boeing контракт на пять мест для полетов космических туристов к МКС.

**14 апреля** на заседании высшего Евразийского экономического совета Президент РФ Владимир Путин заявил, что Россия приняла решение продолжить сотрудничество с Казахстаном в использовании космодрома Байконур на длительную перспективу.

**14 апреля** исполнилось 75 лет летчику-космонавту СССР, дважды Герою Советского Союза, доктору технических наук, члену-корреспонденту РАН Валентину Витальевичу Лебедеву, совершившему два космических полета – в 1973 и 1982 гг.



**12 апреля** в Большом Кремлевском дворце состоялось торжественное собрание, посвященное Дню космонавтики. На нем выступили Президент России Владимир Путин и руководитель Роскосмоса Игорь Комаров. После торжественной части состоялся просмотр фильма «Время первых». На вечере впервые были вручены ведомственные награды Госкорпорации «Роскосмос». Первую и самую высокую награду Корпорации вручили Валентине Владимировне Терешковой.

**12 апреля** Государственная Дума РФ ратифицировала протокол об урегулировании вопроса взимания косвенных налогов на территории города Байконур в Казахстане. Протокол предусматривает применение нулевой ставки по налогу на добавленную стоимость (НДС) и освобождение от акцизов при вывозе товаров из Байконура на другую территорию Казахстана. Однако налоги будут взиматься в случае ввоза товара с иной территории Казахстана в Байконур или при реализации товара без его вывоза за пределы «звездного» города. Размер налогов в таком случае устанавливается по ставкам, предусмотренным в Налоговом кодексе РФ.

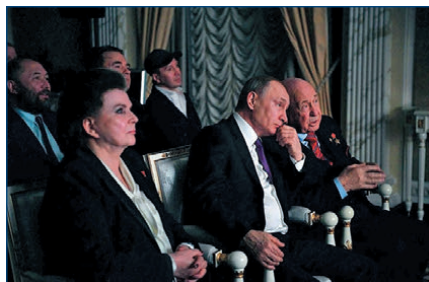
**12 апреля** со 2-й стартовой площадки китайского космодрома Сичан осуществлен пуск ракеты-носителя «Чанчжэн-3В/G2» (Y43) с экспериментальным телекоммуникационным спутником ChinaSat-16.

**12 апреля** депутат Госдумы, Герой Российской Федерации, летчик-космонавт РФ Максим Сураев высказал мнение: военнослужащим Министерства обороны РФ, желающим совершить космический полет и не оставлять при этом службу в Вооруженных силах РФ, необходимо предоставить возможность прикомандироваться к отряду космонавтов, а впоследствии вернуться на военную службу.

**12 апреля** Михаил Дегтярёв, депутат Госдумы от ЛДПР, глава комитета Госдумы по физической культуре, спорту, туризму и делам молодежи, предложил сделать 12 апреля праздничным выходным днем в календаре.

**12 апреля** исполнилось 80 лет со дня рождения конструктора ракетно-космической техники, бывшего руководителя КБ «Южное» (Украина) Станислава Николаевича Конюхова.

**11 апреля** президент страны Владимир Путин пригласил в Кремль ветеранов-космонавтов Алексея Леонова и Валентину Терешкову, а также дочь основоположника практической космонавтики Наталию Сергеевну Королёву и дочь первого космонавта Елену Гагарина. Вместе они посмотрели новый российский фильм «Время первых». На просмотре присутствовали министр культуры Владимир Мединский, продюсеры фильма Тимур Бекмамбетов и Евгений Миронов, который также исполнил одну из главных ролей, глава Роскосмоса Игорь Комаров и начальник Центра подготовки космонавтов Юрий Лончаков.



**11 апреля** стало известно, что стоимость Федеральной целевой программы развития космодромов России составит немногим более 500 млрд руб. Программа предусматривает создание новой и поддержание существующей инфраструктуры космодромов Плесецк, Байконур и Восточный.

**11 апреля** появилась информация, что из-за сокращения финансирования со стороны Министерства обороны РФ, связанно с отсутствием полезных нагрузок, умень-

шены в несколько раз планы производства ракет-носителей «Ангара», что вызовет резкую недозагрузку мощностей на ракетном заводе в Омске. Тем не менее в 2018 г. планируется начать на космодроме Восточный строительство комплекса сооружений для РН «Ангара-А5».

**11 апреля.** Запуск биоспутника «Бион-М» №2 с «экипажем» из мышей и мух перенесен с 2021 г. на весну 2022 г.

**11 апреля** памятник первому космонавту Юрию Алексеевичу Гагарину был открыт в городе Витанье на северо-востоке Словении. В церемонии открытия принял участие мэр Звёздного городка – летчик-космонавт, Герой Российской Федерации Валерий Токарев.



**10 апреля** завершился полет космического корабля «Союз МС-02» с экипажем в составе россиян Сергея Рыжикова и Андрея Борисенко, а также американца Роберта Шейна Кимброу. Спускаемый аппарат корабля совершил мягкую посадку в 147 км юго-востоке г. Джезказган (Казахстан). Продолжительность полета составила 173 суток 03 часа 16 минут.

**8 апреля** на 86-м году жизни скончался доктор физико-математических наук, летчик-космонавт СССР, дважды Герой Советского Союза, инженер и космонавт ОКБ-1 – ЦКБЭМ – НПО «Энергия» Георгий Михайлович Гречко. Он совершил три космических полета – в 1975, 1977 и 1985 гг.

**7 апреля** стало известно, что в Конструкторском бюро химавтоматики (КБХА), входящем в НПО «Энергомаш», приступили к созданию нового двигателя для российско-казахстанской РН «Сункар» на основе двигателя 14Д23 третьей ступени РН «Союз-2.1Б».

**3 апреля** исполнилось 65 лет (1952) генеральному директору – генеральному конструктору ГКНПЦ имени М.В. Хруничева (2001–2005 гг.) Александру Алексеевичу Медведеву.

*Составители А. Железняков и И. Извеков*



# Новый набор в отряд космонавтов

И. Извеков.  
«Новости космонавтики»

**14** марта в Госкорпорации «Роскосмос» первый заместитель генерального директора Александр Иванов, исполнительный директор по пилотируемым программам Сергей Крикалёв и первый заместитель начальника Центра подготовки космонавтов Юрий Маленченко объявили о начавшемся новом отборе кандидатов в отряд космонавтов Роскосмоса.

Комиссию по отбору возглавил генеральный директор Роскосмоса И. А. Комаров. Утверждено положение об отборе космонавтов. Прием заявлений продлится четыре месяца. Требования к претендентам, перечни личных и медицинских документов 22 марта были размещены на сайте ЦПК.

В конкурсном отборе может участвовать любой дееспособный гражданин Российской Федерации, отвечающий требованиям. Они мало отличаются от предъявлявшихся во время предыдущего набора – в 2012 г. Это должны быть молодые люди до 35 лет с высшим техническим или научным образованием, и при этом они должны быть практически здоровыми. Некоторый приоритет будут иметь кандидаты, имеющие опыт работы на предприятиях космической отрасли.

Первый этап включает заочный отбор кандидатов по документам. Соискатели, прошедшие этот рубеж, будут вызваны в ЦПК для углубленного медицинского обследования. При необходимости осмотры будут проходить и в Институте медико-биологических проблем. Всего в отряд предполагается отобрать 6–8 человек.

С. К. Крикалёв отметил, что, в отличие от предыдущего набора, особое внимание будет обращено на результаты тестирования обу-

чаемости. Это очень важно, так как космонавты практически всю свою профессиональную жизнь учатся. Ведь после почти двухгодичной общекосмической подготовки и присвоения квалификации «космонавт-испытатель» следует подготовка в группе, где более подробно изучается техника, на которой придется летать. Затем предстоит подготовка по конкретной программе в составе сначала дублирующего, потом основного экипажа.

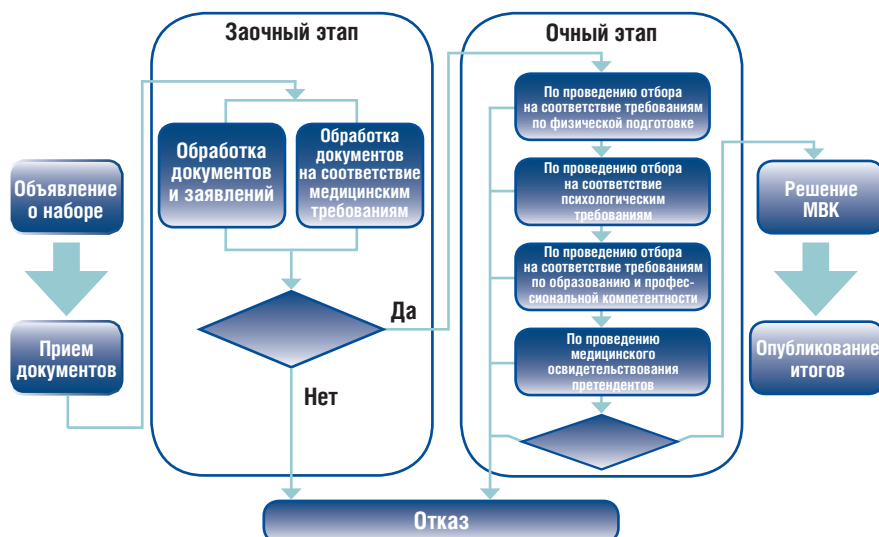
Данные статистики подсказывают, что от момента зачисления на должность кандидата в космонавты до первого полета проходит 7–10 лет. После первого полета и периода восстановления уже опытный космонавт назначается опять в дублирующий, а потом в основной экипаж, а это снова учеба – зачеты, экзамены.

Сергей Крикалёв заверил, что по полному признаку различий при отборе не

будет. Он посоветовал не ждать конца четырехмесячного срока подачи документов, а присылать их как можно раньше, чтобы было время что-то дослать, самостоятельно пройти какое-то медицинское дообследование, донести необходимую справку.

Сергей Константинович отметил, что этот набор производится не под конкретную программу. Просто отряд – это живой организм: люди в него приходят и по разным причинам уходят. Сейчас пришло время пополнить его численность.

На вопрос, на чем и куда эти новые космонавты будут летать, Александр Иванов пояснил, что они, возможно, успеют полетать на нынешних «Союзах», а в дальнейшем, конечно, будут осваивать новый российский корабль «Федерация» – сначала будут летать по орбите Земли, а потом, очевидно, и вокруг Луны.



Блок-схема процедуры проведения отбора





# Стратегия-2030

**31 марта** состоялось заседание Экспертного совета председателя коллегии Военно-промышленной комиссии (ВПК) Российской Федерации «О стратегии развития государственной корпорации (ГК) «Роскосмос» на период до 2025 года и перспективу до 2030 года». В заседании приняли участие представители космической отрасли, аппарата Правительства и коллегии ВПК РФ, институты развития, фундаментальной и отраслевой науки, частного бизнеса, независимые эксперты.

**И. Афанасьев.**

## «Новости космонавтики»

Открывая обсуждение, вице-премьер Д. О. Рогозин отметил важность осмысленного целеполагания в космической деятельности, которое отражало бы не только отраслевые, но и общенациональные приоритеты. «Отрасли нужны заказчики, заинтересованные в результате, а не в процессе, как это бывает сейчас», – подчеркнул вице-премьер. В качестве примера он привел Международную космическую станцию, где некоторые научные исследования готовились десять лет назад, и теперь «ищи-свищи тех, кто их начал».

Дмитрий Олегович выделил критерии, которым должны соответствовать стратегические цели в этой сфере:

- ◆ адекватность общеполитическим задачам страны и соответственно получение «общего мандата» со стороны руководства страны, профессионального сообщества и общественности;

- ◆ реализуемость в разумные сроки, чтобы избежать размывания ответственности и демотивации проектных команд;

- ◆ обеспечение мультипликативного эффекта в развитии перспективных технологий «земного» применения;

- ◆ разумный баланс между тремя основными группами целей – военная безопасность, социально-экономическое развитие и наука.

С основным докладом выступил генеральный директор Роскосмоса И. А. Комаров, рассказавший о первоочередных задачах ГК. По его словам, стратегия развития Роскосмоса на период до 2025 г. и на перспективу до 2030 г. обсуждалась в ноябре 2016 г. на совещании у главы государства.

«Были даны поручения отработки таких направлений, как коммерциализация космических услуг и сервисов, повышение эффективности работы МКС, повышение качества, – добавил Игорь Анатольевич. – По этим направлениям разработаны комплексы мероприятий, состоялось около десяти совещаний в Правительстве РФ, обсуждение на экспертных советах, с экспертным сообществом. Стратегия была одобрена 22 февраля Наблюдательным советом Роскосмоса, а 3 марта направлена для утверждения в Правительство РФ».

Замысел Стратегии заключается в том, чтобы путем активизации внутренних резервов, новых идей, возможностей мирового и внутреннего рынков обеспечить поступательное техническое и технологическое развитие ракетно-космической промышленности при безусловном обеспечении государственных интересов. Последние требуют существенного расширения спектра продуктов и услуг для обеспечения обороны, развития социально-экономической сферы, науки и международного сотрудничества.

Реализовать замыслы предполагается с помощью пяти инструментов:

- 1 Создание условий для привлечения в отрасль молодых кадров – талантливых инженеров и ученых, носителей новых идей и способных организаторов.

- 2 Оптимизация производственного потенциала отрасли, обретение финансовой устойчивости ее организаций, существенное увеличение производительности труда.

- 3 Развитие коммерческого потенциала отрасли, получение свободных денежных средств для разработки и вывода на рынок новых продуктов и услуг; снижение нагрузки на бюджет; увеличение доли внебюджетных

проектов в структуре выручки; рост стоимости бизнеса, повышение капитализации компаний, входящих в структуру Роскосмоса.

- 4 Оптимизация организационной и штатной структуры ГК, создание дочерних структур, активно действующих на всех доступных секторах рынка.

- 5 Адаптация нормативно-правовой базы к новым условиям, в том числе к обеспечению коммерческой деятельности.

Для достижения и поддержания мирового уровня качества и надежности отечественной ракетно-космической техники (РКТ) Роскосмос планирует повысить качество продукции.

Первостепенное внимание в Стратегии уделено повышению снизившейся в последние годы надежности российских средств выведения и качества КА. Планируется повысить надежность пусков (осредненную за пять предшествующих лет) с 93% в 2017 г. до 99% в 2030 г., довести сроки существования отечественных низкоорбитальных спутников с пяти до семи лет к 2025 г. и до десяти лет – к 2030 г., а геостационарных – с десяти в 2017 г. до 15 лет к 2030 г.

Финансовое состояние Корпорации будет выражаться следующими показателями: выручка предприятий Роскосмоса прогнозируется в 2020 г. на уровне 123% по отношению к 2017 г., на уровне 145% – к 2025 г., и на уровне 185% – к 2030 г. При этом доля выручки на мировом доступном рынке может вырасти с 4,8% в 2017 г.: до 5,5% – к 2020 г., до 8,3% – к 2025 г. и до 9,5% – к 2030 г. Интересны показатели доли выручки от внебюджетных проектов: они вырастут с 25% в 2017 г.: до 32% – к 2020 г., до 48% – к 2025 г. и до 50% – к 2030 г.

В то же время Роскосмос ожидает трехкратного роста производительности труда на предприятиях отрасли: этот показатель должен увеличиться с 2017 г. до 2020 г. – на 40%, до 2025 г. – на 99% и к 2030 г. – на 224%. Рентабельность по чистой прибыли предусмотрено увеличить с 4,3 до 6,8%. Таких темпов предполагается достичь в том числе и за счет обновления станочного парка: доля оборудования возрастом менее 10 лет должна увеличиться с 19,9% в 2017 г. до 56% в 2030 г.

Достичь таких показателей планируется за счет мероприятий по трем направлениям.

**Первое.** Для обеспечения безусловно выполнения требований к изделиям РКТ планируется совершенствовать систему контроля и повышать персональную ответственность, развивать экспериментальную базу отработки изделий на основе суперкомпьютерных технологий, перевооружить производственные предприятия отрасли. Планируется обеспечить поставки электронных и радиоизделий (ЭРИ) надлежащего уровня качества с учетом импортозамещения и внедрить механизмы мотивации работников.

**Второе.** В рамках внедрения в отрасль надежно-ориентированных технологий создания и применения изделий предлагается развитие технологии цифрового проектирования и испытаний, внедрение технологий бездефектного производства и контроля качества продукции, контроля технического состояния изделий РКТ в процессе их эксплуатации, информационных технологий





▲ Вице-премьер Д. О. Рогозин на заседании Экспертного совета председателя коллегии ВПК

мониторинга качества изделий, результативности и эффективности систем менеджмента предприятий Роскосмоса.

**Третье.** Улучшение действующей системы управления качеством предусматривает совершенствование существующих требований по управлению качеством и надежностью, установленных Положением РК-11 (РК-98) и другими документами. Необходимо развитие системы информации о техническом состоянии и надежности изделий, создание электронных банков данных и программных комплексов, разработка типовых требований к поставщикам, развитие системы управления поставщиками и контроля качества поставляемой ими продукции, совершенствование научно-технического сопровождения работ головными научно-исследовательскими организациями, а также внедрение проектного подхода.

С точки зрения составителей Стратегии, ключевыми индикаторами роста эффективности являются, например, увеличение гарантийного срока активного существования КА связи. Для спутников на высокоэллиптических орбитах этот показатель должен вырасти с 7 лет в 2017 г. до 10–12 лет в 2030 г., на геостационарной орбите – с 10–15 лет в 2017 г. до 15 лет уже в 2020 г. Значительно дольше станут работать спутники дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Если в 2017 г. низкоорбитальные аппараты функционируют 5 лет, высокоорбитальные – 7 лет, геостационарные – 10 лет, то к 2030 г. первые два типа будут работать 10 лет, последний – 15 лет.

Большое внимание в Стратегии уделено поиску и привлечению внебюджетных источников финансирования ГК «Роскосмос». Ключевым показателем взят объем мирового космического рынка в 2015 г. в размере 325 млрд \$, из которых на доступный мировой рынок приходилось 23,4 млрд \$. Сегодня Россия представлена на нем по существу только в секторе пусковых услуг (24% от общего объема 2,8 млрд \$) и обслуживания МКС (20% от 2,2 млрд \$), что дает 4,8% от объема доступного рынка. Стратегия предусматривает сохранение указанных позиций (25% и 23% соответственно). В секторе новых бизнесов на основе данных ДЗЗ (выручка 2,9 млрд \$) доля Роскосмоса должна вырасти

с 0 до 4,0%, в секторе производства автоматических КА (2,2 млрд \$) – с 0 до 20%, в секторе ДЗЗ (1,9 млрд \$) – с 0 до 5%, в области подвижной спутниковой связи (1,8 млрд \$) – с 0 до 26,6%. Самый большой рост предполагается в области навигационных сервисов и оборудования с существующим объемом 9,6 млрд \$ – с 0,1 до 7,0%. Как следствие, совокупная доля выручки России на доступном мировом рынке космических услуг должна вырасти в два раза – с 4,8 до 9,5%.

По замыслу разработчиков, создание прорывных продуктов и технологий служит укреплению безопасности и независимости страны, решению принципиально новых задач, повышению конкурентоспособности, привлечению лучших кадров в отрасль. В свою очередь, совершенствование используемой техники необходимо для снижения стоимости, повышения качества и надежности, улучшения технических характеристик, сокращения сроков разработки. В ходе инновационных и перспективных работ в области РКТ возможна разработка полупутных технологий для экономики страны.

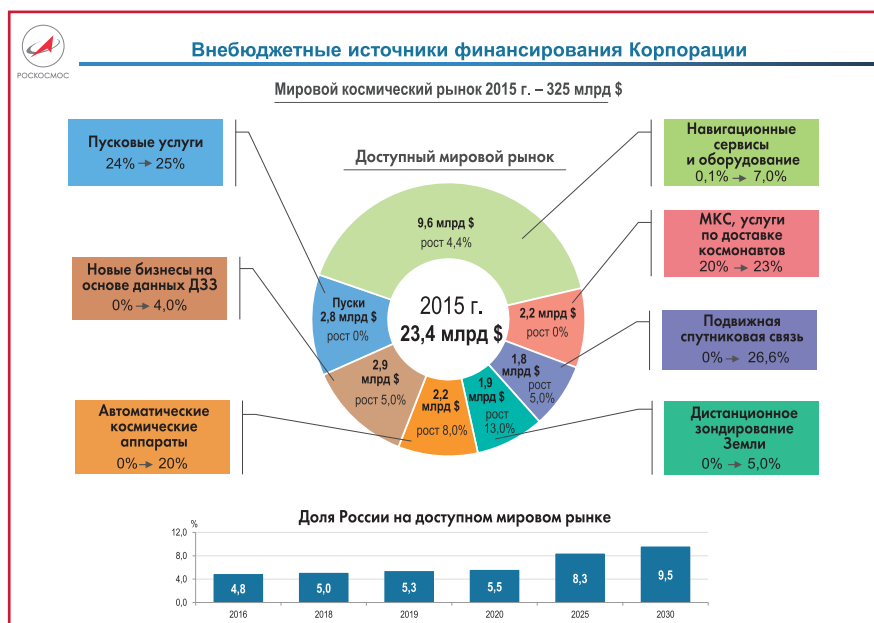
Перспективные технологии будут развиваться по следующим направлениям.

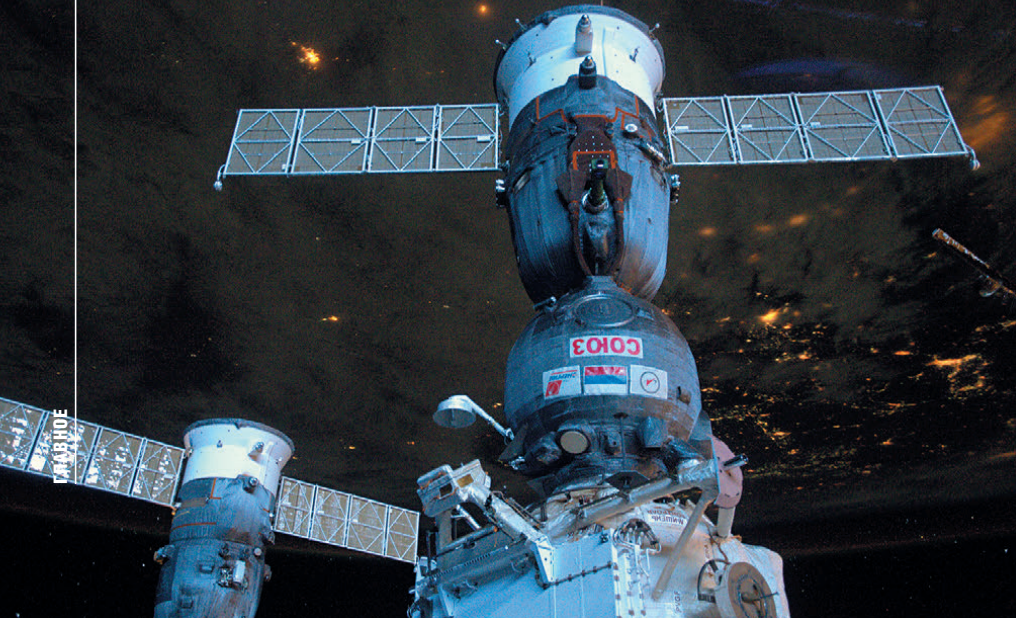
Для автоматических КА в будущем предусмотрено обслуживание спутников на орбите автоматическими средствами, создание орбитальных группировок малогабаритных аппаратов с возможностями больших спутников, освоение аддитивных технологий с использованием материалов из космоса. В пилотируемой космонавтике планируется освоить технологии защиты от длительного воздействия радиационного излучения и длительно работающих в автономном режиме систем жизнеобеспечения в условиях радиации, автономное медико-биологическое обеспечение длительных полетов в условиях радиации, роботизированные средства с элементами искусственного интеллекта и 3D-биопринтинг. Предполагается отработка технологий применения ядерной энергии – это направление служит приближению эры длительных межпланетных полетов.

Далее рассматриваются основные направления космической деятельности – автоматические КА (космическая связь, ДЗЗ, навигация, фундаментальные космические исследования), пилотируемые полеты и системы средств выведения.

К 2020 г. российская орбитальная группировка связи, вещания и ретрансляции будет включать 31 спутник, включая высокоэнергетические КА широкополосного доступа и прямой ретрансляции. К 2025 г. общее число таких спутников составит 43, среди них появятся КА на высокоэллиптических орбитах для обслуживания арктического региона, а также аппараты с коммутацией сигналов на борту. К 2030 г. численность связанной группировки вырастет до 46 спутников, включая аппараты подвижной спутниковой связи для массового потребителя и ретрансляторы нового поколения. Предполагается почти двукратный рост числа стволов фиксированной связи – с 1200 до 2000, повышение пропускной способности персональной связи с 3,3 до 60 Гбит/сутки.

По направлению ДЗЗ группировка к 2020 г. должна включать 17 КА, среди которых будут метеоспутники на высокоэллиптических орбитах для наблюдения Арктического региона, и аппараты всепогодного радиолокационного наблюдения объектов





▲ Основа пилотируемой космонавтики России – программа МКС

в S-диапазоне. К 2025 г. число спутников вырастет до 22, они смогут решать задачи полномасштабного метеообеспечения, высокодетального наблюдения в видимом диапазоне и всепогодного радиолокационного наблюдения объектов в S- и X-диапазонах. К 2030 г. среди задач ДЗЗ будут также наблюдение объектов чрезвычайных ситуаций в видимом и ИК-диапазонах.

Предполагается повысить пространственное разрешение КА оптического диапазона с 0.9 до 0.4 м, в ИК-диапазоне – с 200 до 30 м. Периодичность обновления данных должна к 2030 г. вырасти с 0.5 до 4 раз в сутки в видимом, с 0.2 до 4 в ИК-диапазоне и с 2 до 6 раз в радиолокационном диапазоне.

Развитие навигационной орбитальной группировки предусматривает увеличение численности спутников ГЛОНАСС с 24 до 30 со значительным улучшением потребительских качеств системы навигационно-временного обеспечения. Если существующая система позволяет определять местоположение с точностью 2.7 м, то к 2020 г. ее планируется довести до 1 м, а в 2026–2030 гг. – до 0.6 м глобально и до 0.1 м в России. Доступность в сложных условиях должна составить к 2020 г. 49% глобально и 78% в России, а к 2030 г. – 65 и 92% соответственно. При этом будут совершенствоваться и сами навигационные спутники. В эксплуатацию должны последовательно войти «Глонасс-К2» и «Глонасс-ВКК», которые к 2030 г. сменят все КА предыдущих поколений.

Составители Стратегии видят «научный» космос как в запуске отечественных КА, так и в размещении российских приборов на борту зарубежных научных спутников и межпланетных станций. Особое внимание уделяется развитию астрофизических обсерваторий: планируется запустить «Спектр-РГ» (2018), а затем и «Спектр-УФ», которые присоединятся к выведенному в 2011 г. КА «Спектр-Р». Наконец-то начнется реализация лунной программы: будут запущены «Луна-Глоб», «Луна-Ресурс» (орбитальный и посадочный аппараты) и «Луна-Грунт». К фундаментальным космическим исследованиям в области изучения Солнца и солнечно-земных связей планируется подключить малые аппараты АРКА и «Резонанс-МКА».

Россия продолжит участие в межпланетной миссии ExoMars.

Основу пилотируемой космонавтики страны составит, как и прежде, участие в программе МКС. В 2020–2025 гг. российский сегмент станции должен обеспечить выполнение научных исследований и экспериментов (30% загрузки), отработку технологий из состава Межведомственного перечня критических технологий (25%)\* и использование международного комплекса для решения практических задач (45%). К последним, в частности, отнесены получение крупных сверхчистых кристаллов полупроводников, а также коммерческие эксперименты из средств заинтересованных государственных и коммерческих организаций.

Ключевой задачей в этой области признана минимизация государственных расходов за счет коммерческих доходов, для чего планируется предоставление услуг по доставке астронавтов стран – партнеров по МКС, продажа мест/килограммов полезной нагрузки на грузовых кораблях, продажа услуг космического туризма и пребывания на борту российского сегмента, проведение коммерческих экспериментов за счет средств заинтересованных сторон.

Повышение эффективности использования российского сегмента планируется как за счет роста результативности, так и за счет снижения затрат на обслуживание станции. Первое направление предполагается обеспечить структурированием космических экспериментов по группам с различными контрольными показателями эффективности (КПЭ). Планируется увеличить объем важных практических задач, а также расширить состав участников программы «с новыми идеями». Для этого намечено «понижение барьеров для входа» за счет упрощения процедур, предложение новых, более удобных, условий проведения экспериментов, применение принципа «одного окна» для пользователей (централизованная координация), инвентаризация готовящихся экспериментов с делением по типам, закрытие неэффективных экспериментов.

Снижение затрат на участие в программе МКС предполагается, в частности, за счет перевода российского сегмента из режима

«летные испытания» в режим штатной эксплуатации (в своем докладе И.А. Комаров предложил перейти от постоянного российского экипажа на этой станции к разовым миссиям), а также за счет автоматизации отдельных процессов при подготовке и выполнении космических экспериментов. Предлагается внедрение принципов государственно-частного партнерства в вопросах коммерческого использования МКС и транспортной системы, например создание соответствующего оператора.

Генеральный конструктор по пилотируемым системам Е.А. Микрин сообщил, что в ближайшее время (в презентации указан срок – до конца 2018 г.) к МКС будет отправлен научный российский модуль МЛМ, а до 2020 г. – модули УМ и НЭМ.

К этому времени необходимо решить вопрос о будущем российского участия в программе. Участники проекта МКС пока договорились об использовании комплекса до 2024 г., решение о порядке дальнейшей работы должно быть принято в 2020 г. В случае прекращения совместных программ не исключен вариант отстыковки российского сегмента МКС для автономного использования.

В этой связи действительный член Международной академии астронавтики и Российской академии космонавтики имени К.Э. Циолковского В.Н. Бранец напомнил, что создание орбитальных станций началось в 1970-е годы с большим энтузиазмом, но самый большой в мире в этой сфере – отечественный – опыт показал, что технологий, которые требуют исключительного участия человека, нет, точно так же, как нет и перспектив какого-либо уникального производства на пилотируемых станциях. По мнению конструктора, США откажутся от МКС после 2024 г. и пойдут своим путем в освоении космоса.

В области средств выведения ничего революционного авторы Стратегии не ждут.

Применительно к космодромам ситуация следующая. В Плесецке с 2018 г. прекратится эксплуатация космического ракетного комплекса «Рокот», продолжится использование РН серии «Союз-2», а по мере готовности – «Ангара». Ввод новых средств выведения в Плесецке до 2030 г. не планируется.

На Восточном с 2021 г. должны начаться летные испытания РН «Ангара-А5П» в интересах пилотируемой программы и для отработки корабля «Федерация». Первый пилотируемый старт нового корабля планируется с Восточного в 2023 г. В конце 2027 г. предполагается начало летно-конструкторских испытаний носителя тяжелого класса повышенной грузоподъемности «Ангара-А5В». Носители этого семейства войдут в космический ракетный комплекс «Амур», в составе которого будут использоваться разгонные блоки типа ДМ и КВТК. Впоследствии на их базе планируется создание межорбитальных буксиров МОб-ДМ и МОб-КВТК.

«Супертяж» появится на Восточном не ранее 2035 г. – на эти сроки назначено начало летных испытаний. Сверхтяжелый носитель – один из самых дискуссионных вопросов российской космонавтики – будет включать ступени ракет «Феникс» и «Ангара-А5В». Напомним: при утверждении Федеральной космической программы на период 2016–2025 годов (ФКП–2025) ровно два

\* По направлениям: криогеника, системы обеспечения жизнедеятельности, крупногабаритные конструкции, ремонтный инструментарий, устойчивая связь, робототехника, технологии «обслуживаемого космоса» – всего более 20 пунктов Перечня.





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

# Полет экипажа МКС-50

Март 2017 года

## Экипаж МКС-50:

**Командир** – Шейн Кимброу  
**Бортинженер-1** – Сергей Рыжиков  
**Бортинженер-2** – Андрей Борисенко  
**Бортинженер-4** – Олег Новицкий  
**Бортинженер-5** – Тома Песке  
**Бортинженер-6** – Пегги Уитсон

## В составе станции на 01.03.2017:

<b>ФГБ «Заря»</b>	<b>УМ Tranquility</b>
<b>УМ Unity</b>	<b>ОМ Cupola</b>
<b>СМ «Звезда»</b>	<b>МИМ-1 «Рассвет»</b>
<b>ЛМ Destiny</b>	<b>МЦМ Leonardo</b>
<b>ШО Quest</b>	<b>НМ BEAM</b>
<b>СО «Пирс»</b>	<b>«Союз МС-02»</b>
<b>УМ Harmony</b>	<b>«Союз МС-03»</b>
<b>ЛМ Columbus</b>	<b>«Прогресс МС-05»</b>
<b>ЭМ Kibo</b>	<b>Dragon (SpX-10)</b>
<b>МИМ-2 «Поиск»</b>	

## Сбой на спутнике-ретрансляторе привел к повторению эксперимента

В марте российские космонавты Сергей Рыжиков, Андрей Борисенко и Олег Новицкий много времени уделили медицинским исследованиям.

Задачей эксперимента «Контент» был дистанционный мониторинг психофизиологического состояния космонавтов, а также внутригруппового и межгруппового взаимодействия на основе количественного анализа деятельности экипажа по коммуникации с ЦУП-М. В фокусе исследования «Пилот-Т» была надежность профессиональной деятельности космонавта в длительном космическом полете.

В ходе эксперимента «Дан» изучалась взаимосвязь между изменениями давления в сонной артерии и изменением чувствительности центрального дыхательного механизма. Предмет исследования «Взаимодействие-2» – закономерности поведения экипажа в длительном космическом полете.

8 марта в интересах эксперимента «Матрешка-Р» (изучение радиационной обстановки на трассе полета и на борту МКС) экипаж инициализировал пузырьковые детекторы «бабл-дозиметр» и разместил их на экспонирование в модулях станции. Спустя неделю детекторы были собраны и с них считали показания.

Для эксперимента «Альгометрия» космонавты регистрировали порог болевой чувствительности методом механического раздражения в режиме тензо- и термоальгометрии. В ходе «Профилактики» исследовались эффективность различных режимов физической нагрузки и механизмы их действия в условиях длительных космических полетов на состоянии общей и физической работоспособности космонавтов.

В задачу эксперимента «Биокард» вошло изучение механизма перестройки в электрофизиологии сердца при воздействии отрицательного давления на нижнюю часть тела в условиях длительной микрогравитации.

Предметом «Мотокарда» было исследование механизмов сенсомоторной координации в невесомости.

В рамках эксперимента «Коррекция» изучалась эффективность фармакологической коррекции минерального обмена в условиях длительного воздействия микрогравитации. В исследовании «МОРЭЭ» осуществлялся мониторинг обмена веществ и его регуляции, динамики защитных систем организма и экологических факторов во время космического полета.

В интересах эксперимента «Нейроиммунитет» получались научные данные о воздействии стрессоров различного генеза на систему иммунитета до, во время и после космического полета. В ходе «Кардиовектора» изучалась роль правых и левых отделов сердца и системы кровообращения в условиях длительного полета.

В эксперименте «Электронный нос» исследовалось развитие бактериальной и грибной микрофлоры на поверхностях материалов в условиях космического полета.

3 марта в рамках российско-американского эксперимента «Перемещение жидкостей» (изучение механизмов регуляции распределения жидких сред в организме и их влияния на изменение внутричерепного давления и функции зрительного анализатора в условиях длительного космического полета и воздействия отрицательного давления на нижнюю часть тела) Сергей взял пробы своей слюны, крови и мочи и поместил их в морозильник MELFI, а также принял бромид натрия. 6 марта Тома Песке помог Рыжикову провести ультразвуковое исследование организма аппаратурой Ultrasound-2, определить давление церебральной и кохlearной жидкостей прибором ССРР и внутричерепное давление неинвазивным методом отоакустической эмиссии на частоте продуктов искажения аппаратурой DPOAE, сделать оптическую когерентную томографию для исследования строения глаза системой ОСТ и измерить артериальное давление аппаратурой CardioLab Holter и тонометром.

9–10 марта аналогичные исследования были проделаны с использованием пневмовакуумного костюма «Чибис-М», создающего отрицательное давление на нижнюю часть тела. Правда, вследствие отказа на спутнике-ретрансляторе TDRS-G, работающем на геостационарной орбите в точке 85° в.д., часть измерений космонавты сделать не успели, и их пришлось повторять 27 марта.

Тем временем на американском сегменте МКС 1 марта Шейн Кимброу, Тома Песке и Пегги Уитсон начали 11-дневную сессию эксперимента Energy, в ходе которой они питались по специальной диете, брали пробы питьевой воды, измеряли потребляемый кислород и собирали мочу для анализа. Все это время астронавты носили на руке манжет с датчиком, записывающим их физическую активность. Этот эксперимент посвящен исследованию энергетических потребностей астронавтов, необходимых для определения оптимальных рационов питания в будущих дальних космических полетах.

6 марта в ходе эксперимента Lighting Effects экипаж с помощью люксметра снял показания по освещенности в модулях американского сегмента станции. Опыт Lighting Effects позволит оценить улучшение циркадных ритмов, сна и когнитивных функций астронавтов при замене на борту МКС люминесцентных ламп на светодиодные с регулируемой интенсивностью и цветом.

7 и 28 марта астронавты измерили массу и антропометрические данные в рамках исследования Body Measures. 17 марта они заполнили анкету канадского эксперимента At Home in Space Questionnaire, изучающего психосоциальную адаптацию многонациональных экипажей во время длительных полетов.

В этом месяце экипаж регулярно выполнял интерактивные задачи на планшетном компьютере iPad в интересах исследования Fine Motor Skills, наблюдающего воздействие микрогравитации на мелкую моторику человека. Астронавты также каждую неделю



заполняли вопросник эксперимента Space Headaches, изучающего причины головных болей в космическом полете, и заносили данные в специальное приложение на iPad для эксперимента Dose Tracker. В этом исследовании регистрируются все лекарства, которые принимаются на станции, с целью последующего определения их эффективности и возможных побочных эффектов в условиях космического полета.

В марте экипаж снимал видео о ежедневной рутинной рабочей деятельности для эксперимента Habitability, который поможет определить достаточный объем обитаемых модулей для длительных космических полетов.

29 марта француз переписал на лэптоп данные с личного дозиметра радиационного контроля.

### Станция подстроилась под посадку «Союза»

2 марта в 03:10:00 UTC с помощью двух корректирующих двигателей Служебного модуля «Звезда» была выполнена коррекция орбиты МКС. Двигатели проработали 43 сек и выдали импульс величины 0.65 м/с. В результате станция перешла на орбиту наклонением 51.66°, высотой 403.23×418.9 км и периодом обращения 92.60 мин.

Это была 259-я коррекция орбиты МКС и 25-я выполненная с помощью двигателей модуля «Звезда». Ее целью было обеспечение баллистических условий для приземления пилотируемого корабля «Союз МС-02» 10 апреля и запуска «Союза МС-04» 20 апреля.

### Тестирование «Орлана-МКС»

В первой половине марта россияне занимались проверкой скафандра нового поколения «Орлан-МКС» № 4 для выходов в открытый космос, привезенного на грузовом корабле «Прогресс МС-05» в конце февраля.

7 марта они перевалили в «Орлан-МКС» № 4 блок радиотелеметрической аппаратуры БРТА-2 из старого «Орлана-МК» № 5. Космонавты также установили в новый скафандр запасной кислородный баллон БК-3М.

9 марта россияне смонтировали водяной бак в «Орлане-МКС» № 4 и затем заполнили водой его и систему охлаждения. Они проверили блок стыковки со скафандром (БСС) в стыковочном отсеке «Пирс» и провели сепарацию его и контуров системы охлаждения «Орлана-МКС» № 4 с использованием блока очистки и сепарации.

10 марта космонавты проверили герметичность основной и резервной гермооболочек нового скафандра и БСС, наличие связи и поступление телеметрии с «Орлана-МКС» № 4 и уложили его на хранение.

### Грызуны заплатились жизнью ради науки

1 марта в рамках эксперимента «Конъюгация» (разработка новых рекомбинантных штаммов-продуцентов, актуальных для медицины белков, с использованием техники бактериальной конъюгации и мобилизации плазмид) космонавты взяли гибрилизатор «Рекомб-К» из биотехнологического термостата ТБУ-В № 4 при температуре +4°C и поместили его в ТБУ-В № 2 при температуре +29°C. Затем они активировали процесс конъюгации

и по его окончании возвратили гибрилизатор обратно в ТБУ-В № 4 на хранение.

В тот же день экипаж по завершении исследования «Продуцент» (оптимизация свойств бактериальных штаммов-продуцентов путем экспозиции в условиях орбитального космического полета и последующей наземной селекции) переместил пенал с рекомбинантными штаммами-продуцентами из ТБУ-В № 2 в ТБУ-В № 4 также на хранение.

В марте в интересах эксперимента «Микровир» (исследование влияния факторов космического полета на скорость литического действия бактериофагов на бактерии) космонавты сфотографировали перетесненные нижние ячейки в кассетах. Кроме того, в ходе исследования «Биопленка» (наблюдение закономерностей формирования биопленок в условиях микрогравитации) они извлекли три кассеты из термостата «Криогем-03», зафиксировали биопленку в них и уложили кассеты на хранение в ТБУ-В № 4.

9 марта по плану эксперимента «Асептик» (исследование надежности и эффективности методов и технических средств создания асептических условий для проведения биотехнологических экспериментов) экипаж разобрал перчаточный бокс «Главбокс-С» № 2 и на следующий день перенес в Малый исследовательский модуль «Рассвет» новый «Главбокс-С» № 5, доставленный на «Прогрессе МС-05».

13 марта были взяты пробы воздуха и с поверхности в новом боксе и помещены в термостат «Криогем-03» при температуре +37°C. Кроме того, была проведена стерилизация «Главбокса-С» № 5. На следующий день космонавты снова взяли пробы воздуха и пробы с поверхности нового бокса.

31 марта в интересах эксперимента «Пробиовит» (разработка простой и удобной технологии получения активного лечебно-профилактического пробиотического продукта, обладающего иммуномодулирующими свойствами) экипаж положил укладку в термостат ТБУ-В № 4.

1 марта в ходе эксперимента Rodent Research-4 (НК № 4, 2017, с.17) космонавты пересадили мышей из четырех домиков, навели там порядок, пополнили запасы еды и затем вернули грызунов обратно. 13–14 марта экипаж выполнил умерщвление

### Астронавты будут потреблять пробиотики на МКС

1 марта Японское агентство аэрокосмических исследований JAXA объявило о начале эксперимента на МКС по постоянному потреблению астронавтами пробиотиков, произведенных из штаммов молочной кислоты бактерии *Lactobacillus casei* (штамм Shirota). Данный эксперимент поможет поддержать и улучшить здоровье и работоспособность экипажа станции.

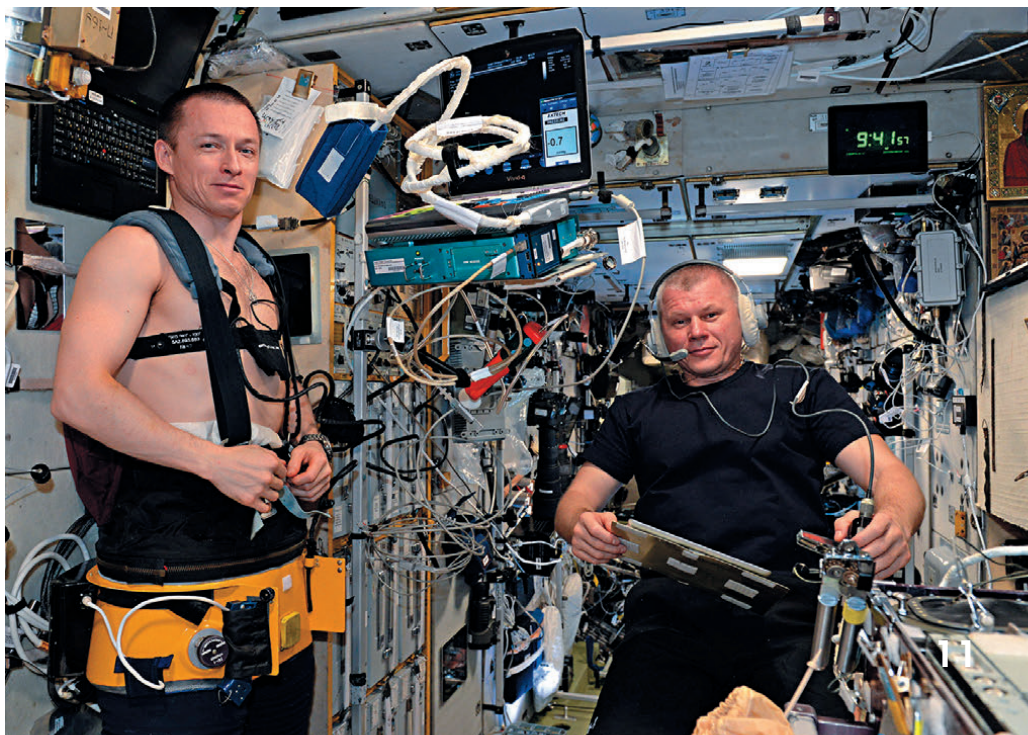
В рамках подготовки к эксперименту в 2014–2016 гг. JAXA совместно с компанией Yakult Honsha исследовали влияние пробиотиков на иммунную систему и микробиоту кишечника человека в наземных условиях, а также в апреле 2016 г. отправили на корабле Dragon (полет SpX-8) на станцию капсулы с замороженными высушенными лактобактериями *Lactobacillus casei* и спустя месяц возвратили их на Землю.

Положительные результаты исследования открыли путь к проведению эксперимента на МКС.

мышей в перчаточном боксе MSG с взятием проб и их укладкой в морозильник MELFI для возвращения на Землю. 16 марта домики были очищены и убраны в ожидании прибытия следующей партии грызунов. Эксперимент Rodent Research-4 изучает изменение костной ткани в невесомости.

1 марта астронавты установили в японском Экспериментальном модуле Kibo морозильник FROST-2, который был привезен на станцию частями на кораблях HTV-6 в декабре 2016 г. и Dragon (миссия SpX-10) в феврале 2017 г. Новый морозильник впервые планируется использовать в эксперименте по выращиванию кристаллов белков МТ РСГ, материалы для которого придут на «Дракон» (полет SpX-11).

2–3 марта для эксперимента APEX-04 астронавты извлекли из оранжереи Veggie одну из 27 чашек Петри с семенами ружовидки Таля (*Arabidopsis thaliana*) и сфотографировали на фотогалыме рост растений. 8 марта ростки были собраны и уложены в морозильник для спуска на Землю. 10–16 марта цикл по выращиванию был повторен с новыми семенами. Эксперимент APEX-04 исследует воздействие невесомости на растения на молекулярном уровне.





2–6 марта экипаж изучал образцы для эксперимента MESC (исследование воздействия невесомости на репликацию стволовых клеток) под микроскопом и по завершении наблюдений уложил их в морозильник для возвращения на Землю.

7 марта астронавты начали очередную серию японского эксперимента AxiIn Transport в инкубаторе CBEF. Исследование должно прояснить роль ауксинов в процессе роста горошка и кукурузы. Пророщенные в этом месяце растения были химически зафиксированы и помещены в морозильник MELFI.

В ночь на 10 марта морозильник Glacier-2 начал постоянно перезапускаться, и температура в нем возросла с необходимых +4°C до +15°C. Пришлось хьюстонскому ЦУПу вырубить его, а проснувшемуся поутру экипажу перенести хранимые в нем образцы в аналогичный Glacier-1.

После анализа ситуации 25–26 марта «Земля» пришла к выводу, что в морозильнике Glacier-2 отказало оборудование. Новый морозильник привезут на «Драконе» (SpX-11).

14–16 марта астронавты провели анализ питьевой воды на станции с помощью оборудования Aquarad, разработанного французским Национальным центром космических исследований CNES. Методика анализа заключается в следующем. Специальная бумага, пропитанная порошкообразной средой для выращивания бактерий, помещается в чашку Петри. При добавлении воды микробы образуют цветные пятна, которые показывают их расположение. Фотографируя пятна и используя приложение планшета iPad, экипаж может точно определить, сколько бактерий присутствует в воде.

▼ Сыр – радость для француза!



## Пять малышей в свободном полете

6 марта был открыт внешний люк шлюзовой камеры модуля Kibo и выдвинут наружу стол. Специалисты ЦУПа в Цукубе с помощью дистанционного манипулятора JEM RMS, оснащенного ловкой насадкой SFA, взяли со стола многоцелевую экспериментальную платформу MPEP с пусковыми контейнерами NRCSO № 10 и перевели ее в положение для запуска спутников.

Затем в три этапа из контейнеров вылетели пять малых аппаратов – четыре Lemur-2 и один TechEdSat-5. После этого платформа MPEP была возвращена в шлюз.

Таким образом, к настоящему времени с использованием манипулятора JEM RMS запущены 162 спутника, из них 22 – из контейнеров JSSOD, 137 – из контейнеров NRCSO и три – с пусковой системы SSIKLOPS.

9 марта экипаж наддул и проверил герметичность шлюзовой камеры, открыл внутренний люк, выдвинул стол и снял опустевшие контейнеры NRCSO № 10 с платформы MPEP. Вместо них на платформу был установлен адаптер HXP. Потом стол задвинули, внутренний люк закрыли и шлюз разгерметизировали.

Запуски малых спутников с борта МКС	
Дата и время, UTC	Названия спутников
06.03.2017, 10:25:01	Lemur-2 (Trutna), Lemur-2 (TrutnaHD)
06.03.2017, 15:05:00	Lemur-2 (Austintacious), Lemur-2 (Redfern-Goes)
06.03.2017, 18:20:00	TechEdSat-5

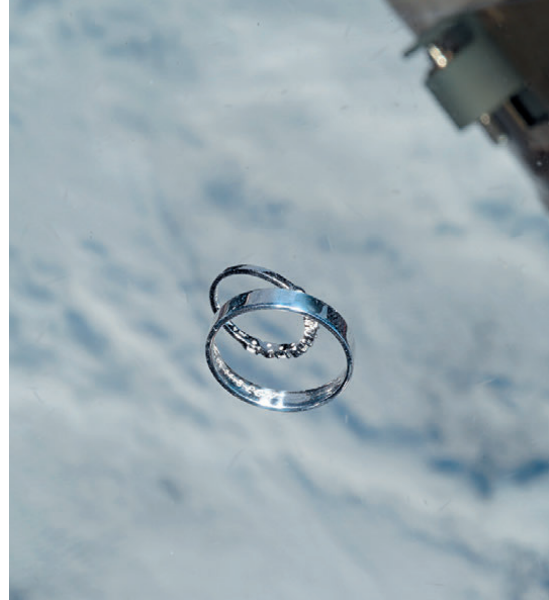
13 марта наземные специалисты с использованием манипулятора JEM RMS сняли оборудование ExHAM-1 с образцами материалов с внешней платформы JEF модуля Kibo, установили его на адаптер HXP и через шлюзовую камеру возвратили внутрь станции. Там астронавты сняли ExHAM-1 и заменили его на аналогичное оборудование ExHAM-2, которое позже было установлено манипулятором JEM RMS на платформе JEF.

## Затвердевание сплава прервала перезагрузка компьютера

В этом месяце в ходе эксперимента «Идентификация» (исследование динамики конструкции МКС при различных внешних силовых воздействиях с учетом изменения ее модульного состава) экипаж сбрасывал на лэптоп данные с цифрового измерителя микроускорений ИМУ-Ц.

Космонавты контролировали работу аппаратуры эксперимента «Отклик» (регистрация ударов метеороидных и техногенных частиц по внешним элементам конструкции станции с помощью пьезоэлектрических датчиков). 9 марта было обновлено программное обеспечение, необходимое для проведения эксперимента.

9 марта экипаж извлек напечатанный по командам с Земли образец из 3D-принтера AMF и почистил сопла печатающего устройства. 15 марта астронавты заменили емкость с акрилонитрилбутадиенстиролом, используемым при печати.



▲ Тома Песке взял с собой обручальные кольца своих друзей. После возвращения он вручит им кольца перед свадьбой. Очень ценный подарок!

В ночь на 9 марта в европейской материоловедческой лаборатории MSL компьютер перезагрузился и перешел в безопасный режим, не закончив процесс затвердевания сплава в картридже для эксперимента SETA (изучение затвердевания вдоль эвтектического пути в тройных сплавах). Было обработано всего 9 мм из 92 мм длины образца – и продолжить процесс уже было невозможно. Специалисты охладили лабораторию. Для продолжения эксперимента осталось еще два картриджа.

10 марта экипаж сменил газовый баллон в многоцелевой стойке малых полезных грузов MSPR в модуле Kibo, в которой проводится эксперимент Group Combustion по изучению горения топлива в невесомости. 23 марта астронавты демонтировали и убрали на хранение оборудование европейского исследования Magvector (наблюдение взаимодействия между движущимся магнитным полем и электрическим проводником).

27 марта экипаж запустил очередную сессию эксперимента CFI по изучению холодного пламени в стойке изучения горения CIR. Однако на следующий день была получена ошибка местоположения плунжера № 2 подачи топлива...

28 марта астронавты перенастроили модуль световой микроскопии в стойке изучения жидкостей FIR, где проводится эксперимент ACE-T-1 по наблюдению коллоидных систем в невесомости.

## Желтые пятна на рукаве скафандра

В марте на американском сегменте станции велась подготовка к двум выходам в открытый космос (EVA-40 и EVA-41).

6 и 8 марта Шейн, Тома и Пегги подготовили оборудование, сумки и инструменты. 16 марта они очистили контуры водяного охлаждения скафандров EMU № 3006 и № 3008, которые предстояло использовать в выходах.

21 марта экипаж проверил функционирование установок аварийного перемещения SAFER, надеваемых на скафандры EMU, смонтировал аккумуляторные батареи REBA, питающие нагнетательные светильники ENIP и видеокамеры ERCA, и убедился в работоспособности нагревателей в перчатках.



## В ожидании поставки новой оранжереи

NASA планирует привезти на МКС усовершенствованную оранжерею APH, которая в настоящее время создается агентством совместно с компанией Orbitec (Мэдисон, штат Висконсин).

Часть оборудования новой оранжереи доставит на станцию грузовой корабль Cygnus (полет OA-7) в апреле.

Оранжерея APH представляет собой закрытую и замкнутую систему с камерой для выращивания растений, в которой поддерживается необходимая среда. Высота камеры составляет 46 см, из которых слой почвы – 5,1 см.

В качестве источника «солнечного света» используются светодиодные лампы красного, зеленого, синего и белого светов. Система содержит более 180 датчиков, которые в режиме реального времени будут передавать данные о температуре, содержании кислорода и влаги в воздухе и почве, на уровне корней, стеблей и цветков.

По сравнению с оранжереей Veggie новая потребует минимальных затрат времени для обслуживания экипажем. В APH можно будет проводить эксперименты длительностью до 135 суток. В первом из них под названием PH-01 предполагается выращивать арабидопсис, капусту и горчицу. Перед ним сразу по прибытии оранжереи на станцию будет осуществлено краткосрочное выращивание карликовой пшеницы и арабидопсиса.

APH намечается установить в стойке Express в модуле Kibo, а управляться оранжерея будет специалистами Космического центра имени Кеннеди.

23 марта астронавты подготовили к выходу две видеокamеры GoPro и оборудование в Шлюзовом отсеке Quest.

После выхода EVA-40 Кимброу доложил об обнаружении желтых пятен на перчатках и рукаве скафандра EMU № 3008. Источником пятен оказалось поглощающее полиуретановое покрытие Aeroglyaze A971 с плат на внешней платформе JEF модуля Kibo. 26 марта астронавт попытался удалить пятна с помощью клейкой ленты и безворсовой влажной салфетки. Однако, по-видимому, специалистов не устроил получившийся результат, поэтому 28 марта они попросили Шейна демонтировать загрязненный рукав и упаковать его для возвращения на Землю. Второй рукав также был снят, и на скафандр № 3008 были установлены рукава со скафандра № 3003.

27–28 марта экипаж ознакомился с циклограммой выхода EVA-41, подготовил инструменты и фалы, заменил батареи LLB и REBA и поглотители углекислого газа MetOx в скафандрах. 29 марта астронавты смонтировали батареи в инструментах PGT.

31 марта после выхода EVA-41 экипаж дозаправил водяные баки скафандров EMU № 3006 и № 3008, возвратил мешавшее оборудование в модуль Quest, провел регенерацию поглотителей MetOx и зарядку батарей.

## Шитни фильтруют бактерии

8–15 марта в стойке NanoRacks Module 9 экипаж активировал образовательные эксперименты, разработанные школьниками и студентами:

- ◆ формирование биопленки из бактерий *Staphylococcus epidermidis* в невесомости;

- ◆ влияние микрогравитации на регенерацию тканей мышц;

- ◆ прорастание резуховидки Таля в аналоге марсианской почвы;

- ◆ изучение способности щитней *Triops longicaudatus* фильтровать бактерии в воде в условиях микрогравитации;

- ◆ исследование свойств смазки SLIPS в невесомости;

- ◆ растворение капсульных оболочек в воде в условиях космического полета;

- ◆ прорастание семян лебедеи;

- ◆ тестирование эффективности тобрамицина и лотапреднола этабоната на бактериях *Staphylococcus Epidermidis*;

- ◆ производство молочной кислоты в условиях микрогравитации;

- ◆ изучение влияния невесомости на рост семян плевела многолетнего (*Lolium perenne*).

## Канадцы хотят избавиться от камер на российском модуле

В этом месяце космонавты наблюдали и снимали Землю для выявления развития природных катаклизмов (эксперимент «Ураган») и оценки экологической обстановки (эксперимент «Экон-М»).

В рамках эксперимента «Визир» (исследование методов регистрации текущего положения и ориентации переносной научной аппаратуры пилотируемых космических комплексов) они использовали систему координатной привязки с инфракрасными датчиками СКП-И. В интересах эксперимента «Релаксация» регистрировалась спектральная кривая поверхности Земли и атмосферы.

В ночь на 15 марта сработала защита по току в станционном модуле управления электропитанием SSPCM, который питает аппаратуру эксперимента Meteor (получение информации о физических и химических свойствах метеорных пылевых частиц), находящуюся на рабочей стойке WORF над нижним иллюминатором Лабораторного модуля Destiny. Интересно, что аппаратура в это время не работала... 25–26 марта ЦУП-Х при содействии экипажа изучил неисправность и пришел к выводу, что отказал преобразователь переменного тока. Астронавты его заменили.

▼ Телекамера для замены на манипуляторе JEM RMS



30 марта экипаж с использованием универсального кронштейна установил на иллюминаторе нижнего люка Узлового модуля Harmony цифровой фотоаппарат Nikon D2X и лэптоп SSC для автоматической фотосъемки земной поверхности по заявкам школьников и студентов в рамках эксперимента EarthKAM. В период с 2 по 9 апреля пройдет очередная, 57-я по счету, сессия эксперимента, в которой примут участие 200 школ из полусотни стран мира.

Тем временем канадская компания UrtheCast, чьи камеры среднего и высокого разрешения установлены снаружи модуля «Звезда» с целью съемки земной поверхности, пытается продать или отдать их в аренду, дабы избежать себя от убыточного актива (НК № 1, 2017, с. 7).

## Тома поговорил с президентом

1 марта Песке пообщался по радиосвязи с учениками трех школ в городе Рюэй-Мальмезон (Франция).

9 марта Кимброу ответил на вопросы школьников из города Перу (штат Индиана). На следующий день он вышел на связь с ре-





ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

бятми из средней школы в греческом городе Комотины.

15 марта Тома поговорил по радиосвязи с учениками средней школы МакБрайда в Лонг-Биче (штат Калифорния). 21 марта он вышел на связь с президентом Франции Франсуа Олландом, который вместе со школьниками посетил обсерваторию и планетарий на окраине Лиона.

23 марта Песке в режиме телемоста ответил на вопросы школьников из городка Сен-Жорж-де-Луапок (Французская Гвиана). 29 марта Шейн разговаривал посредством телемоста с участниками школьной научной конференции в Лос-Анджелесе (штат Калифорния).

### Прощание с «Драконом»

В первой половине марта на американском сегменте МКС продолжилась начатая в конце февраля операция по переносу оборудования из негерметичного отсека грузового корабля Dragon (миссия SpX-10) на внешнюю поверхность станции и в обратном направлении с помощью дистанционного манипулятора SSRMS, экипированного ловкой насадкой Dextre (HK № 4, 2017, с.12).

1 марта манипулятор SSRMS, находясь на Мобильной базовой системе MBS, пребывающей в рабочей точке WS6 на американской поперечной ферме, временно поставил на-

садку Dextre на модуль Destiny, после чего перешел на модуль Harmony и затем концевым захватом-эффектором другого плеча снова взял Dextre.

На следующий день в 23:13 UTC манипулятор SSRMS с использованием второй руки Dextre вытащил из «Дракона» аппаратуру SAGE-3, предназначенную для измерения содержания озона, двуокиси азота, водяного пара и аэрозолей в земной атмосфере (HK № 4, 2017, с.18-19), и временно поместил ее на платформу EOTR насадки Dextre.

3 марта в 15:47 первой рукой Dextre из грузовика вынули платформу NVP для аппаратуры SAGE-3, а второй рукой сняли оборудование OPALS с платформы EOTR и в 22:22 положили его в негерметичный отсек «Дракона».

4 марта манипулятор SSRMS временно поставил Dextre на узел PDGF-2 на системе MBS и перешел с модуля Harmony на узел PDGF-1 системы MBS. Затем мобильный транспортер перевез манипулятор из точки WS6 в точку WS2, после чего SSRMS снова надел насадку.

На следующий день в 22:08 SSRMS с помощью второй руки Dextre снял оборудование эксперимента RRM по демонстрации роботизированной дозаправки спутников с адаптера FRAM-3 платформы ELC-4 на секции S3. 6 марта в 00:39 первой рукой Dextre

установили платформу NVP на освободившуюся позицию на ELC-4. 7 марта в 23:36 опять же первой рукой аппаратура SAGE-3 была поставлена на платформу NVP. 8 марта вернулась к работе вторая рука – оборудование RRM временно положили на платформу EOTR.

10 марта Dextre одной рукой временно снял мешающий запасной блок коммутации постоянного тока DCSU с адаптера FRAM-2 платформы ELC-2 на секции S3. Другой рукой он демонтировал адаптер FSE для давным-давно прошедшего эксперимента MISSE с адаптера FRAM-3 платформы ELC-2, после чего вернул блок DCSU обратно на свое место.

11 марта манипулятор опять кратковременно избавился от насадки Dextre, установив ее на узел PDGF-2 системы MBS, и мобильный транспортер переехал в точку WS4, после чего манипулятор перешел с системы MBS на модуль Harmony. Затем SSRMS снова экипировался Dextre, но уже концевым захватом-эффектором другого плеча.

13 марта манипулятор с помощью Dextre уложил адаптер FSE в негерметичный отсек «Дракона», а на следующий день с использованием первой руки Dextre по тому же адресу отправилось оборудование эксперимента RRM. В ночь на 16 марта SSRMS избавился от насадки и захватил сам «Дракон».

17 марта при проверке рабочих мест роботизированного комплекса в модулях Destiny и Cupola отказал блок дистанционного управления электропитанием RPCM в Destiny. В результате из трех лэптопов в Cupola в работе осталось только два. 23 марта экипаж сменил «закапризничавший» RPCM.

15 марта астронавты завершили укладку в «Дракон» основных грузов, в том числе неисправного морозильника Merlin-1. Они также вынули универсальный газоанализатор фирмы NanoRacks из стойки Express-4 и подготовили его к возвращению на Землю, так как прибор не работает.

17 марта экипаж провел тренировку на тренажере ROBOT по отделению корабля Dragon от манипулятора SSRMS. В этот же день в грузовик были уложены три морозильника Polar и морозильник Glacier-5.

18 марта переходные люки между модулем Harmony и кораблем были закрыты, а «вестибюль» между ними разгерметизирован. В 20:45 наземные специалисты с помощью манипулятора SSRMS отсоединили «Дракон» от нижнего узла модуля Harmony и переместили его в положение для отделения. Правда, один из болтов (№ 1–3) в механизме пристыковки CBM модуля Harmony долгое время показывал зажатое состояние и не хотел открываться, но посланная с Земли индивидуальная команда привела его в чувство.

Кроме того, при осмотре механизма пристыковки с использованием камер манипулятора SSRMS были обнаружены загрязнения на уплотнениях обеспечивающих герметичность. Во время выхода 30 марта астронавтам дадут задание осмотреть и почистить уплотнения.

19 марта в 09:11 Шейн и Тома выдали команду – и грузовик начал самостоятельный полет. Он выполнил три маневра увода от МКС.

▼ Перед отстыковкой «Дракона» – эмблема на память





– Хьюстон, похоже, пора попрощаться с «Драконом», – сказал Песке. – В нем есть частичка нас, которая возвратится на Землю. Я имею в виду буквально, потому что корабль увез много важных научных образцов и некоторые из них получены непосредственно от экипажа. Я знаю, что ученые ждут не дождутся, чтобы получить образцы, и, благодаря возвращаемым кораблям, таким как «Дракон», МКС способна выполнить свою миссию в науке и открытиях. От всего экипажа МКС-50 большое спасибо и поздравления всем специалистам, вовлеченным в миссию CRS-10.

– Спасибо за эти слова, Томас, и также поздравляем экипаж, – ответил капком и астронавт Майкл Хопкинс. – Ребята, вы также выполнили фантастическую работу, всегда опережая время, и будет замечательно вернуть «Дракон» на Землю.

В 13:55 «Дракон» выдал 10-минутный тормозной маневр для сведения с орбиты. Приводнение возвращаемого аппарата корабля произошло в 14:46:22 в 370 км юго-восточнее Лонг-Бич (штат Калифорния) в районе с центром, имеющим координаты 31°44' с. ш., 121°15' з. д.

### Перенос гермоадаптера

В марте 2017 г. гермоадаптер PMA-3, находящийся на левом узле модуля Tranquility, окончательно подготовили к перемещению с помощью манипулятора SSRMS на верхний узел модуля Harmony.

Перенос гермоадаптера осуществлялся для организации второго порта на МКС с целью приема американских пилотируемых кораблей. Первый порт уже обеспечен на гермоадаптере PMA-2, расположенном на переднем узле модуля Harmony, путем установки на него в августе 2016 г. во время выхода в открытый космос стыковочного адаптера IDA-2 (НК № 10, 2016, с.9-10).

В начале 2018 г. на корабле Dragon (SpX-14) на станцию планируется привезти

аналогичный адаптер IDA-3 и смонтировать его на гермоадаптере PMA-3.

Итак, 3 марта экипаж открыл левый люк модуля Tranquility и вошел в гермоадаптер PMA-3 для освобождения его от хранимых грузов. Был снят и убран на хранение ненужный в этом месте клапан межмодульной вентиляции. Пока, во всяком случае...

8 марта экипаж установил тепло- и микрометеороидную защиту для оборудования левого узла модуля Tranquility, который останется свободным после перемещения PMA-3. После этого люк в гермоадаптер был закрыт. 9 марта астронавты разгерметизировали PMA-3 и разместили вынутые из гермоадаптера грузы в модуле Tranquility. В течение последующих восьми дней проверялась герметичность люка в PMA-3.

13 марта ЦУП-Х удостоверился в работоспособности верхнего механизма пристыковки СВМ на модуле Harmony, куда предстояло перенести гермоадаптер.

26 марта в 18:12 UTC по командам с Земли манипулятор SSRMS захватил PMA-3. В 18:39 гермоадаптер был отсоединен от модуля Tranquility и в 21:21 установлен на модуле Harmony.

Стоит отметить, что гермоадаптер PMA-3 является наиболее часто перемещаемым с одного на другое место элементом МКС. Перенос 26 марта стал для него седьмым по счету.

### Система переработки мочи доставляет хлопот

1 марта астронавты продолжили начатую в конце февраля замену на модернизированных двух патронов осушителя/адсорбента в системе удаления углекислого газа CDRA в модуле Destiny. Они установили и подключили модернизированные патроны.

На следующий день экипаж отремонтировал и проверил кабель питания перекидных воздушных клапанов, случайно поврежденный при вытаскивании CDRA из стойки. После этого систему засунули обратно в стойку. ЦУП-Х проверил функционирование CDRA – все в порядке!

1 марта астронавты смонтировали датчик микробов в модуле Kibo. Теперь микробиологическая обстановка будет наблюдаться в режиме реального времени вместо того, чтобы постоянно брать пробы воздуха и возвращать их на Землю для анализа.

В тот же день там же был установлен монитор, который позволит сэкономить время экипажа в решении проблем с локальной компьютерной сетью.

2–3 марта космонавты заменили приводной ремень в бегущей дорожке БД-2 в модуле «Звезда». Параллельно они занимались разгрузкой корабля «Прогресс МС-05».

3 марта в модуле Tranquility был заменен шланг в ассенизационно-санитарном устройстве (АСУ, туалет) российского производства. 6 марта экипаж сменил емкость с консервантом и шланг в аналогичном туалете в модуле «Звезда».

6 марта процесс переработки мочи в системе UPA в модуле Tranquility дважды останавливался вследствие высокого загрязнения дистиллята урины, характеризующегося неприемлемым наличием в нем консерванта. Специалисты порекомендовали экипажу слить солевой раствор урины из бака рециркулярной фильтрации ARFTA и снова наполнить его. Есть идея установить на UPA емкость CWC-I с йодированной водой для очистки дистиллята урины. По мнению «Земли», источником консерванта в дистилляте урины является либо блок дистилляции, либо блок перекачки жидкости FCRA.

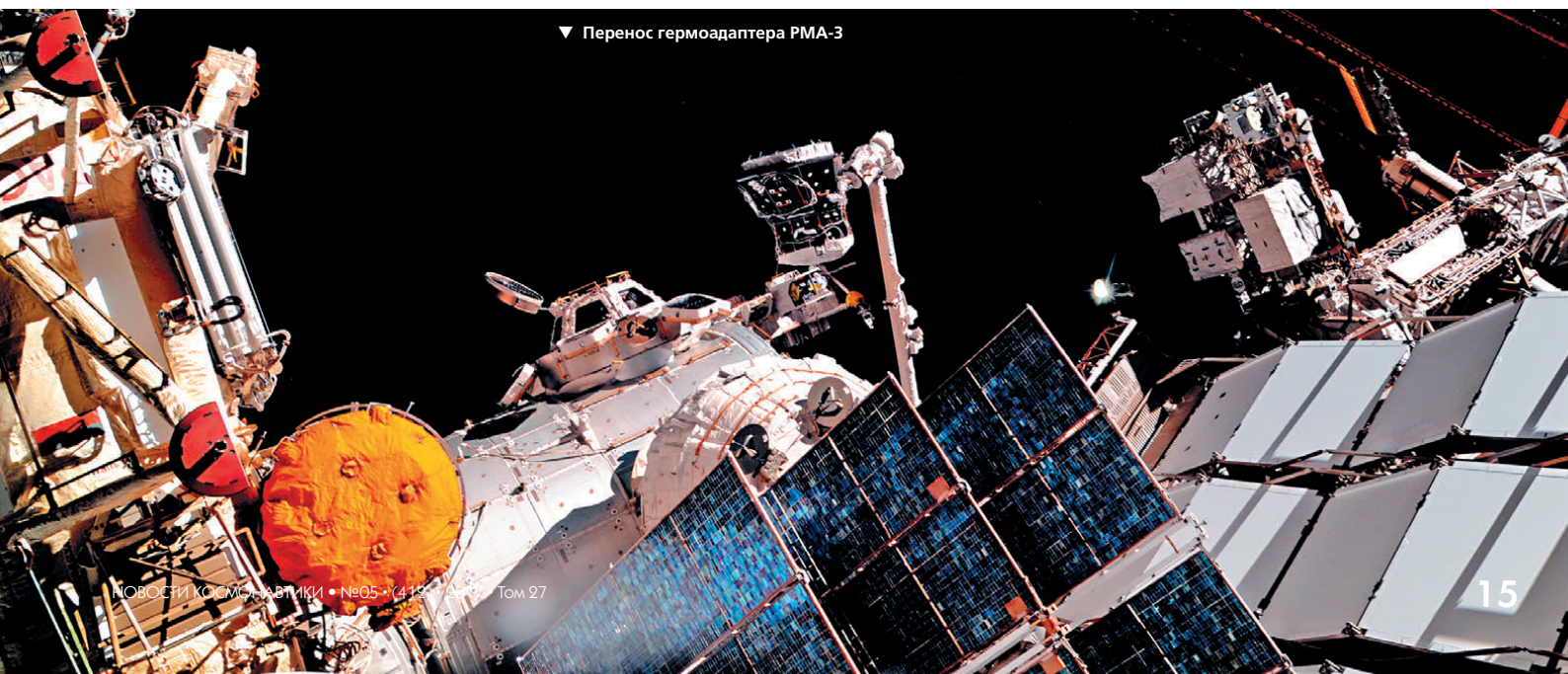
11–12 марта система UPA многократно прекращала процесс переработки мочи по той же самой причине, что и ранее. 14 марта астронавты заменили шланг между UPA и емкостью для воды.

6 марта космонавты установили в «Союзе МС-03» и проверили работоспособность фильтра очистки атмосферы АФОТ-2М, который доставил «Прогресс МС-05». Его основная задача – удалить из корабля аммиак в случае его попадания внутрь станции. АФОТ-2М – первый активный фильтр очистки от аммиака на МКС. Он прибыл как нельзя кстати – 7 марта Олег, Тома и Пегги совместно с подмосковным и хьюстонским ЦУПами провели бортовую тренировку по действиям в случае утечки аммиака. 7 марта экипаж смонтировал накладные листы на панелях интерьера в модуле «Звезда».

9–10 марта астронавты осуществили тренировку по ловле корабля Cygnus (полет OA-7) манипулятором SSRMS и ознакомились с перечнем своих действий при его сближении и со станционными интерфейсами для мониторинга и управления грузовиком. Правда, запуск «Лебедя», планировавшийся

Хроника перемещений гермоадаптера PMA-3	
Дата	Событие
16.10.2000	Присоединение к нижнему узлу модуля Unity
11.03.2001	Перемещение на левый узел модуля Unity
30.08.2007	Перемещение на нижний узел модуля Unity
07.08.2009	Перемещение на левый узел модуля Unity
23.01.2010	Перемещение на верхний узел модуля Harmony
16.02.2010	Перемещение на левый узел модуля Tranquility
26.03.2017	Перемещение на верхний узел модуля Harmony

▼ Перенос гермоадаптера PMA-3







▲ Ремонт системы удаления углекислого газа CDRA

на 20 марта, был отложен до 18 апреля из-за проблем с первой ступенью ракеты-носителя Atlas V и с оборудованием стартового комплекса SLC-41...

14 марта во время выполнения теста емкости аккумуляторных батарей в канале 2A системы электропитания американского сегмента станции сработала защита из-за пониженного напряжения на преобразователях постоянного тока DDCU. В результате, в частности, отключился блок управления насосами PFCS канала 2A, отвечающий за охлаждение интегрированной сборки оборудования 1EA на секции P4 американской поперечной фермы.

Нагрузку по питанию потребителей канала 2A взяли на себя преобразователи DDCU другого канала. ЦУП-Х прекратил тест емкости аккумуляторных батарей и снова включил преобразователи DDCU канала 2A. Предположение специалистов, что неожиданная нагрузка по питанию при тесте могла привести к понижению напряжения, было признано маловероятным.

14 марта астронавты обнаружили, что левый верхний стопорный трос на силовом нагрузателе aRED в модуле Tranquility поизносился. Неудивительно: он отработал более четырех лет. На следующий день трос сменили. Было проведено также полугодовое обслуживание тренажера. 17 марта экипаж подтянул болты на маховиках тренажера aRED с помощью модернизированного инструмента, присланного на корабле HTV-6 в декабре 2016 г.

16 марта произошел отказ спутника-ретранслятора TDRS-G, работающего в точке стояния 85° в. д. В итоге пропала связь в S- и Ku-диапазоне через данный аппарат. В ночь на 21 марта TDRS-G вернули в строй.

16 марта астронавты включили на 44 минуты насос сброса давления из модуля Quest, убедившись, что он нормально работает после проведенного в феврале переключения среднетемпературного контура внутренней системы терморегулирования «Квеста» с системы терморегулирования модуля Destiny

на систему терморегулирования модуля Tranquility.

21 марта с помощью камер на манипуляторе SSRMS была осмотрена правая сторона корабля «Союз МС-02», «висящего» на модуле «Поиск». Для этого манипулятору пришлось временно перейти с модуля Destiny на Функционально-грузовой блок «Заря».

В тот же день космонавты осуществили диагностику блока фильтров БФ-2 и блока сборных шин БСШ-2 в модуле «Заря» с использованием инфракрасной камеры. Кроме того, они выполнили мониторинг состояния поверхности российских модулей с помощью многофункционального вихретокового прибора МВП-2К и взяли образцы конденсата атмосферной влаги из системы регенерации воды CPB-K2M и образцы воды – из блока раздачи и подогрева БРП-М и системы запасов воды СВО-3В в модуле «Звезда».

▼ Тома Песке в начале 11-дневной сессии эксперимента Energy. Измеряет потребляемый кислород



22 марта Тома заглянул в надувной модуль BEAM для взятия проб воздуха и с поверхностей и проверки датчиков ударов DIDS. Один из датчиков имел слабый сигнал, что свидетельствовало о его отклеивании от поверхности. Песке также сделал панораму интерьера модуля с помощью цифровой камеры, оснащенной объективом типа «рыбий глаз». Кстати, к работе модуля BEAM у «Земли» почти нет нареканий, кроме того, что в нем немного жарко.

23–24 марта экипаж посвятил замене сменных магистралей откачки конденсата в системе обеспечения теплового режима модуля «Звезда» и электроиндукционных извещателей дыма ИДЭ-3 в модуле «Заря». 28–29 марта космонавты проверили электрические кабели системы кондиционирования воздуха СКВ-1 и сменили блок разделения и перекачки конденсата БРПК-2 в системе CPB-K2M.

28 марта отключился реактор Сабатье из-за высокой температуры в выпускном отверстии реактора. 31 марта «Земля» перестала получать телеметрию с морозильника Merlin-2, который находится в стойке с кухней в модуле Unity. Перезагрузка оборудования по команде из ЦУП-Х и вручную экипажем не помогла.

В тот же день «Земле» удалось восстановить поступление видео с телекамеры высокого разрешения ЕНДС, расположенной на нижней внешней части секции P1.

Тем временем космонавты демонтировали навигационный модуль аппаратуры спутниковой навигации АСН-КП из «Прогресса МС-05» и подготовили его к спуску на «Союзе МС-02» в апреле.

31 марта Сергей, Андрей и Шейн провели тренировку по спуску в «Союзе МС-02» и проверили герметичность аварийно-спасательных скафандров «Сокол-КВ-2». Рыжиков и Борисенко приступили к серии «стояний» в пневмовакуумных костюмах «Чибис-М», которые подготавливают организм космонавта к возвращению в земную гравитацию путем создания отрицательного давления на нижнюю часть тела.





А. Красильников.  
«Новости космонавтики»

## Утечку не нашли, чехол потеряли...

**В**о второй половине марта на МКС состоялись два выхода в открытый космос по американской программе, основной задачей которых было обеспечить перенос гермоадаптера PMA-3 с левого узла модуля Tranquility на верхний узел модуля Harmony для организации второго порта на станции с целью приема американских пилотируемых кораблей.

Первый выход был осуществлен **24 марта** из Шлюзового отсека Quest с участием американца Шейна Кимброу и француза Тома Песке и с использованием скафандров EMU № 3008 и № 3006.

Целями выхода, получившего обозначение EVA-40, были:

- ◆ замена компьютера MDM EXT-2 на модернизированный EPIC MDM EXT-2 на секции S0 американской поперечной фермы;
- ◆ осмотр места утечки аммиака в районе блока клапанов балки радиаторов RBVM на секции P1;
- ◆ расстыковка кабелей между гермоадаптером PMA-3 и Узловым модулем Tranquility;
- ◆ обслуживание концевой захвата-эффектора ловкой насадки Dextre;
- ◆ замена телекамер на манипуляторе JEM RMS и на внешней платформе JEF японского Экспериментального модуля Kibo.

Выход начался в 11:24 UTC с переключения скафандров на автономное питание. Примечательно, что Шейну и Тома предстояло выполнять задачи в одиночку и не пересекаться весь выход.

Кимброу перешел на секцию S0, где он должен был сменить мультиплексор-демультиплексор (компьютер) MDM EXT-2 на модернизированный EPIC MDM EXT-2.

МКС имеет около полусотни компьютеров MDM, которые располагаются как внутри станции, так и снаружи нее. В период с декабря 2011 г. по февраль 2012 г. была проведена работа по модернизации основных внутренних мультиплексоров-демультиплексоров MDM – трех командно-управляющих

компьютеров C&C, двух компьютеров системы управления движением и навигации GNC, двух компьютеров полезной нагрузки PL и компьютеров в модулях американского сегмента (НК № 2, 2012, с.14; № 3, 2012, с.17; № 4, 2012, с.19).

Модернизация заключалась в доставке на станцию новых более производительных плат EPIC и их установке в компьютеры с обновлением программного обеспечения. Благодаря этому MDM получили улучшенные процессоры и увеличенную память, а также перешли на стандарт Ethernet. Все это позволило расширить возможности американского сегмента МКС по связи с Землей в С- и Ku-диапазонах.

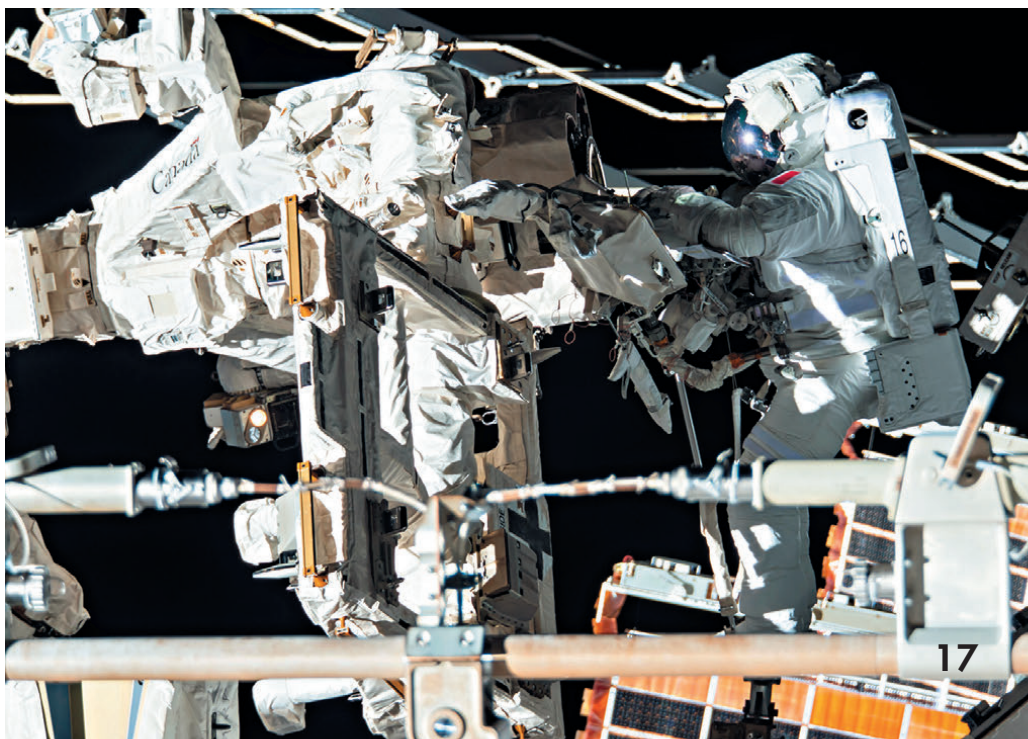
Теперь же настал черед модернизации внешних MDM. А поскольку заменить платы в компьютерах снаружи станции невозможно, то весь компьютер должен был меняться на модернизированный с заранее смонтированными внутри МКС платами EPIC.

Заменяемый в данном выходе компьютер MDM EXT-2 отвечает, в частности, за ра-

боту с мобильным транспортером, внешней системой терморегулирования, вторичной системой электропитания и узлом вращения секций с панелями солнечных батарей SARJ. Новые платы EPIC придадут ему еще одну функцию – обеспечение связи и навигации с прибывающими кораблями через систему C2V2 (НК № 4, 2015, с.11-12).

Итак, с помощью инструмента PGT Шейн открыл болты, удерживающие старый MDM EXT-2 внутри секции S0, снял компьютер, установил вместо него и «присобачил» новый EPIC MDM EXT-2 и подключил к нему кабель стандарта Ethernet. Позже хьюстонский ЦУП проверил функционирование нового компьютера и передал ему функции от аналогичного MDM EXT-1, который предполагалось сменить в следующем выходе.

Тем временем Тома «забежал» на платформу ESP-2, взял фиксатор для ног APFR и установил его на секции P1 для инспекции в районе блока клапанов балки радиаторов RBVM-2-0113 (также известного под обозначением P1-3-2) в контуре В внешней си-





стемы терморегулирования американского сегмента МКС.

Дело в том, что в октябре 2016 г. с помощью телекамеры, расположенной на секции P1, было замечено появление белых частиц, которые свидетельствовали о незначительной утечке аммиака (НК №12, 2016, с.21). В ноябре 2016 г. с использованием теческатора RELL в районе блока RBVM-2-0113 были обнаружены пары аммиака (НК №2, 2017, с.4-5), а повторные измерения, проведенные в феврале 2017 г., позволили определить наиболее вероятное место утечки – из переключки между радиаторами и блоком RBVM-2-0113 (НК №4, 2017, с.9).

Кстати, как сейчас стало известно, о маленькой утечке аммиака из контура В системы терморегулирования специалисты NASA знали еще с 2013 г. Однако в последние три месяца скорость утечки увеличилась и в настоящее время составляет от 19 до 26 кг теплоносителя в год. Специалисты провели аналогию с уже устраненной утечкой аммиака из системы терморегулирования фотоэлектрического модуля PVTC5 канала 2В на секции P6: они отметили, что тогда ее скорость точно так же увеличивалась и в конечном итоге в мае 2013 г. привела к необходимости срочного выхода астронавтов для замены блока управления насосами PFCS (НК №7, 2013, с.12-13, 16-17).

Задача французза заключалась в поиске точного места утечки теплоносителя. Для этого «Земля» зафиксировала балку радиаторов на секции P1, чтобы она не вращалась и не мешала астронавту. Песке «заякорился» в APFR и осмотрел блок RBVM-2-0113, две гибкие переключки между ним и радиаторами, жесткие магистрали и быстроразъемные соединения. Никаких признаков утечки... Тогда Тома выполнил фото- и видеосъемку района блока RBVM-2-0113 с помощью видеокамеры GoPro. Параллельно он трогал и похлопывал по магистралям и переключкам в надежде, что утечка даст о себе знать, но она как сквозь землю провалилась!

Итак, 2,5-часовая инспекция не дала нужного результата, но остается надежда, что выявить точное место утечки поможет скрупулезный анализ наземными специалистами полученных фото- и видеоизображений...

Между тем Кимброу забросил старый MDM EXT-2 в модуль Quest. Затем он не без труда отсоединил четыре кабеля электропитания и передачи данных между модулем Tranquility и гермоадаптером PMA-3. Это делалось в рамках подготовки к перемещению гермоадаптера на модуль Harmony с использованием дистанционного манипулятора SSRMS, намеченному на 26 марта.

После этого американец вытащил из «Квеста» и принес француззу сумку с длинным инструментом BLT и специальным «пистолетом» со шприцем, содержащим смазку. С помощью них Тома должен был смазать механизмы концевой захвата-эффектора ловкой насадки Dextre, надеваемой на манипулятор SSRMS. Подобные операции выполнялись и в прошлом, к примеру, при обслуживании концевых захватов-эффекторов на обоих плечах манипулятора SSRMS, и доказали свою эффективность, продлив сроки службы механизмов.

Тома перенес «якорь» APFR с секции P1 на секцию S0 и зафиксировался в нем, после чего манипулятор SSRMS, управляемый Пегги Уитсон, поднес к француззу концевой захват-эффектор насадки Dextre. Используя инструмент BLT, Песке аккуратно смазал центральный фиксирующий шариковый винт и шариковые винты на четырех боковых замках захвата. После завершения обслуживания каждого замка Пегги вращала захват, подставляя «врачу» следующий «орган».

Затем Уитсон раскрыла замки – и Тома смазал подшипники линейных направляющих на каждом из них. Наконец, француз обслужил выравнивающие скобы и ролики раскрытия каждого замка захвата.

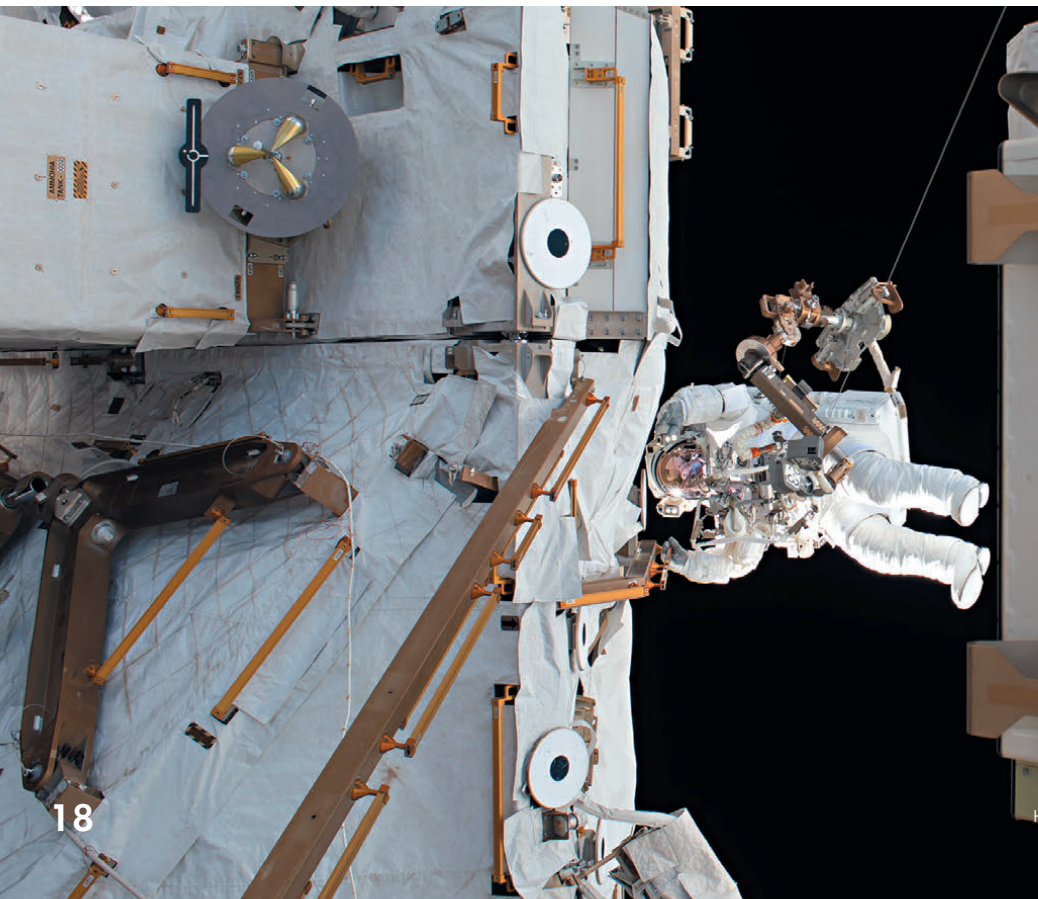
За это время Шейн успел сходить на внешнюю платформу JEF модуля Kibo для

замены двух телекамер: одной на запястном шарнире манипулятора JEM RMS и одной – на передней части платформы JEF. Нет-нет, сами камеры были исправны, но у первой из них вышли из строя два светильника, а у второй – один светильник. Поскольку сменить светильник на камере, будучи снаружи, не представляется возможным, то меняется сразу вся сборка камера/светильник.

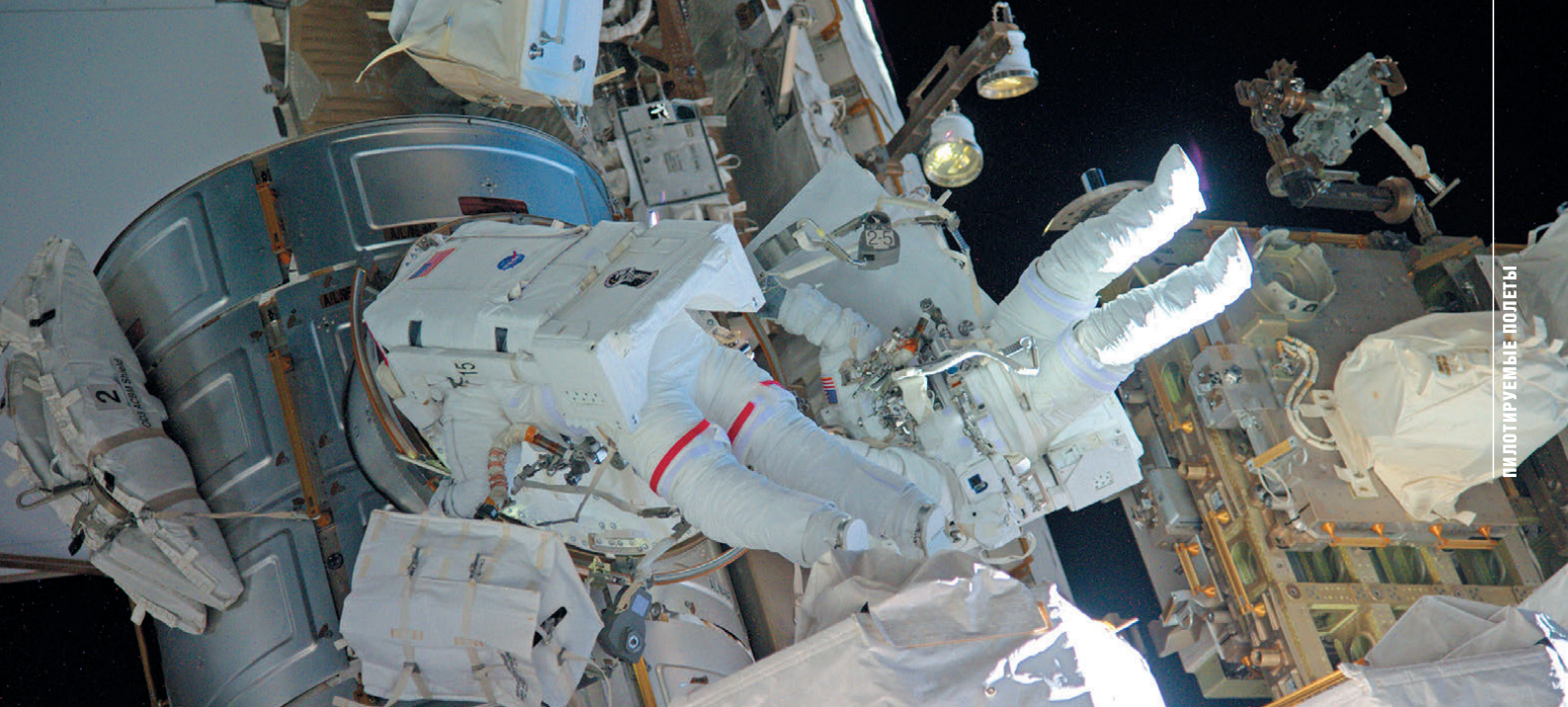
После замены «Земля» убедилась в работоспособности установленного оборудования, а Кимброу возвратил неисправные сборки в модуль Quest. Позже на них заметят отказавшие светильники.

За оставшееся время американец успел выполнить дополнительную задачу выхода: сменил светильник на секции S1, предназначенный для освещения тележек СЕТА, которые перемещаются вместе с мобильным транспортом по американской поперечной ферме.

В 17:58 с началом наддува шлюзовой камеры модуля Quest выход завершился, продолжавшись 6 час 34 мин. Столько и планировалось.







Второй выход под обозначением EVA-41 был выполнен **30 марта**. В нем участвовали Шейн Кимброу и Пегги Уитсон, которые использовали скафандры EMU № 3008 и № 3006.

В задачи выхода вошли:

- ❖ замена компьютера MDM EXT-1 на модернизированный EPIC MDM EXT-1 на секции S0;
- ❖ стыковка кабелей между гермоадаптером PMA-3 и модулем Harmony;
- ❖ снятие теплозащитной крышки со стыковочного узла и монтаж теплозащитных покрытий на гермоадаптере PMA-3;
- ❖ установка теплозащитных чехлов на левом стыковочном узле модуля Tranquility.

Выход начался в 11:29. Он был восьмым в карьере Уитсон – и по этому показателю она стала рекордсменкой среди женщин, обогнав Суниту Уилльямс с семью выходами.

Как и в прошлом выходе, Шейн сначала отправился на секцию S0 для замены компьютера MDM EXT-1 на модернизированный EPIC MDM EXT-1. Но это легко сказать, а вот сама операция не обошлась без трудностей. Сначала астронавту никак не удавалось выкрутить болты на старом компьютере, потом долго не получалось установить новый.

Тем временем Пегги добралась до гермоадаптера PMA-3, который 26 марта был перенесен на верхний узел модуля Harmony. Она состыковала два кабеля для обеспечения подачи питания и передачи данных с модуля Harmony на нагреватели в гермоадаптере. Правда, ей пришлось буквально затенять своим скафандром крышки разъемов кабелей, которые нагрелись на Солнце, дабы они остыли...

Затем Уитсон сняла теплозащитную крышку со стыковочного узла на PMA-3 и при содействии подошедшего Кимброу не без проблем свернула и уложила ее в сумку. Теперь данный узел готов к установке стыковочного адаптера IDA-3 для приема пилотируемых кораблей. Правда, привезет его грузовик Dragon (полет SpX-14) аж в начале 2018 г...

В 15:53 Пегги побила рекорд Суниты Уилльямс и по суммарной длительности выходов среди женщин (50 час 40 мин). Правда, до рекорда Анатолия Соловьёва (78 час 46 мин) ей еще далеко...

Кимброу и Уитсон занесли сумку с крышкой в модуль Quest. Кто бы знал, что через

некоторое время ее снова придется доставать из шлюза... Астронавты захватили укладку №1 снаружи «Квеста», вытасченную в выходе 6 января, и перешли на модуль Tranquility. Там их уже ждала аналогичная укладка №2, принесенная в выходе 13 января (НК №3, 2017, с.15-16). В этих укладках находились четыре теплозащитных чехла для покрытия ими освободившегося от гермоадаптера PMA-3 левого стыковочного узла модуля Tranquility.

Зачем потребовалось прикрывать чехлами узел? На боковых узлах пристыковки СВМ на модулях есть четыре раскрывающихся «лепестка», которые обеспечивают тепло- и микрометеороидную защиту механизмов узла. Но левый узел пристыковки на модуле Tranquility на самом деле не боковой, а осевой и поэтому не имеет такой защиты. Так что функцию «лепестков» возьмут на себя эти четыре чехла.

С монтажом трех теплозащитных чехлов у тандема проблем не возникло, а вот четвертый чехол, каким-то образом оказавшийся не пристегнутым к фалу, уплыл от Шейна...

– Пегги, у меня нет чехла, – удивленно сказал Кимброу.

– Что?

– Да, у меня нет чехла.

– Где он? Ах, он находится прямо возле радиатора. Он плывет сверху станции, возможно, [со скоростью] полфута в секунду (15 см/с. – А.К.) и проходит вроде бы прямо над радиатором...

Поскольку запасных чехлов не было, то специалисты ЦУП-Х оперативно предложили использовать для покрытия оставшейся открытой четверти узла... теплозащитную крышку, недавно снятую с гермоадаптера PMA-3. Сказано – сделано. Астронавты сходили в модуль Quest за сумкой с крышкой, отнесли ее на модуль Tranquility, вытащили крышку и установили ее на узел. Таким образом, левый узел модуля Tranquility будет в целости и сохранности для монтажа на него в 2019 г. коммерческой шлюзовой камеры (НК №4, 2017, с.8).

Шейн и Пегги опять забежали в «Квест» за тремя теплозащитными покрытиями, которые они затем установили у основания гермоадаптера PMA-3.

На этом основные задачи выхода были выполнены. В качестве дополнительной задачи «Земля» попросила тандем сфотографировать и почистить механизм пристыковки на нижнем узле модуля Harmony, куда присоединяют грузовые корабли Dragon и HTV. Дело в том, что на уплотнениях, обеспечивающих герметичность, были обнаружены загрязнения. В итоге с использованием скребка их удалось убрать в загадочном месте №4, а вот в месте №38 не получилось.

При возвращении в модуль Quest у Уитсон со шлема скафандра слетел левый светильник, повиснув на проводах... На помощь подоспел Кимброу, который аккуратно отсоединил провода и положил соскочивший светильник в сумку.

– Спасибо вам, ребята, вы сделали потрясающую работу. Вы столкнулись с проблемой и придумали замечательный план, – поблагодарил «проштрафившийся» Шейн специалистов ЦУП-Х. – Нам действительно понравилось работать с вами, ребята. Это честь быть частью команды. Спасибо всем.

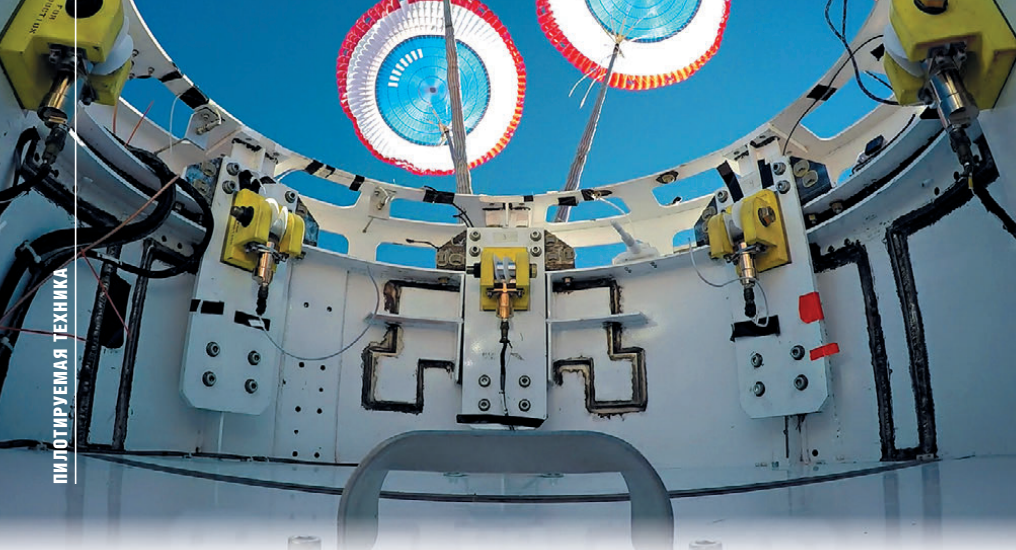
– Шейн, спасибо тебе за эти слова, – ответила капком и астронавт Анна МакКлейн. – Мы, естественно, ценим работу, которую вы оба сделали за последние несколько часов, и ваши навыки в решении проблем – для того, чтобы выполнить задачу.

Выход закончился в 18:33 и продолжался 7 час 04 мин. За шесть выходов Кимброу набрал в сумме 39 час ровно, а Уитсон за восемь – 53 час 20 мин. Это был 388-й выход в мире и 242-й в американских скафандрах.

Следующий выход, 200-й по программе МКС, планировался на 6 апреля с участием Пегги Уитсон и Тома Песке. Однако – из-за отсрочки запуска грузового корабля Cygnus (полет OA-7) с марта на апрель – он перенесен на 12 мая. И связано это с тем, что грузовик должен привезти необходимое оборудование для данного выхода, в частности кабель для тестирования магнитного спектрометра AMS-02 и новый контроллер ExPCA для внешней платформы ELC-4.

Как следствие, вместо Песке в выходе будет участвовать новичок Джек Фишер, прилетающий на МКС 20 апреля вместе с Фёдором Юрчихиным в пилотируемом корабле «Союз МС-04».





## Испытания «Старлайнера»

**И. Афанасьев.**  
**«Новости космонавтики»**

**10** марта компания Boeing отчиталась об испытаниях парашютной системы посадки корабля CST-100 Starliner, разработка которого ведется в рамках коммерческой пилотируемой программы ССР (Commercial Crew Program) для NASA.

Во время февральского теста макет командного модуля корабля был поднят гелиевым воздушным шаром компании Near Space Corp. на высоту около 40 000 футов (12 200 м), а затем сброшен над ракетным полигоном Уайт-Сэндз, находящимся по соседству с Космопортом Америка.

Нетрадиционный способ подъема аппарата требует пояснения. Boeing не смог поместить макет командного модуля корабля в грузовой отсек транспортных самолетов C-130 или C-17 и был вынужден вместо этого использовать воздушный шар объемом 37 000 м<sup>3</sup>, который способен поднять капсулу на нужную высоту.

Испытания прошли успешно. Макет, сброшенный с воздушного шара, раскрыл два тормозных парашюта на высоте 8500 м для стабилизации аппарата, затем вытяжные парашюты на уровне 3700 м. Основные парашюты были выпущены на высоте 2400 м, а на 1400 м отделен лобовой теплозащитный экран. Вскоре макет командного модуля совершил мягкую посадку.

▼ Подъем макета CST-100 на высоту сброса



«Завершение этой тестовой кампании приблизит Boeing и NASA к запуску астронавтов на американском корабле и благополучному возвращению их домой», – полагает Марк Бизак (Mark Biesack), ведущий специалист по системам кораблей в рамках ССР.

Проект корабля CST-100 Starliner рассматривался на последнем заседании Консультативного комитета NASA по аэрокосмической безопасности ASAP (Aerospace Safety Advisory Panel), где упоминались парашютные тесты, ставшие важным этапом программы.

«ASAP со вниманием ждет демонстрационного полета компании Boeing в августе 2018 г. Уже пройдены многие важные этапы программы. Boeing успешно выполнил бросковые тесты с парашютом, но еще много предстоит [сделать]. Команда Boeing только что провела защиту технического проекта CDR (Critical Design Review) своего аварийно-спасательного скафандра». Новый скафандр для корабля Starliner, создаваемый Boeing в содружестве с фирмой David Clark, был продемонстрирован публике 25 января.

Как обычно, ASAP обратил внимание на текущие проблемы, связанные с безопасностью. Проект не смог их избежать. «Во время сессии было тщательно обсуждено испытание теплозащитных экранов. Команда Boeing стремится улучшить их характеристики, – сообщает в протоколе. – ASAP также рассмотрел разделительное кольцо SureSep, которое имело проблемы с самого начала разработки. Boeing добивается прогресса в обеспечении надежности этого компонента, являющегося критичной точкой единичного отказа».

Надежность парашютной системы – один из важнейших факторов безопасности космического полета. Но не единственный. Консультативная группа ASAP указала на необходимость сертификации в отношении основного элемента для запуска корабля в космос, а именно двигателя РД-180, установленного на ракете Atlas V Объединенного пускового альянса ULA (United Launch Alliance).

ASAP присвоила выбору носителя корабля Starliner статус «наиболее рискованной проблемы». Хотя эта ракета и является одним из самых надежных космических носителей в мире\*, по мнению специалистов по безопасности, существуют сложности с документацией и сертификацией, поскольку РД-180 спроектирован и производится за пределами США\*\*.

«Один из главных рисков Boeing – сертификация РД-180. Двигатель имеет долгую историю, но получить детальную информацию о его конструкции для сертификации было сложно, – добавили представители ASAP. – Команда Boeing разрабатывает подход, который основан на долгой истории успешного использования двигателя в сочетании с информацией, которую она может получить».

Вероятно, кроме техники, в данный вопрос вмешивается и политика. Учитывая давление со стороны кругов, доказывающих необходимость отказа от «российской зависимости», альянс ULA заключил контракт с компанией Blue Origin на разработку и создание нового двигателя BE-4 для установки на носитель следующего поколения Vulcan. Тем не менее первые пуски корабля CST-100 Starliner будут производиться с помощью ракеты Atlas V с двигателем РД-180.

Не так давно Starliner оказался в центре внимания публики благодаря «Вечернему шоу со Стивеном Кольбером» (The Late Show with Stephen Colbert) на канале CBS. Известный телеведущий-сатирик посетил Космический центр имени Кеннеди, где пообщался с бывшим астронавтом NASA Крисом Фергюсоном (Chris Ferguson), ныне руководителем группы Starliner в отделении Crew и Mission Systems компании Boeing, посидел внутри кабины CST-100 и даже примерил новый боинговский аварийно-спасательный скафандр, в который будут облачены астронавты во время полетов к МКС.

Starliner пока отстает от своего «приятеля» – конкурента по программе ССР – корабля Dragon 2 компании SpaceX, с точки зрения соблюдения графика и выполнения этапов программы. И все же прогресс налицо, и команда разработчиков постепенно преодолевает одну веху графика за другой.

В конце марта представители Объединенного пускового альянса ULA провели на станции ВВС «Мыс Канаверал» испытание системы аварийного покидания стартового комплекса EES (Emergency Egress System), разработанной в рамках проекта CST-100 Starliner в качестве средства быстрой эвакуации корабля и наземного персонала в случае «аномалии» на старте.

«ULA уделяет исключительное внимание безопасности экипажей, которых мы будем отправлять в космос. И хотя мы надеемся никогда не использовать эту систему, мы с радостью сообщаем о полной готовности системы экстренного покидания, – заявил Гари Вентц (Gary Wentz), вице-президент ULA по пилотируемым и коммерческим услугам (Human & Commercial Services). – Благодаря нашему партнерству с компанией Terra-Nova, занимающейся системами канатного спуска для зон отдыха, был разработан и изготовлен модифицированный продукт, отвечающий нашим потребностям и снижающий затраты на запуск при сохранении надежности и безопасности».

\* Atlas V стартовал более 70 раз практически со 100-процентной надежностью при выполнении задач миссии.

\*\* Двигатель поставляется RD AMROSS, совместным предприятием компаний Pratt & Whitney (Уэст-Палм-Бич, штат Флорида) и НПО «Энергомаш» (Химки, Россия), но физически производится и испытывается в России.





▲ «Кресла» системы EES

Terra-Nova LLC (производитель системы ZipRider\*) предложила разработанную на коммерческой основе систему EES на базе своих запатентованных конструкций, а ULA легко адаптировал ее к своим конкретным потребностям.

Система EES включает тросы, закрепленные на 12-м уровне «башни доступа экипажа» CAT (Crew Access Tower) на высоте 172 фута (52.4 м) над площадкой пускового комплекса SLC-41 станции ВВС «Мыс Канаверал», с которой будет стартовать носитель Atlas V с кораблем CST-100 Starliner. В случае возникновения нештатной ситуации во время подготовки к пуску EES позволит быстро эвакуировать 20 человек наземного персонала и астронавтов с вершины башни CAT в «зону приземления» на расстоянии более 400 м от ракеты-носителя.

Каждый спасаемый с помощью системы EES всего за 30 сек разгоняется до 60–70 км/ч, контролируя скорость спуска рукоятками, и сможет плавно «приземлиться» в посадочной зоне. Внизу на каждом канате имеется 9-метровая пружина, позволяющая замедлить падение человека в «люльке», даже если он забудет затормозить сам. Terra-Nova смонтирует аналогичную систему к северу от CAT для тренировки специалистов перед сдачей EES в эксплуатацию.

«Безопасность экипажа имеет первостепенное значение, и система аварийного покидания ULA видится эффективным, но простым средством, адаптированным к другим коммерческим приложениям, – говорит Крис Фергюсон. – Мы с нетерпением ожидаем полетов в космос в следующем году, будучи уверенными, что для защиты экипажа и наземного персонала приняты все меры».

Напомним: CST-100 Starliner сможет доставлять на орбиту сразу семь человек с попутным грузом, не превышающим 100 кг. NASA планирует использовать корабль для доставки до четырех человек экипажа на МКС, а на оставшемся месте разместят грузы. Максимальный срок непрерывного пребывания CST-100 на станции не превысит полгода. Starliner рассчитан на многократное (до 10 раз) использование.

Разработка корабля началась в 2010 г., а испытания различных систем осуществля-

ются с 2011 г. Тогда Boeing провел первые испытания посадочной «воздушной подушки», а годом позже сбросил массогабаритный макет CST-100 с высоты 3000 метров, чтобы проверить работу основных парашютов.

Изначально планировалось, что полеты кораблей по программе CCR начнутся через пять лет после начала разработки, но этим оптимистичным планам не суждено было сбыться. Сейчас обе компании намерены начать полеты в 2018 г., а регулярную эксплуатацию – с 2019 г. По состоянию на март 2017 г. первый беспилотный полет CST-100, обозначенный как Voe-OFT (Orbital Flight Test), должен состояться летом 2018 г. Следом за ним, в августе, будет выполнен и первый пилотируемый полет Voe-CFT (Crew Flight Test) к МКС продолжительностью две недели, в течение которых корабль должен подтвердить годность к эксплуатационным (с ограничениями) пилотируемыми коммерческими полетам.

Основной причиной сдвига сроков считается недофинансирование: в 2010–2015 гг. на программу разработки коммерческих пилотируемых кораблей CCDev (Commercial Crew Development) Конгресс выделил NASA лишь 2.8 млрд \$ вместо запрошенных 3.9 млрд \$. Для сравнения: за тот же период времени на корабль MPCV Orion, который создает компания Lockheed Martin по заказу NASA, было потрачено 7.6 млрд \$. Разработка «Ориона» началась еще в 2006 г., а его первый полет с людьми на борту ожидается не раньше 2019–2020 гг. по изучаемому сейчас предложению, либо в 2022–2023 гг. – по основному плану NASA. По оценкам Счетной палаты GAO (Government Accountability Office), общий бюджет проекта достигнет 11.3 млрд \$, в то время как программа CCDev к моменту завершения обойдется в 6.8 млрд \$.

В начале февраля в газете Wall Street Journal был опубликован вызвавший много разговоров черновой вариант отчета GAO о достигнутых результатах программы CCDev. Ревизоры высказали сомнения, что эксплуатацию частных кораблей удастся начать в

Первый полет конкурирующего корабля Dragon 2 (Crew Dragon) запланирован на ноябрь 2017 г. и будет проходить в автоматическом режиме. С экипажем новый корабль отправится к МКС в мае 2018 г.

2019 г., при том что NASA не стало продлевать контракт с Роскосмосом на доставку астронавтов на МКС после 2018 г. В докладе отмечается, что Boeing до сих пор не подтвердил решение проблемы с повышенными аэродинамическими нагрузками, а также выражается обеспокоенность в связи с постоянно идущей модернизацией ракеты Falcon 9, трещинами в лопатках турбонасоса двигателей Merlin-1D и намерением SpaceX проводить заправку ракеты с астронавтами, уже находящимися на борту корабля.

«Программа CCDev отягощена тем риском, что оба подрядчика могут столкнуться с дополнительными задержками в графиках работ, и собственный анализ указывает на то, что сертификация кораблей может сместиться на 2019 год», – говорится в отчете GAO.

В последующие после публикации отчета GAO дни SpaceX и Boeing независимо друг от друга прокомментировали этот документ. 17 февраля, выступая на мероприятии в Техническом комплексе по обслуживанию CST-100 Starliner на мысе Канаверал, представитель Boeing выразил уверенность, что корабли начнут летать с астронавтами на борту уже в 2018 г. По словам вице-президента и директора программы разработки коммерческого транспорта в Boeing Джона Малхолланда (John Malhollland), график работ по кораблю Starliner, конечно, подразумевает определенные риски, но и обладает резервом времени. Сейчас Boeing занимается квалификацией необходимых компонентов и ведет постройку первой серии аппаратов для испытаний.

Изделие для статических испытаний было доставлено на тестовый комплекс компании Boeing в Хантингтон-Бич в конце 2016 г. для прохождения расширенной серии проверок. Еще три аппарата находятся на различных стадиях сборки. Корабль с заводским номером 1 (Spacecraft 1) собирается и испытывается командой Boeing в Космическом центре имени Кеннеди. Он будет использован для испытания системы аварийного спасения на стартовой площадке на полигоне Уайт-Сэндз в начале 2018 г. Корабль №2 пройдет серию климатических тестов в Эль-Сегундо в Калифорнии, после чего будет доставлен во Флориду для подготовки к первому пилотируемому полету в августе 2018 г. Активная постройка корабля №3 для первого беспилотного полета в июне 2018 г. начнется весной этого года.



\* Система скоростного спуска по стальному канату с отрывом от земли (по воздуху) с использованием сил гравитации с помощью специального устройства с блоками и подвесными «люльками». Широко применяется как аттракцион в парках развлечений для получения острых ощущений.





# ВОСЬМОЙ INTRUDER

1 марта 2017 г. в 09:49:51 PST (17:49:51 UTC) со стартового комплекса SLC-3E Базы ВВС США Ванденберг в Калифорнии боевым расчетом компании United Launch Alliance при участии военнослужащих 4-й эскадрильи космических запусков 30-го космического крыла ВВС США был произведен пуск PH Atlas V в варианте 401 с бортовым номером AV-068 и полетным заданием NRO L-79. Выведение прошло успешно: на орбиту были доставлены очередные два КА радиотехнической разведки типа INTRUDER.

Это был 70-й пуск PH Atlas V, в том числе 35-й в легкой конфигурации 401 со стартовой массой около 338 т – без стартовых ускорителей и с 4-метровым обтекателем. На первой ступени использовался российский двигатель РД-180 № 79Т, на второй – американский RL10С-1.

Носитель был доставлен на Ванденберг в сентябре 2016 г. в расчете на старт 1 декабря, однако предыдущий пуск с КА WorldView 4 задержался из-за сильнейших лесных пожаров с 18 сентября до 11 ноября, и, как следствие, пуск NRO L-79 также пришлось отложить – на 26 января 2017 г. Кстати, он был посвящен памяти Райана Ослера (Ryan S. Osler), пожарного из округа Вентура, погибшего на боевом посту на Ванденберге осенью 2016 г.

10 января прошел пробный предстартовый отсчет с заправкой носителя компонентами топлива. Очевидно, в его ходе возникли замечания, из-за которых уже 16 января было объявлено об отсрочке старта из-за проблем с бустерным насосом второй ступени PH. Для проверки принятых мер «мокрым» пробным отсчетом провели еще раз.

Решение о пуске принимал командир 30-го крыла полковник Кристофер Мосс (J. Christopher Moss). Директором пуска был командир 4-й эскадрильи подполковник Эрик Зарыбниски (Eric Zarybnisky), пускающим (launch conductor) – Скотт Барни (Scott Barney).

9 февраля была официально названа новая дата старта – 1 марта. 15 февраля на ракету установили космическую головную часть. 23 февраля «Альянс» проинформировал, что старт состоится между 09:30 и 10:30 PST. 24 февраля пресс-служба 30-го космического крыла сообщила, что стартовое окно начнется в 09:49, а 27 февраля ULA назвал расчетное время старта – 09:50 PST. Новый пожар, вспыхнувший на Южной базе 25 февраля, подготовке и пуску не помешал.

В понедельник 27 февраля состоялся смотр летной готовности, и после отчета, прошедшего без каких-либо замечаний, 1 марта в расчетное время был произведен пуск. С началом подъема ракеты один из электрических разъемов наземных коммуникаций не отстыковался и был вырван ходом изделия. Тем не менее полет продолжился штатно, и через два с небольшим часа ULA объявил, что выведение прошло успешно.

## Поиск и интерпретация

Заказчиком пуска было Национальное разведывательное управление NRO (National Reconnaissance Office), созданное в 1962 г. для ведения спутниковой разведки. NRO использовала ракеты Atlas V в 14-й раз, вариант 401 – в седьмой, а обтекатель размера EPF (диаметр – 4.2 м, высота – 12.9 м) на нем – в четвертый.

По обычаю, космическая головная часть была украшена огромной наклейкой – с изображением богини Афины в полумаске совы и с Медузой на щите и с лозунгом *Victoriam per intelligentiam*, что, по мнению его авторов, означало «Победа посредством знания». Опубликовали также эмблему ракеты, выполненную в форме часового механизма с выделенным красным цветом и положением секундной стрелки числом IV. Вдоль ее края были вышиты наименования участников пуска: Центра ракетных и космических систем

Табл. 1. Начальные параметры орбит КА

Наименование	Номер	Межд. обозн.	Параметры начальной орбиты			
			i	Hr, км	Ha, км	P, мин
Головной КА («фрагмент»)	42065	2017-011B	63.46°	1011.1	1206.1	107.41
Замыкающий КА (USA-274)	42058	2017-011A	63.46°	1011.6	1206.2	107.42

SMC, 30-го космического крыла, NRO и ULA, а также два греческих слова Chronos и Kairos, означающих время как таковое и определенный момент времени.

Подобные изображения обычно служат пищей для самоназначенных экспертов – интерпретаторов задач пуска. В данном случае, однако, в геральдических изысканиях необходимости не было – все ракеты Atlas V варианта 401 с обтекателем EPF использовались для запусков парных аппаратов радиотехнической разведки, известных в среде аналитиков как NOSS-3, а у заказчика – как INTRUDER. Эта естественная версия нашла подтверждение 24 февраля, когда были объявлены закрытые районы для мореплавания и авиации под пуск в юго-восточном направлении: тем самым отсекалась возможность запуска неизвестного доселе КА оптико-электронной разведки на солнечно-синхронную орбиту.

27 февраля неформальный руководитель международной сети добровольцев – наблюдателей спутников Тед Молчан (Ted Molczan) спрогнозировал, что целью пуска является доставка пары спутников NOSS-3 на орбиту наклонением 63.4° и начальной высотой 1013×1200 км, и дал прогнозную начальную орбиту на основании результатов наблюдений в предыдущих случаях.

По итогам пуска в каталог Стратегического командования США были внесены основная КА USA-274 под номером **42058** и с международным обозначением **2017-011A** и объект 42065 (2017-011B), официально названный фрагментом USA-274, а в действительности являющийся вторым аппаратом пары. Верхняя ступень «Атласа» была сведена с орбиты и затоплена в южной части Ти-



хого океана к западу от Патагонии примерно через три часа после старта и в каталог не вносились.

Как всегда, ULA и NRO воздержались от объявления цели пуска и характеристик полезного груза. Орбитальные элементы ни на «космический аппарат» USA-274, ни на его «фрагмент» не выдавались. Однако в силу высокой предсказуемости начальной орбиты и уникальности внешних проявлений полезного груза (два объекта близкой яркости) наблюдатели из всемирной команды Теда Молчана обнаружили оба спутника и определили их орбиты еще до того, как второй из них был внесен в каталог.

Уже 2 марта в 04:18 UTC Ален Фиже в г. Гомец-ла-Вилль в районе Парижа заснял на фоне созвездия Кассиопеи прохождение обоих КА – более слабого (7<sup>m</sup>) впереди и более яркого (5<sup>m</sup>) позади, причем отклонение от прогнозного времени не превысило 4 секунд. На следующем витке их нашел великий британский наблюдатель Расселл Эберст. По результатам наблюдений за первые сутки, в которых также приняли участие Пол Камиллери, Лео Бархорст и Марко Лангбрук, последний рассчитал орбитальные параметры обоих объектов, соответствующие орбитам, приведенным в таблице 1.

К 5 марта Скотт Тилли и Сес Басса обнаружили радиосигналы S-диапазона от обоих КА – на частоте 2277.5 МГц от головного и 2222.5 МГц от замыкающего. Кроме того, 11 марта был обнаружен сигнал от хвостового КА на необычной для спутников этого типа частоте – 2214.5 МГц.

К 7 марта блеск обоих объектов заметно вырос – вероятно, за счет развертывания солнечных батарей или иных элементов конструкции. По одной из гипотез, эти элементы представляют собой большие панели для точного управления высотой полета, скоростью ее снижения и взаимным положением двух КА за счет слабого аэродинамического сопротивления верхней атмосферы.

Благоприятные условия наблюдений позволили на протяжении всего марта 2017 г. отслеживать маневры и взаимное перестроение двух КА. Через семь суток после старта они разошлись на максимальное расстояние порядка 200 км, после чего начали сближаться и к 20–21 марта были стабилизированы на расстоянии 50 км друг от друга. Все это происходило в форме постепенного и очень медленного снижения обоих КА – суммарно примерно на 1 км.

Текущая высота полета обоих КА примерно на 0.4 км ниже, чем у других спутников

системы, а период обращения на 0.01 мин короче. Очевидно, такое положение будет сохраняться до тех пор, пока новая пара не будет определенным образом синхронизирована с остальными. В предыдущих запусках на такую синхронизацию уходило до года.

### Состояние системы

Аппараты INTRUDER представляют третье поколение американской спутниковой системы многопозиционной радиотехнической разведки морских и, вероятно, наземных целей.

Спутники первого поколения, известные под наименованиями NOSS, WHITECLOUD и PARCAE, запускались в 1976–1987 гг. по три на ракетах семейства Atlas с дополнительными ступенями MSD. Им на смену пришли аппараты второго поколения с условным наименованием NOSS-2 значительно больших габаритов и масс, которые выводились на ракетах Titan IV по три совместно со спутником-ретранслятором TLD в 1990–1996 гг. Третье поколение представлено теперь восемью парами спутников INTRUDER (или NOSS-3), выводимыми на орбиту носителями семейства Atlas начиная с 2001 г.

Сопоставление таблицы пусков (табл. 2) и данных о бюджете NRO на 2013 ф.г., переданных гласности Э. Сноуденом (НК №10, 2013), показывает, что состоявшийся старт имеет обозначение INTRUDER 8 и является последним в серии. Финансирование пары запусков с обозначениями INTRUDER 11 и 12 было прекращено еще до наступления 2011 финансового года.

Сравнительно низкая орбита, высокая степень интереса наблюдателей к «тройкам» и «парам» спутников семейства NOSS и легкость опознания обеспечили исключительно плотное покрытие «любительскими» наблюдениями состояния

Табл. 2. Запуски КА радиотехнической разведки США третьего поколения

Дата и время старта, UTC	Носитель	Космодром	Пуск	КА	Наименование	Обозначения
08.09.2001, 15:25	Atlas IIAS	VAFB	MLV-10 (NROL-13)	USA-160	INTRUDER 1	26907 2001-040C 26905 2001-040A
02.12.2003, 10:04	Atlas IIAS	VAFB	MLV-14 (NROL-18)	USA-173	INTRUDER 2	28097 2003-054C 28095 2003-054A
03.02.2005, 07:41	Atlas IIIB	CCAFS	MLV-15 (NROL-23)	USA-181	INTRUDER 3	28537 2005-004A 28541 2005-004C
15.06.2007, 15:12	Atlas V 401 EPF	CCAFS	NROL-30R	USA-194	INTRUDER 4	31701 2007-027A 31708 2007-027C
15.04.2011, 04:24	Atlas V 411 EPF	VAFB	NROL-34	USA-229	INTRUDER 5	37391 2011-014B 37386 2011-014A
13.09.2012, 21:39	Atlas V 401 EPF	VAFB	NROL-36	USA-238	INTRUDER 6	38773 2012-048P 38758 2012-048A
08.10.2015, 12:49	Atlas V 401 EPF	VAFB	NROL-55	USA-264	INTRUDER 7	40964 2015-058A 40981 2015-058R
01.03.2017, 17:50	Atlas V 401 EPF	VAFB	NROL-79	USA-274	INTRUDER 8	42065 2017-011B 42058 2017-011A

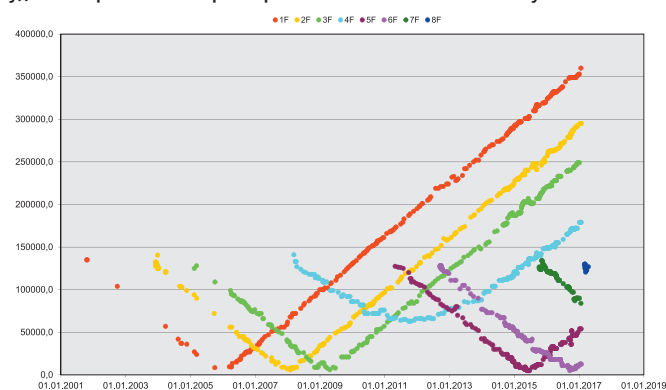
Примечание. В последних двух графах первым показан головной спутник пары, а вторым – замыкающий. Приведенные обозначения используются в каталоге, поддерживаемом сообществом наблюдателей, и могут не совпадать с идентификацией тех же объектов в каталоге СК США.

группировки на протяжении всех 17 лет ее существования. Как правило, спутники и ракетная ступень обнаруживались наблюдателями в течение нескольких часов, максимум пары суток после старта и уверенно сопровождалась в дальнейшем.

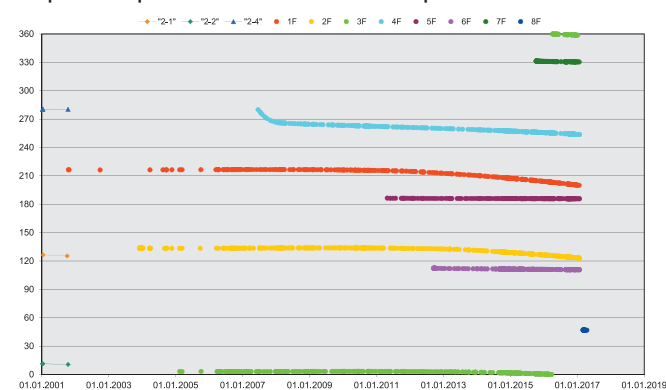
Несмотря на использование двух космодромов и четырех разных типов носителей (хотя и близких по характеристикам), все перечисленные в таблице пуски имеют общие черты.

Во-первых, запускается два КА, которые после этапа начального маневрирования начинают совершать полет строем друг за другом на расстоянии 40–55 км. Один из спутников официально регистрируется как полезная нагрузка, второй – как фрагмент, при том что оба они демонстрируют способность к маневрированию. Очень медленное (всего лишь около 0.1 км в год!) снижение средней высоты орбиты за счет атмосферно-

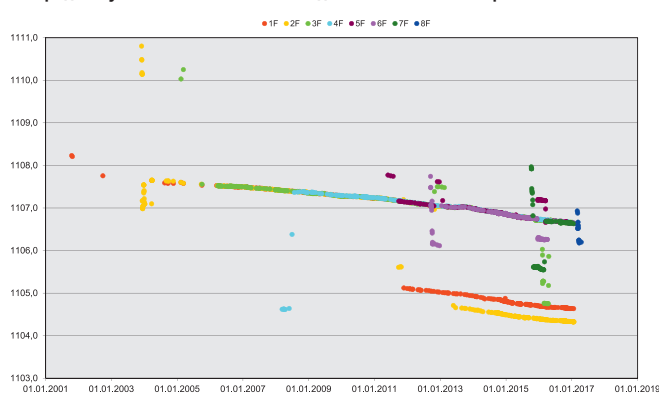
▼ Выбранное начальное значение эксцентриситета орбиты обеспечивает удовлетворительные параметры в течение 8–9 лет после запуска



▼ Распределение запущенных КА по орбитальным плоскостям, положения которых «заморожены» по состоянию на 1 января 2001 г.



▼ Средняя условная высота полета для головного КА пары







го торможения не компенсируется, и последующие пары занимают ту высоту, на которой в момент запуска работают предыдущие.

Во-вторых, начальная орбита КА имеет существенный эксцентриситет, порядка 0.013, что соответствует высотам около 1000 км в перигее и 1200 км в апогее. Начальный аргумент перигея составляет при этом  $180^\circ$ , то есть перигей совпадает с нисходящим узлом. Вследствие возмущений на протяжении примерно четырех лет перигей смещается к восходящему узлу, эксцентриситет уменьшается почти до нуля, и орбита становится круговой, а затем эксцентриситет вновь начинает расти, достигая исходной величины через 8–9 лет после старта. (Четвертую пару спутников из-за сбоя в работе 2-й ступени носителя не удалось вывести на «идеальную» начальную орбиту, и их орбитальное поведение несколько отличается от описанного.)

В-третьих, аппараты в паре разнотипны. Уже в первых двух запусках было замечено различие в блеске между головным (ведущим) аппаратом пары и замыкающим (ведомым), который существенно более ярк.

Весной 2015 г. в результате проведенной Е. В. Катковой и Д. В. Давыдовым обработки фотометрических наблюдений на многоканальном комплексе ММТ Казанского федерального университета в Архызе стало известно, что замыкающий спутник пары имеет элемент (вероятно, антенну), вращающийся с периодом 2.1 сек, что соответствует угловой скорости ровно 3 рад/с. Соответствующие данные получены для пусков от INTRUDER 3 до 8 включительно. Большой блеск и наличие вращающегося элемента дают основания классифицировать замыкающий КА как главный в паре.

Основываясь на различии между двумя КА пары и на аналогии с существующими авиационными системами разведки США, О. В. Король и А. В. Шушков высказали (НК № 7, 2004, с. 58–59) предположение, что так называемое «третье поколение NOSS» в действительности представляет собой систему радиотехнической разведки высокой точности, задачей которой является обнаружение, распознавание и определение в реальном масштабе времени трехмерных координат наземных, морских и авиационных радиоизлучающих объектов.

Они полагают, что головной, меньший по размерам, КА обеспечивает круговой всенаправленный прием излучений, а замыкающий, более крупный, осуществляет круговой всенаправленный и остронаправленный прием излучений, а также бортовую обработку данных, получаемых на обоих спутниках. При этом координаты объектов определяются как точки пересечения плоскости пеленга, поверхности равной разности доплеровского сигнала и поверхности равной временной задержки сигнала при приеме на двух КА, то есть путем сочетания угломерного, разностно-доплеровского и разностно-временного методов пеленгации.

Фотометрическими наблюдениями на ММТ выявлены небольшие, но устойчивые различия между спутниками четырех первых и четырех последних пар. Если в первых четырех пусках головные спутники демонстрируют средний приведенный блеск 4.39<sup>m</sup>, а замыкающие – 4.16<sup>m</sup>, то в последних четырех – 3.86<sup>m</sup> и 3.77<sup>m</sup> соответственно. Это указывает на различия в габаритах и/или конструкции КА, однако неизвестно, достаточны ли они для того, чтобы говорить о двух разных поколениях. История орбитального

построения системы не свидетельствует в пользу такого предположения.

Первые три старта были проведены в три орбитальные плоскости, восходящие узлы которых были распределены вдоль земного экватора относительно равномерно. Плоскость второй пары отстояла на  $83^\circ$  на запад от первой, а третья – на  $130^\circ$  от второй. При этом нельзя сказать, что спутники третьего поколения унаследовали структуру плоскостей второго сразу и полностью: для первой пары была выбрана новая плоскость, и только после этого пошли последовательные замены: вторая пара – в  $8^\circ$  от существующей NOSS-2 1, третья – в  $7^\circ$  от NOSS-2 2, а четвертую пару в 2007 г. запускали точно в плоскость NOSS-2 4, но за время незапланированного подъема высоты она «ушла» примерно на  $14^\circ$  и в дальнейшем продолжала медленно «ползти» к западу.

Неизвестно, было ли это запланировано изначально, но фактически пять последних пар образовали новую структуру из пяти относительно равномерно распределенных плоскостей. Если считать от плоскости INTRUDER 7, то восходящий узел 4-й пары лежит западнее на  $77^\circ$ , 5-й – еще на  $68^\circ$ , 6-й – еще на  $75^\circ$ , вновь запущенной 8-й – еще на  $64^\circ$ , и от него до узла 7-й остается еще  $76^\circ$ .

Начиная с пятого запуска синхронизация движения обеспечивается согласованным маневрированием не только вновь прибывшей пары спутников, но и аппаратов, выведенных на орбиту ранее. Так, после запуска пятой пары наблюдалось маневрирование спутников второй, а одновременно с шестой «танцевали» третья и пятая – но не четвертая, спутники которой израсходовали значительную часть запасов топлива на коррекцию ошибки выведения. Наконец, седьмой старт заставил маневрировать сразу три предыдущие пары, опять же кроме четвертой. Таким образом, взаимное движение пар оптимизируется тщательно и целенаправленно, но отнюдь не с целью идеального разнесения плоскостей.

Необходимо также отметить, что в октябре-ноябре 2011 г. прекратилось штатное использование спутников первой пары: головной КА снизился на 2.1 км относительно общей высоты, а замыкающий – на 0.3 км, так что расстояние между ними поддерживать перестало. Это произошло через полгода после запуска 5-й пары в плоскость, отстоящую на  $19^\circ$  от плоскости первой. Аналогично в мае 2013 г. сманеврировали спутники второй пары: головной снизился на 2.4 км, а замыкающий – на 0.2 км, и вновь это произошло примерно через пять месяцев после появления близких по положению узла спутников шестой пары. Седьмой запуск, однако, не повлек разрушения третьей пары, как можно было ожидать.

Хотя замыкающие КА двух «развалившихся» пар остались почти на такой же орбите, как и остальные спутники, фотометрия их на комплексе ММТ в 2015–2017 гг. не выявила колебаний блеска с характерным периодом 2.1 сек. К сожалению, неизвестно, предшествовало ли прекращение вращения предполагаемой антенны маневру увода и было ли оно условием для вывода пары из работы.





# «Тянькунь-1»: буреизвестник от CASIC

3 марта в 07:53 по пекинскому времени (2 марта в 23:53 UTC) из Центра космических запусков Цзюцюань был осуществлен первый пуск нового китайского твердотопливного носителя «Кайто-2», в результате которого малый экспериментальный спутник «Тянькунь-1» был успешно выведен на орбиту с параметрами:

- наклонение – 96.93°;
- минимальная высота – 397.5 км;
- максимальная высота – 419.8 км;
- период обращения – 92.53 мин.

В каталоге Стратегического командования США аппарат получил номер **42061** и международное обозначение **2017-012A**. Помимо его, в каталог внесли сразу верхнюю ступень ракеты-носителя с номером 42062 на орбите высотой 226.2×405.5 км, а спустя примерно три недели – фрагмент КА с номером 42077, который быстро снижается.

Пуск был произведен с той же площадки, что и четыре предыдущих старта твердотопливных носителей в период с ноября 2014 г. по январь 2017 г.

Носитель «Кайто-2» и спутник «Тянькунь-1» созданы на предприятиях Китайской корпорации космической науки и промышленности CASIC: за ракету отвечала ее 4-я исследовательская академия, а за КА – 2-я. Отмечается, что «Тянькунь-1» – первый спутник, полностью разработанный и изготовленный корпорацией CASIC по самостоятельному проекту.

Этот экспериментальный аппарат, как и третья после KZ и KZ-1A легкая ракета, – всего лишь первый шаг в реализации весьма обширных космических планов CASIC. Напомним вкратце ее историю и структуру – без этого трудно объяснить происхождение тех или иных проектов корпорации.

## Действующие лица и исполнители

Как известно, в 1993 г. просуществовавшее пять лет Министерство авиационной и космической промышленности КНР было ликвидировано, а входившие в ее состав предприятия ракетно-космической отрасли были объединены в составе Китайской генеральной корпорации космической промышленности.

1 июля 1999 г. ее разделили на две – Китайскую корпорацию космической науки и техники CASC и Китайскую корпорацию космической механики и электроники

CAMEC. Последняя в сентябре 2001 г. сменила имя на Китайскую корпорацию космической науки и промышленности CASIC (中国航天科工集团公司), которое носит и поныне. Сходство названий и несовершенство систем автоматического перевода приводит к постоянной путанице между CASC и CASIC.

В это время отрасль включала семь исследовательских академий и восемь производственных баз «третьей линии», построенных в период конфронтации КНР и СССР на максимальном удалении от побережья и северной границы страны. При разделе в состав CASC ушли 1-я, 5-я и 8-я академии, разрабатывавшие жидкостные ракеты-носители и космические аппараты, а в CAMEC были включены структуры, занимавшиеся в основном боевой тематикой – 2-я академия (системы ПВО и ПРО), 3-я академия (крылатые ракеты) и 7-я академия\* (наземная инфраструктура).

4-я академия, занимавшаяся созданием твердотопливных ракетных двигателей, была поделена, причем неожиданным образом: ее головное отделение в г. Сиань, проектировавшее, изготавливавшее и испытывающее маршевые РДТТ, вошло в состав CASC, а филиал в Хух-Хото во Внутренней Монголии, занимавшийся двигателями верхних ступеней и спутников, включили в состав CAMEC на правах новой 6-й академии.

Обретя независимость, обе корпорации вскоре принялись «затыкать дыры в нумерации», не обращая внимание на наследство, доставшееся соседу. Уже в 2001 г. CASC учредила в Сиане свою собственную 6-ю академию, сосредоточив в ней проектно-конструкторские, производственные и испытательные предприятия по жидкостным ракетным двигателям. Позднее эта корпорация обзавелась своей 7-й академией, а также 9-й и 11-й.

Корпорация CAMEC, уже ставшая CASIC, провела обширную реорганизацию в июле 2002 г. Тогда в ее составе была учреждена 1-я академия – официально Исследовательская академия по информационным технологиям – призванная разрабатывать малые спутники, спутниковые системы и приложения. Одновременно провели разукрупнение 2-й академии, которая, помимо зенитно-ракетных систем и тематики ПРО, в силу исторически сложившихся причин вела разработку твердотопливной баллистической ракеты для подводных лодок «Цзюйлан-1» (JL-1) и баллистической ракеты средней дальности «Дунфэн-21» (DF-21). Из ее состава выделили 4-ю академию, которой как раз и передали «непрофильные» разработки БРПЛ и ракет класса «поверхность–поверхность» большой дальности, а также твердотопливных ракет-носителей.

В 4-ю академию CASIC, вновь созданную в Пекине с 1 июля 2002 г. и известную



ЗАПУСК КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

также как Исследовательская академия технологии носителей (运载技术研究院), включили предприятия с солидной историей: 4-й департамент общего проектирования (四总体设计部, учрежден в августе 1965 г.), Пекинский институт техники управления и электроники (北京控制与电子技术研究所, февраль 1968 г.) и в качестве производственной базы – старейший в отрасли Нанкинский завод «Чэнгуан» (南京晨光厂), основанный еще в 1865 г. Тогда же, в июле 2002 г., было объявлено о его полной перестройке.

Самой ценной из доставшихся CASIC при разделе трех производственных баз была 066-я база в провинции Хубэй, преобразованная в 1993 г. в Китайскую корпорацию космической промышленности «Саньцзян» (中国三江航天工业集团公司). На ее заводах в городах Ухань, Юаньань и Сяогань выпускались мобильные пусковые установки, ракеты, приборы систем управления и т.п.

26 апреля 2007 г. в Ухане на базе корпорации «Саньцзян» была создана самостоятельная 9-я академия CASIC, она же – Хубэйская исследовательская академия космической техники (湖北航天技术研究院), с 9-м департаментом общего проектирования в качестве «мозгового центра».

Четыре года спустя, 30 декабря 2011 г., 4-я и 9-я академии объединились на базе последней. Номер и название, правда, были унаследованы от первой, но объединенная структура была теперь зарегистрирована не в Пекине, а в Ухане. Китайская космическая группа «Саньцзян» после объединения также включила в свой состав не только традиционные предприятия 066-й базы, но и объекты старой 4-й академии в Нанкине и Пекине – всего 32 подразделения стоимостью свыше 40 млрд юаней с 20 000 сотрудниками.

\* У каждой из них, помимо номера, было и официальное название, которое мы для экономии места не приводим.





## «Кайтожэ», «Куайчжоу» – и снова «Кайто»

К созданию первой в Китае твердотопливной ракеты-носителя корпорация CAMEC/CASIC приступила менее чем через год после своего образования.

26 мая 2000 г. в Пекине была образована компания «Космические твердотопливные ракеты-носители» (航天固体运载火箭有限公司, хантянь гути юньцзай хоцзын юсянь гунсы, в англоязычной версии Aerospace Solid Launch Vehicle Co. Ltd.) для разработки, изготовления и осуществления пусков легких РН на коммерческой основе. Ее учредителями стали сама корпорация и четыре подразделения, призванные выполнять основные работы по проекту, – Департамент общего проектирования 2-й академии, Пекинский институт техники управления и электроники, Нанкинская группа «Чэнгуан» и 6-я академия в Хух-Хото. Головная фирма отвечала за стратегическое планирование, управление проектом и маркетинг.

Носителю дали название «Кайтожэ-1» (开拓者一号, КТ-1, «Первопроходец»). Это была легкая ракета со стартовой массой всего 19,3 т и максимальной грузоподъемностью 100 кг на низкую орбиту, или 50 кг на солнечно-синхронную орбиту высотой 400 км. Две первые ступени диаметром 1,4 м заимствовали от БРСД DF-21, две верхние диаметром 1,0 м созданы 6-й академией специально для этого носителя. Интересной и редкой тогда особенностью РН была бесплатформенная инерциальная навигационная система. Разработчики обещали сократить время на подготовку к пуску всего до 12 часов вместо трех месяцев для жидкостных ракет семейства «Чанчжэн».

Как и было обещано, первый пуск КТ-1 состоялся в 2002 г., но уже после передачи проекта во вновь созданную 4-ю академию. Старт с космодрома Тайюань со спутником PS был выполнен 15 сентября (НК № 11, 2002) и закончился неудачей.

Погибший аппарат был разработан Компанией спутниковой техники «Хантянь Цинхуа» (航天清华卫星技术有限公司, Aerospace Tsinghua Satellite Technology Co. Ltd.), созданной 22 июня 2000 г. CAMEC и Университетом Цинхуа. Предыстория этого проекта включала совместное предприятие Университета Цинхуа и британской Суррейской лаборатории космической техники SSTL, результатом работы которого стал запуск 28 июня 2000 г. российским носителем «Космос-3М» спутника совместной разработки «Хантянь Цинхуа-1». Этот КА должен был стать прототипом китайских малых спутников наблюдения Земли с заявленной



▲ Ракета КТ-1 перед пуском 16 сентября 2003 г.

целью мониторинга районов стихийных бедствий. В ноябре 2001 г. Университет Цинхуа обнародовал планы создания спутников трех весовых категорий – 120, 50 и 10 кг.

Спутник PS2 запускался 16 сентября 2003 г. на второй КТ-1 по официально объявленному контракту. Он не вышел на орбиту, но летное испытание было объявлено успешным, поскольку удалось отработать систему управления, сброс обтекателя и отделение КА. Третий пуск был анонсирован на первую половину 2004 г., однако спутник был сдан заказчику лишь в сентябре 2004 г. и, вероятно, был запущен 9 июня 2005 г. на третьей КТ-1. По неофициальным данным, сигналы КА были приняты по завершении первого витка, однако немедленно после этого он зарылся в атмосферу и погиб. Единственный аппарат собственной разработки предприятия «Хантянь Цинхуа», которому довелось работать на орбите, – микроспутник «Насин-1» массой 25 кг – был выведен как попутный груз ракетой CZ-2С 18 апреля 2004 г.

К этому времени Компания спутниковой техники была включена в состав 1-й академии CASIC. Она пыталась продолжить свою деятельность путем создания спутниковой платформы CASIC-100, но не преуспела.



Аналогичная судьба постигла и «Космические твердотопливные ракеты-носители», которая юридически существует до настоящего времени. Макеты ее ракет демонстрировались на аэрокосмическом салоне в Чжухае в ноябре 2002 г. и на ряде последующих выставок. Помимо КТ-1, компания предлагала две более мощные модели – КТ-2 (в 2007 г. в Жуковском показывалась под именем КТ-1А) и КТ-2А (КТ-1В; НК № 3, 2008; № 10, 2009) – с максимальной грузоподъемностью 300 кг на полярную орбиту высотой 800 км. Декларировалась также возможность создания на базе КТ-1 носителя воздушного старта, однако ничего из перечисленного до пуска так и не дошло.

Предполагается, однако, что в этот же период и на той же технической основе была создана противоспутниковая система КТ-409, успешно испытанная в январе 2007 г.

(НК №3, 2007) и известная также под обозначением «Дуннин-1» (Dongning-1, DN-1).

25 сентября 2013 г. с космодрома Цзюцюань была успешно запущена новая твердотопливная ракета «Куайчжоу» (快舟, KZ), разработанная Китайской корпорацией космической науки и промышленности CASIC. Особенностью изделия была интеграция верхней ступени и космического аппарата, предназначенного для съемки Земли с низкой орбиты.

Пуск был приурочен к презентации соответствующего проекта на 64-м конгрессе Международной астронавтической федерации IAF в Пекине коллективом авторов, который возглавлял Лян Цицию (梁秋秋), директор 9-го департамента общего проектирования 4-й академии CASIC и главный конструктор РН «Куайчжоу». Позднее корпорация CASIC сообщила, что работы начались еще в 2004 г., а проект был утвержден в 2009 г. Таким образом, проработка данной РН стартовала в рамках автономной компании «Саньцзыан» и была санкционирована в период самостоятельного существования 9-й исследовательской академии. Иначе говоря, «Куайчжоу» и ее мобильная пусковая установка имела уханьские корни – в отличие от «Кайтожэ», задуманной пекинскими разработчиками.

Никакие параметры РН после запуска названы не были, а по единственной неофициальной фотографии изделия на старте, сделанной издали телеобъективом, можно было предположить, что все ступени выполнены в одном диаметре. Лишь после второго успешного пуска 21 ноября 2014 г. была опубликована фотография носителя в МИКЕ, позволившая определить диаметр двух нижних ступеней в 1,4 м, а верхних ступеней и обтекателя – в 1,2 м. Таким образом, прародителем и этого твердотопливного носителя могла быть ракета типа «Дунфэн-21» или являющаяся ее дальнейшим развитием ракета промежуточной дальности «Дунфэн-26».

Разработчик подчеркнул, что второй успешный пуск завершает программу летных испытаний комплекса и подтверждает обретение Китаем технологии «быстрого реагирования» в космосе, то есть быстрых запусков по запросу. И тогда же, в ноябре 2014 г., на салоне в Чжухае был официально представлен проект носителя «Фэйтянь-1» (FT-1, 飞天一号) для использования в качестве «системы экстренного космического реагирования» (Space Emergency Response System) с основной задачей обеспечения работ в районах стихийных бедствий. Сообщалось, что носитель со стартовой массой 30 т имеет три твердотопливные и самостоятельную четвертую жидкостную ступень, способную выполнять функции блока разведения, и обеспечивает доставку КА массой до 300 кг на низкую орбиту. Изделие длиной 19,4 м доставляется к месту старта в контейнере на автоприцепе и подготавливается к пуску в течение четырех часов.

Эксперты предположили, что FT-1 представляет собой коммерческую версию KZ, и не ошиблись. Этот же самый макет вновь демонстрировался в Чжухае в ноябре 2016 г., но уже с новым обозначением KZ-1А. А уже 9 января 2017 г. с Цзюцюаня успешно стартовал



空间应急体系  
Space Emergency Response System

## FT-1 固体运载火箭 FT-1 Solid Launch Vehicle

★FT-1固体运载火箭采用移动发射平台实施发射

★主要为国内外300kg级及以下小卫星提供发射服务

★具有入轨精度高、成本低、结构简单、机动灵活、快速发射、工作可靠、生产周期短等特点

FT-1 solid launch vehicle adopts mobile launch platform. It mainly offers launch service for domestic and international small satellite with 300kg level or below. It has the characteristics of high orbital injection precision, low cost, easy structure, high mobility, rapid launch, high reliability, short production cycle, etc.

вала твердотопливная ракета «Куайчжоу-1А» (KZ-1A, 快舟一号甲; НК №3, 2017). Носитель высотой 20 м состоял из трех твердотопливных ступеней (две диаметром 1.4 м, третья – 1.2 м) и жидкостной ступени доведения и разведения и использовал надкалиберный обтекатель диаметром 1.4 м. Стартовая масса ракеты составила 30 т при стартовой тяге 50 тс, заявленная грузоподъемность – 355 кг на низкую орбиту и 190 кг на солнечно-синхронную. Запуск проводился по коммерческому контракту.

Итак, в январе 2017 г. казалось, что новая линейка носителей «Куайчжоу», куда, помимо KZ и KZ-1A, входят более грузоподъемная KZ-11 и перспективная KZ-21, успешно «прописалась» как независимое средство выведения CASIC и сможет удовлетворить все ее потребности. И тем не менее уже 3 марта состоялся пуск еще одного твердотопливного носителя этой же корпорации с, казалось бы, прочно забытым именем «Кайто» и с характеристиками, близкими к параметрам KZ-1A!

▼ Ракета KZ-1A на старте



\* Такими же иероглифами записываются названия малого спутника и пикоспутника, выведенных на орбиту 20 сентября 2015 г. По-видимому, это не более чем совпадение, так как разработчиком спутников «Кайто» является компания из структуры CASIC.

О «Кайто-2» (КТ-2, 开拓二号)\* китайская пресса сообщила после пуска очень немного: твердотопливный носитель общего назначения разработан в 4-й исследовательской академии CASIC и обеспечивает выведение 350 кг на низкую орбиту и 250 кг на солнечно-синхронную высотой 700 км. Достоинствами новой РН назывались универсальность, высокая доля массы полезного груза, хорошая маневренность, быстрое время подготовки к пуску и незначительные ограничения по безопасности, а также экологическая чистота.

Нечеткие фотографии и видеозапись летящей ракеты показали изделие, отличное как от старой КТ-1 и ее нереализованных вариантов, так и от KZ-1A: единый диаметр всех ступеней, надкалиберный обтекатель и малое отношение длины к диаметру – приблизительно 11.7 против 14.2 у KZ-1A. К сожалению, на снимках нет никакой масштабной привязки, которая позволила бы надежно оценить диаметр и длину изделия.



Предположения некоторых экспертов, что в основу КТ-2 положена баллистическая ракета «Дунфэн-31» со ступенями диаметром 1.7 м, мы рассматриваем как чисто спекулятивные, тем более что последняя была создана конкурирующей корпорацией CASC. Заметим лишь, что при равной с KZ-1A массе полезного груза на низкую орбиту логично ожидать близкой стартовой массы, а следовательно, равного диаметра нижних ступеней.

Под пуск КТ-2 были заявлены два закрытых района, центры которых находились в 109 и 543 км от стартового комплекса. Таким образом, по дальности падения блоков ускорителей первой и второй ступени новый носитель отличается от «Куайчжоу», для которой были характерны расстояния 135 и 1160 км. Вопрос, является ли это лишь следствием большей массы верхних ступеней, или же изменились и величины топливных зарядов двух первых, остается открытым.

Сопоставить по этим параметрам КТ-2 с КТ-1 не представляется возможным – предупреждения за 2002–2003 гг. еще не публиковались в Сети, а места фактического падения ступеней КТ-1 неизвестны.

Основные параметры твердотопливных легких РН корпорации CASIC					
Носитель	КТ-1 (2002)	КТ-1А (проект)	КТ-2 (2017)	KZ-1A (2017)	KZ-11 (2017)
Стартовая масса, т	19.3	30	...	30	78
Стартовая тяга, тс	...	...	...	50	180
Длина, м	13.6	17	20?	20	...
Диаметр 1-й ступени, м	1.40	1.40	1.40?	1.40	2.20
Масса ПГ, кг:					
на низкую орбиту	100	...	350	360	1500
на ССО высотой 500 км	...	200	...	225	...
на ССО высотой 700 км	...	...	250	190	1000



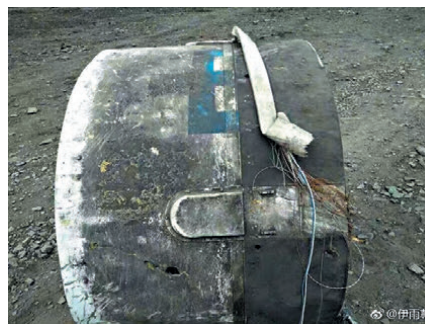
▲ Попытки сравнения КТ-2 с другими ракетами

Увод верхней ступени РН на более низкую орбиту после отделения спутника позволяет предположить, что она жидкостная, как и на KZ-1A.

Исходя из вышеизложенного, разумно предположить, что носитель КТ-2, как и его «однофамильцы» 15-летней давности, создан пекинской командой разработчиков в лице 4-го департамента общего проектирования объединенной 4-й академии CASIC. Очевидно, корпорация сочла необходимым не только сохранить в своем составе два центра создания твердотопливных РН, но и разрешить их внутреннюю конкуренцию вплоть до этапа летных испытаний. Не исключено также, что ракеты линии KZ-1A и КТ-2 созданы в расчете на разных заказчиков и будут эксплуатироваться параллельно.

Хотя старт КТ-2 в начале марта, явно приуроченный к ежегодным «двум сессиям» китайских законодателей, оказался

▼ В публикации на сайте [chinaspaceflight.com](http://chinaspaceflight.com) утверждается, что эти фрагменты РН КТ-2 были найдены на территории Гардзе-Тибетского автономного округа провинции Сычуань





неожиданным для космического сообщества, без заблаговременного и официального предупреждения не обошлось. Его сделал вице-президент CASIC Лю Шицюань (刘石泉) на Втором китайском форуме по коммерческим запускам в сентябре 2016 г., перечислив не одну и даже не две, а пять (!) систем выведения, находящихся в разработке. Впрочем, традиционными носителями являются только две из них – это уже знакомые нам «Куайчжоу» и «Кайто», а из трех оставшихся две можно смело отнести к категории экзотических средств:

- ◆ «Цяочжоу» («ловкий челн», 巧舟) – система запуска стратосферных аппаратов;

- ◆ «Юйчжоу» («легкий как перо челн», 羽舟) – электромагнитная система запуска («рейлган») с электрическим ракетным двигателем;

- ◆ «Цинчжоу» («легкий челн», 轻舟) – электромагнитная система запуска с жидкостным ракетным двигателем.

Проекты «Юйчжоу» и «Цинчжоу» предусматривают пока лишь проведение до 2020 г. экспериментов для подтверждения концепции, в то время как «Цяочжоу» планируется эксплуатировать начиная с 2018 г.

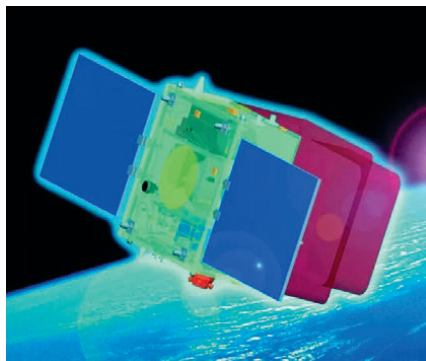
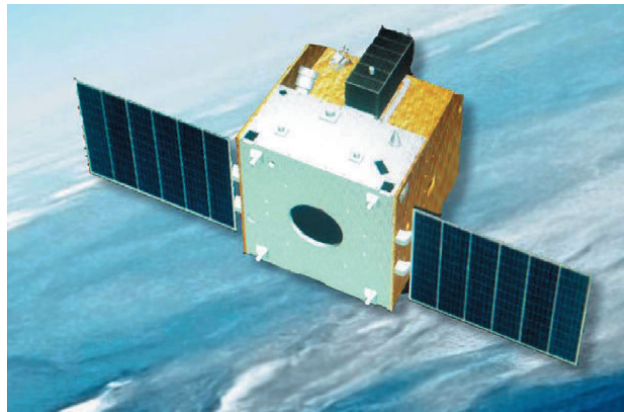
### Первый спутник из двухсот

«Тянькунь-1» (天鲲一号)\* – экспериментальный аппарат для отработки новых технологий. Основная цель запуска – тестирование технологий платформы малого спутника и проведение экспериментов по наблюдению и связи.

Вопреки официальному сообщению, «Тянькунь-1» не является первым спутником CASIC – вспомним хотя бы про три аварийных PS и про успешно запущенный «Насин-1». Более того, это справедливо не только в отношении работ первой половины 2000-х, но и совсем недавних: не далее как в январе на KZ-1A на орбиту был доставлен пикоспутник XY-S1 совместной разработки 9-го департамента CASIC и Северо-Западного политехнического университета в Сиане!

Верно, однако, что «Тянькунь-1» – это первый спутник, который создан во 2-й исследовательской академии CASIC и является оригинальной разработкой Отделения космических проектов 2-го департамента общего проектирования. По этому случаю 3 марта, в день запуска, перед журналистами выступила депутат Всекитайского собрания народных представителей, заместитель директора и секретарь партийного комитета 2-й академии Ма Цзе (马杰).

По опубликованной CASIC информации, создание КА началось в марте 2014 г. под руководством заместителя директора академии Сун Сяомина (宋晓明). Аппарат массой порядка 200 кг выполнен в виде параллелепипеда с двумя откидными солнечными батареями. Сообщается, что важную роль в проекте сыграл Харбинский технологический институт, где были спроектированы



механическая подсистема КА и конструкция солнечных батарей спутника.

Динамический звездный датчик нового поколения с матрицей большой площади и возможностью быстрой идентификации слабых объектов разработан в Институте оптоэлектронной техники Китайской АН в Чэнду и, как сообщила 8 марта «Сычуаньская ежедневная газета», с успехом был использован для точного определения ориентации спутника во время «больших маневров»\*\*. Инерциальные измерительные устройства для КА разработали в 7801-м институте компании «Хунань хантянь».

«Тянькунь-1» описывается как экспериментальное изделие на базе малой гибкой космической платформы с интегрированной системой управления и высокой функциональной плотностью. По словам Ма Цзе, спутник построен по модульному принципу и оснащен аппаратурой для наблюдения в видимом и инфракрасном диапазонах, измерений в микроволновом диапазоне, а также аппаратурой связи.

Ма Цзе сказала, в частности, что «Тянькунь-1» может использоваться для наблюдения объектов «космического мусора». Предназначенная для этого оптико-электронная камера создана в 25-м институте 2-й академии.

Успешный запуск и работа спутника «Тянькунь-1» позволит расширить спектр платформ общего назначения для китайских низкоорбитальных малых КА и рассматривается как существенный шаг в коммерциализации космических программ. На базе этой платформы впоследствии может быть создана многоспутниковая система оперативного получения, обработки и распределения видовой информации.

Однако, как заявил 3 марта вице-президент CASIC Вэй Инь (魏毅寅), в первую очередь «Тянькунь-1» послужит прототипом спутника системы «Хуньюнь» – одной из пяти перспективных коммерческих аэрокосмических систем, разрабатываемых корпорацией. Стоит напомнить, что запущенный 9 января кубсат XY-S1 является экспериментальным аппаратом в интересах другой системы – «Синьюнь».

Перечень разрабатываемых в CASIC систем был приведен все в том же сентябрьском докладе Лю Шицюаня. Все они имеют в своем названии слово «юнь» (облако), но не все основаны на применении спутников:

- ❖ «Хуньюнь» («Цветное облако», или «Радуга», 虹云) – группировка из 156 низкоорбитальных КА для глобальной широкополосной связи;

- ❖ «Синьюнь» («Плывущее облако», 行云) – группировка из 57 низкоорбитальных КА связи и ретрансляции для узкополосной связи и передачи коротких сообщений в зоне между 55° северной и южной широты;

- ❖ «Фэйюнь» («Летающее облако», 飞云) – региональная группировка высотных (20 км) долгоживущих (5 суток) БПЛА с аппаратурой для аварийной связи в районах бедствий и дистанционного зондирования;

- ❖ «Куайюнь» («Быстрое облако», 快云) – аэрокосмические платформы, запускаемые в стратосферу для организации местной информационной среды;

- ❖ «Тэньюнь» («Стремительное облако», 腾云) – разработка к 2030 г. двухступенчатой воздушно-космической системы, включая аэрокосмический самолет с комбинированной двигательной установкой, и всех необходимых технологий.

Проект «Хуньюнь», ставший развитием ранее предложенного плана «Фусин», предусматривает создание глобальной широкополосной системы связи с использованием 156 малых спутников на орбитах высотой 1000 км. Аппараты будут работать в Ka-диапазоне, обеспечивая пользователю в любой точке мира мобильный широкополосный интернет-доступ со скоростью до 40 Мбит/с. План развертывания группировки предусматривает запуск экспериментального спутника в 2017 г. и первых четырех оперативных спутников к 2019 г.; тогда же будут построены первые две наземные станции и продемонстрирована работа системы. Развертывание полной группировки планируется завершить: по оптимистичному сценарию – к 2021 г., по реалистичному – к окончанию 14-й пятилетки (2021–2025 гг.).

Как заявил в сентябре 2016 г. председатель Совета директоров CASIC Гао Хунвэй (高红卫), разработка и развертывание систем в рамках пяти перечисленных проектов займет более 10 лет и будет включать создание тысяч подпроектов и подсистем. Суммарные инвестиции оцениваются в 100 млрд юаней и такого же уровня ожидается доход.

Как раз под эти многоспутниковые проекты и строится новая национальная база ракетно-космической промышленности в Ухане (НК №3, 2017).

\* Первый иероглиф названия означает «небо», а второй является отсылкой к имени легендарной птицы-рыбы Куньлэн.

\*\* Речь может идти только о разворотах, так как никаких коррекций орбиты вплоть до 7 апреля спутник не проводил.



# На орбите – очередной страж

И. Афанасьев.

«Новости космонавтики»

**6** марта в 22:49:24 местного времени (7 марта в 01:49:24 UTC) со стартового комплекса ZLV Гвианского космического центра (ГКЦ) пусковой расчет компании Arianespace осуществил пуск легкой РН Vega (номер VV09) со спутником дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) Sentinel-2B в рамках общеевропейского проекта глобального мониторинга окружающей среды и безопасности «Коперник» (Copernicus).

Старт и полет носителя прошли штатно; менее чем через час КА был отделен от носителя на орбите с параметрами:

- наклонение – 98,56°;
- высота в перигее – 770,8 км;
- высота в апогее – 785,5 км;
- период обращения – 100,47 мин.

В каталоге Стратегического командования США спутник получил номер **42063** в каталоге Стратегического командования США и международное обозначение **2017-013A**.

## Пуск

Спутник прибыл в ГКЦ 6 января 2017 г. на самолете Ан-124 компании «Волга-Днепр» для прохождения предпусковых операций. Пуск планировался на 6 марта, и эту дату удалось выдержать.

Обратный отсчет начался за девять часов до старта. За три часа до расчетного времени пуска защитная мобильная башня обслуживания переместилась в стартовое положение.

Повторные проверки бортовых систем носителя начались в Т–2 час. Sentinel-2B переключился на питание от батареи, и все станции дали окончательное разрешение на включение автоматической циклограммы, набрав готовность в Т–4 мин. В рамках согласованной последовательности действий Vega перешла на бортовое питание, взяла на себя управление отсчетом времени, и последняя автоматизированная проверка показала, что все готово к зажиганию.

В момент Т=0 включился твердотопливный ракетный двигатель первой ступени, Vega оторвалась от Земли и устремилась в темное небо Гвианы. Через несколько секунд ракета выполнила программные развороты по тангажу и крену, обеспечившие выведение на солнечно-синхронную орбиту (ССО) с северным азимутом. Всего через полминуты Vega достигла скорости звука, а вскоре прошла зону максимального скоростного напора. Первая ступень работала 105 сек, разогнав носитель до скорости 1,8 км/с.

Разделение ступеней произошло в Т+115 сек. Сразу же включилась вторая ступень, за 77 сек обеспечив разгон ракеты почти до 4 км/с. После окончания работы второй ступени последовала баллистическая пауза длительностью около 30 сек.

Ступени разделились в Т+219 сек, а еще через 12 сек была запущена третья ступень. Она проработала почти две минуты и довела скорость почти до орбитальной – 7,61 км/с. Через пять секунд после завершения работы третьей ступени на высоте 130 км был сброшен головной обтекатель.

Третья ступень отделилась в Т+396 сек. Теперь за полет отвечала четвертая ступень – модуль управления и коррекции AVUM (Attitude Vernier Upper Module). Он двигался по баллистической траектории в течение двух минут, прежде был включен его двигатель и за семь минут двигатель сформировал промежуточную эллиптическую орбиту. Кроме того, модуль скомпенсировал ошибки, накопившиеся за время работы маршевых ступеней.

До апогея на высоте свыше 700 км AVUM двигался пассивно в течение 40 мин. В Т+55 мин вновь включился его двигатель, который проработал две минуты и обеспечил скругление орбиты. Отделение Sentinel-2B было подтверждено через 57 минут после старта.

Проверки вскоре после отделения показали, что спутник работоспособен и находится на расчетной орбите. После этого в течение трех дней проводились операции начального этапа орбитального полета. В период с 9 по 28 марта серией небольших маневров КА подняли до рабочей орбиты с условной средней высотой 789 км, на которой с июля 2015 г. работает аналогичный КА Sentinel-2A. График выдачи импульсов был выбран так, что за время их проведения спутники разошлись вдоль орбиты на 180°. Таким образом, спутники идут в противофазе по общей солнечно-синхронной орбите с местным временем прохождения нисходящего узла 10:30, аккуратно поддерживая как высоту, так и время узла за счет малых коррекций.

На рабочей орбите Sentinel-2B подвергнется многомесячной программе испытаний и калибровки целевой аппаратуры. После ее выполнения КА приступит к штатной работе в составе орбитальной группировки вместе с напарником, запущенным 23 июня 2015 г. (НК № 8, 2015).

Запуск стал третьей миссией, проведенной Arianespace в 2017 г. В этом году европейский пусковой провайдер планирует выйти на рекорд, выполнив еще дюжину запусков – семь с Ariane 5, три с Vega и два с «Союзом». Для легкого носителя Vega это был девятый пуск начиная с 2012 г.

## Система и спутник

Орбитальная группировка Sentinel является частью программы «Коперник» Европейской комиссии и ЕКА по наблюдению Земли, ранее известной как Глобальный мониторинг окружающей среды и безопасности GMES (Global Monitoring for Environment and Security). Проект стоимостью 6,7 млрд € служит для развертывания системы КА, спо-



собной собирать точные и своевременные данные наблюдения Земли.

Sentinel – космический сегмент системы «Коперник». Он состоит из шести типов полезных нагрузок, из которых часть установлена на специализированных спутниках ДЗЗ, а некоторые являются «гостевыми» полезными нагрузками на аппаратах других типов.

Радиолокационные спутники типа Sentinel-1 (НК № 6, 2014) обеспечивают круглосуточный и всепогодный сбор данных, оптические спутники Sentinel-2 заняты оперативной мультиспектральной съемкой. Первый аппарат Sentinel-3 (НК № 4, 2016), оснащенный детекторами видимого, инфракрасного и микроволнового диапазонов, собирает данные по морю и суше. «Гостевая» полезная нагрузка Sentinel-4 будет размещена на геостационарной орбите на КА Meteosat третьего поколения и станет собирать информацию об атмосфере в ультрафиолетовом спектре. Sentinel-5 – тоже «гостевая» ПН – будет летать на КА MetOp второго поколения на полярной орбите, получая спектрометрические данные в диапазоне от ультрафиолетового до инфракрасного. Наконец, спутник Sentinel-6 продолжит





сбор точных геодезических данных по уровню океана, начатый в миссиях Jason-2 и -3.

Наземный сегмент группировки Sentinel отвечает за контроль и управление спутниками, планирование деятельности КА (калибровка, техническое обслуживание и сбор данных), а также прием, обработку, распространение и архивирование полезных данных.

Четыре станции приема данных от полезных нагрузок спутников Sentinel были развернуты в Норвегии, Италии, Испании и на Аляске. Центр обработки и архивирования данных управляется Немецким аэрокосмическим центром DLR в Оберпфaffenхофене и компанией Astrium (Airbus Defence and Space) в Фарнборо, Великобритания. Центр работы миссии находится в Бресте (Франция), Центр управления данными полезной нагрузки, управляемый ЕКА, расположен в итальянском ESRIN, а служба определения точной орбиты – в GMV, Испания.

В ходе миссии будут выполняться регулярные съемки земной поверхности, включая крупные острова. Облетая Землю 14,3 раза в сутки, спутники Sentinel-2 собирают данные по всем сухопутным массивам, крупным островам, прибрежным районам и внутриземным водоемам в полосе между 56° южной и 84° северной широты.

Цикл повторения наземной трассы составляет 143 витка за 10 суток. Совместная работа двух КА Sentinel-2 позволит покрывать всю поверхность Земли за пять суток. Быстрый цикл повторного просмотра обеспечит возможность лучше изучить быстроменяющиеся явления.

Спутники-близнецы предоставят данные для оперативной генерации высокоуровневых продуктов, таких как карты растительного покрова и землепользования, уплотнения почвы, лесных массивов и геофизических изменений, включая индекс листовой поверхности, содержание хлорофилла листьев и содержание воды в листе для оценки растительности.

Данные Sentinel-2 применяются в мониторинге растительного покрова, сельскохозяйственных культур для обеспечения продовольственной безопасности, оценки растительной биомассы, в морском экологическом мониторинге в прибрежных зонах, в целях оценки качества внутренних вод, наблюдения за движением ледников и борьбы со стихийными бедствиями. Все информационные продукты свободно через веб-интерфейс предоставляются пользователям, которые могут обрабатывать и распространять их. Аппараты должны работать на орбите в течение по крайней мере 15 лет, что требует постоянного нахождения двух спутников в космосе и третьего на Земле в качестве «холодного резерва». Ожидается, что всего будут запущены четыре спутника Sentinel-2.

Контракт на разработку Sentinel-2A был заключен в апреле 2008 г. между ЕКА и EADS Astrium (теперь Airbus Defense and Space). Германское отделение фирмы занималось разработкой и производством спутниковой платформы, а также составило программу интеграции и тестирования спутников. Тулузский (Франция) филиал Astrium отвечал за полезную нагрузку, в то время как испанский филиал поставлял конструкцию спутника, уже интегрированную с системой обеспечения теплового режима. Контракт на Sentinel-2B был выдан компании Astrium в марте 2010 г.: он предусматривал постройку аппарата, идентичного Sentinel-2A.

Спутники Sentinel-2 изготавливаются компанией Airbus Defense and Space на базе платформы AstroBus-L и имеют стартовую массу 1140 кг и габариты 3.4×1.8×2.35 м. Аппарат состоит из платформы со стандартным адаптером в кормовой части и секции полезной нагрузки в переднем сегменте. Корпус платформы состоит из алюминиевой рамы и панелей с алюминиевым сотовым наполнителем, к которым крепится оборудование служебных подсистем.

Аппарат оснащен одним разворачиваемым крылом солнечной батареи (СБ), состоящим из трех панелей общей площадью 7.1 м<sup>2</sup>. СБ обеспечивают мощность 2300 Вт в начале срока службы (1700 Вт в конце миссии) за счет использования фотоэлементов из арсенида галлия с тройным переходом. Номинальное потребление энергии всеми системами – 1400 Вт. Для слежения за Солнцем служит механический привод с двухфазным шаговым двигателем, поворачивающий СБ на угол ±150°, и датчики слежения. Блок управления и распределения электропитания обеспечивает снабжение различных спутниковых систем через шину питания напряжением 28 В с защитой, а также контролирует состояние восьмизлементного литий-ионного аккумулятора емкостью 102 А·ч, который подает питание системам во время прохождения тени.

Sentinel-2 оснащен высокоточной системой управления ориентацией со звездным датчиком, состоящим из трех оптических головок, подключенных к одному электронному блоку. Головки используют технологию сенсора с активными пикселями (Active Pixel Sensor) для получения оптических изображений звездного неба. «Картинка» обрабатывается специальным бортовым алгоритмом, который формирует информацию в кватернионах для

бортового компьютера. Головки звездного датчика крепятся к пластине с терморегулируемым датчиком во избежание рассогласования в результате термических циклов.

Блок измерения угловых скоростей позволяет определять скорости разворота КА на этапе начального успокоения после отделения от носителя, позволяя звездному датчику и другим измерительным устройствам установить текущую ориентацию КА. Он также служит для получения заданной скорости разворота по рысканию для обеспечения правильного нацеливания спутника на Землю.

На КА установлено также инерциальное измерительное устройство ASTRIX 200 для детектирования углового положения с использованием четырех оптоволоконных гироскопов. Система массой 12.7 кг, состоящая из сенсорного и электронного блоков, обеспечивает измерения на частоте до 100 Гц при высокой стабильности до максимальной скорости вращения 15 °/с. В качестве резервных датчиков ориентации и в «безопасных режимах» используются трехкоординатный магнитометр и грубые датчики Земли и Солнца.

Система управления ориентацией состоит из четырех маховиков и трех магнитных исполнительных элементов. Три магнитных элемента с резервированными катушками используются для создания углового момента путем пропускания тока через катушки в присутствии магнитного поля Земли. Управление ими осуществляется по показаниям трехосного магнитометра. Магнитные катушки функционируют во время сбросов накопленного импульса маховиков и для контроля ориентации в «безопасном режиме».

Составная часть бортового радиоэлектронного оборудования – два двухканальных GPS-модуля, использующие навигационные сигналы L-диапазона для точного определения местоположения и отметки времени для маркировки данных с указанием времени и местоположения. Каждый датчик имеет антенну диаметром 200 мм и высотой 87 мм с оптимизированным многопутевым исполнением. Антенна крепится к блоку электроники размерами 300×240×104 мм и массой 2.8 кг.

Спутник оснащен двигательной установкой, включающей восемь двигателей, питаемых от центрального бака гидразина, расположенного в кормовой части КА. Бак размещен в цилиндрической проставке адаптера полезного груза. При необходимости двигатели служат для управления ориентацией, но их основная роль состоит в коррекции орбиты. Они работают посредством образования газа высокого давления, когда на нагретом металлическом слое катализатора разлагается гидразиновое однокомпонентное топливо. Каждый двигатель развивает тягу от 0.3 до 1 Н в зависимости от входного давления, которое может колебаться от 5.5 до 22 атм. Двигатель имеет массу 290 г и работает при номинальном массовом расходе 0.44 г/с и диапазоне удельного импульса от 200 до 223 сек. Он способен функционировать в импульсном и стационарном режимах с циклом жизни 59 000 импульсов. КА Sentinel-2 заправляется 120 кг топлива, достаточного для обеспечения работы КА в течение 12 лет.

Бортовой компьютер с процессором ERC32 PM является «сердцем» системы



управления данными, а фактически контролирует всю работу КА, включая обеспечение связи, прием и исполнение команд, формирование телеметрии, работу системы защиты от сбоев, управление полезной нагрузкой, прием и хранение данных от нее. Для внутренней передачи данных между спутниковыми системами используются шины данных типа 1553 и RS-422.

Бортовой радиокомплекс включает командно-телеметрический канал S-диапазона с пропускной способностью 64 кбит/с на борт и 2 Мбит/с на Землю, а также две линии передачи информации целевой аппаратуры в X-диапазоне по 280 Мбит/с каждая.

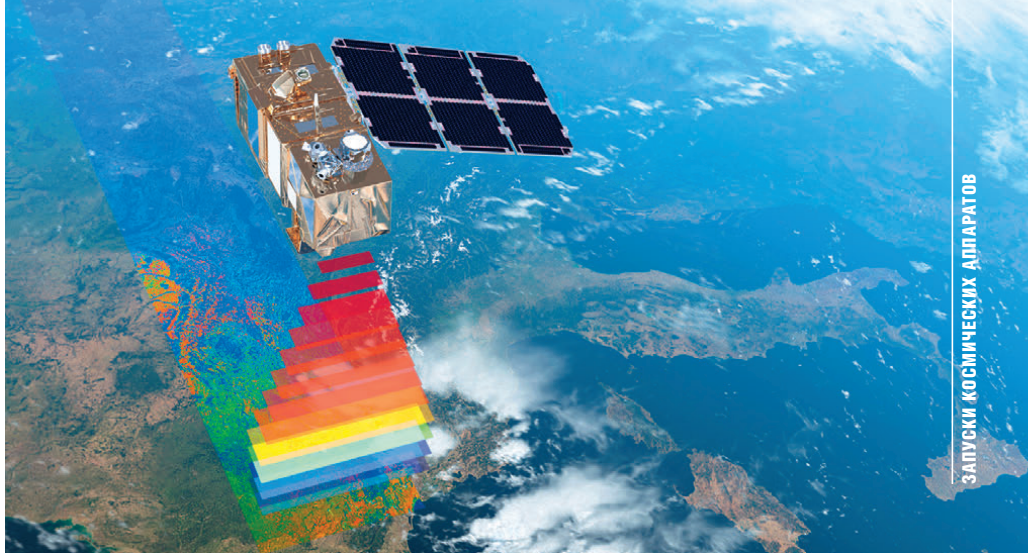
Аппараты типа Sentinel-2 также оснащены терминалами лазерной связи, функционирующими в рамках европейской системы ретрансляции данных EDRS через геостационарные спутники со скоростью до 1.8 Гбит/сек. Терминал состоит из 2.2-ваттного лазера и телескопа с 135-мм апертурой и передает данные на расстояние более 45 000 км. Лазер работает на длине волны 1064 нм и модулирует данные в оптическом пучке с помощью двоичной фазовой манипуляции BPSK (binary phase-shift keying). Терминал лазерной связи имеет массу около 50 кг и размеры 0.6×0.6×0.7 м.

Единственная целевая полезная нагрузка спутника – мультиспектральная камера MSI (Multispectral Imager), с приемными устройствами на 13 спектральных каналов. Инструмент массой 275 кг и энергопотреблением 266 Вт работает в режиме pushbroom, используя орбитальную скорость КА для «развертки» изображения.

MSI использует трехзеркальную анастигматическую оптику, так как она обеспечивает более широкое поле зрения, чем обычные телескопы Кассегрена или Ричи-Кретьена. Диаметр «зрачка» телескопа – 150 мм, поле зрения – 20.6°, что дает полосу обзора шириной 290 км при межвитковом расстоянии на экваторе 280 км. Зеркала и элементы конструкции оптической системы изготовлены из карбида кремния. Две сборки фокальной плоскости служат для получения изображений в спектральном диапазоне от 0.4 до 2.4 мкм, покрывая видимую часть спектра, ближний и коротковолновой ИК-участки.

Конструкция MSI массой около 44 кг и размерами 1.47×0.93×0.62 м обеспечивает работу трех зеркал, двухборок фокальной плоскости, светоделиителя и оптического головок звездного датчика. Все компоненты телескопа установлены на устойчивой оптической скамье с благоприятными тепловыми характеристиками.

Свет, входящий в апертуру телескопа, отражается основным зеркалом M1 ко вторичному M2 и третичному M3, которые фокусируют свет на сборках фокальной плоскости, обеспечивая требуемое фокусное расстояние. Зеркало M2 имеет коническую поверхность, а первое и третье нуждаются в большей степени асферизации. Основное зеркало прибора имеет размеры 44.2×19.1 см и массу 2.3 кг, зеркало M2 – 14.7×11.8 см и массу 0.3 кг, а зеркало M3 имеет размер 55.6×29.1 см и массу 5.1 кг. После него свет разделяется дихроичным фильтром, что создает два пути к двум фокальным плоскостям инструмента – VNIR и SWIR.



Сборка, работающая в 10 каналах видимого и ближнего инфракрасного диапазона VNIR (Visible and Near Infrared), имеет монолитный CMOS-детектор, а трехканальная коротковолновая SWIR (Short Wave Infrared) сторона использует детектор на ртутно-кадмиевом теллуриде, гибридованном с CMOS-схемой считывания. Каждая сборка фокальной плоскости состоит из 12 элементарных приемных матриц, которые стоят двумя рядами в шахматном порядке для достижения требуемой ширины полосы.

Спектральные фильтры имеют секции с различными свойствами полосы пропускания для обеспечения требуемых спектральных каналов прибора (см. таблицу). Четыре канала с разрешением 10 м в диапазоне VNIR и два канала с разрешением 20 м в диапазоне SWIR работают в режиме временного накопления заряда. Радиометрическое разрешение – 12 бит. Средняя продолжительность съемки на витке – 16.3 мин, максимальная – 31 мин.

В инструменте MSI используется механизм калибровки и затвора в виде большой прямоугольной пластины, которая может помещаться перед входным отверстием для защиты камеры при запуске, а также для предотвращения попадания на датчики прямого солнечного света. Механизм имеет также промежуточное положение, позволяющее вводить рассеиватель солнечного света в оптический путь для калибровки.

Sentinel-2 – первая миссия, использующая блок хранения и форматирования данных MMFU (Mass Memory and Formatting Unit) с применением технологии NAND-Flash. Разработана фирмой Astrium и Университетом Брауншвейга, эта система представляет технологию NAND для космических миссий с очень высокими требованиями к объему и целостности данных. Блок общей массой 14 кг и размерами 30×35×24 см хранит 2800 Гбит данных в начале полета. Предполагается, что в конце двенадцатилетнего срока службы все еще будет доступно до 2400 Гбит.

Система может модифицироваться для удовлетворения потребностей миссии за счет изменения числа установленных модулей флэш-памяти. Так, в составе MMFU на Sentinel-2 имеется 11 модулей флэш-памяти FMM по 256 Гбит каждый. Такой модуль включает восемь Flash-устройств по 32 Гбит и делится на четыре раздела, каждый из которых может быть запитан автономно. Раздел FMM включает 16 устройств хранения данных по 4 Гбит и три дополнительных

Диапазон	Канал	Длина волны, нм	Ширина, нм	Простр. разреш., м	Назначение
VNIR	B2	490	65	10	Наблюдение суши, аэрозольная коррекция
	B3	560	35	10	Наблюдение суши
	B4	665	30	10	Наблюдение суши
	B8	842	115	10	Наблюдение суши, коррекция водяного пара
	B5	705	15	20	Наблюдение суши
	B6	740	15	20	Наблюдение суши
	B7	783	20	20	Наблюдение суши
	B8a	865	20	20	Наблюдение суши, коррекция водяного пара
	B1	443	20	60	Аэрозольная коррекция
SWIR	B9	945	20	60	Коррекция водяного пара
	B11	1610	90	20	Наблюдение суши
	B12	2190	180	20	Наблюдение суши, аэрозольная коррекция
	B10	1380	20	60	Выявление перистых облаков

устройства хранения информации для коррекции ошибок. Флэш-память энергонезависима: сохранность данных гарантируется в случае потери питания.

Система поддерживает функции параллельной записи и чтения. MMFU принимает два параллельных потока данных от полезной нагрузки – каждый до 540 Мбит/с – от блока сжатия видеодатчика мультиспектрального формирователя изображений. Поток данных сжимается с помощью встроенного алгоритма вейвлет-преобразования до 450 Мбит/с.

Считывание из двух параллельно работающих модулей памяти осуществляется двумя из четырех генераторов кадров передачи, которые формируют данные для канала сброса информации двумя параллельными потоками на скорости 280 Мбит/с. Передача ведется в X-диапазоне с использованием высокоскоростного терминала X-диапазона через антенну типа isoflux с зоной направленности ±64°, что позволяет проводить сеанс с наземной станцией при высоте КА над горизонтом от 5°.







# «Тяжелая» миссия

должен был быть первый пуск с арендованного и перестроенного компанией Элона Маска исторического комплекса LC-39A. В декабре он планировался на 15 января, но затем был по-тихому перенесен на 26 января. 19 января старт был официально объявлен на «не ранее 30 января» и тут же сдвинут на ночь со 2 на 3 февраля.

За четверо суток до этой даты, 29 января, SpaceX объявило об изменении порядка пусков: сначала, в середине февраля, летит грузовой корабль Dragon (миссия CRS SpX-10 по снабжению МКС), а уже после него – EchoStar XXIII. Причиной назвали недостаток времени на испытания наземных систем перед пуском в интересах NASA, дата которого была согласована со всеми партнерами по МКС. В предварительном порядке запуск EchoStar XXIII поставили в ночь на 28 февраля.

19 февраля с суточной задержкой стартовал Falcon 9 с заданием CRS SpX-10 (НК № 4, 2017, с.14). Огневые испытания следующей ракеты запланировали на 24 февраля под пуск 28-го, однако эта дата вошла в конфликт с графиком подготовки пуска WGS-9 (см. с.37), и старт отложили сразу на 12 марта.

7 марта вывезенную на старт для проведения огневых испытаний ракету так и не проверили, вновь перевели «в горизонт» и увезли в МИК. Трехсекундный прожиг на старте провели лишь вечером 9 марта. Это заставило перенести пуск на 14 марта в 01:34 EDT со стартовым окном до 04:04 EDT и запасной датой через двое суток. 10 марта 45-е космическое крыло выпустило, а 12 марта обновило оповещение о закрытии воздушного пространства на 14 марта с 01:29 до 04:41 EDT.

13 марта ракету установили на старте, но в этот же день начала портиться погода. Над космодромом сгустились тучи, отмечалась высокая вероятность обледенения при полете через облачность. Скорость ветра на высоте 12 км достигала 260 км/ч. Из-за ветра вероятность задержки пуска оценивалась в 60%.

14 марта в 00:20 по местному времени было получено «добро» на заправку керосином RP-1, несмотря на то что погода была еще в «красной зоне» из-за сильного ветра на высоте. Но через полчаса, примерно в Т-60 мин, индикатор метеосводки сменился на «зеленый». В 00:48 началась заправка переохлажденным жидким кислородом, и тут же пуск пришлось отбить: ветер на большой высоте не стихал... Пока налаживалась погода, наблюдатели «постили» красивые снимки: ракета со спутником, стоящая на запуском стартовом комплексе.

15 марта подготовка возобновилась. Вскоре после полуночи расчетный момент

Время	Событие
T-00:03	Зажигание двигателей Merlin первой ступени
T-00:00:	Старт
T+01:16	Максимальный скоростной напор, дросселирование двигателя
T+02:43	Отключение двигателей первой ступени
T+02:47	Разделение ступеней
T+02:55	Зажигание двигателя Merlin Vac второй ступени
T+03:43	Сброс головного обтекателя
T+08:31	Выключение двигателя второй ступени
T+26:19	Повторное зажигание второй ступени
T+27:19	Отключение двигателя второй ступени
T+34:00	Отделение EchoStar XXIII

старта перенесли с 01:35 на 02:00 местного времени – опять-таки из-за ветра на высоте. Заправка ракеты горючим началась за 70 минут, окислителем – за 45 минут до старта. В Т-7 мин началось захлаживание двигателей. Финальное разрешение на пуск поступило от ответственного офицера Восточного испытательного полигона ВВС США и руководителя пуска от SpaceX на 120-й и 90-й сек отсчета времени соответственно. За 3 сек до старта началось зажигание девяти двигателей Merlin 1D первой ступени, и в Т-0 ракета стартовала.

Здесь есть «нестыковочка». EchoStar XXIII стал наиболее тяжелым КА, выведенным носителем фирмы Маска на геопереходную орбиту. На официальном сайте SpaceX указано, что максимальная расчетная грузоподъемность носителя Falcon 9 FT на ГПО – в одноразовой конфигурации – составляет 8300 кг, что в полтора раза больше фактической в запуске EchoStar XXIII. Вероятно, текущая модификация ракеты еще не доведена до кондиций, обеспечивающих «рекламные» цифры, и они будут достигнуты в варианте Falcon 9 Block 5, который SpaceX намерен ввести в строй до конца текущего года.

Полет носителя был устойчивым и проходил в соответствии с циклограммой.

Из-за высокой массы спутника – около 5500 кг – посадка первой ступени PH Falcon 9 не планировалась. Ракета № 30 использовалась в одноразовой конфигурации (без посадочных опор, решетчатых рулей и остального необходимого оборудования).

Старт в ночь на 16 марта стал 96-м пуском со стартового комплекса LC-39A и 155-м с комплекса LC-39 в целом. Это был 31-й полет ракеты Falcon 9 (первые пять состоялись в конфигурации под названием Falcon 9 v1.0, в шестом уже использовалась конфигурация v1.1 – были удлинены первая и вторая ступени ракеты, система установки двигателей первой ступени поменяла форму, а сами двигатели были форсированы). Состоявшийся пуск стал третьей миссией компании SpaceX с начала текущего года.

## Спутник

Изначально EchoStar XXIII был изготовлен компанией Space Systems/Loral (SSL) на базе космической платформы SSL-1300 и назывался EchoStar XIIII (или CMBStar). Дело в том, что он задумывался для эксплуатации в рамках партнерства между EchoStar и правительством КНР в целях обеспечения мобильного телевидения S-диапазона на Олимпийских играх в Пекине в августе 2008 г.

Спутник был заказан в июне 2006 г. и делался по очень жесткому графику. Однако в апреле 2008 г., когда аппарат был уже почти готов, заказчик приостановил проект с формулировкой «технические требования не обеспечиваются». Утверждается также, что реальной причиной отмены пуска стала авария PH «Протон-М» в марте 2008 г. и отсутствие у владельца КА резервного носителя.

Заказ на спутник EchoStar XXIII был размещен в апреле 2014 г., как считают, для того, чтобы все-таки использовать уже готовый КА. Правда, большую антенну, которая

## Е. Рыжков специально для «Новостей космонавтики»

**16** марта в 02:00 EDT (06:00 UTC) со стартового комплекса LC-39A Космического центра имени Кеннеди специалисты компании Space Exploration Technologies Corporation (SpaceX) осуществили пуск ракеты Falcon 9 FT № 30 с телекоммуникационным спутником EchoStar XXIII. Миссия выполнялась в интересах американского провайдера спутниковой связи EchoStar Corporation и не предусматривала спасение первой ступени носителя.

Старт и полет PH прошли штатно, и через 34 мин спутник отделился от последней ступени и вышел на геопереходную орбиту с параметрами:

- наклонение – 22.44°;
- высота в перигее – 194 км;
- высота в апогее – 35877 км;
- период обращения – 630.4 мин.

В каталоге Стратегического командования США аппарат получил номер 42070 и международное обозначение 2017-014A.

## Подготовка и пуск

### Е. Рыжков, И. Афанасьев

«Когда-то давно» эту миссию планировалось выполнить в 3-м квартале 2016 г. Потом она переехала на 4-й квартал, а затем и на начало текущего года. В первых числах декабря 2016 г. первую ступень PH Falcon 9 испытали на стенде в МакГрегоре, а 13 декабря привезли на мыс Канаверал.

Первый после сентябрьской аварии старт «Фолкона» состоялся 14 января с базы Ванденберг с 10 спутниками Iridium NEXT (НК № 3, 2017). На мысе Канаверал первым в очереди стоял EchoStar XXIII, причем это



должна была служить мобильным абонентам спутника EchoStar XIII, заменили на четыре остронаправленные перенацеливаемые антенны, связанные с 32 транспондерами Ku-диапазона. Спутник также способен работать в S- и Ka-диапазонах. Система электропитания КА обеспечивает мощность 20 кВт в конце 15-летнего расчетного срока службы.

Ко 2 апреля аппарат был стабилизирован в орбитальной позиции 44.8° з. д., откуда он предоставит услуги прямого телевидения и передачи спутниковых данных пользователям в Бразилии. Тем не менее есть возможность перевести его в любую из восьми геостационарных позиций, отведенных EchoStar для вещательных спутников Ku-диапазона.

Планировалось, что КА приступит к работе уже к концу 2016 г., но и эти планы расстроились из-за приостановки пусков PH Falcon 9. Как следствие, EchoStar едва не подпал под штрафные санкции со стороны правительства Бразилии, которые могли быть наложены в случае неготовности к обслуживанию клиентов во всех диапазонах во 2-м квартале 2017 г. Поэтому спутник сразу вывели в рабочую точку, исключив планировавшиеся трехмесячные испытания в позиции 86.4° з. д. Предполагается, что EchoStar начнет эксплуатировать КА по прямому назначению в конце июня.

Следующий спутник данной серии – EchoStar XXI – запустит совместная российско-американская компания International Launch Services (ILS) в конце мая на PH «Протон-М» с разгонным блоком «Бриз-М».

## Новый контракт SpaceX

14 марта ВВС США анонсировали контракт со SpaceX, по которому фирма Элона Маска запустит навигационный спутник GPS Block III-3 в феврале 2019 г. SpaceX проведет полный объем работ по правительственному контракту, куда входит изготовление и сборка PH, пусковые операции\* и сертификация. Общая стоимость контракта оценена в 96.5 млн \$.

Развертывание на орбите и эксплуатация третьего поколения спутников GPS за последние годы переносились много раз. Изначально запуски должны были начаться в начале 2014 г. Аппарат GPS Block III получил новые технические возможности: улучшена точность навигации и привязки ко времени, а также повышена помехоустойчивость сигнала.

Напомним: контракт на запуск первого спутника серии GPS Block III достался Объединенному пусковому альянсу ULA без конкурса, в рамках «блочной» закупки 28 носителей. Запуск второго ULA уступил конкуренту без боя, будучи не в состоянии подтвердить наличие к сроку PH Atlas V с двигателем РД-180 российского производства\*\*. В борьбе за третий контракт противники сошлись

лицом к лицу и... «что-то пошло не так». Ведь дело не в том, что SpaceX выиграл в конкурентной борьбе контракт на запуск спутника GPS – очевидно, пришел конец многолетней монополии провайдера ULA в сфере военных пусков.

По словам главы Директората космических запусков\*\*\* Центра космических и ракетных систем ВВС США д-ра Клэр Леон (Claire Leon), более низкая стоимость предложения компании SpaceX относительно конкурента стала решающим фактором при выборе поставщика услуг на запуск спутника серии GPS III. Пуск Falcon 9 ощутимо дешевле, чем ракет ULA – Atlas V и Delta IV. Любопытно, что, обсуждая с журналистами детали контракта, об ULA Леон не сказала ни слова.

Она пояснила, что все участники конкурса смогли выполнить базовые технические требования к предстоящему запуску, и в результате цена стала решающим фактором при выборе победителя. Задача Центра космических и ракетных систем заключается в том, чтобы «обеспечить открытое проведение каждого отдельно взятого конкурса, – заявила Клэр Леон. – У нас есть набор критериев, которым должен отвечать каждый потенциальный подрядчик». По ее словам, Центр ищет лучшее соотношение, основанное на конкретных критериях тех или иных пусков, и «будет продолжать вносить корректировки согласно требованиям отдельно взятых миссий».

В заявлении, направленном в редакцию SpaceNews по итогам конкурса на запуск третьего КА GPS Block III Phase 1A, проигравшая сторона подчеркнула приверженность конкурсной системе, в которой учитываются «успех миссии и гарантии, а показанные в прошлом достоинства, включая надежность графика пусков». (Логично, если учесть сложность подобных запусков и их критическое значение для Вооруженных сил США и национальной безопасности.) «За последнее десятилетие ULA обеспечил непревзойденную надежность космических пусков со 100-процентным успехом и обеспечил выведение более 115 спутников на целевые орбиты... Мы с нетерпением ждем того момента, когда сможем продолжить предоставление наиболее оптимальных услуг по выведению полезных грузов в интересах наших клиентов, чтобы позволить им выполнять свои критически важные задачи».

На заключение контракта с ВВС не повлиял даже взрыв ракеты Falcon 9 на стартовой площадке в сентябре 2016 г. (НК № 11, 2016). «Ни один подрядчик не застрахован от неудач, – рассудила госпожа Леон. – К сожалению, очевидно, что [недавно] таковая случилась и со SpaceX. Мы очень тесно работаем с этой компанией и понимаем причину произошедшей катастрофы. Если бы у нас были какие-либо сомнения относительно сроков

возобновления SpaceX своих полетов, мы бы обязательно это учли при оценке. Мы уверены, что компания вновь вернется в строй к моменту проведения этой миссии».

Вместе с тем г-жа Леон отметила, что у ВВС США нет планов по выведению полезных нагрузок с использованием ракет Falcon 9 с повторно используемыми первыми ступенями. На этом требовании ВВС США сделали особый акцент. «Нам пришлось бы дополнительно сертифицировать уже использованные прежде летные изделия, на что потребовалось бы еще больше квалификационных оценок и анализа. Пока мы к этому не готовы, – отметила директор Директората космических запусков SMC. – Если такой подход зарекомендует себя в отношении коммерческих заказчиков, то в будущем мы сможем принять его во внимание».

Что касается повышения цены относительно первого контракта с фирмой SpaceX, госпожа Леон предположила, что, вероятно, компания «плотнее ознакомилась с требованиями ВВС США» и скорректировала свою заявку, чтобы лучше соответствовать строгим условиям успешности миссии.

Компания Элона Маска с энтузиазмом восприняла победу в конкурсе. «SpaceX гордится тем, что была выбрана для выполнения этой важной космической миссии в интересах национальной безопасности, – отметила Гвинн Шотвелл (Gwynne Shotwell), президент и главный операционный директор компании SpaceX. – Мы ценим доверие ВВС США к возможностям нашей компании и надеемся на совместную работу в направлении успешного запуска еще одного спутника GPS III».

В скором времени ВВС США объявят новые контракты на семь миссий. Сюда входят новые спутники GPS, телекоммуникационные аппараты, спутники развертываемой системы предупреждения о ракетном нападении SBIRS (Space-Based Infrared System), а также секретные миссии для Национального разведывательного управления США NRO (National Reconnaissance Office). Некоторые из этих миссий SpaceX сможет выполнить только с использованием тяжелого носителя Falcon Heavy.

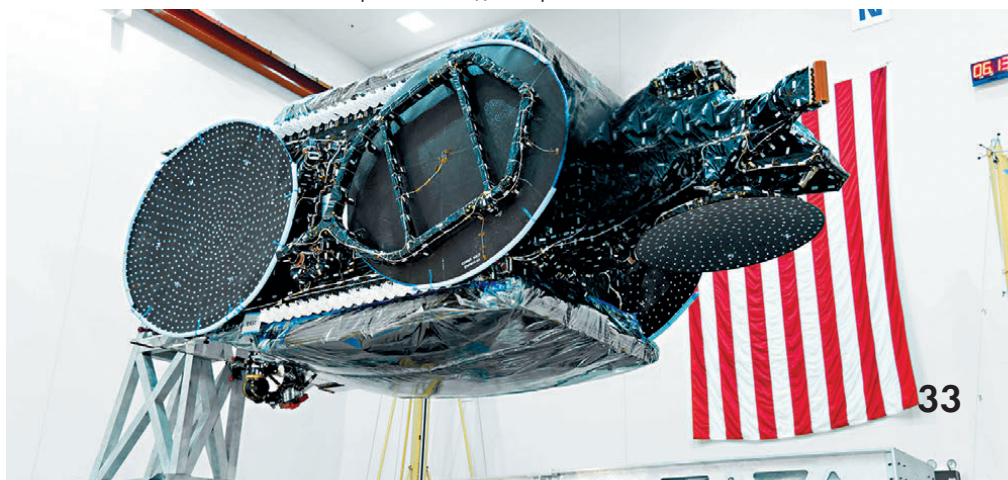
Ожидается, что выбор провайдера в каждом конкретном случае будет строиться на взвешенных решениях, соответствии разным техническим критериям и конкурентной цене.

В дальнейшем следует ожидать борьбы двух вышеназванных компаний за миссии в интересах обороны США. Более того, пока не существует достойных игроков, способных составить им конкуренцию в классе запусков тяжелой полезной нагрузки. Возможен выход на рынок пусковых услуг компании Blue Origin с ракетой New Glenn, но это произойдет не ранее 2020 г.

\* Старт должен состояться с пускового комплекса SLC-40 Станции ВВС США «Мыс Канаверал», но при необходимости может быть проведен и с комплекса LC-39A Космического центра NASA имени Кеннеди.

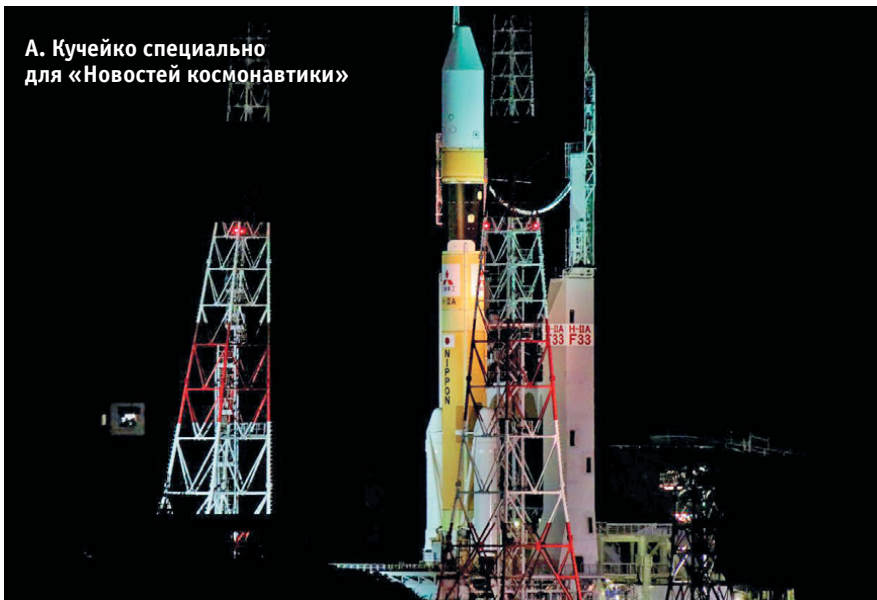
\*\* Согласно контракту стоимостью 82.7 млн \$, подписанному в апреле 2016 г., компания SpaceX должна запустить спутник GPS Block III-2 в мае 2018 г.

\*\*\* Курирует сделки по приобретению большей части военных космических систем США, а также других сопутствующих услуг.





А. Кучейко специально  
для «Новостей космонавтики»



## Новый спутник видовой разведки Японии

**17** марта 2017 г. в 10:20:00 по токийскому времени (01:20 UTC) стартовые расчеты японской компании Mitsubishi Heavy Industries Ltd. (MHI) осуществили запуск ракеты-носителя Н-IIА № F33 со стартового стола № 1 комплекса Йосинобу японского Космического центра Танэгасима (префектура Кагосима), принадлежащего Агентству аэрокосмических исследований JAXA. В результате на орбиту успешно выведен секретный космический аппарат видовой разведки Японии – пятый радиолокационный «спутник сбора информации» (Information Gathering Satellite Radar-5, IGS-R5).

25 января JAXA объявило, что пуск назначен на 16 марта со стартовым окном от 10:20:00 до 10:33:57 местного времени. Однако 14 марта он был отложен на сутки по метеословиям (из-за наличия высотных облаков с кристаллами льда). 17 марта старт состоялся, как и планировалось, в начале 14-минутного стартового окна.

Запуск спутника был осуществлен по схеме прямого выведения с однократным включением двигателя второй ступени РН. Циклограмма была засекречена, но, судя по районам, зарезервированным для падения отделяющихся частей РН, ракета на участке выведения выполнила традиционный маневр dogleg по изменению азимута полета с юго-восточного на юго-западный, чтобы избежать пролета над густонаселенными островами Филиппин.

Космическое агентство JAXA и компания MHI подтвердили успешное отделение полезной нагрузки через 20 минут после старта.

Из-за принятых мер секретности агентство JAXA и компания-оператор MHI отказались от прямой трансляции предстартовой подготовки и запуска. В состоявшейся после запуска пресс-конференции приняли участие представители JAXA, MHI, Министерства

образования, науки и технологий, а также представители заказчика – Центра видовой космической разведки (ВКР) при кабинете министров CSICE (Cabinet Satellite Intelligence Center).

Осуществленный запуск стал 33-м стартом РН Н-IIА с 2001 г. и 32-м успешным, что соответствует 97%. Двухступенчатая ракета-носитель Н-IIА в 22-й раз использовалась в «минимальной» конфигурации 202 с двумя твердотопливными ускорителями SRB-A3 и со стандартным головным обтекателем 4S диаметром 4 м и длиной 12 м. Такой носитель высотой 53 м и стартовой массой 290 т способен вывести на низкие солнечно-синхронные орбиты полезный груз массой 3600–4400 кг.

Пуск ракеты F33 был выполнен всего через 52 дня после предыдущего старта. Сокращение периода межпусковой подготовки полигона считается важным для обеспечения высокой частоты коммерческих запусков. На текущий 2017 год в Японии запланированы еще четыре старта РН Н-IIА.

### Радиолокационный разведчик нового поколения

В официальных бюджетных документах Японии запущенный КА обозначен как «Радарный аппарат №5» (レーダ5号機, читается *реда го гоки\**). В каталоге Стратегического командования США новому спутнику присвоены наименование IGS Radar 5, номер 42072 и международное обозначение 2017-015A. По соглашению Японии и США, параметры орбит спутников системы IGS не публикуются, но международное сообщество наблюдателей к 28 марта обнаружило IGS-R5 на орбите с параметрами:

- наклонение – 97.35°;
- минимальная высота – 486 км;
- максимальная высота – 500 км;
- период обращения – 94.52 мин.

Приведенные данные являются реальными высотами относительно сферической Земли радиусом 6378.14 км, рассчитанными путем моделирования полного витка КА. Далее мы будем говорить об условной средней высоте, получаемой из двусторонних орбитальных элементов путем простейшего расчета. Для IGS-R5 на момент обнаружения она составляла 492.3 км, а к 15 апреля аппарат снизился до 487.9 км. Это весьма близко к высоте полета предыдущего КА, официально заявленного как IGS Radar Spare, то есть резервный радиолокационный спутник, который устойчиво сопровождается международным сообществом астрономов-любителей на рабочей орбите наклонением 97.35° и высотой 482.9 км. Вместе с тем, возможно, даже более интересно, что IGS-R5 совершает полет на такой же высоте, как и два первых японских КА радиолокационной разведки (см. таблицу на с.35).

Японская национальная система ВКР IGS (Information Gathering System) предназначена для сбора информации в интересах силовых и дипломатических ведомств страны, для мониторинга зон чрезвычайных ситуаций (ЧС) и исключительной экономической зоны Японии. В штатном составе в систему входят четыре оперативных КА, два с оптической аппаратурой IGS-O и два с радиолокационной IGS-R, которые обеспечивают как минимум однократный ежесуточный обзор любого объекта на Земле.

Интересно заметить, что официально спутники IGS не считаются военными, так как заказчик и оператор – центр CSICE при кабинете министров – обеспечивает сбор и распространение информации в интересах всех силовых ведомств правительства.

Первым официальным военным спутником Японии стал КА военной связи DSN (Kirateki 2), запущенный 24 января 2017 г. для обеспечения связи в интересах Министерства обороны страны.

Новый спутник стал 15-м аппаратом по программе ВКР Японии IGS, реализуемой с 2003 г. Всего Япония успешно запустила на орбиту 13 КА, в том числе 11 оперативных спутников (шесть КА IGS-R и пять IGS-O) и два экспериментальных демонстратора с ограниченным сроком эксплуатации. Еще два спутника были потеряны 29 ноября 2003 г. в результате единственной аварии РН Н-IIА.

Из 13 запущенных спутников пять КА уже прекратили работу и сошли с орбиты, как правило, в результате естественного торможения в верхних слоях атмосферы. Директор центра ВКР CSICE г-н Кэнити Номура (Kenichi Nomura) сообщил в ходе пресс-конференции 17 марта, что в со-

\* Полное японское наименование КА включает также название самой программы IGS – 情報収集衛星レーダ5号機, дзёхо сюсю эйсэй реда го гоки (спутник для сбора информации, радиолокационный №5). В действительности новый спутник стал шестым по счету, учитывая, что предыдущий внеочередной КА с PCA IGS-R Spare (2015-004A) не имел цифрового индекса.



Аппараты видовой разведки Японии системы IGS

Наименование и номер КА	Обозначение	Дата и время запуска (UTC)	Носитель	Плоскость орбиты	Высота рабочей орбиты, км	Пространственное разрешение (оценка), м	Характер использования
IGS-01 (IGS-1A)	2003-009A	28.03.2003 01:27	H-IIA F5 (2024)	10:30	488	~1	Сгорел в плотных слоях атмосферы (ПСА) 18.07.2014
IGS-R1 (IGS-1B)	2003-009B			10:30	488	~1-3	Неисправен с 25.03.2007, сгорел в ПСА 26.07.2012
IGS-O (IGS-2A)	Нет	29.11.2003 04:33	H-IIA F6 (2024)	(13:30)	-		Запуск аварийный, спутники потеряны
IGS-R (IGS-2B)	Нет						
IGS-02 (IGS-3A)	2006-037A	11.09.2006 04:35	H-IIA F10 (202)	13:30	488	~1	Неисправен с 08.11.2013, выведен из системы 24.12.2013, сгорел в ПСА 29.10.2016
IGS-R2 (IGS-4A)	2007-005A	24.02.2007 04:41	H-IIA F12 (2024)	13:30	488	~1	Неисправен с 23.08.2010, сгорел в ПСА 13.04.2014
IGS-03 Demo (IGS-4B)	2007-005B			13:30	488	~0.6	Экспериментальный КА; сгорел в ПСА 12.11.2013
IGS-03 (IGS-5)	2009-066A	28.11.2009 01:21	H-IIA F16 (202)	10:30	587	~0.6	<b>Резервный КА с ОЭС, заменен на IGS-05</b>
IGS-04 (IGS-6)	2011-050A	23.09.2011 04:36	H-IIA F19 (202)	13:30	587	~0.6	<b>Оперативный КА с ОЭС</b>
IGS-R3 (IGS-7)	2011-075A	12.12.2011 01:21	H-IIA F20 (202)	10:30	513	<1	<b>Оперативный КА с ПСА</b>
IGS-R4 (IGS-8A)	2013-002A	27.01.2013 04:40	H-IIA F22 (202)	13:30	513	<1	<b>Оперативный КА с ПСА</b>
IGS-O Demo (IGS-8B)	2013-002B				427	~0.4	Экспериментальный КА с ОЭС
IGS-R Spare	2015-004A	01.02.2015 01:21	H-IIA F27 (202)	10:30	483	<1	<b>Резервный КА с ПСА</b>
IGS-05	2015-015A	26.03.2015 01:21	H-IIA F28 (202)	10:30	513	<0.4	<b>Оперативный КА с ОЭС, заменил IGS-03</b>
IGS-R5	2017-015A	17.03.2017 01:20	H-IIA F33 (202)	10:30	488	<0.5	<b>Испытания, КА с ПСА, заменил КА IGS-R3</b>

## IGS под огнем критики

Межведомственный центр CSICE подчинен крупнейшей аналитической спецслужбе страны – Информационно-исследовательскому бюро CIRO (Cabinet Intelligence and Research Office, или Naicho) при кабнете министров. Он решает задачи сбора, обработки и анализа космической информации в интересах всех основных спецслужб и министерств Японии. Бюджет центра CSICE в 2017 г. составит 79.4 млрд иен (718 млн \$) и увеличится на 7 млрд иен (63 млн \$).

Представители госведомств и члены парламента неоднократно критиковали систему IGS за низкие показатели производительности и оперативности при реагировании на стихийные ЧС национального масштаба по сравнению с зарубежными коммерческими системами ДЗЗ, данные которых правительство Японии продолжает закупать в значительных объемах.

В любой другой стране публичная критика результативности секретной системы ВКР навряд ли возможна, но система IGS в Японии, как мы помним, объявлена невоенной (хоть и засекреченной) и в соответствии с законодательством должна оперативно реагировать на крупные ЧС. В ряде случаев низкая результативность и оперативность IGS объяснялась как раз избыточной секретностью изображений, что препятствовало широкому распространению важной информации.

Под давлением критики с 2013 г. центр CSICE начал регулярно публиковать на веб-сайте несекретные ситуационные карты по районам, пострадавшим от последствий крупных ЧС – ураганов, землетрясений, извержений вулканов и ливневых паводков. Эти карты были разработаны на основе космоснимков, но не содержали пиксельной структуры, позволявшей оценивать пространственное разрешение спутниковой аппаратуры.

Наконец, в сентябре 2015 г. руководство центра CSICE пошло на беспрецедентный шаг, впервые опубликовав фрагменты обработанных оптических изображений спутников серии IGS-O по району ливневого паводка в долине реки Кинугава (Kinugawa) в префектуре Ибараки. Опубликованный оптический снимок IGS показывает, что на

стае системы IGS используются [теперь] семь оперативных спутников. Кроме того, в финансовых документах говорится о продолжении опытной эксплуатации демонстратора IGS-O Demo (2013-002B), которая завершится в 2017 г. Все КА, запущенные в 2009 г. и позднее, согласно имеющимся наблюдениям, действительно поддерживают заданные им высоты рабочей орбиты.

Спутники IGS размещены на круговых солнечно-синхронных орбитах в двух плоскостях – утренней и дневной (местное время пересечения экватора в нисходящих узлах около 10:30 и 13:30 соответственно). В современной системе спутники распределены по плоскостям неравномерно. Из семи рабочих КА пять находятся в утренней плоскости и два – в дневной:

- ♦ в утренней плоскости № 1 – оптические IGS-05, -03 (резервный) и радарные IGS-R3 (резервный), -R5 и -R Spare;

- ♦ в дневной плоскости № 2 – оптический IGS-04 и радарный IGS-R4.

В интересах видовой съемки зарубежных объектов могут также быть использованы ресурсы японских гражданских спутников ASAR0 и ALOS-2.

Спутники IGS-R разработаны компанией Mitsubishi Electric Co. (MELCO) на базе стандартных среднеразмерных космических платформ. Судя по фотоснимкам, сделанным астрономами-наблюдателями, спутники этой серии конструктивно аналогичны японскому радиолокационному КА ALOS-2, который также изготовлен компанией MELCO и оснащен радиолокатором с синтезированной апертурой (РСА) с крупногабаритной ФАР длиной 10 м.

На спутнике IGS-R, стабилизированном по трем осям, также установлена крупногабаритная плоская ФАР и две панели солнечных батарей. Масса спутника, по различным оценкам, составляет от 1200 до 2000 кг.

Новый спутник IGS-R5 стал шестым радарным (с учетом запуска в 2015 г. внеочередного резервного КА IGS Spare Radar) и относится к новому 4-му поколению. Аппарат оснащен новым радиолокатором с по-

вышенным разрешением (по данным СМИ, лучше 0.5 м). Он предназначен для замены на орбите спутника IGS-R3, запущенного в 2011 г., что очевидно уже из факта запуска в «утреннюю» плоскость.

Бюджетная стоимость изготовления IGS-R5 равняется в текущих ценах 37.1 млрд иен (около 335 млн \$), а стоимость изготовления РН и запуска – 10.6 млрд иен (96 млн \$). Цикл изготовления КА составил 7 лет (разработка началась в 2010 г.), а расчетный срок его активного существования – 5 лет.

В состав наземного комплекса IGS входят межведомственный центр ВКР CSICE, два пункта приема и управления – южный комплекс Акунэ (Акипе) в префектуре Кагосима и северный комплекс Томакомаи (Tomakomai) на о-ве Хоккайдо, а также резервный центр приема и управления Китаура (Kitauga) в пригороде Токио (подробнее – в НК № 5, 2003, с.24-26; № 1, 2004, с.22-24; № 11, 2006, с.35-36; № 4, 2007, с.34-35; № 11, 2011, с.37-38; № 3, 2013, с.16-17; № 4, 2015, с.17-18). На пунктах приема установлены по две типовые антенны под радиопрозрачными куполами диаметром около 20 м, а также круговые и секторные миры «звезда Сименс» для калибровки оптических систем.







## Системы ВКР – грань между секретностью и целесообразностью

В современном мире все гражданские и коммерческие системы ДЗЗ с аппаратурой субметрового разрешения используются для решения задач ВКР в качестве систем двойного назначения. В то же время каждая страна ищет собственные пути решения обратной задачи – как применять системы ВКР для коммерческих и социально-экономических задач (например, в интересах мониторинга зон ЧС).

В США сверхсекретная система ВКР является «священной коровой», данные которой не подлежат распространению вне пределов Разведывательного сообщества\*, ввиду того, что съемочная аппаратура на одно-два поколения опережает соответствующие коммерческие аналоги. В дополнение к системе ВКР Соединенные Штаты развернули коммерческую пятиспутниковую систему компании DigitalGlobe, которая занимает лидирующие позиции на мировом рынке геоданных благодаря высокой производительности и самому высокому разрешению (до 0.3 м). В России в дополнение к секретной системе ВКР также применяется гражданская трехспутниковая система КА «Ресурс-П», но с государственным оператором. Индия создала комбинированную национальную систему ВКР-ДЗЗ, в состав которой входят односторонние КА серии Cartosat-2, закупаемые поочередно из бюджетов ISRO и спецслужб. Промежуточная частно-государственная схема создана во Франции (два КА ВКР Helios-2 + два КА Pleiades). В Корее национальная система двойного назначения КА серий Kompas применяется как для задач ВКР, так и в коммерческих целях.

Японская система IGS не используется в коммерческих целях, но очевидно, что потребности оперативного контроля зон ЧС приведут к поэтапному рассекречиванию и обеспечению публичного доступа к космической информации.

### Перспективы системы IGS

В соответствии с обновленным базовым космическим планом на 2016–2025 гг., утвержденным правительством в 2016 г., Япония планирует увеличить состав группировки системы IGS до десяти спутников, включая восемь разведывательных КА и два геостационарных спутника-ретранслятора с аппаратурой лазерной межспутниковой связи.

По текущим опубликованным планам правительства в соответствии с программой развития системы IGS до 2025 г. в 2017 г. в стадии разработки и изготовления находятся шесть КА: IGS-06 (запуск в 2017 г.), -R6 (2018), -07 (2019), -R7 (2022), -R8 и -08 (оба – 2023 г.). Кроме того, на орбиты будут выведены КА-ретранслятор (2019), экспериментальные миниспутники (2020) и первый многоцелевой (diversified) КА (2024).

Таким образом, Япония ускоряет создание космических систем информационного обеспечения Вооруженных сил, в том числе систем видовой разведки, навигации и связи, а также разработку космических подсистем обнаружения пусков ракет и контроля морской обстановки.

спутниках установлена мультиспектральная оптоэлектронная система (ОЭС) субметрового разрешения, позволяющая синтезировать снимки в натуральных цветах. Ранее мультиспектральные ОЭС редко применялись на военных КА видовой разведки, где в целях оптимизации оборудования использовали панхроматические изображения – но, как мы помним, спутники IGS невоенные.

Эта публикация стала возможной в результате принятия норм, допускающих публичное распространение спутниковых снимков IGS, но с преднамеренным загрузлением пространственного разрешения. Однако и такой шаг критики расценили как запоздалый. Одновременно с публикацией данных центра CSICE в геосервисе Google Crisis Response появился снимок района ЧС вдоль реки Кинугава, полученный с американского спутника WorldView-3 (разрешение – 30 см) компании DigitalGlobe. Сравнение было явно не в пользу государственной системы ВКР IGS: американский коммерческий снимок имел лучшее пространственное разрешение и был отображен на платформе Google Planet Earth, которая допускает зумирование (изменение масштаба от обзорного до детального), что невозможно в случае опубликованного снимка центра CSICE.

В системах анализа космической информации уже давно применяются сетевые технологии отображения космических изображений на трехмерных веб-ГИС-платформах, которые обеспечивают удаленный доступ к оперативным снимкам в различных масштабах отображения совместно с архивными снимками и разнообразной дополнительной информацией. В 2017 финансовом году в центре CSICE также планируется ввести в строй автоматизированную систему обработки, ортотрансформирования и анализа космических изображений совместно с геопрограммой пространственной информацией в соответствии с американской концепцией GEOINT (Geospatial Intelligence – геопрограммой пространственной разведка).

\* Доступ к данным ВКР США могут иметь только спецслужбы стран – ближайших союзников США, то есть Британии, Канады и Австралии, которые в силу указанных причин не развивают собственных систем ВКР.

## Сообщения

✓ Правительство Японии приняло решение запустить в 2020 г. сверхмалый спутник для наблюдения Марса, сообщило 14 марта РИА Новости со ссылкой на японскую газету «Асахи».

По данным газеты, в разработке КА участвуют государственный Институт информационных и коммуникационных технологий и Токийский университет. Спутник будет иметь массу до 100 кг. Его предполагается оснастить сенсорами, в частности, для обнаружения воды и кислорода в атмосфере Марса.

Власти Японии пока не решили, с помощью какой ракеты-носителя будет запущен этот аппарат. В случае успеха Япония впервые выведет на орбиту Марса искусственный спутник и начнет с его помощью исследовать эту планету. – А.Ж.

✓ Американский КА MAVEN был вынужден провести коррекцию орбиты, чтобы избежать столкновения со спутником Марса Фобосом. Об этом сообщило 2 марта агентство Reuters со ссылкой на NASA.

28 февраля специалисты по управлению полетом зонда в JPL отправили команду MAVEN увеличить скорость примерно на 0.4 м/с, говорится в заявлении NASA.

Без этой коррекции зонд MAVEN и Фобос достигли бы одной точки с разрывом в семь секунд в понедельник, 6 марта. Теперь временной интервал между ними увеличится до безопасных 2.5 минут. – А.Ж.

✓ Лаборатория реактивного движения JPL отчиталась 9 марта о результатах эксперимента по радиолокационному наблюдению КА на окололунных орбитах методом бистатической радиолокации. Источником сигнала служила 70-метровая антенна DSS-14 Сети дальней связи в Голдстоуне (Калифорния), а прием вел 100-метровый радиотелескоп Грин-Бэнк в штате Западная Вирджиния.

Сначала был проведен контрольный эксперимент по обнаружению работающего американского КА LRO, орбита которого была известна. «Обнаружение LRO было относительно легким, поскольку мы работали с навигаторами этой миссии и имели точные данные об орбите, на которой он находится», – пояснила представитель JPL и руководитель эксперимента Марина Брозович (Marina Brozovic). После этого специалисты JPL предприняли попытку обнаружить индийский КА Chandrayaan-1, связь с которым была потеряна в августе 2009 г. Найти такой объект на расстоянии около 380000 км не просто: индийская станция имела корпус в форме куба со стороны примерно 1.5 м. Кроме того, индийские эксперты полагали, что Chandrayaan-1 давно упал на поверхность Луны. В то же время американская модель движения показывала, что индийский КА все еще должен обращаться на высоте примерно 200 км над лунной поверхностью.

Ключом к поиску стала полярная орбита КА, обращаясь по которой, он на каждом витке продолжительностью 128 мин проходит над обоими полюсами Луны. Поэтому 2 июля 2016 г. оба радиотелескопа были нацелены на область в 160 км над ее северным полюсом, и за четыре часа наблюдений объект подходящего размера дважды прошел в поле зрения системы с ожидаемым интервалом между событиями. Еще семь наблюдений в течение следующих трех месяцев подтвердили первоначальные. Единственное, что пришлось исправлять относительно прогноза – это текущее положение КА: за семь лет он сместился почти на 180° вдоль орбиты от расчетного положения. – П.П.





## WGS от американских союзников

**18** марта в 20:18:00 EST (19 марта в 00:18:00 UTC) со стартового комплекса SLC-37В станции ВВС «Мыс Канаверал» пусковые расчеты компании United Launch Alliance (ULA) при поддержке 45-го космического крыла ВВС США осуществили успешный пуск РН Delta IV Medium+(5,4) с военным телекоммуникационным спутником WGS-9.

Спутник был успешно выведен на геопереходную орбиту суперсинхронного типа с параметрами, близкими к расчетным (в скобках):

- наклонение – 27.00° (27°);
- высота в перигее – 435 км (435);
- высота в апогее – 44339 км (44372);
- период обращения – 809 мин.

В каталоге Стратегического командования США аппарату были присвоены наименование USA-275, номер **42075** и международное обозначение **2017-016A**.

### Девятый на орбите

Мартовский пуск WGS-9 был посвящен 70-летию образования ВВС США как самостоятельного вида Вооруженных сил, хотя в действительности выделение ВВС из Армии США произошло 18 сентября 1947 г.

9 января спутник WGS-9 вывезли с предприятия-изготовителя компании Boeing в Эль-Сегундо на летное поле международного аэропорта Лос-Анжелес. Здесь его загрузили в военно-транспортный самолет C-17, который 10 января доставил КА во Флориду, в региональный аэропорт в Тайтсвилле. Как и все его предшественники, спутник готовился к старту в построенном в этом городе коммерческом МИКе компании Astrotech.

11 января двухступенчатый центральный блок РН Delta IV вывезли из Здания горизонтальной сборки на стартовый комплекс SLC-37 и 12 января перевели в вертикальное положение. В последующие дни на

центральный блок навесили четыре стартовых твердотопливных ускорителя GEM-60, превратив его в носитель Delta IV M+(5,4). Такая ракета используется исключительно для запуска спутников WGS начиная с третьего КА, причем четыре из них были в стандартном исполнении, а три следующих – с усовершенствованным двигателем RS-68A на первой ступени. Всего же в списке пусков РН семейства Delta IV данное изделие оказалось 35-м, а в общем перечне носителей семейства Delta – 377-м.

Напомним, что ракеты Delta IV созданы компанией Boeing Co. и эксплуатируются консорциумом United Launch Alliance – совместным предприятием Boeing Co. и Lockheed Martin Corp. Кислородно-водородные двигатели первой (RS-68A тягой 320 тс) и второй (RL10B-2 тягой 11.2 тс) ступеней числятся за компанией Aerojet Rocketdyne, хотя первый был создан в отделении Rocketdyne компании Boeing, а второй – фирмой Pratt & Whitney, чье космическое подразделение объединилось с Rocketdyne в 2005 г. и уже вместе с ним вошло в 2013 г. в состав Aerojet Rocketdyne.

Стартовые ускорители GEM-60 тягой 127.5 тс поставляет компания Orbital ATK, хотя разработаны они компанией Thiokol Inc. и выпускаются на принадлежавшем ей предприятии в г. Магна (штат Юта). В 2001 г. последняя была куплена фирмой Alliant Techsystems и уже в ее составе стала частью Orbital ATK. На Delta IV устанавливаются ускорители GEM-60 как с системой управления вектором тяги, так и без таковой. Всего для 36 ракет Delta IV их выпущено 84. Полезный груз был укрыт обтекателем диаметром 5.13 м и длиной 14.34 м.

24 января пресс-служба ULA объявила, что старт запланирован на 8 марта в течение 121-минутного «окна», начинающегося в 18:35 EST (23:35 UTC). После окончания необходимых испытаний в середине февра-

ля провели пробный предстартовый отсчет с заправкой баков носителя, а утром 24 февраля на верхнюю ступень смонтировали головной блок со спутником. К этому дню дата пуска все еще была прежней, а вот стартовое окно по неизвестным причинам сократилось до 65 минут, причем начало его сдвинулось на 18:48 EST.

Не успели, однако, объявить запретные зоны на пуск вечером 8 марта, как дату пришлось сдвигать. 4 марта «Альянс» сообщил об отсрочке по крайней мере до 14 марта из-за выявленных при предстартовой инспекции вопросов к двигателю первой ступени. После этого, однако, возникли проблемы с графиком: на дату 14 марта претендовал Falcon-9 со спутником EchoStar XXIII, а на 21 марта – Atlas V с грузовым кораблем Cygnus OA-7. Как следствие, 11 марта было объявлено, что по условиям готовности поли-









системой DSCS III и перспективной AWS и «использовать наилучшие имеющиеся коммерческие технологии и практики».

Требования к системе WGS были утверждены в мае 2000 г., решение о реализации проекта состоялось 6 ноября 2000 г. В 2001–2002 гг. с компанией Boeing были заключены контракты суммарной стоимостью 732 млн \$ на поставку трех КА. Однако из-за проблем с созданием полезной нагрузки, а затем из-за брака при сборке первый «промежуточный» спутник WGS вместо октября 2004 г. был запущен лишь в октябре 2007 г. и после полугодовых испытаний заменил существующий КА DSCS III B9.

Основная программа AWS попала тем временем под реорганизацию: в новом варианте общих требований к системам военной спутниковой связи (25 мая 2003 г.) ставилась задача объединения широкополосной и защищенной систем военной спутниковой связи и их стыковки с наземной сетью GIG Минобороны США. Название программы было изменено на TSAT (Transformational Satellite Communications – Трансформационная спутниковая связь). Ее пять спутников должны были использовать как радиолинии, так и лазерные каналы передачи информации. Предстояло создать и поставить в войска новые терминалы стандарта XDR+.

Стоимость системы TSAT в 2005 г. оценивалась в 18,9 млрд \$, а к 2009 г. выросла до 26 млрд \$, причем ни один спутник еще не был заказан. Неудивительно, что в апреле 2009 г. со сменой администрации программа TSAT была закрыта с возвратом функций уже реализуемому программ – WGS (широкополосная связь) и AEHF (высокозащищенная связь). Впрочем, первоначальную расшифровку аббревиатуры WGS еще в начале 2007 ф.г. изменили на нынешнюю, чтобы отразить тот факт, что программа WGS перестала быть просто промежуточным этапом.

Компания Boeing создала спутники WGS на базе коммерческой платформы BSS-702HP со стартовой массой 5800–5900 кг и массой на рабочей орбите около 3500 кг. Довыведение обеспечивалось апогейным двигателем R-4D-15, а окончательное скругление орбиты и удержание в точке стояния – четырьмя электрореактивными двигателями XIPS-25. Система электропитания рассчитывалась на мощность 11 кВт в конце 14-летнего срока службы.

Первые три КА с пропускной способностью от 2,1 до 3,6 Гбит/с каждый стартовали в 2007–2009 гг. Их полезная нагрузка образовывала 19 независимых зон покрытия:

- ♦ один глобальный луч диапазона X с рупорной антенной;

- ♦ восемь перенацеливаемых лучей в диапазоне X (8/7 ГГц), задаваемых по направлению и форме приемной и передающей антенн типа фазированных антенных решеток (ФАР), со средствами противодействия глушению;

- ♦ 10 перенацеливаемых лучей в диапазоне Ka (30/20 ГГц) с использованием дуплексных параболических антенн независимого наведения с различной покрываемой площадью – восемь точечных лучей NCA и два зонных ACA.

Точечные лучи Ka-диапазона имели ширину 1,5°, что соответствовало пятну

наибольшим размером примерно 900 км на местности, а зонные – 4,5° (2800 км). Для трех лучей – NCA 7, NCA 8 и ACA 2 – был возможен выбор поляризации.

На трех первых КА полезная нагрузка формировала 39 каналов шириной по 125 МГц с «мгновенной» суммарной шириной полосы 4875 МГц – примерно в 12 раз больше, чем на спутниках DSCS III. При этом каждый канал мог быть разделен на 48 подканалов шириной по 2,6 МГц с отдельной маршрутизацией и индивидуально назначаемым коэффициентом усиления. Таким образом, направление «вверх» делилось на 1872 независимо коммутируемых подканала. Реконфигурируемые антенны и цифровой формирователь каналов позволяли соединять пользователей с терминалами X- и Ka-диапазона в любых сочетаниях и в любом месте в зоне видимости КА. В частности, WGS могли одновременно принимать и ретранслировать данные с восьми авиационных средств разведки и наблюдения (то есть самолетов-разведчиков) в Ka-диапазоне на скорости 137 Мбит/с.

Три первых КА разместили в позициях 175° в.д., 60° в.д. и 12° з.д. над Тихим, Индийским и Атлантическим океанами соответственно. Управление служебным бортом КА было возложено на 3-ю эскадрилью космических операций на авиабазе Шривер, а связной ПН – на четыре армейских центра WSOC (Wideband Satellite Operations Center).

В декабре 2002 г. Министерство обороны США распорядилось добавить в программу WGS еще два спутника с увеличенной пропускной способностью для передачи информации с воздушных средств разведки. Четвертый и пятый спутники по усовершенствованному проекту WGS Block II профинансировали из американского бюджета; изготовление шестого КА оплатило правительство Австралии в соответствии с соглашением от 14 ноября 2007 г. в обмен на доступ ко всем ресурсам системы.

Эти три спутника были выведены на орбиту в 2012–2013 гг. Они имеют пропускную способность до 6 Гбит/с и оптимизированы для поддержки беспилотных ЛА типа Global Hawk, которые требуют связи с малой задержкой для передачи видео и обмена командами. В целевой аппаратуре КА этой серии была добавлена возможность обхода формирователя каналов и выделения в диапазоне Ka двух передающих и двух приемных каналов большой ширины с пропускной способностью 274 Мбит/с. Для этого пришлось пожертвовать двумя зонными антеннами, установив вместо них две точечные.

С вводом в строй WGS-5 система получила глобальное покрытие, и 12 мая 2014 г. была объявлена ее полная оперативная готовность.

Следующий вариант Block II Follow-On утвердили к реализации после отмены программы TSAT. Разработка и изготовление двух первых КА этого типа были санкционированы 1 июня 2010 г. с выдачей 30 августа контракта на WGS-7. Рассматривалась возможность заказа шести спутников данного типа, но в итоге ограничились четырьмя – до WGS-10 включительно.

На WGS-7 было обеспечено формирование 46 каналов вместо 39, а начиная с WGS-8 устанавливается новый широкополосный цифровой формирователь каналов, разра-

ботанный компанией Boeing на базе специализированных микросхем ACIS (Application Specific Integrated Circuit) нового поколения. Благодаря этому суммарная используемая полоса частот в направлении «борт – Земля» увеличена еще на 45%, то есть до 8088 МГц, а пропускная способность одного КА достигает 11 Гбит/с. Имеются также некоторые изменения служебного борта; так, в системе электропитания применены фотоэлементы на 30% большего размера с меньшей массой и большей эффективностью.

Как и WGS-6, девятый КА оплачен не США, а их союзниками. 12 января 2012 г. Дания, Канада, Люксембург, Нидерланды и Новая Зеландия подписали с Соединенными Штатами многостороннее соглашение, в соответствии с которым они финансируют изготовление WGS-9, а США обеспечивают его запуск, управление в полете и использование, предоставляя партнерам долю пропускной способности всей системы в соответствии с финансовым вкладом каждого.

Десятый и последний WGS в настоящее время находится в производстве и должен быть доставлен на орбиту в 2018 г. или 2019 г. Тем временем в США завершается создание Объединенного центра командования и управления CCS-C, обслуживающего системы DSCS, WGS, Milstar и AEHF. Ведутся также работы по повышению защищенности орбитального сегмента по отношению к случайным и преднамеренным помехам – усиление ее в X-диапазоне и внедрение в Ka-диапазоне.

Одновременно проводится анализ альтернатив для определения перспективной широкополосной архитектуры американской военной спутниковой связи.





И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»



# Ракетный секонд-хэнд

**30** марта в 18:27 EDT (22:27 UTC) со стартового комплекса LC-39A Космического центра имени Кеннеди на мысе Канаверал стартовый расчет компании Space Exploration Technologies Corporation (SpaceX) выполнил пуск FH Falcon 9 FT №32 с телекоммуникационным спутником SES-10 в интересах глобального оператора спутниковой связи SES S.A.

Старт и полет носителя прошли штатно, и спустя 32 мин КА вышел на геопереходную орбиту с параметрами:

- наклонение – 26.18°;
- высота в перигее – 225 км;
- высота в апогее – 35692 км;
- период обращения – 627.7 мин.

Спутник получил в каталоге Стратегического командования США номер **42432** и международное обозначение **2017-017A**.

В данном полете впервые была предпринята попытка повторного пуска первой ступени FH Falcon 9, которая уже использовалась 8 апреля 2016 г. в миссии SpX-8 (НК №6, 2016). Успешным оказался не только пуск, но и подряд посадка повторно используемой ступени. Была также продемонстрирована возможность спасения головного обтекателя. Отметим, что запуск был осуществлен всего через две недели после того, как Falcon 9 успешно вывел на геопереходную орбиту EchoStar XXIII (см. с. 32).

## Подготовка и пуск

Когда 30 августа 2016 г. SES заключила контракт с компанией SpaceX на запуск своего спутника на ракете с повторно используемой первой ступенью, старт планировался на октябрь того же года. Однако судьбе было угодно распорядиться так, что спустя всего

два дня ракета Falcon 9 взорвалась старте в ходе подготовки к огневому испытанию (НК №11, 2016). Расследование аварии и устранение ее причин повлекли сдвиг на 2017 год – 28 октября стало известно, что пуск планируется на январь.

14–15 января на мыс Канаверал был доставлен спутник SES-10, и в январе же на стенде в МакГрегоре прошла огневые испытания для повторного использования первая ступень B1021. 18 января представитель SES сообщил, что пуск состоится не ранее 22 февраля, однако это место в графике вскоре досталось EchoStar XXIII. После того, как 19 февраля со стартового комплекса LC-39A ушла ракета с очередным «Драконом», было объявлено, что SES-10 будет запущен в марте.

SpaceX согласовала с Восточным полигоном пуск вечером 27 марта, однако EchoStar XXIII задержался на старте лишние двое суток, времени не хватило, и дату сдвинули на 29 марта. Она была подтверждена 45-м космическим крылом, но и «этого оказалось недостаточно»: прожиг ступени на старте 26 марта не состоялся и был отложен на сутки, и настолько же сдвинулась и дата пуска.

27 марта состоялась контрольные трехсекундные огневые испытания двигательной установки первой ступени, причем без установки на ракету полезной нагрузки – был учтен опыт сентябрьской аварии.

В день старта, вопреки ожиданиям скептиков, обратный отсчет был поразительно гладким. Правда, оставались опасения, что спутник не успеет пройти все проверки после установки на ракету, но и эта работа быстро «проскочила» по циклограмме, и дальше также все шло «как по учебнику». Заправка компонентами ракетного топлива началась в Т–70 мин. В баки ракеты было залито более 500 т переохлажденного жидкого



кислорода при  $-207^{\circ}\text{C}$  и охлажденного керосина RP-1 при  $-7^{\circ}\text{C}$ . Процесс заправки шел под пристальным наблюдением операторов в присутствии генерального директора SpaceX Элона Маска. Позднее он признался, что очень тревожился за исход пуска и даже запасся успокаивающими таблетками\*.

\* После пуска Элон Маск поделился секретом: «У меня были две упаковки «Ксанакса» (алпразолам – анксиолитик, противотревожное лекарственное средство). Думаю, это могло бы помочь... Я нервничал потому, что... волновался не слишком сильно».





Параллельно заправке проходили другие операции: SES-10 переключился на автономное питание, носитель вошел в фазу чрезвычайно плотных событий циклограммы для перехода в автономную конфигурацию запуска. Выполнялись проверки различных клапанов, тестировалась система управления вектором тяги, переключалась на бортовое питание и взводилась новая автономная система обеспечения безопасности полета AFSS (Autonomous Flight Safety System). Заправка закончилась прямо на отметке T-02 мин, а через минуту бортовой компьютер носителя получил полный контроль над обратным отсчетом.

Первая ступень № B1021 ожила за три секунды до «нуля», когда включились все

ее девять двигателей Merlin, быстро набрав тягу почти 700 тс, после чего Falcon 9 стартовал. Ракета вышла на стандартную юго-восточную трассу полета для выведения спутника на геопереходную орбиту (ГПО). Звуковой барьер она преодолела чуть более чем через минуту после старта, а в T+82 сек прошла зону максимального скоростного напора, ненадолго задресселировав свои двигатели и снова вернувшись на штатную тягу после прохождения Max Q. Двигатели первой ступени отключились в T+158 сек на высоте 64 км и при скорости 2290 м/с.

Спустя три секунды после этого раскрылись замки: пневматические толкатели разделили ступени, а спустя еще восемь секунд запустился двигатель MerlinVac второй ступени.

Опорная орбита была достигнута в T+513 сек, после чего началась 18-минутная баллистическая пауза. MerlinVac включился повторно над экватором после прохождения отметки T+26 мин. Проработав еще 53 сек, двигатель обеспечил приращение скорости почти 2500 м/с и вывел головной блок на ГПО. Через 32 мин после старта SES-10 благополучно отделился от ступени.

### Посадка

Вскоре после разделения ступеней у искусственных наблюдателей немного улеглись опасения, связанные с трудностями повторного использования кислородно-керосиновых двигателей. Вторая ступень потрудилась на славу, но все же внимание публики было приковано не к ней: все с нетерпением ждали исхода посадки первой ступени.

В принципе уже того, что B1021 повторно отработала 30 марта на участке выведения, и так было достаточно для празднования победы, но полным триумфом должно было стать повторное спасение и посадка уже летавшей ступени. В 550 км от места старта ее поджидало автономное посадочное судно ASDS (Autonomous Drone Ship) под названием «Конечно, я все еще люблю тебя» (Of Course I Still Love You).

Бортовое видео с камеры, установленной на первой ступени, показывало, как происходит разделение, как ускоритель «виляет»

Первая ступень, повторно запущенная 30 марта, идентифицируется серийным номером B1021. В первый раз она стартовала 8 апреля 2016 г. в миссии SpX-8, доставившей корабль Dragon к МКС. Исполнив свою роль при выведении, данная ступень первой сумела совершить успешную посадку на самоходную баржу-дрон. Хотя тогда полезный груз позволял вернуться на сушу, SpaceX хотела наконец завершить успехом приземление на палубу высоконадежного беспилотного судна после четырех «близких подходов».

Все прошло хорошо – и ступень B1021 триумфально вернулась в Порт-Канаверал через несколько дней после старта. Затем в течение четырех месяцев ее диагностировали, ремонтировали и готовили к повторному пуску.

хвостовой частью перед отработкой тормозного маневра для снижения скорости входа в атмосферу. Три двигателя запустились в T+384 сек и отработали 20 сек. После окончания импульса ступень совершила быстрый маневр по тангажу. Тут же стал очевиден нагрев при входе в атмосферу: вокруг четырех развернутых решетчатых рулей образовалось пламя, а объектив камеры покрылся копотью.

Решетчатые рули использовались в течение 80 сек атмосферного спуска для точного наведения ступени на самоходную баржу. В T+480 сек включился центральный двигатель, который окончательно погасил скорость и обеспечил мягкую посадку. Он проработал примерно 30 сек, в том числе в режиме глубокого дросселирования. Приземление выполнялось на четыре «ноги», раскрытых незадолго до контакта ракеты с палубой. Перед самой посадкой видеотрансляция прервалась, но диспетчеры получили телеметрические данные и сообщили об успешной посадке – второй подряд для B1021.

Помимо первой ступени, в данной миссии спасался и головной обтекатель. Известно, что SpaceX работает над способом спасения его створок, поскольку стоимость последних составляет около 10% расходов на производство ракеты.

Обтекатель отделился в T+229 сек. Створки стабилизировались газовыми соплами до





момента ввода в действие стабилизирующих парашютов. Элон Маск сообщил, что по крайней мере одна «половинка» достигла воды в неповрежденном состоянии и была спасена («судя по фотографиям, которые мне показали»). В будущем для спасения обтекателей может использоваться воздушный подхват. Поднятую из моря створку заметили 3 апреля на буксире Go Searcher, входящем в порт. Пока не ясно, в какой «форме» она находится и можно ли будет ее использовать вновь.

Кроме всего прочего, Маск подтвердил существование роботизированного инструмента, который будет дистанционно проводить процедуры дезактивации и защиты приземлившейся первой ступени на палубе баржи-дрона.

### Заказчик и полезный груз

Геостационарный коммерческий спутник связи SES-10, принадлежащий подразделению World Skies люксембургского спутникового оператора SES A.S., предназначен для предоставления телекоммуникационных услуг потребителям в Мексике, Центральной Америке, на Карибских о-вах, в испаноязычных странах Южной Америки и Бразилии. Он построен европейским концерном Airbus Defense & Space для замены двух аппаратов – AMC-3 и AMC-4, запущенных в конце 1990-х годов, и займет позицию в 67° з.д.\* SES-10 может быть сконфигурирован для обеспечения связи во время разведки нефти и газа на шельфе.

Компания SES была первым коммерческим оператором, запустившим 3 декабря 2013 г. свой спутник на ГПО с помощью носителя фирмы SpaceX, и она же в августе 2016 г. согласилась стать первым клиентом, который выведет аппарат на ракете Falcon 9 с ранее летавшей первой ступенью. Это согласие принесло компании скидку в размере около 10% от стоимости пуска Falcon 9.

\* Точка согласована с «Андским сообществом» (Боливия, Колумбия, Эквадор и Перу) и обеспечивает оптимальный для трансляции на регион угол места.

В ходе обсуждения наблюдатели вспоминали мнение некоторых ветеранов ракетно-космической техники, считавших, что «заказчик запуска ни за что на свете не пойдет на повторное использование бывшей в употреблении матчасти, тем более на самом напряженном участке выведения». Однако SES не только пошел на этот риск, но и своей поддержкой позволил компании SpaceX выполнить первый повторный пуск ракеты с реальной («живой») полезной нагрузкой, а не с макетом, как предлагали некоторые.

Мартин Холливелл (Martin Halliwell), главный технический директор SES, заявлял: «Мы считаем, что многоразовые ракеты откроют новую эру, сделав космические полеты более доступными и менее затратными. Я верю, что уже в течение 24 месяцев SpaceX предложит услугу выведения на орбиту, когда будет неважно, выполняется она новой или уже слетавшей ракетой».

Интересно, что, хотя риск использования «б/ушной» ступени был очевиден, страховая премия для данной миссии не была повышена. «Что же касается роста страховки, то можно говорить о сотых долях процента, – отметил Холливелл. – По сути, никаких изменений в страховой премии не произошло».

Очевидно, страховщики понимали, что внимание к этому пуску особенное и SpaceX ставит на карту многое. Вследствие этого уровень подготовки миссии будет беспрецедентно высоким. Наблюдатели сделали вывод, что «расчетная надежность носителя в этом пуске не будет значительно ниже предшествующих». Так и получилось.

Мартин Холливелл пообещал, что в этом году SES закупит еще три запуска SpaceX, причем компания готова использовать две «проверенные в полете» ракеты.

Что касается спутника, он изготовлен на базе платформы Eurostar E3000, имеет стартовую массу около 5300 кг и расчетный срок активного существования 15 лет. Платформа E3000 способна нести целевую аппаратуру с потребляемой мощностью свыше 16 кВт; она

SpaceX была выбрана в качестве поставщика услуг по запуску спутника SES-10 в феврале 2014 г. Тогда существовали определенные сомнения относительно того, будет ли Falcon 9 иметь достаточную грузоподъемность, чтобы доставить спутник на номинальную геопереходную орбиту, поскольку минимально возможная масса аппарата составляла 5300 кг, а SpaceX гарантировал лишь 4850 кг.

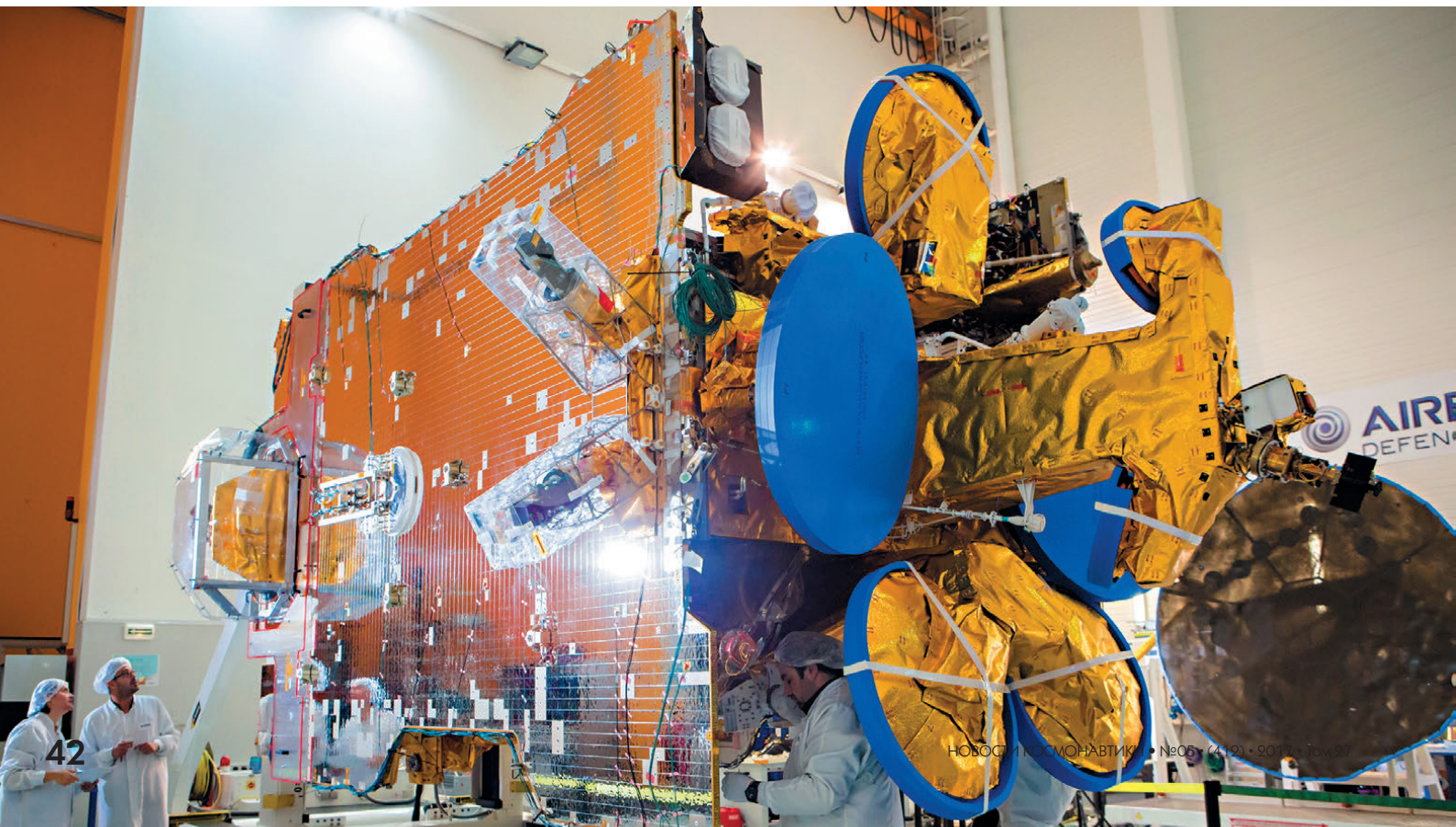
Данная проблема была решена с вводом в строй модификации Falcon 9 FT.

обеспечивает высокую степень адаптивности, поддерживая широкий диапазон полезных нагрузок, включая комплекты коммерческой и военной связи. Первый запуск спутника на базе Eurostar-3000 состоялся в 2004 г.

Спутниковая платформа состоит из центрального силового цилиндра, вмещающего топливные баки для двухкомпонентной химической двигательной установки, и установленных на нем внутренних композитных панелей для монтажа различных компонентов. Две разворачиваемые панели солнечных батарей используют арсенид-галлиевые фотопреобразователи с тройным переходом для выработки электроэнергии, которая хранится в аккумуляторах на борту и передается потребителям через блок подготовки и распределения, регулирующий мощность силовой шины спутника и контролирующей состояние заряда батарей. Система электроснабжения SES-10 в конце миссии будет генерировать суммарную мощность 13 кВт.

SES-10 оснащен гибридной двигательной установкой. Жидкостные двухкомпонентные двигатели используются для скругления начальной орбиты и изменения точки стояния, а электроракетные (холловские) служат для стабилизации точки стояния на геостационаре. Трехосная система стабилизации совместно с современной навигационной системой на основе сигналов GPS и Galileo обеспечит точную привязку к Земле ( $\pm 0.05^\circ$ ) при коррекциях орбиты.

В качестве полезной нагрузки спутник несет 55 транспондеров Ku-диапазона.





SES-10 также оснащен «гибкими командными приемниками» (Flexible Command Receivers) с регулируемыми настройками частоты для повышения надежности передачи команд с Земли на борт.

По состоянию на 11 апреля КА осуществил доведение на геостационар и стабилизировался в точке 68.4° з.д.

### **Достижения, перспективы и планы**

Повторное использование и спасение уже летавшей жидкостной ступени космического носителя – огромное достижение. «Прошло целых 15 лет, – напомнил Элон Маск в комментариях вскоре после подтверждения успешной посадки на баржу. – Я просто невероятно горжусь командой SpaceX, которая смогла достичь этой исключительной вехи в истории космических полетов... показав, как можно сделать то, о чем многие люди говорили как о чем-то невозможном».

Стремления повторно использовать часть уходят корнями в историю компании SpaceX, которую Маск основал в 2002 г., утверждая, что в конце концов имеет целью колонизацию Марса. Экономически оправданная многоразовость – важнейший технологический шаг в этом направлении. Первый этап – сделать запуски на околоземную орбиту более доступными за счет эксплуатации частично многоразовых ракет.

Первоначально SpaceX планировал сажать ступени на парашютах в океан. Но после первых полетов легкого носителя Falcon 1, когда не удалось не то что спасти, но даже найти в море первые ступени, планы были пересмотрены в сторону концепции вертикальной реактивной посадки. Начиная с 2011 г. SpaceX на своем полигоне в Техасе тестировал полномасштабные аппараты-демонстраторы Grasshopper и F9R Dev на низкоскоростных режимах посадки, доказывая жизнеспособность идеи. В первый раз спасти ступень после космического полета удалось лишь с восьмой попытки 22 декабря 2015 г. (НК № 2, 2016); при этом SpaceX не берет в расчет пять попыток посадки на воду, считая их «тренировочными».

Нынешний пуск стал кульминацией 15 лет работы и 1 млрд \$ инвестиций в технологии многократного использования. В идеале (по крайней мере, по мнению Маска) многоразовые носители должны использоваться от 10 до 100 раз и эксплуатироваться, скорее как самолеты, а не как ракеты.

«На данный момент я полностью уверен, что можно добиться как минимум 100-кратного сокращения расходов на доступ в космос», – заверил Элон Маск после пуска. «Многоразовые ракеты реальные! – провозгласил в твиттере Бобби Браун (Bobby Braun), бывший сотрудник NASA, а ныне декан Университете Колорадо в Боулдере. Он сравнил ракету Falcon 9 с первым успешным коммерческим авиалайнером Boeing 707, с которого начался век реактивной пассажирской авиации».

Новая цель SpaceX заключается в том, чтобы обеспечить повторный пуск носителя в течение 24 часов после посадки первой ступени, когда выполняется только ее осмотр, повторная заправка топливом и установка второй ступени с полезным грузом.



▲ Глава SpaceX Элон Маск и главный технический директор SES Мартин Холливелл поздравляют друг друга с успешным запуском

Однако есть сомнения, насколько это реально, учитывая, что ступень № B1021 готовилась к повторному полету четыре месяца.

После триумфальной миссии SpX-8 почти год назад специалисты SpaceX провели подробный анализ состояния вернувшейся ступени. Наибольшее внимание было уделено двигательной установке, включающей девять Merlin 1D. Для повторного использования ступени важно было иметь 100-процентную уверенность в исправности двигателей после нескольких циклов работы, а также в отсутствии повреждений из-за влияния термодинамических нагрузок в ходе возвращения в атмосферу с траектории выведения.

Ступень № B1021 неоднократно «проверялась огнем» и с учетом второго пуска в общей сложности наработала шесть включений-выключений двигательной установки (из них три – в первом полете).

«Мы не ремонтировали эти двигатели, а хотели лишь поменять некоторые прокладки... – сообщали специалисты SpaceX в конце января 2017 г. перед огневыми испытаниями на стенде SpaceX в МакГрегоре. – Конкретно же эти двигатели мы просто сняли, протестировали и поставили обратно, а прямо сейчас прожигаем». Возможно, двигательную установку действительно не перебирали и «не ремонтировали», но в любом случае от 4 месяцев до 24 часов есть некоторая дистанция.

По поводу преимуществ многоразового применения ракет Элон Маск отметил, что денежные затраты на возвращение в полетное состояние оказались гораздо ниже половины стоимости изготовления новой ступени, а дальше будут еще меньше.

«Для ступени под SES-10, поскольку это был первый такой опыт, нами был проделан куда больший объем работы, чем тот, что станет стандартом в скором будущем, – сказал он. – Многоразовое использование ракет – ключ к освоению Марса, наша ближайшая цель – снижение стоимости использования многоразовой ступени до 1/10 от стоимости одноразовой».

Что касается дня нынешнего, то глава компании сообщил, что в текущем году собирается перейти на новый график: SpaceX начнет запускать ракеты каждые две недели. Компания также намерена использовать

повторно в 2017 г. до шести блоков первой ступени, в том числе две в составе первой PH Falcon Heavy. По мнению Э. Маска, повторный запуск уже летавших ступеней станет коммерчески жизнеспособным в 2018 г. – после первого десятка таких полетов, которые компенсируют SpaceX расходы, понесенные в ходе длительной программы разработки многоразового носителя.

### **Конкуренты не дремлют**

Как известно, Элон Маск не единственный, кто нацелился на покорение вершины многократного использования ракет. У него есть конкурент – компания Blue Origin основателя Amazon мультимиллиардера Джеффа Безоса, который в настоящее время принимает участие в этой своеобразной гонке многоразовых носителей (НК № 11, 2016).

SpaceX и Blue Origin уже сталкивались в этом «забеге» из-за юридических пробелов в отношении того, кто владеет интеллектуальной собственностью, лежащей в основе применения автономных барж в качестве морских зон посадки для ступеней ракет. Несколько лет назад Blue Origin получила патент на эту идею, но SpaceX в 2014 г. оспорил этот патент в суде и в 2015 г. одержал частичную победу.

Еще один конфликт связан с жизненно важной недвижимостью – исторической стартовой площадкой LC-39A Космического центра имени Кеннеди, которая была отправной точкой для лунных ракет комплекса Saturn – Apollo и экспедиций Space Shuttle. В 2013 г. Маск выиграл битву за аренду площадки в течение пяти лет. Тогда он извинился за проигрыш своего соперника, ракеты которого не были готовы к орбитальным полетам.

«Я думаю, это немного глупо, поскольку Blue Origin даже не совершила суборбитальный полет в космос, не говоря уже о орбитальном, – дал свою оценку глава SpaceX в интервью агентству Reuters в 2013 г. – Конечно, если экстраполировать их прогресс, они могли бы выйти на орбиту через пять лет, но это кажется маловероятным».

К настоящему времени, однако, суборбитальная система Безоса New Shepard уже совершила пять полетов на высоту свыше 100 км и тем самым, с точки зрения некоторых наблюдателей, украла часть успеха



SpaceX. За свои достижения Blue Origin получила престижную аэрокосмическую награду Collier's Trophy, которую до этого имели братья Райт. Безос и Маск расшаркивались друг перед другом в твиттере, говоря о важности этого достижения, но не случайно и главный конструктор, и другие сотрудники SpaceX причислили свою ракету, запущенную повторно, к «орбитальному классу».

Монополия Falcon 9 на частичную многоразовость вряд ли продлится долго. Не исключено, что менее чем через пять лет Blue Origin доведет «до ума» разрабатываемую в настоящее время систему New Glenn, и «тогда посмотрим, кто кого».

### Тяжеловес на старте

В ближайших перспективных планах Элона Маска – первый пуск тяжелого носителя Falcon Heavy. Согласно заявлениям руководства SpaceX, это произойдет еще до конца текущего года, если не раньше\*. «Мы ожидаем, что, вероятно, в конце лета состоится пуск Falcon Heavy», – обнадежил Маск. Говоря об успехе пусковой кампании SES-10, он подчеркнул, что его фирма решила большинство задач, связанных с тем, что три блока первой ступени Falcon 9 будут летать вместе. Эта проблема оказалась более серьезной, чем предполагали первоначально.

«Falcon Heavy – это одна из тех вещей, которые сначала звучали легко, – заметил глава SpaceX. – Типа «просто возьмем две первые ступени и используем их в качестве боковых ускорителей». И вроде бы все... Но на самом деле – нет, это оказалось безумно сложно. Потребовалось переработать центральный блок и установить тонну дополнительного оборудования. На самом деле было ужасно трудно переходить от одноблочного носителя к трехблочному...»

Если все пойдет по плану, SpaceX будет стремиться спасти все блоки нижних ступеней уже в первом полете Falcon Heavy. Маск сообщил, что два боковых блока вернутся на сушу на станцию ВВС «Мыс Канаверал», а центральный совершит посадку на автоном-

ное посадочное судно в Атлантике. В твите от 31 марта он написал, что SpaceX также рассматривает возможность спасения верхней ступени Falcon Heavy для демонстрации полного повторного использования: «Вероятность успеха невысока, но все равно стоит попробовать».

Для первого пуска Falcon Heavy планируется использовать два уже летавших блока первой ступени в качестве боковых ускорителей. По данным компании, до готовности блоков для первого полета Falcon Heavy остается от двух до трех месяцев. Учитывая, что первый пуск будет сопряжен с большим риском, SpaceX не планирует запускать на ракете дорогостоящий груз. «Вероятно, на Falcon Heavy мы сделаем что-то в самом деле безумное – это довольно рискованная миссия», – предупредил глава компании.

SpaceX будет выполнять пуски Falcon Heavy с площадки LC-39A. Одновременно компания надеется, что перед этим заработает и космический стартовый комплекс SLC-40 на станции «Мыс Канаверал» – площадка, поврежденная во время взрыва в Falcon 9 в сентябре 2016 г. во время заправки топливом. Если строители и монтажники не успеют с ремонтом, SpaceX придется проявлять в первом пуске Falcon Heavy невероятную осторожность: «случись что» – и компания может остаться без стартов во Флориде вообще. Восстановленный SLC-40 планируется использовать только под Falcon 9.

После успешного завершения миссии SES-10 Элон Маск сообщил, что SpaceX уделяет первостепенное внимание выполнению обязательств по намерыванию своего отставания относительно пускового манифеста Falcon 9.

Ряд клиентов, таких как Spaceflight Inc., столкнувшись с продолжительными задержками, начали искать альтернативные предложения на рынке пусковых услуг. Тем не менее у SpaceX есть клиенты и для Falcon Heavy: миссии забронировали такие заказчики, как ВВС США, Intelsat, Arabsat, Inmarsat, ViaSat. Правда, два последних оператора в

С момента презентации проекта характеристики Falcon Heavy были скорректированы, причем в более оптимистичную сторону. В апреле 2011 г. говорилось, что ракета с системой перелива топлива из боковых блоков в центральный сможет выводить на низкую околоземную орбиту груз в 53 т. По состоянию на 19 апреля 2017 г., на сайте SpaceX указаны следующие значения грузоподъемности:

- ◆ на низкую околоземную орбиту – 63.8 т;
- ◆ на геопереходную орбиту – 26.7 т;
- ◆ на отлетную траекторию к Марсу – 16.8 т;
- ◆ на отлетную траекторию к Плутону – 3.5 т.

По данным компании, стартовая масса носителя составляет 1420.79 т, стартовая тяга – 2326 тс, высота – 70 м, а максимальный поперечный размер – 12.2 м.

списке нашли и альтернативные предложения. ViaSat перевела свой спутник ViaSat-2 на Ariane 5 компании Arianespace в середине 2017 г. Inmarsat в качестве запасного варианта для спутника Europasat/Hellas Sat-3\*\* зарезервировал запуск на «Протоне-М» компании ILS (International Launch Services).

В настоящее время как Arianespace, так и ILS испытывают ряд сложностей. Первой уже несколько недель не удается выполнить пуск Ariane 5 из-за общерегиональных протестов во Французской Гвиане. Пуски российского «Протона-М» остановлены с конца 2016 г. из-за проблем с контролем качества двигателей второй и третьей ступени: ожидается, что ракета возобновит полеты только в конце мая. Хотя Inmarsat зарезервировал запуск до 2017 г., задержки с «Протоном» тоже отодвинули эту миссию. Манифест ILS на 2017 год включает три коммерческие миссии: одну для EchoStar, одну для AsiaSat и одну для Hispasat.

Рост спроса на пусковые услуги Falcon 9 при одновременной реализации нескольких масштабных проектов привел к значительному росту численности персонала SpaceX. В начале апреля президент компании Гвин Шотвелл сообщила, что в SpaceX работают 6000 человек, тогда как год назад называлась цифра на тысячу меньше. Весьма стремительно детище Элона Маска из компании-высочки превращается в одного из монстров американской ракетно-космической отрасли.

Источники имеются в редакции

\* Во время презентации проекта 5 апреля 2011 г. первый пуск тяжеловеса намечался на начало 2013 г. (НК № 6, 2011).

\*\* Мощности аппарата делятся между «Инмарсатом» и греческим спутниковым оператором Hellas Sat, который является дочерней компанией Arabsat, базирующейся в Саудовской Аравии.

ГОТОВНОСТЬ К ЛЮБЫМ СИТУАЦИЯМ



**Малакут Созвездие**  
СТРАХОВОЙ БРОКЕР



**21** марта частная американская компания Rocket Lab\* с новозеландским филиалом, разрабатывающая носитель сверхлегкого класса Electron\*\*, объявила о получении дополнительных инвестиций на сумму 75 млн \$. Это уже четвертый раунд привлечения средств: первые инвестиции, полученные в 2013 г. и в 2014 г., позволили завершить разработку ракеты, а нынешние направлены на расширение производства и выполнение первых пусков. Общая стоимость компании теперь оценивается более чем в 1 млрд \$.

Легкая двухступенчатая RN Electron стартовой массой 12,55 т и длиной 17 м предназначена для запусков спутников массой 250 кг на низкую околоземную или 150 кг – на солнечно-синхронную орбиту (ССО) высотой 500 км при стоимости пуска от 4,9 до 6,6 млн \$. Основные характеристики ступеней носителя представлены в таблице.

В качестве компонентов топлива на обеих ступенях используются жидкий кислород (окислитель) и керосин (горючее). Основные элементы RN, включая несущие баки, выполнены из углепластика для снижения массы конструкции.

Двигатель Rutherford, все основные детали которого создаются с помощью 3D-печати, спроектирован, отработан и производится Rocket Lab. Впервые в мире оснащен не турбонасосным, а двумя электронасосными агрегатами (ЭНА) – по одному для каждого компонента топлива. ЭНА двигательной установки первой ступени питаются от 13 литий-ионных аккумуляторных батарей, смонтированных в нижней части конструкции ступени и обеспечивающих более 1 МВт электроэнергии.

Двигатель Rutherford Vacuum второй ступени имеет неохлаждаемый сопловой насадок с большой степенью расширения. Его ЭНА питается тремя литий-ионными батареями, две из которых сбрасываются после исчерпания, позволяя снизить сухую массу. На второй ступени установлен приборный отсек с блоками системы управления, которые разрабатывают и производятся Rocket Lab.

Полезная нагрузка закрыта композитным головным обтекателем (ГО) длиной 2,5 м, диаметром 1,2 м и массой около 50 кг. Rocket Lab предлагает концепцию «инкапсуляции» спутника на территории заказчика, что позволяет собственникам полезной нагрузки осуществлять интеграцию аппарата с адаптером и ГО на своих предприятиях самостоятельно, а затем доставлять модуль в собранном виде к стартовой площадке, где он будет быстро установлен на ракете.

Стандартная миссия предусматривает запуск двух кубсатов форм-фактора 12U, четырех 6U, десяти 3U и четырех 1U. Пуски будут производиться с собственного стартового комплекса Rocket Lab, построенного на полуострове Махия (Mahia) на восточном по-



**И. Чёрный.**  
«Новости космонавтики»

## Готовится к первому пуску

бережье Северного острова Новой Зеландии и официально открытого 26 сентября 2016 г. Расположение комплекса позволяет выводить полезную нагрузку на орбиты наклонением в диапазоне от 39 до 98°. Фирма получила лицензию на пусковую деятельность на 30 лет, которая предполагает возможность запуска каждые 72 часа.

Сообщается, что дополнительное финансирование предоставили венчурные компании Data Collective, Promus Ventures и еще один неназванный инвестор. Кроме того, часть денег получено и от прежних инвесторов, в том числе от Bessemer Venture Partners, Khosla Ventures и K1W1 Ltd.

Квалификационные огневые стендовые испытания ступеней завершились в конце 2016 г. Первый пуск должен состояться в ближайшие месяцы: первый экземпляр носителя в феврале 2017 г. уже доставлен на пусковой комплекс. Испытания акцентированы на подготовке не столько ракеты, сколько пусковой площадки. «Большинство операций, которые происходят здесь, связаны с пусковым полигоном. Ракета готова к полету», – констатировал П. Бек. В дебютном полете Electron не будет нести полез-

Недавно компания Rocket Lab переехала в новую штаб-квартиру в городе Хантингтон-Бич, штат Калифорния. Здание площадью почти 50 тыс м<sup>2</sup> будет использоваться для производства ракетных двигателей, а также электронных систем. Сами ракеты по-прежнему будут собираться на заводе компании в Новой Зеландии, хотя Питер Бек заявил, что в будущем возможно производство некоторых ракет и в Калифорнии, особенно тех, что будут запускаться с территории США.

# Electron

Основные характеристики ступеней носителя Electron

Параметры	Первая ступень	Вторая ступень
Длина, м	12,1	2,4
Диаметр, м	1,2	1,2
Масса, т	10,2	2,4
в т.ч. масса топлива, т	9,25	2,15
Число и тип двигателей	9×Rutherford	1×Rutherford Vacuum
Тяга у земли/в пустоте, тс	16,51/19,57	2,24
Время работы, сек	155	
Удельный импульс у земли/в пустоте, сек	271/321 (оценка)	~327 (по другим данным, свыше 329)
Способ управления	Качение всех двигателей в карданных подвесках	По тангажу и рысканью – качение двигателя в кардане, по крену – газовые сопла

го груза – только дополнительное измерительное оборудование.

Питер Бек заявил, что компания имеет большой пакет заказов, правда, конкретное число законтрактованных пусков не назвал. Это обстоятельство, по его словам, и стало причиной расширения производства, ставшего возможным благодаря новому раунду сбора финансов. Несмотря на неопределенный пусковой график, уже в текущем году Rocket Lab планирует провести пять-семь пусков, включая три испытательных полета, а также один запуск в интересах компании Moon Express. Эта фирма должна до конца 2017 г. – крайний срок по условиям конкурса Google Lunar X Prize\*\*\* – отправить в полет свой лунный посадочный модуль. Еще один пуск будет произведен по программе NASA Venture Class Launch Services, согласно контракту, заключенному в октябре 2015 г.

Глава Rocket Lab также заявил, что его не тревожит направленность компании на одну часть рынка малоразмерных спутников, а именно – на сегмент аппаратов дистанционного зондирования Земли, спрос на которые может со временем упасть. «Мы видим расширяющийся рынок, а не сокращающийся, – поделился он наблюдениями. – И очень рады этому. Для нас это скорее вопрос темпов производства своих ракет, а не наличия подходящего для них места на рынке».

\* Основана в 2006 г. Питером Бекон (Peter Beck). 30 октября 2009 г. Rocket Lab заявила, что стала первой частной компанией, которая в Южном полушарии запустила ракету на высоту 100 км. Однако подтвердить эту заявку невозможно, поскольку ракета не имела телеметрической системы и не сплассала после полета.

\*\* Изначально разработка шла по заказу управления Министерства обороны США, которое реализует программу оперативного развертывания космических систем тактического назначения ORS (Operationally Responsive Space Office).

\*\*\* Главный приз составит 20 млн \$.





И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»

## Изготовлен первый BE-4

6 марта был продемонстрирован первый комплектный ракетный двигатель BE-4, построенный на производственном объекте компании Blue Origin в Кенте (штат Вашингтон), и предназначенный для огневых стендовых испытаний. Выступая на международной конференции Satellite 2017 в американской столице, владелец компании миллиардер Джефф Безос (Jeff Bezos) сообщил, что «второй и третий двигатели вскоре будут готовы». Он изложил свое видение коммерческих космических миссий, в которых BE-4, работающий на жидком кислороде и жидком метане, будет играть ключевую роль.

### Прожиги уже скоро

По словам Безоса, BE-4 будет отправлен на испытательный полигон компании в Западном Техасе для полномасштабных огневых стендовых испытаний (ОСИ), по завершении которых Объединенный пусковой альянс ULA (United Launch Alliance), скорее всего, продолжит с Blue Origin совместную работу для установки двигателя на ракетах Vulcan следующего поколения. Компания Безоса также намерена использовать BE-4 в своих собственных носителях New Glenn (НК № 11, 2016), находящихся в разработке.

Разработка двигателя началась в 2012 г., но затем, в 2014 г., альянс ULA опубликовал запрос на предложения по замене РД-180, ныне установленного на ракете Atlas V,

Незадолго до презентации готового BE-4 Безос признал, что он видит тяжелый носитель New Glenn, изначально предназначенный для запуска спутников, в качестве основы для «службы доставки» грузов на поверхность Луны. В рамках концепции с использованием наработок, полученных в ходе испытания суборбитальной ракеты New Shepard, будет создан грузовой корабль Blue Moon для осуществления мягкой посадки на поверхность Луны.

«Мы надеемся на [частно-государственное] партнерство с NASA по программе Blue Moon, в рамках которой хотим наладить регулярную доставку грузов на поверхность Луны с намерением построить там постоянное поселение для людей», – сообщил Безос. Первые испытания лунной транспортной системы предварительно запланированы на начало 2020-х годов.

на свой носитель следующего поколения Vulcan. Blue Origin была в числе фирм, опубликовавших свои инициативы.

BE-4 создается по замкнутой схеме с дожиганием окислительного генераторного газа в основной камере, но имеет гораздо более низкое давление в камере, чем РД-180. В ходе автономных испытаний агрегатов нового двигателя были проведены сотни прожигов газогенератора и форсуночной головки. Что касается начала ОСИ первого экземпляра BE-4, руководство Blue Origin намекало об их скором старте. Джефф Безос, в частности, сказал, что ожидает начала испытаний полномасштабного двигателя «в ближайшие недели». Эту же информацию подтвердил директор по развитию бизнеса компании Бретт Александер (Brett Alexander) во время дискуссии в Центре стратегических и международных исследований.

Американские специалисты отмечают, что BE-4 – это большое достижение по целому ряду факторов, не последним из которых является тяга 550 тысяч фунтов (250 тс) на уровне моря. Это больше, чем у маршевого двигателя шаттла SSME (Space Shuttle Main Engine), который развивал тягу 375 тысяч фунтов (170 тс).

Во время прошлогодней презентации своего ракетного завода в Кенте Джефф Безос объяснил философию BE-4: «Принцип действия ракетных двигателей прост, но это последнее, что является в них простым». Blue Origin старалась сделать двигатель, который был бы не слишком сложным

и не требовал бы очень дорогих и редких материалов. Разработчики не стремятся создавать произведения искусства, способные «раздвинуть пределы инженерных границ», – скорее, им нужна надежная «рабочая лошадка», которую можно запускать снова и снова – возможно, даже 100 раз, когда компания подойдет к реализации многоразовых космических носителей.

Развивая тему «простоты», владелец Blue Origin заметил, что российский РД-180 – двигатель с очень высокими характеристиками, работающий при экстремальных температурах и давлениях. Более высокие давления приводят к незначительному повышению характеристик, одновременно заметно увеличивая стоимость и время разработки и не давая уверенности в возможности повторного использования.

«Наша стратегия заключается в выборе средних характеристик при наилучшей архитектуре, – констатирует Джефф Безос. – РД-180 – это одновременно и наилучшая архитектура, и самые высокие характеристики. Это весьма сложный в разработке двигатель... Очень высокие характеристики можно получить и при более низком давлении».

По мнению владельца Blue Origin, BE-4 должен стоить на 30–40% меньше, чем РД-180. Кроме того, теоретически он должен быть более долговечным и пригодным к повторному использованию, не вызывая беспокойства об экстремальных давлениях и температурах внутри двигателя. BE-4 работает на новом горючем – жидком метане. В то время как используемый в США водород





▲ BE-4 компании Blue Origin

дает более высокий удельный импульс (что хорошо), с ним сложно работать, и для его хранения требуются громоздкие баки, поскольку он имеет очень низкую плотность. В некотором смысле из-за простоты использования и благодаря потенциалу добычи его, например, на Марсе, метан станет ракетным топливом будущего. Так считает и Элон Маск, объявивший метан идеальным горючим для своей Межпланетной транспортной системы ITS (НК № 11, 2016).

Джефф Безос также обнародовал некоторые технические детали New Glenn и BE-4. В частности, выяснилось, что в турбонасосном агрегате (ТНА) будут применены гидростатические подшипники скольжения. Их ресурс, благодаря отсутствию трения «металл по металлу», гораздо выше, чем у традиционно применяемых в ТНА подшипников качения.

Конфигурация самого носителя претерпела некоторые изменения по сравнению с концепцией, показанной в сентябре 2016 г. На первой ступени ракеты появились два крыла сверхмалого удлинения, что связано со стремлением разработчиков расширить возможности аэродинамики при посадке изделия, в том числе и в условиях сильного ветра.

«Аэродинамика позволяет нам управлять с высокой степенью точности даже при очень сильном ветре, – пояснил Безос. – Мы не хотим лимитировать возможности пуска ограничениями первой ступени многократного применения».

Интересно, что, в отличие от Маска, сажаящего первые ступени «Фалконов» на неподвижное судно, специалисты Blue Origin намерены приземлять свое изделие на движущийся корабль, более устойчивый к волнению.

### Тормоза, или BE-4 против AR-1

Высокие по нашим временам темпы проектирования и создания BE-4 еще не дают гарантии успеха. Как выяснилось, на пути в

космос встречается и сопротивление: ряд конгрессменов прилагают усилия, чтобы подтолкнуть ULA к двигателю AR1, разрабатываемому Aerojet Rocketdyne. Инженеры этой компании делают ставку на долготелый опыт по созданию мощных ракетных двигателей и считают, что хорошей заменой российскому РД-180 для запуска новых полезных грузов в интересах национальной безопасности США может стать только кислородно-керосиновый AR1.

Хотя у «новичка» Blue Origin, похоже, есть «инсайдерские подходы» к ULA, компания Aerojet Rocketdyne, в свою очередь, стремится к тому, чтобы AR1 был готов к установке на рабочую ракету уже в 2019 г.

«Этот двигатель можно встроить и в архитектуру Atlas, и в архитектуру Vulcan, – рассказывает Джули Ван Клийк (Julie Van Kleeck), вице-президент Aerojet по перспективному космосу и пускам. – Это самый низкий риск для национальной безопасности. Он практически повторяет характеристики российского аналога, используя те же самые компоненты топлива, ту же инфраструктуру. Он будет построен на заводе, производящем ракетные двигатели, с помощью которых осуществлено более 2000 миссий в интересах национальной безопасности».

Выступая на ежегодном симпозиуме по космосу, Ван Клийк и Джим Симпсон (Jim Simpson), старший вице-президент по стратегии и развитию бизнеса Aerojet Rocketdyne, рассказали журналистам, почему в данном случае их двигатель имеет преимущество перед BE-4. Blue Origin планирует использовать в качестве горючего метан в первую очередь для экономии средств. Но это потребует изменений в наземном оборудовании и в трубопроводном хозяйстве новой ракеты ULA.

«Для BE-4 требуется практически новая ступень, отличающаяся по диаметру от нынешней системы, – говорит Симпсон. – Необходима новая наземная инфраструктура, связанная с метановым горючим, которое отличается [по свойствам] от ныне используемого керосина».

Blue Origin еще не выбрала место для завода, где будет строить BE-4, что, по словам Ван Клийк, повлияет на то, как будут проходить испытания двигателя. Симпсон добавил, что носители на кислородно-метановом топливе пока не летали, а его компания выбрала конструкцию, которая может быть установлена непосредственно на ракете Atlas V или на новом носителе Vulcan без каких-либо изменений в заправочной инфраструктуре стартовой площадки и башни обслуживания.

«Сейчас у нас есть контракт с правительством США, – говорит Симпсон. – Это сделка по форме ОТА [Other Transaction Authority], где правительство выделило средства до 536 млн \$ на разработку системы AR1. Контракт мы продолжим выполнять до тех пор, пока либо правительство, либо мы сами не решим, что идем в неверном направлении».

В конце февраля два конгрессмена – Майк Роджер (шт. Алабама) и Мак Торнберри (шт. Техас) – направили письмо исполняющему обязанности министра ВВС Лайзе Дисброу (Lisa Disbrow) и ее заместителю по

В начале года Aerojet Rocketdyne заявила, что намерена выпустить двигатель AR1 на заводе в Хантсвилле, шт. Алабама, создав 100 новых рабочих мест в округе, где размещается также Центр космических полетов имени Маршалла (NASA). Другая хантсвилльская компания – Dynetics – уже стала субконтрактором Aerojet Rocketdyne по производству ряда основных систем двигателя.

Решение Aerojet Rocketdyne горячо приветствовал сенатор от Алабамы Ричард Шелби, заявивший, что с нетерпением ждет возможности начать «работу с этими и другими предприятиями по экономическому развитию Алабамы».

Бывший советник президента Обамы Фил Ларсон негативно отнесся к письму конгрессменов: «В нем интересы штата Алабамы ставятся выше национальных интересов США... Письмо затрагивает проблему выбора между устоявшейся и развивающейся компаниями, а выраженное в нем отношение к проблеме явно указывает, что представители Алабамы безнадежно застряли в прошлом».

Между тем Aerojet Rocketdyne утверждает, что для налогоплательщиков AR1 будет самым дешевым вариантом. Сие весьма спорно, поскольку Администрация США в прошлом году сообщила о намерении инвестировать в разработку двигателя до 536 млн \$, тогда как в разработку BE-4 не вложено ни цента бюджетных средств.

закупкам, технологиям и логистике Джеймсу МакСтраву (James MacStravic), где выразили два пожелания: первое – чтобы ULA возобновил использование своей самой тяжелой ракеты Delta IV Heavy; второе – чтобы Пентагон проявил здравый скептицизм в отношении двигателя BE-4.

«Правительство Соединенных Штатов должно полностью держать под контролем все вопросы, связанные с выбором ULA ракетных двигателей для носителя Vulcan, и выступить окончательной инстанцией по принятию соответствующего решения». В письме конгрессмены потребовали от ВВС прекратить финансирование работ по новой ракете, пока ULA не предоставит «полную оценку, разъяснения по контролю за работами и подтверждение прав на принятие

### ▼ Двигатель AR-1 Aerojet Rocketdyne





соответствующего решения» в части выбора исполнителя по двигателям.

Похожее предубеждение уже демонстрировалось в отношении конкурента Бэзоса – компании SpaceX. Среди политиков в Конгрессе по-прежнему существует общее недоверие к «New Space» – новому поколению аэрокосмических фирм, чья прямая цель – снизить стоимость доступа в космос, а не просто выиграть следующий правительственный контракт.

Центр стратегических и международных исследований (Center for Strategic & International Studies) недавно сообщил о пяти различных вариантах двигателей, предполагающихся на замену РД-180. В отчете Центра отмечается, что если самыми приоритетными факторами являются минимизация издержек и поддержка долгосрочной конкурентоспособности промышленной базы космических запусков США, то BVC должны выбирать либо BE-4, либо AR1. Более того, если огневые стендовые испытания BE-4 будут успешными, говорится в отчете, двигатель Blue Origin окажется очевидным выбором, потому что он будет стоить дешевле, почти полностью оплачен частным сектором и будет готов раньше.

В условиях давления со стороны конгрессменов успешное испытание BE-4 позволило бы одним махом доказать, что «не обремененные высшим доверием» компании могут выполнять работу в космосе и подтвердить возможность использования нового ракетного топлива – метана – в большом двигателе. Как следствие, ULA выбрал бы BE-4 фирмы-высочки вместо изделия традиционной аэрокосмической компании Aerojet Rocketdyne.

Испытанный двигатель будет иметь большое значение и для создания ракеты New Glenn. В случае успеха SpaceX уже не будет представлять «New Space» в одиночку. Как отмечают американские эксперты, можно отделаться от одного предпринимателя-технаря, мечтающего о многоразовых ракетах, как от излишне оптимистичного и богатого, но наивного «мальчика-ракетчика», но гораздо сложнее отделаться от двух «мальчиков», у которых есть свои собственные ракетные двигатели.



▲ Джефф Бэзос на конференции Satellite 2017

### Партнерство с государством

Впрочем, «коммерсанты» отнюдь не намерены противопоставлять себя государству. Не так давно Федерация коммерческих космических полетов CSF (Commercial Spaceflight Federation), в состав исполнительного комитета которой входят и SpaceX, и Blue Origin, попала в новостные ленты – после того, как выказала поддержку проекту создания новой мощной ракеты SLS (Space Launch System). Председатель организации Алан Стерн, в прошлом заместитель администратора NASA по космической науке, объявил: «Мы видим много плюсов от участия в разработке SLS для NASA». Это заявление вызвало ажиотаж в коммерческом космическом сообществе.

Позже Стерн объяснил, что его коммерческая космическая организация в прошлом вступила в «жесткую борьбу» по вопросу создания SLS с американским правительством и компанией Boeing, являющейся главным исполнителем работ по ракете и имеющей немалый вес в аэрокосмических делах. Ранее организация утверждала, что частники способны обеспечить те же пусковые возможности, что и «государственная»

ракета SLS, но за гораздо меньшие средства. Сейчас CSF полагает, что SLS может способствовать развитию бизнеса коммерсантов от космоса на Луне, реализации плана добычи полезных ископаемых на астероидах, а также других проектов, в которых заинтересованы члены организации.

«Мы смотрим наперед», – сказал Стерн. – Это явно выгодно для развития коммерческих космических полетов. Теперь, с новой президентской администрацией и обновленным Конгрессом, мы решили сделать свою ставку на проект SLS».

Федерация коммерческих космических полетов, очевидно, понимает, что выступление против SLS вряд ли будет иметь последствия на Капитолийском холме, где конгрессмены поддерживают государственную космическую программу. На смену идее противодействия идет концепция взаимодействия в рамках частно-государственного партнерства. Вместо позиции «мы против» многие инсайдеры аэрокосмической отрасли остановились на подходе «мы вместе». В любом случае NASA продолжит тратить ежегодно 2 млрд \$ на SLS. В то же время Конгресс может продолжать принятие законопроектов, как минимум не препятствующих частным усилиям по разработке ракет тяжелого класса.

В конечном итоге, если ракеты Маска и Бэзоса продемонстрируют свою функциональность и более низкую стоимость, у коммерческого сектора появятся гораздо более весомые аргументы в свою пользу. Кое-кто воспринял эти аргументы уже сейчас. Европейский оператор спутниковой связи Eutelsat заключил с Blue Origin контракт на запуск телекоммуникационного спутника в период с 2021 по 2022 год ракетой New Glenn, способной доставлять 13 т на геопереходную и до 45 т на низкую околоземную орбиту.

«New Glenn обладает внушительными возможностями», – заявил Бэзос. – Несколько месяцев назад мы вышли на потенциальных клиентов, и Eutelsat откликнулся сразу же. Мы не могли и надеяться на лучшего партнера – эта компания готова нам даже помогать».

*Источники имеются в редакции*





**31** марта Японское агентство аэрокосмических исследований JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency) объявило, что двигатель LE-9, разработанный компаниями Mitsubishi Heavy Industries Ltd. и IHI Corporation для установки на первой ступени ракеты-носителя H-III\*, подготовлен для огневых стендовых испытаний (ОСИ) в Космическом центре Танэгасима в префектуре Кагосима.

### Двигатель

Маршевый кислородно-водородный двигатель LE-9 высокой тяги разрабатывается с 2014 г. на основе прежних японских разработок. В частности, за основу проекта взяты результаты научных исследований и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по двигателю LE-X, а также новые технические решения. При этом преследуется цель: сохраняя высокую надежность двигателя, на современном уровне реализовать гибкость менеджмента со снижением расходов на пуск ракеты.

По сравнению с ранними японскими разработками, для ракеты H-III необходим двигатель, развивающий тягу примерно на 40% выше, чем у LE-7A\*, установленного на первой ступени носителей H-IIA и H-IIB.

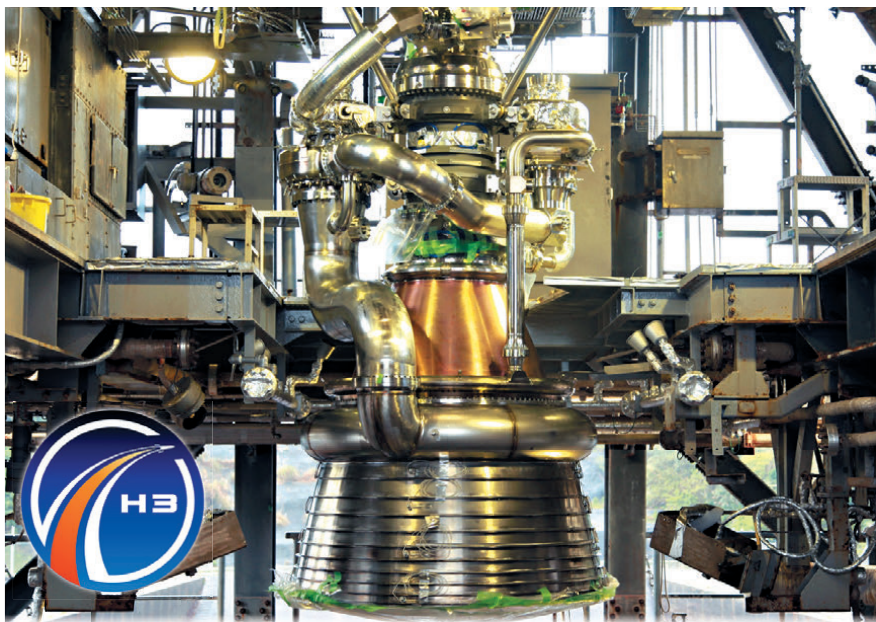
Для создания подобного двигателя использовали модифицированную безгазогенераторную схему (Expander Bleed Cycle), отработанную на двигателях серии LE-5. По этой схеме часть жидкого водорода (горючего), проходя через верхнюю часть рубашки охлаждения (от входного коллектора и выше), газифицируется и вращает турбину турбонасосного агрегата, после чего сбрасывается (сливается) в сопловой насадок (от входного коллектора и ниже) и уходит во внешнюю среду через множество небольших сопел в нижней части последнего, создавая дополнительную тягу.

Японские специалисты имеют большой опыт работы с данной схемой, совмещающей простоту и высокую надежность конструкции с небольшими тепловыми нагрузками на турбонасосный агрегат (ТНА) и камеру сгорания. По их мнению, «расширенный цикл со сливом», основанный на уникальных теплофизических свойствах водорода, характеризуется низкой вероятностью возникновения нештатных ситуаций при работе двигателя из-за умеренного давления в газовом тракте.

### История разработки

JAXA уже более десяти лет (начиная с 2005 г.) работает над доказательством работоспособности модифицированной безгазогенераторной схемы в двигателе большой тяги, предназначенном для установки на первой ступени тяжелого носителя. До этого самый мощный японский двигатель был построен по замкнутой схеме (на западе она называется «ступенчатый сгорание»). Японские специалисты считают ее слишком дорогой и не особо

\* Перспективная тяжелая ракета, предназначенная для постепенной замены существующих носителей, эксплуатируемых JAXA. По проекту, обладает примерно в 1.5 раза более высокими, чем у H-IIA, характеристиками при стоимости пуска в два раза ниже. Полет первого опытного образца намечен на 2020 г. Расчетный темп пусков – шесть ракет в год.



Е. Рыжков специально для «Новостей космонавтики»

## Испытания нового двигателя

надежной, хотя она обеспечивает наивысшие удельные параметры. В рамках НИОКР LE-X проводился поиск необходимых технологий.

В рамках НИОКР LE-X проводился поиск необходимых технологий. Далее, используя современные методы, такие как численное моделирование, удалось достичь высоких (по сравнению с двигателем LE-5B, построенным по аналогичной схеме) показателей, включая повышение давления в камере в три раза и рост тяги в десять раз. Для проверки вышеназванных технологий проводились испытания с ТНА и модельной камерой, приближенной к реальной по размерам.

### Испытания

ТНА двигателя LE-9 включает кислородный насос высокого давления и водородный насос высокого давления. Они испытывались автономно для определенных функциональных и технических характеристик соответствующих блоков.

С 14 сентября до середины октября 2016 г. в Космическом центре Какуда в префектуре Мияги проводилась пуско-наладка испытательного стенда системы регулирования подачи компонентов топлива двигателя, а с 27 декабря 2016 г. начались автономные испытания ТНА.

Целью этой серии испытаний, которая закончилась 20 февраля 2017 г., назывался сбор данных по функциональным и техническим возможностям ТНА. Далее последовала подробная оценка полученных данных. Кроме того, была проведена частичная переборка с осмотром для выявления неполадок или повреждений. После осмотра данный ТНА установили на двигатель с целью проведения ОСИ в Космическом центре Танэгасима.

Кроме ТНА, двигатель включает камеру и агрегаты управления. После автономных испытаний турбонасос устанавливают на двигатель, монтируемый на стенде в Танэгасиме в целях комплексных ОСИ. Здесь про-

Сравнительные характеристики двигателей для первых ступеней японских РН		
Характеристика	LE-9	LE-7A
Схема двигателя	Модифицированная безгазогенераторная	Замкнутый цикл с дожигом генераторного газа в основной камере
Тяга в вакууме, кН (тс)	1471 (150*), 63% – дросселирование	1100 (112)
Удельный импульс, сек	425	440
Масса двигателя, т	2.4	1.8
Полная длина, м	3.75	3.7
Соотношение компонентов (окислитель/горючее)	5.9:1	5.9:1
Давление в камере, МПа	10.0	12.3
Максимальное давление подачи горючего, МПа	19.0	28.1
Максимальное давление подачи окислителя, МПа	17.9	26.6
Система привода клапанов	Электрические приводы, непрерывный контроль расхода	Пневмоклапан (расход регулируется с помощью дросселей)

веряются функциональные и технические характеристики, но уже двигателя в сборе. В частности, в первой серии испытаний проверяют последовательность запуска и останова. Далее идут испытания на штатном режиме работы и сбор технических характеристик каждого компонента. В итоге это отражается на проектировании двигателя.

К апрелю 2017 г. в Танэгасиме были сделаны все необходимые приготовления. Риски при разработке LE-9 планируются свести к минимуму благодаря внедрению методов проектирования, которые поддерживают высокую надежность, сводя воедино теоретические значения с полученными экспериментальными путем реальными данными. По итогам двигатель допускают либо не допускают к работе в реальном полете.

Результаты апрельских огневых испытаний будут обнародованы на сайте JAXA по мере их готовности. После их завершения планируется продолжить испытания систем двигателя.





# Рабочие визиты на Восточный

И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»

**20** марта заместитель председателя Правительства РФ Д. О. Rogozin, генеральный директор Госкорпорации «Роскосмос» И. А. Комаров, генеральный директор ФГУП ЦЭНКИ Р. Ф. Джураева и специалисты предприятий ракетно-космической отрасли посетили космодром Восточный. Они осмотрели технический (ТК) и стартовый (СК) комплексы, где идет монтаж технологического оборудования для разгонного блока (РБ) «Фрегат», а также оценили ход строительных работ на метрологической базе и в инженерном корпусе ТК.

В рамках визита прошла церемония открытия новой поликлиники в г. Циолковский.

## Совещания и поездки

Под руководством Д. О. Rogozina состоялось совещание по вопросам строительства космодрома. Результаты рабочего визита по телемосту были доложены главе Правительства РФ Д. А. Медведеву. Вице-премьер пригласил его посетить Восточный в сентябре: «Дмитрий Анатольевич, я думаю, когда вы во второй половине года приедете на космодром Восточный, – здесь вас очень ждут, мы планируем два пуска с космодрома – вы уже увидите практически полноценно рабо-

тающий, заселенный и очень красивый город со всеми необходимыми условиями для нормальной творческой жизни».

В свою очередь, глава правительства выразил надежду, что увидит «счастливые лица людей, которые там живут». Он отметил, что ввод в эксплуатацию объектов социальной инфраструктуры очень важен: «Прошу это тоже держать на контроле. Когда приедем, обязательно все посмотрим».

В самом деле, строительству г. Циолковский и его социальной инфраструктуре придается большое значение. 30 марта министр по развитию Дальнего Востока А. С. Галушка вместе с губернатором Амурской области А. А. Козловым с вертолета осмотрели строящийся космодром, прошлись по коммунальным и социальным объектам Циолковского и побывали в городе Свободном.

В первую очередь министр осмотрел объекты, нуждающиеся в федеральной поддержке, и одобрил планы амурских властей. По словам главы региона, решается вопрос выделения Приамурью дополнительных средств из резервного фонда. Общий объем финансирования определен в 400 млн руб.

Сначала делегация отправилась к очистным сооружениям, расположенным недалеко от нового города. Здесь рядом

Несмотря на прилагаемые усилия, строительство объектов социальной инфраструктуры г. Циолковский не попало в проект федеральной программы по развитию космодромов до 2025 г. Поэтому Минвостокразвития отказалось согласовывать этот документ. То, что в программе не упоминается Циолковский, напрямую противоречит поручению главы государства, указал замглавы ведомства А. К. Ниязметов.

Проект программы поступал в Минвостокразвития уже несколько раз. В каждой новой версии сроки финансирования и строительства откладывались. В итоге проект снова отправили на доработку. «Место это дальше, не «сахарное» для жизни – мы с вами там все бывали. Нужно, чтобы там была современная инфраструктура жилья, социальная инфраструктура», – рекомендовал Д. А. Медведев.

со старым комплексом очистки компания «Спецстройтехнология» возводит современную станцию полной биологической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод. Министр также посетил в Циолковском доме, в которых предстоит жить работникам космодрома. Уже построены пять домов, в четырех из них успели справиться новоселье; всего же в городе до конца года должны сдать 14 многоэтажек. В июне для жителей микрорайона сдадут новый детский сад на 230 мест с бассейном.

Знакомство министра с Циолковским закончилось осмотром уникальной по оснащению для Дальнего Востока поликлиники медико-санитарной части космодрома. Медучреждение начало работу в середине марта. Прием ведут 20 специалистов, в том числе кардиолог, травматолог-ортопед, офтальмолог и оториноларинголог. За смену поликлиника может обслуживать до 400 пациентов. Гордость коллектива медиков – диагностическое отделение, оснащенное новейшим оборудованием. В частности, в отделении лучевой диагностики установлен томограф, способный выполнять 160 срезов за один проход. Такого томографа пока нет нигде на Дальнем Востоке.

По словам А. А. Козлова, в первую очередь министру показывали объекты, решения по которым необходимо согласовать на федеральном уровне. «Это и очистные сооружения, и коммунальные объекты. Например, построена новая современная котельная, которая одна может обеспечить теплом весь город. И встает вопрос: зачем теперь содержать старую? Но нам не хватает 40 миллионов,





Холдинг «Российские космические системы» (РКС) 24 марта сообщил о завершении разработки антенной системы нового поколения, которая станет частью создаваемого в России сетевого наземного комплекса управления космическими аппаратами в дальнем космосе.

Новые наземные радиотехнические комплексы (НРТК) будут строиться на базе новой 32-метровой антенной системы ТНА-32Л, разработанной АО «Особое конструкторское бюро МЭИ» (ОКБ МЭИ, входит в РКС). Как сообщил заместитель руководителя отдела антенного центра ОКБ МЭИ Денис Хлебников, при разработке антенной системы ТНА-32Л был применен ряд прогрессивных разработок, таких как высокоточные отражающие поверхности лучеводных зеркал, формостабильная структура каркаса главного зеркала, шестикоординатные подвески типа гексапод, высокоэффективные антенно-фидерные устройства, прецизионные следящие электроприводы системы наведения и селективные частотно-разделительные поверхности.

Строительство опытного образца НРТК начнется в следующем году в Центре космической связи «Калязин» ОКБ МЭИ в Тверской области. После испытаний, которые планируется завершить к середине 2020-х годов, новые антенные комплексы будут возведены на территории европейской части России и в г. Циолковский. Они дополнят уже работающие в Медвежьих Озёрах, Калязине и Уссурийске НРТК на базе полноповоротных параболических антенн ТНА-1500 диаметром 64 метра и 70-метровых П-2500, которые постоянно модернизируются силами ОКБ МЭИ.

Важной особенностью разработки является возможность объединения НРТК в кластеры – это позволит проводить высокоточные траекторные измерения, увеличивать объемы принимаемой научной информации и повышать качество связи с КА, выполняющими межпланетные миссии.

Сетевой наземный комплекс управления дальними КА, состоящий из кластеров НРТК на базе антенной системы ТНА-32Л, будет работать в X- и Ka-диапазонах частот в соответствии с рекомендациями международного Консультативного комитета по космическим системам передачи данных CCSDS. Поэтому комплекс можно будет привлекать для участия в международной кооперации по проектам планетных и астрофизических исследований космоса.

чтобы переподключить потребителей к новому узлу, – отметил глава региона. – Со дня на день мы ждем, что председатель правительства Д. А. Медведев подпишет важнейший для Свободного документа – о создании территории опережающего развития (ТОР). Это позволит нам привлекать новых инвесторов, так как ТОР дает для них налоговые льготы, открывает возможность привлечения федеральных средств для строительства новых объектов. И мы посмотрели те площадки, где хотим построить эти объекты».

### Ракеты, антенны и спутники

Указанные два пуска с Восточного планируются выполнить осенью текущего года. Напомним: первый пуск с нового космодрома состоялся почти год назад: 28 апреля 2016 г. стартовала РН «Союз-2.1А» с тремя спутниками (НК № 6, 2016). С того момента новых запусков не производилось, на космодроме

осуществлялись конструктивные доработки и завершалось строительство. Всего же в 2017 г. Россия запланировала 23 пуска с трех космодромов: два с Восточного, шесть с Плесецка и 15 – с Байконура.

31 марта И. А. Комаров заявил, что в 2018–2019 гг. число коммерческих запусков с Восточного увеличится. Начнутся пуски в интересах компании OneWeb, планирующей развернуть орбитальную группировку широкополосного доступа в Интернет всех стран мира\*. Глава Роскосмоса сообщил, что в 2018 г. запланированы три пуска, а в 2019 г. – уже семь. Кроме того, еще пять дополнительных запусков может быть произведено в рамках опциона после 2020 г.

В Госкорпорации «Роскосмос» рассчитывают, что с 2018 г. с Восточного будет проводиться от шести до восьми пусков в год.

### Совет главных

31 марта в РКЦ «Прогресс» (Самара) прошло заседание Совета главных конструкторов по теме «Союз–Восток», в ходе которого были рассмотрены вопросы обеспечения пусков РН «Союз-2» в 4-м квартале 2017 г., а также текущее состояние дел по космическому ракетному комплексу (КРК) «Союз-2» на космодроме Восточный. В работе Совета приняли участие представители ГК «Роскосмос», департамента Министерства обороны РФ по обеспечению гособоронзаказа, головных институтов (НИЦ ЦНИИ Войск ВКО Министерства обороны РФ, ЦНИИмаш, ГНЦ «Центр Келдыша») и предприятий кооперации: НПО имени С. А. Лавочкина, филиалов ФГУП ЦЭНКИ – КБ «Мотор», КБТХМ и НИИ СК, АО «Российские космические системы» (РКС), КБХА, Корпорации ВНИИЭМ и других предприятий.

Со вступительным словом выступили первый заместитель генерального директора ГК «Роскосмос» А. Н. Иванов и генеральный директор РКЦ «Прогресс» А. Н. Кирилин. Основной доклад от РКЦ «Прогресс» о состоянии работ по теме «Союз–Восток» представил заместитель генерального конструктора – главный конструктор по средствам выведения Д. А. Баранов. Он доложил о работах, проводимых по результатам первого пуска с космодрома Восточный, о текущем состоянии дел по изготовлению РН для миссий 2017 г.

В документах от Корпорации ВНИИЭМ было отражено состояние дел с созданием КА «Метеор-М» и «Канопус-В» для запусков с космодрома Восточный в 2017 г. Представитель НПО имени С. А. Лавочкина рассказал о ходе работ по созданию комплекса РБ «Фрегат» на новом космодроме.

Участники Совета главных конструкторов обсудили доклады головных разработчиков составных частей КРК «Союз-2» на дальневосточном космодроме, а также рассмотрели ход работ по переводу комплекса РН «Союз-2» на горючее «нафтил». Совет подтвердил, что ход опытно-конструкторских работ по космодрому Восточный обеспечивает две пусковые кампании в конце 2017 г.

\* Arianespace и OneWeb подписали контракт на запуск 672 спутников мобильной связи, для чего потребуются выполнить пуск 21 РН «Союз» в период с 2017 по 2019 г.

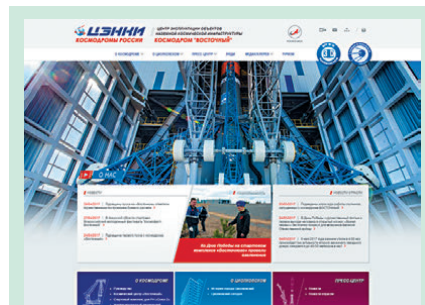
### Программы и планы

К 16 марта была согласована Федеральная целевая программа (ФЦП) «Развитие космодромов на период 2017–2025 годов в обеспечение космической деятельности Российской Федерации». Программа предусматривает создание новой и поддержание существующей инфраструктуры космодромов Плесецк, Байконур и Восточный.

«ФЦП находится на стадии внесения в правительство, – сообщил И. А. Комаров. – В целом она уже согласована, осталась коллегия Военно-промышленной комиссии (ВПК) и Минэкономразвития, с которым все вопросы уже практически решены. В апреле ФЦП по графику должна быть рассмотрена в правительстве.

Напомним, что в июне 2016 г. гендиректор ЦЭНКИ Рано Джураева сообщила о начале строительства второй очереди космодрома Восточный.

По сообщениям РИА «Новости», а также [www.russian.space](http://www.russian.space), [dv.land/news/11689](http://dv.land/news/11689), [tass.ru/kosmos/4148734](http://tass.ru/kosmos/4148734), [www.eastrussia.ru/news/dva-kosmicheskikh-korablya-budut-zapushcheny-s-kosmodroma-vostochnyy-osenyu-tekushchego-goda/](http://www.eastrussia.ru/news/dva-kosmicheskikh-korablya-budut-zapushcheny-s-kosmodroma-vostochnyy-osenyu-tekushchego-goda/)

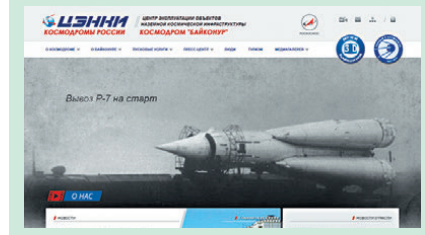


Для расширения информирования о работе космодромов, об их истории, о людях и их жизни ЦЭНКИ запустил сайты Байконура ([baikonur.russian.space](http://baikonur.russian.space)) и Восточного ([vostok.russian.space](http://vostok.russian.space)). Информация, представленная на ресурсах, адресована журналистам, специалистам, партнерам и всем, кто интересуется космической отраслью. На сайтах будет выкладываться самая актуальная информация о космодромах, пусковых услугах, перспективах развития, важных событиях, новости и другое.

На странице Восточного представлена история создания первого гражданского космодрома современной России, информация о жизни нового города Циолковский и Амурской области.

Посетителей сайта Байконура ждет 3D-версия музея космодрома – панорамная экскурсия с возможностью виртуального посещения и осмотра всех экспозиционных и выставочных залов, мемориальных домиков С. П. Королёва и Ю. А. Гагарина, а также экспонатов, расположенных на территории комплекса.

В проекте 40 круговых (360°) панорам, более 230 интерактивных экспозиционных выставок и 250 экспонатов с аннотацией.





# Что случилось с воронежскими двигателями?

30 марта генеральный директор ОАО «Научно-производственное объединение энергетического машиностроения имени академика В.П. Глушко» (НПО «Энергомаш») И.А. Арбузов сообщил, что поставка проверенных после возврата двигателей второй и третьей ступеней РН «Протон-М» во ФГУП «Государственный космический научно-производственный центр (ГКНПЦ) имени М.В. Хруничева» запланирована на начало мая этого года.

## Проблемы не на ровном месте

Как стало известно, детальный анализ, проведенный в декабре 2016 г. после очередных выборочных стендовых испытаний серийного двигателя второй ступени РН «Протон-М», выявил применение в производстве припоя, не соответствующего конструкторской документации. Этот факт вынудил руководство Госкорпорации «Роскосмос» принять меры по проверке всех выпущенных двигателей РД-0210/0211 для второй и РД-0213/0214 для третьей ступени «Протона-М».

Подробнее всего выявленную проблему описал президент компании International Launch Services\* (ILS) Кирк Пайшер (Kirk Pysheer). В интервью изданию SpaceNews он сообщил, что анализ результатов испытаний на стенде предприятия-изготовителя – Воронежского механического завода (ВМЗ) – показал, что некоторые части двигателя были соединены более тугоплавким припоем, чем требовала конструкторская документация.

«Процесс пайки включает изготовление деталей и нанесение на места их стыка холодного припоя в процессе сборки узла, – объяснил Пайшер. – Затем узел помещается в печь и подвергается нагреву. Припой расплавляется и затекает в стыки, образуя прочное соединение. Когда после испытательный узел разрешили для дефектации, обнаружилось, что количество припоя в стыках меньше ожидаемого».

По словам Пайшера, в российской процедуре испытаний принимают участие два двигателя из шести произведенных\*\* – они

подвергаются полной проверке и «разрушающему контролю», при котором изделие режется на куски и анализируется. Это рутинный процесс, но в этот раз проверка показала, что обычный припой был заменен другим, что и побудило руководство космического агентства начать расследование.

«Во время пайки [припой] имел более высокую температуру плавления, он не растекался так, как надо, и не затекал во все стыки, как ожидалось. [Контролеры] смогли заметить это и сделать вывод, что ВМЗ изготовил несколько двигателей с использованием данного припоя, обладающего более высокой температурой плавления. Поэтому, несмотря на то что двигатель без замечаний выдержал огневые испытания, было принято решение отозвать всю партию, которая подготавливалась в применении более тугоплавкого припоя», – прокомментировал Пайшер.

Исправлять ситуацию было поручено НПО «Энергомаш» – оно проводило аудит и дополнительный технический контроль всех двигателей, которые уже произвел ВМЗ. По словам И.А. Арбузова, все обнаруженные в двигателях дефекты, связанные с применением не предусмотренной технологией припоя при пайке форсуночных головок газогенераторов, проявились уже после огневых испытаний.

«По моему мнению, марки припоя были просто перепутаны, и я далек от мысли, что это было вредительство, сознательный злой умысел, – убежден Игорь Александрович. – Но нарушались правила хранения припоя и был недостаточный контроль за передвиже-

нием материалов на предприятии в процессе производства. И хотя на ВМЗ в свое время была выявлена нехватка партии одной из марок припоя, группа товарищей дружно подписала акты списания и не стала вникать, куда девался списанный припой нужной марки».

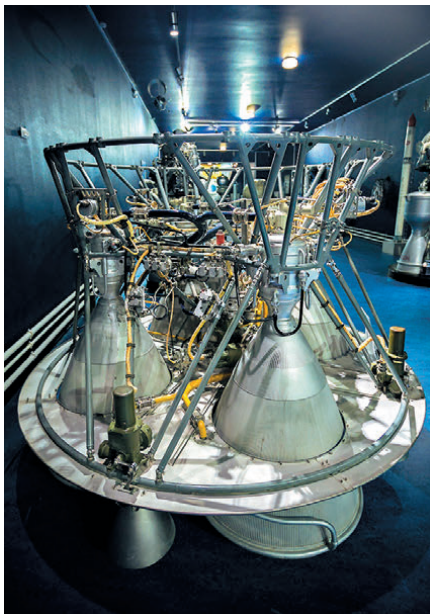
20 января 2017 г. генеральный директор Госкорпорации «Роскосмос» И.А. Комаров провел на территории ВМЗ выездное рабочее совещание с руководителями ракетно-космической отрасли по вопросам повышения качества выпускаемой продукции. По результатам совещания был принят ряд решений, направленных на повышение качества выпускаемой космической техники. В частности, было решено отозвать двигатели на завод-изготовитель для перепроверки и – в случае необходимости – устранения недостатков. «Речь идет обо всех без исключения двигателях для «Протонов», выпущенных на ВМЗ за последние несколько лет...» – уточнил в интервью изданию «Коммерсантъ» высокопоставленный источник в ракетно-космической отрасли.

По мнению И.А. Арбузова, при надлежащем отношении к делу нынешней ситуации можно было избежать. «Поразительно, что все это было ясно еще в 2015 г. Уже тогда можно было не допустить появления проблемы на двигателях, изготовленных позже этого срока. Однако халатное отношение к своему делу на заводе позволило зайти проблеме очень далеко, и дефектные двигатели продолжали массово выпускать в 2015 и 2016 годах, закончилась эта история только в январе 2017 г. Поэтому полагаю, что все двигатели, выпущенные для «Протонов» с начала 2015 г., могут иметь значительные проблемы и должны быть перебраны», – заключил гендиректор «Энергомаша».

\* ILS – совместное предприятие (СП), созданное компанией Lockheed и ГКНПЦ имени М.В. Хруничева (имеет контрольный пакет акций ILS) с целью маркетинга пусковых услуг РН «Протон».

\*\* При положительных результатах испытаний оставшиеся четыре устанавливаются на второй ступени «Протона-М».





### Не только для «Протона»

Следует заметить, что двигатели РД-0210/0211 и РД-0213/0214 – не единственный проблемный продукт ВМЗ. 1 декабря 2016 г. из-за аварии третьей ступени РН «Союз-У» был потерян транспортный грузовой корабль «Прогресс МС-04» (НК №2, 2017, с.8-11). Аварийная комиссия установила, что выведение прекратилось из-за вскрытия бака окислителя блока И в результате воздействия элементов, возникших при разрушении двигателя 11Д55 (РД-0110) также производства Воронежского завода из-за возгорания и дальнейшего разрушения насоса окислителя.

Указанные события могли произойти как по причине попадания посторонних частиц в полость насоса, так и из-за возможного нарушения технологии сборки двигателя (в частности, из-за несоответствия зазоров между шнеком и втулкой, между плавающими кольцами и крыльчаткой, возможного дисбаланса и биения ротора). Комиссия установила, что в полете проявился дефект, имеющий производственный характер.

С учетом того, что РД-0110 является штатным сразу для нескольких носителей семейства («Союз-ФГ», «Союз-2.1А», «Союз-СТА» и снимаемый с эксплуатации «Союз-У»), для исключения повторения подобной ситуации было принято решение отозвать с Байконура в самарский Ракетно-космический центр (РКЦ) «Прогресс» все блоки третьих ступеней с этим двигателем в целях дополнительных проверок и возможных доработок.

Согласно выводам и рекомендациям аварийной комиссии, по РД-0110 был выполнен комплекс мероприятий. Оценивалась чистота внутренних полостей на всех двигателях, поскольку не исключалась вероятность нахождения в них посторонних частиц. Совместно с Исследовательским

центром имени М. В. Келдыша специалисты организации-разработчика и завода-изготовителя – Конструкторского бюро химической автоматики (КБХА) и ВМЗ – разработали специальную методику неразрушающего контроля, благодаря которому можно определить наличие или отсутствие во внутренних полостях посторонних частиц, не разбирая двигатель. Таким образом, РД-0110 прошли не переборку, а перепроверку, что значительно сократило сроки выполнения полного объема работ.

Как пояснил И. А. Арбузов, в феврале 2017 г. ВМЗ уже устранил неисправности в четырех РД-0110: «Что касается «Союзов», то два двигателя уже доработаны и отправлены в Самару, один доработан и упакован под отгрузку и еще один будет готов к отгрузке в конце марта. Пока Воронежский завод выполняет график, согласованный с партнерами». Проверка остальных двигателей для ракет «Союз» будет проводиться в течение 2017–2018 гг., а их поставка осуществляться в соответствии с графиком пусков.

С запуском транспортного грузового корабля «Прогресс МС-05» 22 февраля и пилотируемого корабля «Союз МС-04» 20 апреля двигатели РД-0110 вернулись в штатную эксплуатацию.

### Когда в полет?

Сложности работ с РД-0210/0211 и РД-0213/0214 заключались в том, что требовалось перебрать двигатели более чем к 14 носителям «Протон-М». «Это 71 двигатель, или практически весь задел по второй и третьей ступеням. В настоящее время подписан график проведения работ, значительная их часть будет проведена в 2017 г., но мы понимаем, что какая-то часть неминуемо перейдет на 2018 год», – заявил И. А. Арбузов.

Программа переборки и доработки двигателей была составлена таким образом, что ВМЗ гарантировал своевременную поставку исправных изделий. «Работы по дефектации двигателей не повлияют на график исполнения всех контрактных обязательств, в том числе по программе доставки пилотируемых и грузовых кораблей к МКС, а также коммерческих пусков и запусков в интересах Мин-

обороны», – полагает И. А. Арбузов. Уже в середине апреля в Воронеже были проведены стендовые испытания первого доработанного двигателя.

Первый пуск РН «Протон-М» с коммерческим аппаратом связи EchoStar XXI для оператора EchoStar Corporation должен состояться 29 мая\*. По словам генерального директора ГКНПЦ имени М. В. Хруничева А. В. Калиновского, этот аппарат предполагалось вывести на орбиту еще в конце 2016 г. – начале 2017 г. Заказчик принял доводы российской стороны и согласился на замену «Протона-М» на аналогичную ракету с исправными агрегатами. Директор Центра Хруничева также отметил, что программа пусков из-за отзыва не сильно пострадала. «Все будет зависеть от готовности КА: у нас же пуски зачастую сдвигаются не только из-за проблем с ракетами, но и из-за неготовности полезной нагрузки, которую мы собираемся запускать», – пояснил он.

В свою очередь, генеральный конструктор по средствам выведения и наземной космической инфраструктуре, член коллегии Военно-промышленной комиссии РФ, член президиума Научно-технического совета Госкорпорации «Роскосмос» А. А. Медведев также считает, что ситуация с тяжелыми РН «Протон-М», возникшая в связи с отзывом двигателей второй и третьей ступеней, будет разрешена в ближайшее время. «Как я понимаю, из той полосы, в которую попали, мы практически выходим и будем выходить на ритмичные запуски, как всегда и делали, начиная с 1990-х годов», – заявил он.

По словам Александра Алексеевича, кроме всего прочего, на развитие ситуации повлияло значительное усиление контроля качества, введенное в последнее время на предприятиях отрасли: «Улучшились приборы для определения контроля, например, масла, которое заправляется в двигатель (там есть соответствующие системы), и в масле стали видны частицы, которые раньше не определялись ввиду отсутствия таких приборов. А теперь поставили точные приборы и установили, что в масле\*\* есть частицы (которые, кстати, на функционирование двигателя не влияют). Естественно, наши заказчики как ответственные государственные

▼ Сборка ракетных двигателей на Воронежском механическом заводе



\* Последний до перерыва пуск «Протона-М» состоялся 9 июня 2016 г. – ракета вывела на геостационарную орбиту спутник прямого телевидения Intelsat-31 (DLA-2).

\*\* Представляется, что пример с маслом в данном случае служит лишь для характеристики возникшей ситуации.





люди хотят, чтобы все было по букве закона, и поэтому добиваются того, чтобы не было и этих мелких частиц...»

Директор по коммуникациям Госкорпорации «Роскосмос» И. Ю. Буренков уверен, что решение о приостановке пусков «Протонов» для снятия возникших вопросов было правильным: «Раньше эти ракеты, в которых мы сейчас обнаружили дефекты, считались бы рабочими, и были бы запущены. Другой вопрос: долетела бы при этом полезная нагрузка до рабочей орбиты или нет? Сейчас же сохранены и полезная нагрузка, и ракеты-носители. Это очень важно, поскольку позволяет сэкономить миллиарды... Но дело не в том, что двигатели были с проблемами. У нас было опасение по поводу того, что в некоторых из них могут быть неполадки».

По его словам, существующие системы контроля «позволяют выявлять те дефекты, которые еще года три назад были бы не замечены». Как подчеркнул Игорь Юрьевич, уже проведены соответствующие процедуры: «Программа по запускам будет вся выполнена. Они немного сдвинутся вправо, но ни о каких отменах речь не идет. Все обязательства будут безусловно выполнены».

До конца 2017 г. по федеральным программам и в интересах коммерческих заказчиков планируется провести семь пусков «Протонов». В частности, компания ILS намерена выполнить все три коммерческих пуска, которые планировались на этот год, включая EchoStar XXI. Эта миссия перешла с 2016 на 2017 год, когда всплыли проблемы с двигателем. Две другие: AsiaSat-9 для оператора Asia Satellite Telecommunications Company и Amazonas-5 для компании Hispasat.

«Мы работаем над тем, чтобы в полной мере реализовать программу года и продолжить разработку коммерческих вариантов "Протона", – сообщил Пайшер. Он также отметил, что проблемы с двигателями не оказывают никакого влияния на конфигурацию среднего и легкого вариантов «Протона» (НК № 11, 2016, с.54-56).

### Оргвыводы и принятые меры

К сожалению, воронежские предприятия (КБХА и ВМЗ) не впервые оказались виновниками аварий ракет, летающих на двигателях их разработки или производства. В этой

связи из аномалий последних лет особенно запомнились падения кораблей «Прогресс М-12М» (НК № 10, 2011, с.9-13) и «Прогресс МС-04» (НК № 2, 2017, с.8-11), неудачные запуски спутников связи «Экспресс-АМ4R» (НК № 7, 2014, с.28-33) и Mexsat-1 (НК № 7, 2015, с.18-22), а также запуск аппарата Intelsat 31, когда один из четырех двигателей второй ступени «Протона-М» закончил работу на 8 сек раньше времени, и лишь разгонный блок «Бриз-М» смог компенсировать недобор скорости (НК № 8, 2016, с.20-22).

Оргвыводы были сделаны: в июне 2015 г. должность генерального директора – генерального конструктора КБХА покинул В. С. Рачук, а в январе 2017 г. подал в отставку генеральный директор ВМЗ И. Т. Коптев. Временно исполняющим его обязанности был назначен бывший заместитель директора предприятия по производству.

После этого ВМЗ посетил вице-премьер Д. О. Рогозин, который пообещал воплотить в жизнь «решительные меры для восстановления экономического состояния воронежских предприятий, работающих в интересах Роскосмоса».

С 1 марта 2017 г. в должность вступил новый генеральный директор ВМЗ И. В. Мочалин. Новый руководитель был представлен коллективу завода в ходе визита на предприятие генерального директора НПО «Энергомаш». И. А. Арбузов в своем выступлении отметил: «Сегодня на ВМЗ требуется свежий взгляд на управление предприятием, независимая оценка событий. Я уверен, что опыт и квалификация Игоря Валерьевича, а также его высокие результаты работы на прежних должностях позволят решить вскрывшиеся на ВМЗ проблемы и вернуть предприятию былую славу».

«Первая задача, поставленная перед новым руководителем, – восстановить утраченную культуру производства, обеспечить выполнение требований нормативно-тех-

нической документации, которые по тем или иным причинам действуют не в полной мере, а где-то о них и вообще забыли, хотя мы и понимаем, что некоторая часть этой документации была написана в буквальном смысле кровью. Все это очень важно для решения накопившихся проблем... которые привели в конечном итоге к отставке прежнего руководства. Задача Игоря Мочалина – восстановить авторитет предприятия и дать уверенность в будущем его работникам», – подчеркнул И. А. Арбузов.

Для того, чтобы возродить культуру производства и вернуть качество сборки двигателей, необходимо принять ряд мер, часть из которых не требует большого финансирования. По мнению руководителя «Энергомаша», прежде всего, «необходимо навести элементарный порядок, который ранее на предприятии был, и обеспечить выполнение прописанных в документации технических нормативов». Кроме того, следует завершить создание программы техревооружения, разобраться с источниками финансирования. Частично они уже есть, а по ряду вопросов нужно находить решения, в том числе с помощью Правительства РФ и Госкорпорации «Роскосмос».

Кроме того, на ВМЗ будут разрабатываться новые методы мотивации персонала, чтобы сотрудники стремились выполнять свою работу качественно и в срок. Поставлена задача минимизировать последствия негативного фона, сложившегося на заводе под влиянием аварий ракет, и снизить накопившуюся социальную напряженность, связанную с четырехдневной рабочей неделей и низкой заработной платой. «Работа на ВМЗ снова должна стать предметом гордости и высокого социального статуса. Люди должны стремиться попасть на предприятие, а не идти туда работать потому, что больше нигде не берут», – призвал И. А. Арбузов.

Никаких сокращений на ВМЗ не предполагается, напротив, ставится задача сохранить коллектив и те профессиональные навыки и компетенции, которые составляли основу некогда процветавшего предприятия. Будут сохранены и социальные льготы. «Вопрос, на мой взгляд, в другом: достаточно ли этих гарантий для поддержания позитивного уровня настроения в коллективе? В этом плане, конечно, руководству ВМЗ предстоит еще поработать», – считает руководитель «Энергомаша».

Воронежский мехзавод для проведения намеченных мероприятий получит финансовую поддержку, размер которой пока не определен. «Пока преждевременно говорить о размере финансовой помощи... – заметил И. А. Арбузов. – Работа над программой технического перевооружения предприятий интегрированной структуры ракетного двигателестроения находится на завершающем этапе, и что-то конкретизировать о поддержке ВМЗ можно только после утверждения этого документа».

Что касается повышения заработных плат, то этот вопрос сейчас находится в стадии проработки. Работы по проверке двигателей для РН «Протон» и «Союз» существенно сократят доходы от продаж, и очевидно, что для решения вопроса по зарплатам «потребуется нетрадиционные, нестандартные



▲ Мочалин  
Игорь Валерьевич



27 февраля И.А. Арбузов провел встречу с коллективом Конструкторского бюро химического машиностроения (КБХМ) имени А.М. Исаева (г. Королёв Московской области), где рассказал об этапах перехода предприятия под управление НПО «Энергомаш», о целях и задачах на ближайшую перспективу. «Включение ВМЗ и КБХМ имени А.М. Исаева в контур интегрированной структуры планировалось позже, но мы решили это ускорить», — сказал он, добавив, что генеральный директор Роскосмоса И.А. Комаров утвердил план передачи имущества и перевода персонала обоих предприятий от ГКНПЦ имени М.В. Хруничева в НПО «Энергомаш».

Главная задача переходного этапа — обеспечить стабильную работу КБХМ, удержать коллектив, своевременно выплачивать заработную плату, сохранить все социальные гарантии и выполнить договорные обязательства. Для решения этих задач создается рабочая группа специалистов ГК «Роскосмос» и «Энергомаш».

«Изменения не вызовут социального напряжения у сотрудников КБХМ. Важно, чтобы все процессы произошли максимально безболезненно и спокойно. По вопросам, связанным с интеграцией КБХМ в двигателестроительную структуру, мы также планируем активно сотрудничать с администрацией г. Королёва», — добавил И.А. Арбузов.

В рамках процедуры вхождения КБХМ в новую структуру специалисты «Энергомаша» с марта проводят серию аудитов оценки финансово-хозяйственной, производственной деятельности и системы менеджмента качества. И.А. Арбузов уделил большое внимание взаимодействию КБХМ и тех конструкторских бюро, которые уже работают в рамках интегрированной структуры, назвав три ключевых направления. Первое — создание площадки для обмена опытом между конструкторскими бюро; второе — активное внедрение информационных технологий в процесс разработок; третье — образование совместных центров компетенций в области уникальных, в том числе и аддитивных, технологий для оптимизации бюджетных инвестиций.

В заключение И.А. Арбузов подчеркнул, что одна из самых важных задач — сохранение и развитие конструкторских школ КБХМ, «Энергомаша» и КБХА.

подходы». Существенное повышение заработных плат будет производиться исключительно по индивидуальным решениям по отдельным категориям работников.

Судя по всему, принятые меры и организационные решения уже дают положительный эффект. Уже в апреле во время визита в Воронеж вице-премьер Д.О. Рогозин сообщил: «Ситуация на Воронежском механическом заводе налаживается». Вместе с ним на предприятии побывали руководитель Госкорпорации «Роскосмос» И.А. Комаров и губернатор Воронежской области А.В. Горедев. В КБХА прошло совещание с участием представителей коллегии Военно-промышленной комиссии РФ и двух объединенных корпораций — авиастроительной и двигателестроительной. Говорили о возможной кооперации в сфере создания авиационных двигателей. Поднималась и тема сотрудничества с вузами, необходимого, чтобы обеспечить КБХА молодыми квалифицированными кадрами.

Главное, что интересовало представительную делегацию, что именно делается на заводе для проверки и устранения возможного брака в двигателях второй и третьей ступеней РН «Протон-М». Генеральный директор НПО «Энергомаш», в чье ведение переходит завод, заявил, что все идет по плану. Кроме того, гостей проинформировали о том, что делается на предприятии для повышения качества выпускаемой продукции, решения ряда социальных проблем и увеличения заработной платы сотрудникам.

Наиболее актуальная тема — загрузка производственных мощностей. Параллельно над этой проблемой работают и специалисты КБХА, поэтому представительной делегации презентовали концепцию создания объединенного производства.

### Интеграция

В соответствии с решением руководства Госкорпорации «Роскосмос», НПО «Энергомаш», КБХА, КБХМ, ОКБ «Факел» и НИИ машиностроения до конца 2017 г. войдут в состав интегрированной двигателестроительной структуры под управлением НПО «Энергомаш». Главный документ, определяющий порядок реформирования ракетного двигателестроения и создания интегрированной структуры, — Программа стратегических преобразований (ПСП) — в середине февраля 2017 г. прошел утверждение на правлении Госкорпорации «Роскосмос».

При этом, по словам И.А. Арбузова, объединение конструкторских бюро не планируется: «О слиянии КБ речи не идет, наоборот, необходимо сохранить их идентичность», — отметил Игорь Александрович. — Каждая конструкторская школа прекрасна по-своему и должна продолжать развиваться, сохраняя то лучшее, что было создано ею за многие годы своего существования».

Генеральный директор НПО «Энергомаш» также отметил, что взаимодействие между КБ в рамках интегрированной структуры обязательно должно происходить в разных направлениях.

На базе КБХА и ВМЗ предлагается создать современное серийное предприятие по изготовлению двигателей второй и

третьей ступеней. Есть и другие варианты получения новых заказов. «По инициативе Дмитрия Олеговича в Сочи прошло совещание с представителями нефтяных и газовых компаний. Это дало возможность нам заключить целый ряд контрактов на сумму около полумиллиарда рублей, что позволяет дополнительно загрузить ВМЗ», — сообщил И.А. Арбузов.

По итогам апрельского совещания было принято решение «интегрировать производство КБХА в новый контур ВМЗ». «То есть завод будет заниматься производством, а КБХА прежде всего должно будет восстановить свой конструкторский потенциал», — подчеркнул Д.О. Рогозин. По его словам, на данный момент из числа 2700 сотрудников КБХА работает всего 300 конструкторов.

Кроме того, Дмитрий Рогозин поручил создать Научно-технический совет Военно-промышленной комиссии РФ и назначил его первое заседание на 21 апреля. Совет формируется из числа ведущих конструкторов и инженерно-технического состава Объединенной двигателестроительной корпорации (ОДК) и предприятий Роскосмоса. В задачу новой структуры господин Рогозин поставил аудит технологических возможностей, которые ОДК и Роскосмос смогут использовать совместно. Вице-премьер сообщил «Коммерсанту», что речь идет о полном спектре задач: «начиная от технологии двигателестроения и заканчивая всевозможными иными технологиями, которые используются при проектировании двигателей, неважно — космических или авиационных». За создание совета отвечает вице-президент РАН академик Ю.М. Михайлов.

Источники:

<http://tass.ru/kosmos/4140587>

<http://spacenews.com/ils-still-planning-three-commercial-launches-this-year-despite-proton-engine-recall/>

<https://riavr.ru/news/gendirektor-voronezhskogo-mekhzhavoda-uvolilsya-posle-krusheniya-progressa/>

Сообщения РИА Новости, Газета.Ru, abireg.ru, SpaceNews, «Коммерсантъ»

▼ Визит Д.О. Рогозина на Воронежский механический завод 15 апреля 2017 г.







## Конгресс корректирует задачи NASA

**И. Лисов.**  
«Новости космонавтики»

**21** марта президент США Дональд Трамп подписал законопроект S.442, устанавливающий задачи и приоритеты NASA на переходный период. С момента подписания документ стал федеральным законом P.L.115-10. Ранее подобные документы принимались в США в 2005, 2008 и 2010 гг.

«Для меня честь подписать S.442, — отметил Трамп в своем твиттере. — Этот документ обеспечит поддержку ученым NASA, инженерам и астронавтам в их стремлении к открытиям. Я рад подписать законопроект, подтверждающий приверженность нашей страны достижению цели, для которой создано NASA: пилотируемые полеты в космос, космические исследования, разработка новых технологий».

Билль S.442 был внесен 17 февраля 2017 г. сенатором-республиканцем от штата Техас Тедом Крузом (Ted Cruz) и в тот же день единогласно и без поправок утвержден Сенатом — верхней палатой Конгресса. 27 февраля законопроект был передан в Палату представителей, 7 марта рассмотрен и после 22-минутного обсуждения принят устным голосованием. 9 марта Сенат направил его на подпись Д.Трампу, которая и была получена 21 марта.

▼ Концепция околулунной станции от компании Lockheed Martin...

Новый закон P.L.115-10 с официальным названием «Закон 2017 г. о разрешении финансирования NASA в переходный период» (National Aeronautics and Space Administration Transition Authorization Act of 2017) определяет долгосрочные цели и задачи пилотируемых космических полетов и освоения космоса.

### На Марс и далее

В главе II выражается убежденность в том, что исполнение существующих обязательств США в космосе и последовательные инвестиции в космическую сферу при многих президентах ясно демонстрируют неизменность целей США — в сотрудничестве с зарубежными партнерами, научным сообществом и промышленностью расширить сферу досягаемости человечества в дальнем космосе, включая пространство между Землей и Луной, саму Луну, поверхность Марса и его спутники и далее.

Там же указывается, что руководителям NASA следует создать сбалансированный «портфель» программ в области освоения космоса человеком и космической науки, продолжая в то же время эксплуатацию МКС и программу ее коммерческого снабжения. И хотя далее констатируется, что достаточные инвестиции и максимальное использование МКС как национальной лаборатории соответствуют целям и задачам космической

программы США и необходимы для сохранения глобального лидерства в космосе, ясно, что приоритеты смещаются в сторону дальнего космоса, под которым подразумевается пространство за пределами низких околоземных орбит.

Этому направлению посвящена глава IV документа, где долгосрочными целями программы пилотируемых полетов и освоения космоса NASA объявляются:

- ◆ Расширение постоянного присутствия человека за пределы низкой околоземной орбиты;

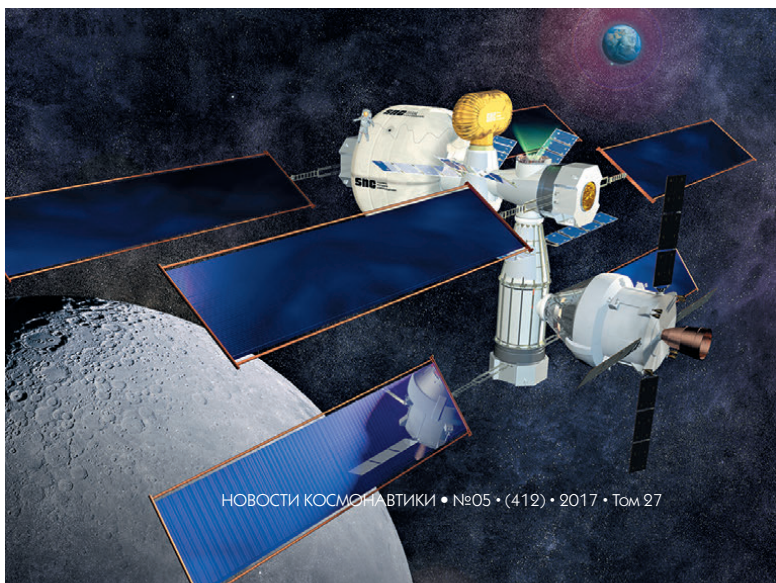
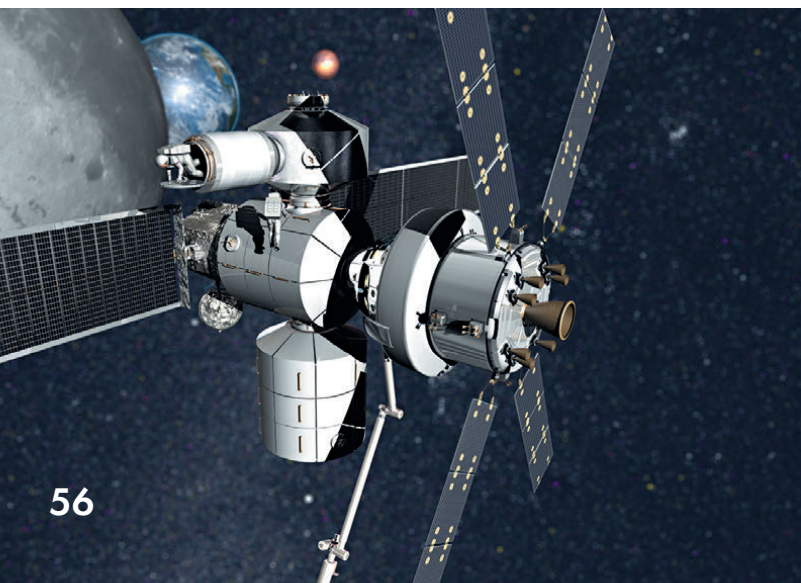
- ◆ Выполнение пилотируемых полетов, создающих потенциал для последующего освоения космоса человеком и расширения сферы присутствия человека на всю Солнечную систему;

- ◆ Приобретение средств для расширения такого присутствия, включая возможность обитания на другом небесном теле, а также для создания процветающей космической экономики XXI века.

Соответственно одной из ключевых целей NASA впервые названо «достижение пилотируемого освоения Марса и далее».

Конгресс поддерживает программы создания сверхтяжелого носителя SLS (включая верхнюю отлетную ступень EUS), корабля Orion и обитаемой станции в дальнем космосе (Deep Space Habitat) и фиксирует сроки первого беспилотного пуска (EM-1, 2018) и

▼ ...и от компании Sierra Nevada





первого пилотируемого (EM-2, 2021). Космическому агентству предоставляются полномочия на все необходимые шаги по подготовке к полетам в дальний космос в сроки, возможные с точки зрения финансовой и технической.

Законодатели требуют от главы NASA составления долгосрочного плана пилотируемого исследования и освоения космоса и плана критических решений, обеспечивающих достижение Марса и более отдаленных целей. Эти документы должны быть представлены не позднее 1 декабря 2017 г. с последующим регулярным обновлением. Агентство также должно заказать и в течение 120 суток после вступления закона в силу представить Конгрессу независимое исследование возможности пилотируемой экспедиции на Марс или на орбиту вокруг Марса со стартом в 2033 г.

В то же время статья 434 закона фактически налагает запрет на программу ARRM (Asteroid Robotic Redirect Mission), предусматривающую доставку фрагмента астероида на окололунную орбиту и исследование его астронавтами. NASA предписано подготовить и представить альтернативные варианты летной отработки технологий, необходимых для полета на Марс.

В связи с повышением сложности и опасности космических полетов Конгресс установил комплекс мер по защите жизни и здоровья астронавтов США, включая постоянный мониторинг состояния их здоровья как во время нахождения на госслужбе, так и после ее завершения.

Глава III посвящена максимизации использования МКС и низкой околоземной орбиты. Закон провозглашает поддержку США полного использования МКС по меньшей мере до 2024 г. и требует от NASA снижать за счет привлечения зарубежных, коммерческих и ведомственных партнеров стоимость эксплуатации станции и, помимо выполнения основной программы, использовать ее по мере возможности для отработки технологий для дальнего космоса и для решения задач в области космической науки.

Закон не запрещает продление эксплуатации МКС на период после 2024 г., если это не скажется неблагоприятным образом на финансировании марсианской экспедиции и ее сроках. В отчетах, представляемых NASA Конгрессу раз в два года, должны содержаться графики необходимых расходов на эксплуатацию станции до 2024, 2028 и 2030 г. и оценка стоимости сведения ее с орбиты. Кроме того, NASA должно прогнозировать влияние программы МКС на сроки и возможности полетов в дальний космос, если ее эксплуатация после 2024 г. осуществляется в условиях «плоского» (неизменного) бюджета.

Зависимость от зарубежных поставщиков в части доставки экипажей на МКС объявлена неприемлемой – требуется приобрести возможность запускать астронавтов правительства США американскими носителями с американской территории в возможно более короткие сроки, с учетом требований безопасности, надежности и приемлемой стоимости.

Впрочем, закон разрешает использование иностранного провайдера для доставки астронавтов на МКС в случае, если он обе-

спечивает все требования безопасности, если такая деятельность не запрещена иным законом и если ни государственные, ни частные средства США не обеспечивают такую доставку.

Конгресс санкционирует использование коммерческих транспортных систем в качестве основного средства доставки экипажа на МКС и с нее, а также спасения в аварийной ситуации, когда они пройдут необходимую сертификацию. NASA должно выдавать соответствующие заказы на основе открытого конкурса, если это возможно.

Законодатели также потребовали от NASA указания даты доступности корабля Orion в связке с носителем, отличным от SLS, для доставки экипажей и грузов на МКС. Это, разумеется, является страховкой на случай неудачи обоих частных подрядчиков (SpaceX и Boeing), реализующих в настоящее время коммерческие программы доставки экипажей.

В главе V закона зафиксировано мнение законодателей о необходимости реализации ключевых научных проектов NASA – Космического телескопа имени Джеймса Вебба (James Webb Space Telescope), Широкоугольного инфракрасного обзорного телескопа WFIRST (Wide-Field Infrared Survey Telescope), марсохода 2020 года и аппарата для исследования спутника Юпитера Европы. Указаны также приоритеты в области поиска и исследования внесолнечных планет, астробиологии и защиты от потенциально опасных астероидов, сближающихся с Землей.

### Дела бюджетные

Вопреки массовому заблуждению, принятый закон не является ни бюджетом NASA, ни бюджетом марсианской экспедиции. Несмотря на то, что в главе I разрешается выделить NASA на 2017 финансовый год, начавшийся еще 1 октября, 19 508 млн \$, с разбиением по основным направлениям деятельности агентства, это не является основанием для их фактического выделения.

Перечисление бюджетных средств на счета NASA возможно только в рамках закона о бюджете, а до его принятия – резолюции Конгресса о продолжении финансирования. Проект бюджета на 2017 ф.г. был внесен в феврале 2016 г. (НК №4, 2016) и состоял из 12 отдельных законопроектов по различным ведомствам, ни один из которых не стал законом. С начала 2017 ф.г. правительство работает на основании резолюций о продлении финансирования от 29 сентября и 12 декабря 2016 г. Срок последней истекает 28 апреля 2017 г.; к этому времени либо все-таки будет принят закон о бюджете или следующая резолюция, либо перечисление средств правительству будет остановлено.

Тем временем новая администрация Трампа запускает новый бюджетный цикл. 16 марта был предан гласности первый набросок проекта бюджета США на 2018 финансовый год, который предполагает сокращение бюджетного финансирования на проекты NASA примерно на 1%.



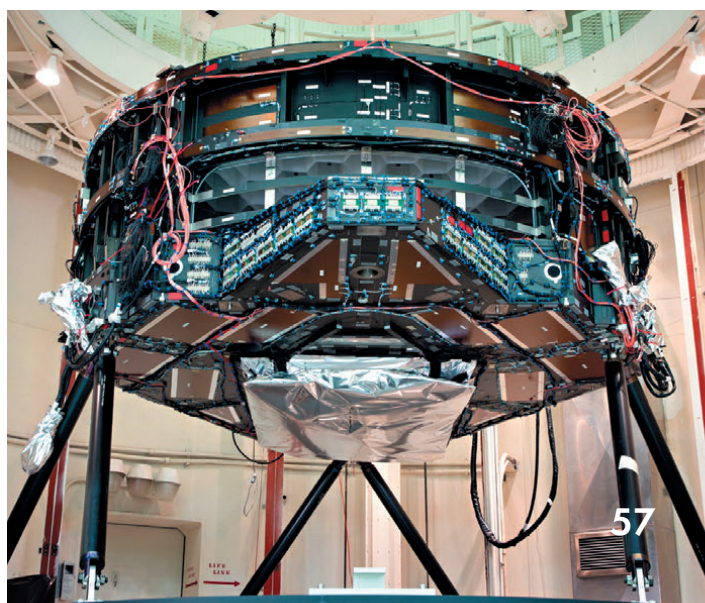
▲ Главное зеркало телескопа JWST

«Финансирование некоторых областей будет сокращено... Бюджет NASA будет сокращен примерно на 1%. Но многие программы будут увеличены в финансировании», – заявил в этой связи руководитель Административно-бюджетного управления Белого дома Мик Малвейни (Mick Mulvaney). Только это учреждение наделено правом подготовки и внесения в Конгресс проекта ежегодных бюджетных законов. Из-за смены администрации в 2017 г. это произойдет не в начале февраля, как обычно, а позднее – в мае.

В соответствии с документом в 2018 ф.г. NASA должно получить 19.1 млрд \$, что на 0.8% ниже суммы, предусмотренной в резолюции о продлении финансирования на 2017 г. В частности, 3.7 млрд \$ будет выделено на создание PH SLS, корабля Orion и соответствующей наземной инфраструктуры с целью обеспечения полетов американских астронавтов в дальний космос, при этом финансирование проекта доставки и изучения астероида ARM прекращается в полном соответствии с законом от 21 марта. Финансирование программы исследования планет будет увеличено до 1.9 млрд \$. Проекты марсохода 2020 г. и миссии к Европе сохраняются.

Вне зависимости от того, каким будет результат бюджетного цикла 2017 ф.г. и сколько утвердят законодатели на 2018 ф.г., ясно, что увеличивать бюджет NASA администрация Трампа не намерена.

▼ Сборка главного зеркала телескопа WFIRST





И. Лисов.  
«Новости космонавтики»

# И все-таки Еуропа Clipper

7 марта NASA объявило название реализуемого агентством проекта исследования Европы – самого интересного спутника Юпитера. Официальный статус обрело имя проектного предложения пятилетней давности – Eуропа Clipper.

Авторы пресс-релиза напомнили, что это имя происходит от быстроходных парусных судов XIX столетия – трехмачтовых клиперов, прославленных красотой форм и скоростью хода. «В соответствии с великой традицией этих классических судов Eуропа Clipper будет пролетать мимо Европы быстро и часто, раз в две недели, давая много возможностей изучить этот спутник с близкой дистанции», – говорится в сообщении. План экспедиции включает от 40 до 45 пролетов, в ходе которых приборы КА снимут с высоким разрешением поверхность Европы, изучат состав и структуру ледовой оболочки и внутренних частей спутника.

Запуск КА Eуропа Clipper планируется в 2020-е годы, путешествие к Юпитеру займет несколько лет. Основная цель проекта состоит в проверке гипотезы об обитаемости Европы, а точнее – выполнения трех необходимых для этого условий: наличия жидкой воды под ледяной корой, присутствия определенных химических ингредиентов и источников энергии для жизни. Доказательство наличия жизни не является задачей этого проекта.

Присвоение имени миссии к Европе, безусловно, не относится к существенным новостям. Однако оно непосредственно следует за другим событием, менее распиаренным, но намного более важным. 15 февраля проект успешно завершил фазу А и получил санкцию на переход начиная с 27 февраля в фазу В. Последняя, как ожидается, продлится до сентября 2018 г., после чего проект перейдет в стадию практической реализации.

Напомним читателям, что стандартная для США и стран Запада последовательность разработки космического проекта включает шесть фаз, обозначаемых буквами от А до F, с достаточно четко определенными критериями перехода к каждому следующему этапу. Часто выделяется также начальная фаза, предшествующая А. Началу каждой фазы соответствует пункт принятия ключевого решения (Key Decision Point, KDP) с соответствующим буквенным обозначением. Условием перехода является успешная защита работ по предыдущему этапу (см. таблицу).

Фазы А и В проекта объединяются общим названием «формулирование» (Formulation), а последующие – «ис-

полнение» (Implementation). При этом переход проекта в фазу В означает наличие качественной и реализуемой концепции, что обычно становится «пропуском» и на последующие этапы, включая наиболее «бюджетоемкие» фазы С и D.

Особенностями миссии к Европе является очень ранняя – уже на фазе А – практическая отработка наиболее важных компонентов бортовых приборов, а также фотоэлементов для системы электропитания. Фаза В будет включать выбор поставщиков для подсистем КА, изготовление и испытание прототипов приборов и некоторых компонентов самого аппарата.

Интерес к подробному исследованию Европы появился в самом начале 1980-х, когда два КА Voyager впервые отсняли в деталях ее блестящую ледяную поверхность, очень молодую с точки зрения плотности кратеров и покрытую сетью длинных красноватых трещин. Анализ этих снимков и данных о средней плотности Европы (3.0 г/см<sup>3</sup>) привел к гипотезе о несинхронном вращении ядра и поверхности Европы, что требовало слоя жидкой «смазки» между ними.

Теоретические модели структуры Европы с мантией из жидкой воды появились задолго до этого: Льюис (1971) и Консольманьо (1975) заключили, что для ее образования достаточно разогрева под действием радиоактивного распада в ядре. В 1979 г. Пил, Кассел и Рейнолдс указали на роль приливного нагрева в эволюции ледяных лун. Развитые на основе этих работ модели показали такую вероятную структуру Европы: силикатное ядро, глобальный океан глубиной не менее 50 км и над ним – ледяная кора толщиной до 100 км.

Фаза	Содержание	Защиты
Pre-A	Concept Studies Изучение концепции	Mission Concept Review Защита концепции проекта
A	Concept & Technologies Development Проработка концепции и разработка технологий	System Requirements Review Защита системных требований Mission Definition Review Защита облика проекта
B	Preliminary Design & Technology Completion Предварительное проектирование и завершение разработки технологий	Preliminary Design Review Защита предварительного проекта
C	Final Design & Fabrication Рабочее проектирование и производство	Critical Design Review Критическая защита проекта Systems Integration Review Смотр системной интеграции
D	System Assembly, Integration & Test, Launch & Checkout Сборка систем и КА в целом, испытания, запуск и проверка в полете	Operational Readiness Review Смотр готовности к управлению Flight Readiness Review Смотр готовности к полету
E	Operations & Sustainment Управление и обработка информации	
F	Closeout Завершение проекта	



Специализированный КА Galileo, выведенный на орбиту вокруг Юпитера в конце 1995 г., совершил в 1996–2000 гг. 12 близких пролетов Европы. Детальные снимки, электрические и магнитные измерения дали исключительно серьезные основания считать, что океан под ледовой корой Европы действительно существует: ее собственное радиоизлучение соответствовало модели Рейнолдса, описывающей движение большого проводящего тела в магнитном поле Юпитера. Этим проводящим телом естественно было считать подледный океан с растворенными в воде солями. Таким образом, этот спутник Юпитера оказался вторым после Земли телом в Солнечной системе с обширными резервуарами жидкой воды, а следовательно – местом, где могла появиться и сохраниться жизнь земного типа.

История проектов межпланетных станций к Европе насчитывает уже 20 лет и отмечена многократными «сменами курса».

### Оглядываясь назад: Europa Orbiter

Исторически первое предложение на тему исследования Европы состояло в доставке на Землю ее вещества. Проект Ice Clipper, предложенный в 1996 г. Лабораторией реактивного движения JPL и Исследовательским центром имени Эймса, предусматривал создание на Европе искусственного гейзера путем удара медным пенетратором массой 20 кг и подбора выброшенного вещества азрогелевой ловушкой. Обе идеи впоследствии нашли воплощение в проектах Deep Impact и Stardust, но не в применении к Европе.

Чуть позже, в 1997 г., предлагался запуск спутника Европы с целью исследования ее подледного океана с орбиты высотой до 30 км включительно. Авторы намеревались «вписать» проект в жесткие стоимостные рамки программы Discovery, а потому проработанный ими КА имел массу всего 287 кг и запитывался от солнечных батарей. Предложение именовалось Europa Ocean Discovery.

В 1996 г. NASA сформулировало комплексную программу Origins, направленную на разрешение космическими средствами фундаментальных вопросов образования Вселенной, галактик, звезд и планет, происхождения жизни на Земле, а также поиск землеподобных планет у других звезд и признаков жизни на них.

В феврале 1997 г. в рамках программы Origins агентство впервые запросило бюджетное финансирование на создание дешевого и «умного» КА к Европе для проверки гипотезы о существовании на ней океана жидкой воды. Проект оценивался в довольно существенно тогда, но смехотворную с современной позиции сумму – 300 млн \$. В соответствии с названием аппарат предназначался для зондирования Европы с орбиты ее спутника с помощью радиолокатора, позволяющего определить толщину ледяной коры, и ряда других инструментов. По состоянию на середину 1999 г., аппарат Europa Orbiter предполагалось запустить с шаттла в полете STS-132 в октябре 2003 г. Он должен был прибыть в систему Юпитера через 3–6 лет, в зависимости от выбранной траектории полета.

Тогда же началась и проработка технологий следующего поколения – для проникновения зонда под ледяную кору Европы и передачи информации оттуда. Предполагалось, что вторым после Europa Orbiter на Европу будет направлен посадочный аппарат (ориентировочно в 2015 г.), а третья миссия будет иметь целью пройти сквозь лед Европы и исследовать ее внутренний океан. Посадочный аппарат-криобот пулеобразной формы с радиоактивным источником тепла проплавит ледяную кору спутника. Достигнув жидкой воды, криобот отделит гидробот – миниатюрную автоматическую подводную лодку длиной до 1 м и массой около 30 кг, оснащенную аппаратурой для поиска жизни.

К февралю 1999 г. миссию к Европе изыали из темы Origins и объединили с двумя другими предпроектными «Лед» и «Пламя» в общий проект «Внешние планеты/Солнечный зонд» в рамках Программы систем дальнего космоса (Deep Space Systems Program). «Лед» и «Пламя» изначально планировались как американо-российские экспедиции к Плутону и в окрестности Солнца, но к этому моменту превратились в чисто американские миссии Pluto/Kuiper Express и Solar Probe.

Основой для объединения был тот факт, что все три аппарата летят к цели через Юпитер и используют для электропитания радиоизотопный источник. Это позволяло унифицировать конструкцию служебного модуля в части двигательной установки, средств управления и связи и бортового

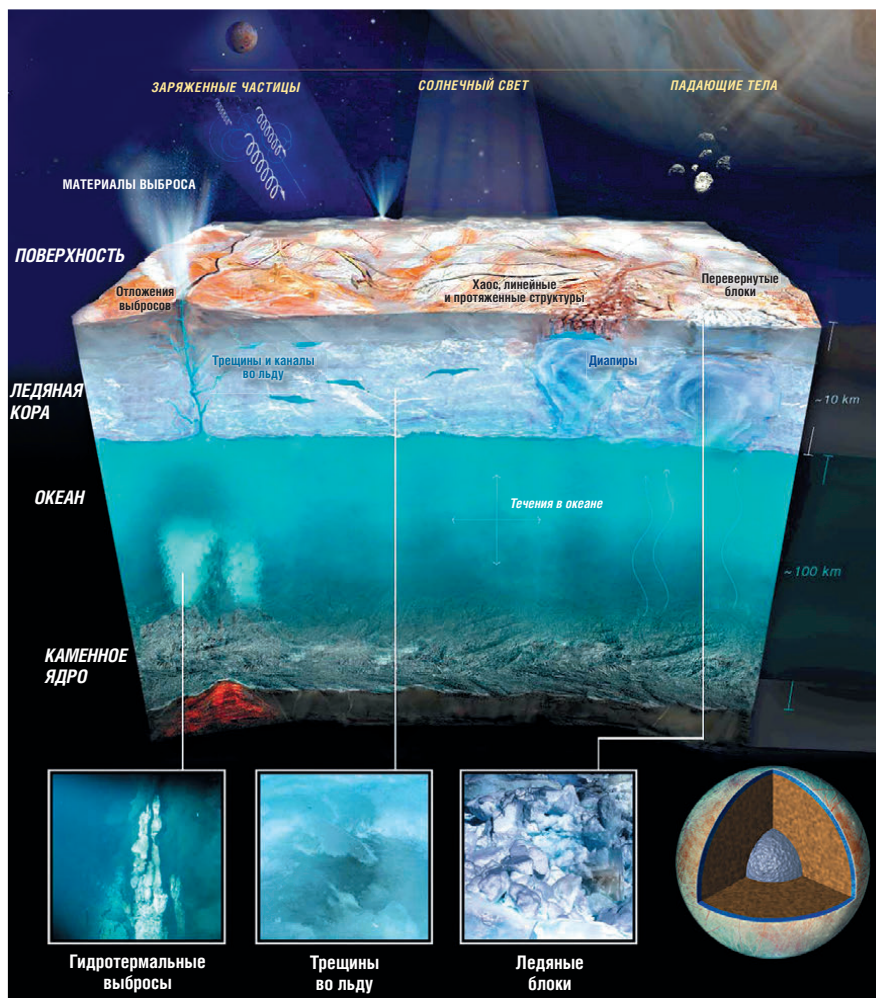
программного обеспечения. Предполагалось, что предварительный проект КА и выбор носителей и баллистической схемы каждого полета осуществит одна команда разработчиков, и лишь этапы детального проектирования и изготовления будут реализованы различными группами. Кроме того, все три станции будут управляться одной группой управления. Как следствие, удастся сократить суммарные расходы на три отдельных проекта, которые оценивались уже в 1600 млн \$.

Запуск Europa Orbiter все еще планировался в ноябре 2003 г. Аппарат должен был выйти на орбиту вокруг Юпитера в августе 2006 г. и перейти на орбиту спутника Европы в мае 2008 г. Его работа предполагалась недолгой из-за тяжелой радиационной обстановки, так что уже к 30 июня 2009 г. все научные данные должны были быть приняты и обработаны.

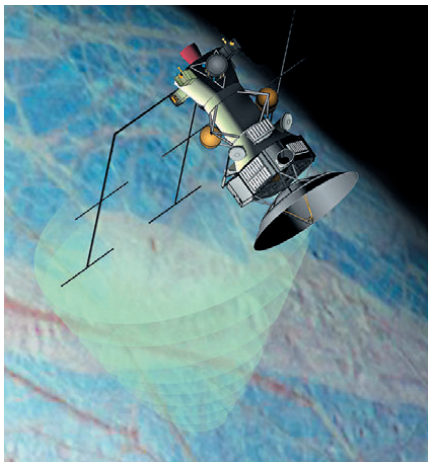
Аппарат Pluto/Kuiper Express к Плутону и телам пояса Койпера намечалось запустить в следующее «юпитерианское» окно – в декабре 2004 г. Еще через два года, в феврале 2007 г., планировался старт Солнечного зонда Solar Probe, который должен был приблизиться к Солнцу до расстояния в четыре его радиуса.

13 сентября 1999 г. Управление космической науки NASA выпустило официальный запрос на разработку научной аппаратуры для проектов Europa Orbiter, Pluto/Kuiper Express и Solar Probe. Станция к Европе должна была установить наличие или отсутствие

#### ▼ Предполагаемая структура внешних оболочек Европы

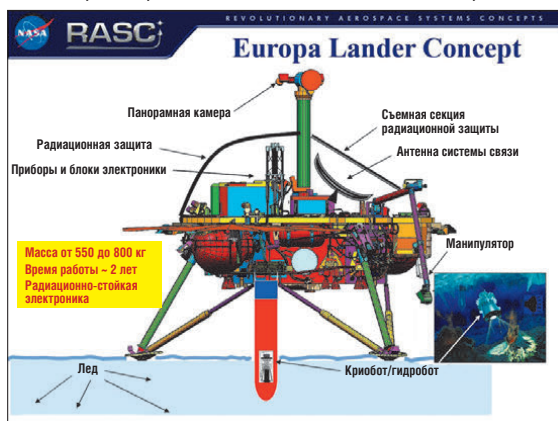






▲ Орбитальный аппарат проекта Europa Orbiter по состоянию на 2001 г.

подповерхностного океана, построить трехмерную картину подповерхностной воды и льда над ней, разобраться в происхождении деталей поверхности и наметить места посадки для последующих КА. Кроме того, ей предстояло изучить состав поверхности, картировать основные составляющие и исследовать радиационную обстановку вблизи Европы. Радиолокатор для подледного наблюдения размещался на борту на внеконкурсной основе. Планировалось также составить карту гравитационного поля Европы по данным радиоконтроля орбиты КА.



▲ Концепция посадочного аппарата на Европу (2001)

К этому времени, однако, проявились «подводные камни», самым серьезным из которых была существенная задержка с отработкой новых легких радиоизотопных генераторов с высокоэффективными преобразователями энергии. Оценка стоимости объединенного проекта станций дальнего космоса вышла за пределы обещанных бюджетных ассигнований.

В июне 2000 г. возможным сроком запуска Europa Orbiter уже называли «2004 год или позднее». В открытом письме директора программ NASA по исследованию Солнечной системы д-ра Карла Пилчера от 4 августа излагались предложения по переносу старта на январь 2006 или даже февраль 2007 г. с задержкой солнечного зонда до 2008 г. (с сохранением пуска к Плутону в 2004 г.) и делался неутешительный вывод: даже такие отсрочки не решат проблемы.

На излете президентского срока Билла Клинтона, 12 сентября 2000 г., пытаясь спасти хотя бы часть общего проекта, глава

Управления космической науки NASA д-р Эдвард Вейлер распорядился закрыть проект отправки зонда к Плутону. Нельзя не отметить, что миссия Europa Orbiter сыграла в этом случае роль кукушонка, подброшенного в чужое гнездо, и жила со свету более простую, дешевую и технически проработанную экспедицию к Плутону. Впоследствии она реинкарнировалась под именем New Horizons и была блестяще осуществлена со стартом в январе 2006 г., всего на год позже запланированного срока, и пролетом Плутона и Харона в июле 2015 г.

К февралю 2001 г. «кукушонок» избежился и от второго конкурента: было прекращено финансирование проекта Solar Probe. (В конечном итоге он также выжил и планируется к запуску в августе 2018 г.)

В ноябре 2001 г. при утверждении бюджета на 2002 финансовый год (ф.г.) законодатели ограничили предстоящие расходы на все этапы жизненного цикла AMC Europa Orbiter суммой в 1000 млн \$ и разрешили NASA выполнять этот проект собственными силами без поиска подрядчика на конкурсной основе. Однако было поздно.

За девять дней до того, как новый президент Джордж Буш подписал бюджетный закон, подал в отставку администратор NASA Дэниел Голдин (Daniel S. Goldin), при котором проект Europa Orbiter прошел путь от идеи до фазы В. Агентство не могло в это время свести концы с концами, накопив многомиллиардный дефицит в программе МКС, и было вынуждено «резать» другие направления.

В итоге в конце 2001 г. работы над спутником Европы были прекращены. Формальными основаниями были названы короткий срок наблюдений (около 30 суток), неготовность радиационно-стойкой электроники и ограниченный объем научной аппаратуры – четыре прибора суммарной массой 27 кг. Антенны бортового радиолокатора нашли свое место в приборе MARSIS европейской станции Mars Express.

### Рывок в сторону: JIMO

Проект бюджета NASA на 2003 ф.г., представленный 4 февраля 2002 г., агентство готовило и согласовывало с Управлением менеджмента и бюджета OMB – подразделением Белого дома, которое возглавлял тогда Шон О'Киф (Sean O'Keefe). Он же – уникальный случай в истории – должен был возглавить работу по его исполнению, поскольку 21 декабря 2001 г. стал новым администратором NASA.

О'Киф подтвердил прекращение работ по проекту Europa Orbiter, за исключением быстродействующей радиационно-стойкой системы управления X2000, применимой и на других КА. В то же время были учрежде-

ны программы создания бортовых ядерных источников питания и ядерных электрореактивных двигательных установок. Обе они в случае успешной реализации обещали революционные изменения в сфере межпланетных полетов.

17 января 2003 г. в интервью Los Angeles Times Шон О'Киф сообщил о значительном увеличении расходов на свою Инициативу по ядерным системам (проект Prometheus) и о намерении реализовать первый проект КА с ядерным источником. Из проекта очередного бюджета, представленного 3 февраля, стало известно о запросе 186.6 млн \$ на разработку энергетических и двигательных установок и сразу 92.6 млн \$ – на начальный этап работ по головной межпланетной станции JIMO (Jupiter Icy Moon Orbiter) с ядерным источником энергии мощностью до 250 кВт. В утвержденном бюджете эта сумма была уменьшена до 72.6 млн.

«Космический атомоход» JIMO (НК № 5, 2003) с комплексом научной аппаратуры массой до 1500 кг (!) предназначался для полета к Юпитеру и последовательного изучения трех его спутников – Каллисто, Ганимеда и Европы. По проекту уникальный аппарат выводился на околоземную орбиту высотой 1000 км тяжелым носителем Delta IV Heavy и с нее самостоятельно разгонялся на траекторию полета к Юпитеру связкой электрореактивных двигателей. На 1041-й день после старта с Земли JIMO захватывался гравитационным полем Юпитера, а уже на 1210-й выходил на орбиту вокруг Каллисто, все еще имея к этому моменту массу 7144 кг. Далее он последовательно переходил на орбиты вокруг Ганимеда и вокруг Европы, реализуя тем самым программу изучения трех спутников Юпитера с возможными подледными океанами вместо одного.

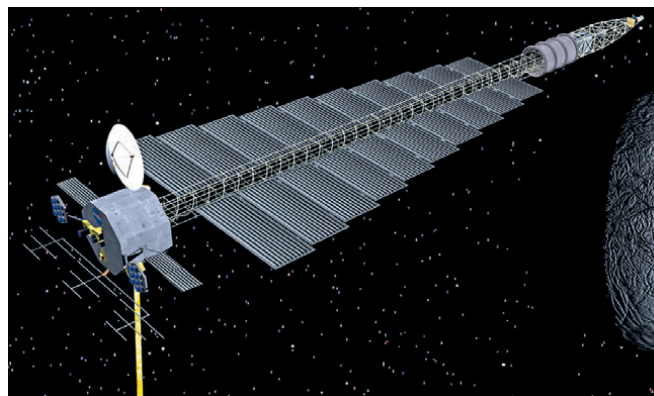
Научные задачи проекта JIMO были таковы:

- ◆ Разведать возможность жизни на спутниках Юпитера: доказать существование подповерхностного океана, картировать органические и существенные для жизни вещества на их поверхности, определить толщину ледового слоя и выбрать места будущих посадок.

- ◆ Исследовать происхождение и эволюцию этих спутников, а для этого определить их внутреннюю структуру, детали и состав поверхности.

- ◆ Определить радиационную обстановку вблизи спутников Юпитера и масштаб выпадения на них твердого материала.

Предполагалось, что JIMO сможет заснять всю поверхность Каллисто и Ганимеда.





да и более половины поверхности Европы с разрешением порядка 10 м. (Как и в предыдущем проекте, ресурс аппарата ограничивался радиационной обстановкой вблизи Европы.)

Платой за такую «роскошь», как свободное маневрирование в системе Юпитера на электрореактивных двигателях с питанием от ядерного реактора, стала отсрочка старта до 2011 г. и прибытия к цели до 2014 г., а также огромная стоимость проекта JIMO. Только на пять ближайших лет (2004–2008 ф. г.) на него требовалось 2070 млн \$. Помимо этого, на разработку ядерных энергетических и двигательных установок из бюджета NASA в этот же период требовалось направить около 1000 млн \$. Суммарная же стоимость ядерной программы О'Кифа в период до 2012 г. оценивалась в 8–9 млрд \$.

При утверждении бюджета Конгресс возражать не стал, однако законодатели предписали NASA представить план-график работ по всем компонентам и прогноз потребного финансирования на 10 лет вперед (!), а также ежеквартально отчитываться перед комитетами по ассигнованиям обеих палат о ходе работ по проекту.

29 июля 2004 г. NASA объявило о выдаче двух контрактов суммарной стоимостью 7 млн \$ с целью разработки в течение ближайших трех лет новых двигательных установок электрореактивного типа потребляемой мощностью 200–240 кВт. Неделю спустя, 5 августа, NASA и Управление реакторов ВМС при Национальной администрации по ядерной безопасности (NNSA) Министерства энергетики США подписали соглашение о порядке разработки, проектирования, передачи и оперативного сопровождения «гражданских космических ядерных реакторов».

Чуть раньше, 26 мая, агентство заказало трем промышленным фирмам составление концептуальных проектов ядерной миссии к Юпитеру, а 20 сентября 2004 г. Лаборатория реактивного движения выбрала своим соисполнителем по разработке предварительного проекта космического аппарата JIMO компанию Northrop Grumman Space Technology. Контракт стоимостью около 400 млн \$ был рассчитан на четыре года, до середины 2008 г.

Кроме того, были выданы гранты на подготовку концепций 11 научных приборов для JIMO с высоким энергопотреблением. Главным из них должен был стать активный радиолокационный инструмент большой мощности с антенной размером 10–20 м и радиочастотой высокой пропускной способности для сброса огромного объема данных.

С объявлением в январе 2004 г. Джорджем Бушем Инициативы по исследованию и освоению космоса – программы возобновления пилотируемых полетов США на Луну и в дальний космос – проект JIMO передали в ее состав. В бюджете на 2005 ф. г. на него были выделены запрошенные 437.9 млн \$, на 2006 ф. г. требовалось 319.6 млн \$.

К этому времени проект JIMO достиг фазы А и разделился на два этапа. Первый, с условным наименованием Prometheus 1, имел целью летную отработку ядерного реактора в течение трех лет в полете к Луне,

Марсу, к одному из астероидов или комет. Ограничение по времени было предусмотрено позицией ядерщиков, которые не были готовы сразу взяться за создание реактора со сроком службы 10–15 лет. Аппарат Prometheus 1 предполагалось запустить в 2014 г., а Prometheus 2 (собственно JIMO) – в 2017 г.

Атомоход к Юпитеру вырос и сам по себе. В начале 2005 г. проект уже предусматривал пуски двух тяжелых носителей и сборку аппарата на околоземной орбите до старта к Юпитеру, причем на осуществление экспедиции требовался запас ксенона, равный его мировому производству за два года (!).

Новый администратор NASA Майкл Гриффин (Michael D. Griffin), вступивший в должность 13 апреля 2005 г., видел свою миссию в реализации пилотируемой лунной программы Constellation. Ядерная программа О'Кифа была ее прямым конкурентом в борьбе за скудные бюджетные средства. Поэтому первое, что сделал Гриффин, – похоронил проект JIMO как «не основанный на достаточно зрелой технологии».

Выступая 12 мая в сенатском подкомитете по торговле, юстиции и науке, Майкл Гриффин объявил, что проект JIMO реализован не будет, так как усилия и средства NASA должны быть сосредоточены на более срочных нуждах, и в первую очередь на создании пилотируемого корабля для программы Constellation. Кроме того, сказал он, проект JIMO был изначально слишком амбициозным и дорогим. «По моему мнению, этот проект не был хорошо продуман», – заявил Гриффин.

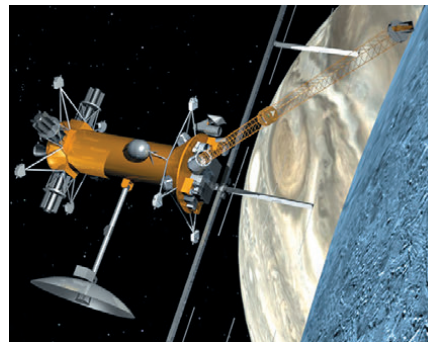
### Вместе мы сила: к Юпитеру с ЕКА

Майкл Гриффин подтвердил, что научная задача исследования Европы остается высокоприоритетной, и NASA намерено решить ее другими средствами, не связывая с испытаниями ядерной ЭРДУ. Как следствие, летом 2005 г. изучалась возможность реализации проекта Europa Geophysical Explorer, сходного по целям и задачам с первоначальным Europa Orbiter, но с уточненными требованиями и с учетом прогресса в области технологий. Однако эта попытка ни к чему не привела, и в проектах бюджета на 2007 и на 2008 ф. г. миссия к Европе не упоминалась вообще, невзирая на прямое требование законодателей предусмотреть на нее средства.

Между тем научное сообщество считало изучение Европы одним из самых приоритетных направлений программы исследования планет. Это мнение было зафиксировано в так называемом Декадном обзоре 2003 года по изучению Солнечной системы, подготовленном Комиссией по космическим исследованиям Национального исследовательского совета NRC.

Опираясь на эту публикацию, имеющую основополагающее значение для Конгресса в оценке научных проектов NASA, представитель Лаборатории реактивного движения Карла Кларк (Karla B. Clark), бывший менеджер полетной системы проекта Europa

*\* Первоначально команда Кларк рассматривала вариант со стартовой массой 7888 кг и 10 научными приборами под запуск ракетой Delta IV Heavy, но предпочла ему более легкий.*



▲ Проект Europa Explorer

Orbiter и космического аппарата проекта Prometheus, а также проекта авионики для дальнего космоса в целом, выступила в 2007 г. с проектом Europa Explorer.

Исходя из научных задач первоначального проекта и технологий, имеющихся в наличии на 2007 год, группа Кларк подготовила концепцию, предусматривающую трехмесячную работу КА на орбите вокруг Европы с 50-процентной вероятностью выживания в течение еще 135 суток. Аппарат со стартовой массой 4920 кг под запуск ракетой Atlas V (551)\* предполагался с двигателями на химическом топливе и с радиоизотопными генераторами типа MMRTG в качестве источника питания мощностью 823 Вт. Он мог нести семь инструментов суммарной массой 80 кг (вместе с радиационной защитой) и даже посадочный аппарат массой 20 кг.

Параллельно с проектом Europa Explorer к концу 2007 г. JPL совместно с Лабораторией прикладной физики APL Университета Джона Хопкинса подготовила концепцию Jupiter System Observer (JSO) с целью исследования основных элементов системы Юпитера – самой планеты, галилеевых спутников, колец, магнитосферы и их взаимодействия. И практически одновременно на конкурс ЕКА по программе Cosmic Vision был подан проект Laplace, также нацеленный на изучение системы Юпитера и в частности – Ганимеда, крупнейшего спутника планеты.

В 2008 г. JPL и APL объединили усилия с целью подготовить комплексный проект на базе Europa Explorer и с добавлением задач по изучению системы Юпитера из проекта JSO. Новой разработке присвоили имя Jupiter Europa Orbiter (JEO). Баллистическая схема предусматривала после выхода на орбиту вокруг планеты четыре близких пролета у Ио, девять у Каллисто, шесть у Ганимеда и

▼ Проект Jupiter Europa Orbiter



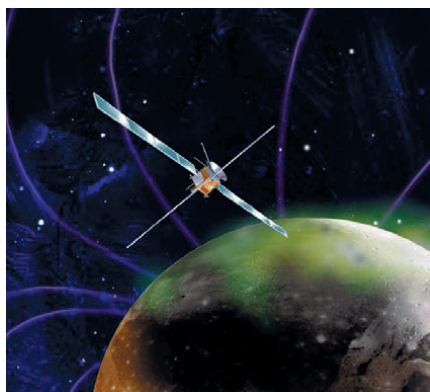


шесть у Европы. Затем КА предстояло выйти на орбиту на высоте 200 км над Европой со снижением через месяц до 100 км. Главной задачей этого этапа было установить толщину ледяной коры спутника: одни исследователи, как, например, Стивен Сквайрз, оценивали ее более чем в 30 км, другие – лишь в единицы километров. От толщины льда зависела физика процессов на Европе и потенциал ее обитаемости.

В проекте бюджета на 2009 ф. г. впервые было зафиксировано желание NASA получить средства на проект «флагманского» класса суммарной стоимостью около 2 млрд \$ для детального исследования спутников больших планет – Европы, Титана или Ганимеда. Проект предполагалось реализовать совместно с ЕКА или JAXA с выбором конкретной цели для исследований в октябре 2008 г.

В феврале 2008 г. NASA и ЕКА начали совместные предпроектные исследования по двум перспективным «флагманским» миссиям для дальнего космоса: Europa Jupiter System Mission (EJSM; вклады сторон – JEO и Laplace) и Titan Saturn System Mission (TSSM). Итоги их были подведены в январе 2009 г., а в феврале было объявлено, что совместная миссия к Юпитеру победила в конкурсной борьбе и будет реализована в первую очередь.

▼ Европейский проект Jupiter Ganymede Orbiter



Проект EJSM, подготовленный совместной экспертной группой во главе с Рональдом Грили (Ronald Greely, США) и Жаном-Пьером Лебретом (Jean-Pierre Lebreton, ЕКА), предусматривал создание двух орбитальных КА для исследования спутников Юпитера: европейского JGO (Jupiter Ganymede Orbiter) для работы в качестве спутника Ганимеда и американского JEO (Jupiter Europe Orbiter), которому предстояло изучать Европу с орбиты вокруг нее. Каждый из них оснащался 11 научными инструментами суммарной массой 106 кг (JEO) и 77 кг (JGO). Главное же различие состояло в том, что европейский зонд запрашивался от солнечных батарей.

Аппараты запускались раздельно – американский на Atlas V (551) в феврале, а европейский на Ariane 5 ECA в марте 2020 г. и следовали к Юпитеру по аналогичным траекториям с тремя гравитационными маневрами – у Венеры и дважды у Земли. JEO и JGO должны были прибыть к Юпитеру в декабре 2025 и феврале 2026 г. соответственно. Выход на орбиту вокруг «избранного» спутника планировался в июле и мае 2028 г., завершение работы – в марте и феврале 2029 г.

Рассматривалась также возможность участия японского агентства JAXA с аппаратом для исследования магнитосферы Юпитера JMO (Jupiter Magnetospheric Orbiter). Кроме того, Россия предлагала создание посадочного зонда, проект которого был подготовлен НПО имени С. А. Лавочкина совместно с ИКИ РАН и представлен в феврале 2009 г.

Конгресс США уже в октябре 2008 г. выразил поддержку будущему совместному проекту. Однако немедленному началу работ мешал тот факт, что ЕКА еще не утвердило финансирование проекта Laplace. Поэтому в представленном в Конгресс в мае 2009 г. проекте бюджета на 2010 ф. г. NASA указало, что «ввиду отсутствия в настоящее время средств у потенциальных иностранных партнеров начать полномасштабные работы... невозможно» и потому будут лишь «продолжены исследования по этому проекту и переговоры с ЕКА и другими зарубежными партнерами о вариантах возможного сотрудничества».

При обсуждении бюджета Палата представителей выразила несогласие с предложенным NASA консервативным графиком и потребовала, чтобы вместо 2020 г. агентство запланировало запуск к Европе на 2018 г. В утвержденном бюджете Конгресс выделил 15,5 млн \$ на начало работ по проекту, и в первую очередь – на снижение риска радиационных повреждений КА.

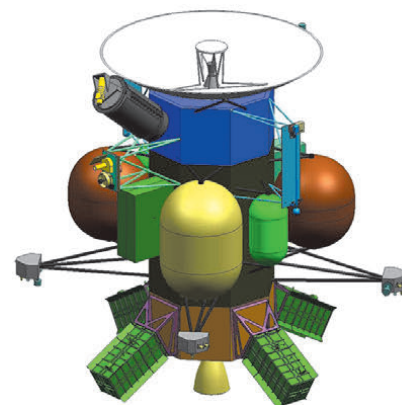
ЕКА так и не успело утвердить совместный проект – в начале 2011 г. США в одностороннем порядке вышли из него под предлогом экономии бюджетных средств, предпочтя отправку в 2020 г. еще одного ровера на Марс. К апрелю 2011 г. проект европейского аппарата JGO трансформировался в JUICE (Jupiter Icy Moon Explorer) и 2 мая 2012 г. был утвержден к реализации силами самого ЕКА при ограниченном иностранном участии (НК № 7, 2012).

### Эволюция идеи: Europa Clipper

Решение администрации Барака Обамы о выходе из совместных с Европой проектов (аналогичная судьба вскоре постигла и EchoMars) почти совпало с публикацией 7 марта 2011 г. очередного Декадного обзора NRC по планетологии.

В документе под названием Visions and Voyages for Planetary Science in the Decade 2013–2022 коллективный разум американского и мирового научного сообщества, организованный в пять экспертных групп, дал наивысший приоритет проекту марсохода MAX-C (Mars Astrobiology Explorer Cacher) с задачей определить, была ли когда-нибудь жизнь на Марсе, и собрать образцы грунта для последующей доставки на Землю. Вторым приоритетом во «флагманском» классе должна была стать миссия к Европе JEO, только что отмененная. Впрочем, ученые сделали оговорку: ввиду огромной стоимости (независимые эксперты из Aerospace Corp. оценили ее в 4,7 млрд \$) NASA может предпринять ее только в случае снижения цены либо соответствующего увеличения бюджета агентства, но не за счет урезания других научных проектов.

Несколькими месяцами позже Конгресс выделил на 2012 ф. г. лишь 43 млн \$ на со-



▲ Проект орбитального аппарата с питанием от четырех ASRG

кращение до приемлемого по стоимости уровня существующих амбициозных предложений по доставке марсианского грунта и по созданию спутника Европы.

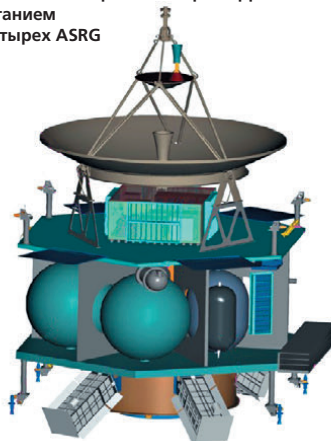
Заранее зная, что добавки ждать бессмысленно, уже в апреле Отделение планетологии NASA заказало поиск более дешевых вариантов «по мотивам» JEO с такими граничными условиями: запуск на существующем носителе не тяжелее Atlas V, продолжительность миссии до 10 лет, радиоизотопные генераторы, использование коммерческой радиационно-стойкой электроники, оптимизация по цене при условии выполнения только базовой научной программы.

Предельная стоимость была задана на уровне 2,25 млрд \$, но разработчики во главе с Робертом Паппалардо (Robert T. Pappalardo) из JPL ориентировались на сумму 1,5 млрд \$ без учета стоимости носителя.

19–20 октября 2011 г. были представлены первые результаты. Брайан Кук (Brian Cooke) и Кеннет Хиббард (Kenneth Hibbard) из Калифорнийского технологического института доложили две дополняющие друг друга концепции изучения Европы – с борта постоянного ее спутника и в ходе многократных пролетов КА, обращающегося вокруг Юпитера. Исследователи разделили научные задачи и обеспечивающие их инструменты на две группы.

Первую составили исследования по теме «Океан», возможные только посредством геофизических измерений с низкой, порядка 100 км, орбиты вокруг Европы с использованием бортового радиокомплекса (гравитационное картирование), лазерного высотомера (измерение амплитуды и фазы гравитационных и местных приливов), магнитометра (поиск признаков индукции),

▼ Пролетный вариант Europa Clipper с питанием от четырех ASRG





зонда Лэнгмюра и картирующей камеры с разрешением около 100 м.

Во вторую вошли темы «Химия» и «Энергия», обеспечиваемые измерениями на пролете с использованием проникающего радиолокатора (толщина и структура ледяной коры, вариации теплового потока), коротковолнового ИК-спектрометра, масс-спектрометра ионов и нейтральных атомов (состав и химия океана) и топографической камеры (места недавней геологической активности).

Оба варианта КА использовали для питания системы четыре радиоизотопных генератора ASRG с преобразователями Стирлинга выходной мощностью 396 Вт. Высокая эффективность преобразователя (30%) позволяла обойтись намного меньшим количеством  $^{238}\text{Pu}$ , чем в варианте JEO с пятью MMRTG, вмещающими 24.6 кг этого изотопа и имеющими КПД всего 9%. Радиоконкомплекс X- и Ka-диапазона использовал фиксированную остронаправленную антенну HGA диаметром 2.4 м, обеспечивая передачу со скоростью до 134 кбит/с. Трехосная ориентация строилась и поддерживалась на маховиках. Маневрирование обеспечивали маршевый двухкомпонентный двигатель и 16 двигателей малой тяги системы реактивного управления RCS.

Орбитальный аппарат рассчитывался на приращение скорости 2400 м/с, в том числе 900 м/с на торможение у Юпитера и 600 м/с на выход на орбиту вокруг Европы. Характеристики бортовой электроники закладывались в расчете на суммарную дозу 400 крад за 30 суток исследования Европы; таким образом, требовались компоненты класса 300 крад.

Пролетный аппарат, от которого не требовался маневр выхода на орбиту вокруг Европы, имел запас характеристической скорости 1600 м/с. Он мог нести более массивные приборы (85 против 20 кг), требующие большей мощности питания и пропускной способности радиоканала. Менее жесткая радиационная обстановка требовала электроники класса 100 крад при суммарной массе радиационной защиты порядка 150 кг. Научные задачи выполнялись после 15–30 пролетов над различными регионами Европы на высотах 25–100 км с относительными скоростями не более 5 км/с, но в баллистический план заложили 34 встречи с нею на высоте от 25 до 2700 км. Работа КА завершалась преднамеренным столкновением с Ганимедом.

Сухая масса КА в орбитальном варианте была оценена в 1298 кг, а стартовая – в 3764 кг. Пролетный вариант имел сухую массу 1242 кг и стартовую 2852 кг. Поэтому в первом случае требовалась ракета Atlas V (551), а второй легко вписывался в Atlas V (431). Старт в обоих случаях планировался на ноябрь 2021 г. с тремя гравитационными маневрами и захватом на орбиту вокруг Юпитера в апреле 2028 г.

Одновременно по заказу NASA были также просчитаны несколько типов десантных модулей, рассчитанных на жесткую или мягкую посадку и на работу на поверхности Европы в течение 1–3 местных суток (3–10 земных).

\* По независимой оценке Aerospace Corp., 1.7–1.8 и 2.1 млрд \$ соответственно.

Уточненные концепции орбитального, пролетного и посадочного аппаратов обсуждались 29 марта и были переданы в NASA и Конгресс 1 мая 2012 г. Первый оказался самым дешевым, уложившись в 1.6 млрд \$, второму требовалось 1.9 млрд\*. Лэндер, как это и было ясно изначально, не имел шансов: его ценник составил от 2.8 до 3.5 млрд \$.

Группа оценки проектов для внешних планет OPAG и независимая комиссия Скотта Хаббарда рекомендовали к реализации пролетный вариант, неофициально названный Europa Clipper.

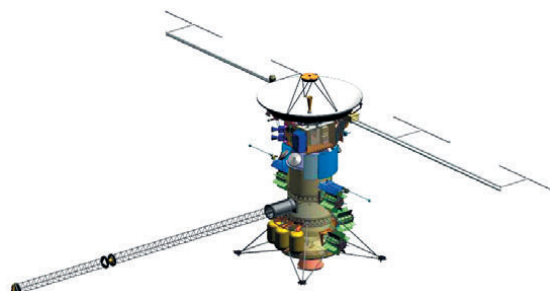
К этому времени, однако, в Конгресс был направлен проект бюджета NASA на 2013 ф.г., в котором расходы на исследование планет «рубанули» сразу на 20%. В частности, чиновники дали понять ученым, что готовы выделить на Европу не более 1 млрд \$. В результате Эдвард Вейлер подал в отставку, а агентство отказалось запрашивать деньги на этот проект.

Законодатели, однако, не согласились с крохоборским подходом Управления менеджмента и бюджета. В процессе обсуждения бюджета-2013 они в инициативном порядке выделили NASA 75.0 млн \$ на проработку проекта КА для детального изучения Европы. В утвержденном бюджете 2014 ф.г. (январь 2014 г.) соответствующая сумма составила 80 млн. Другое дело, что одновременно Конгресс согласился с решением NASA прекратить разработку радиоизотопных генераторов с преобразователем Стирлинга ASRG, необходимых для полета к Европе.

В сентябре 2012 г. на Комитете по астробиологии и планетологии CAPS при NASA был представлен доработанный вариант проекта Europa Clipper. Команда Паппалардо прислушалась к запросам научного сообщества и пошла на расширение модельного состава научной аппаратуры. К первоначальному комплексу из двухчастотного радиолокатора IPR, ИК-спектрометра SWIRS, масс-спектрометра INMS и топографической камеры TI добавились разведывательная камера RC с разрешением до 0.5 м и тепловая камера ThI для поиска и оценки возможных районов посадки, магнетометр MAG и зонд Лэнгмюра LP для изучения свойств подледного океана, а также отдельная ориентируемая на Землю антенна для точных радиоизмерений во время пролетов.

Поскольку своевременное создание генераторов типа ASRG уже было под сомнением, разработчики просчитали возможность запитать КА от двух солнечных батарей площадью 36 м<sup>2</sup> каждая. Этот вариант оказался жизнеспособным даже с учетом мощного радиационного фона у Юпитера и к тому же более дешевым – плутониевые источники оценивались в 50 млн \$ за штуку. С учетом дополнительной научной аппаратуры стоимость проекта оценили в 1.98 млрд \$ – которых, однако, пока никто не обещал.

3 декабря 2012 г. новый «солнечный» вариант проекта ▲ Проект на радиоизотопных генераторах MMRTG



Europa Clipper был представлен в штаб-квартире NASA и в целом получил положительную оценку. В то же время агентство усомнилось в целесообразности использования солнечных батарей и попросило дополнительно просчитать вариант с пятью существующими радиоизотопными генераторами MMRTG (независимо от того, что они «съели» бы львиную долю имеющегося у NASA изотопа  $^{238}\text{Pu}$ ).

К сентябрю 2013 г. команда Роберта Паппалардо и Барри Голдстейна (Barry Goldstein), назначенных соответственно научным руководителем и менеджером проекта, подготовила и такой вариант, а заодно перекомпоновала КА и получила на выходе более простую конструкцию с последовательным расположением двух баков с компонентами топлива. Еще одним ее достоинством была более точная оценка экранирующего эффекта остатков топлива на защищенный от радиации модуль электроники. Правда, КА получился очень вытянутым: диаметр баковых отсеков составил лишь 1.16 м при общей длине 5.85 м.

Была также уточнена баллистическая схема полета в системе Юпитера, что обеспечило 45 сближений с Европой за 3.5 года при сохранении суммарной радиационной дозы.

12 декабря 2013 г. в Science появилось сообщение, что Космический телескоп имени Хаббла пронаблюдил водяные гейзеры у южного полюса Европы. Точнее, сами струи заснять не удалось – фактически в декабре 2012 г. были зафиксированы облака водорода и кислорода над полюсом, наилучшим образом объясняемые предположением о работе двух струй водяного пара высотой до 200 км и производительностью до 3000 кг в секунду. Это было не просто интересное и редкое явление природы, известное пока только для Энцелада, но ключ к изучению внутренних слоев Европы – ведь вокруг места событий должно было отложиться «свежее» вещество из подледного океана!

После этой публикации интерес к проекту Europa Clipper заметно возрос и события стали ускоряться. В январе 2014 г. он был представлен на заседании группы OPAG. В феврале NASA в первый раз запросило средства «на Европу» в размере 15 млн \$. Только что



▲ Проект на солнечных батареях



выбранную баллистическую схему проверили с точки зрения возможности наблюдения полярных гейзеров и нашли удачной.

В марте провели предварительную (в рамках проекта) защиту концепции, а 16–18 сентября 2014 г. – уже официальную, перед NASA, где научным руководителем проекта был назначен д-р Кёрт Нибур (Curt Niebur). На ней, в частности, подтвердили принятое в июле решение использовать на КА солнечные батареи и выбрали носитель SLS в качестве основного варианта, оставив Atlas V запасным.

## Пересадка на SLS

Возможность использования PH SLS, разрабатываемой для перспективной пилотируемой программы, впервые рассматривалась в сентябре 2012 г. Тогда было установлено, что сверхтяжелый носитель позволяет отправить непосредственно к Юпитеру груз массой свыше 4800 кг с продолжительностью перелета около 2.7 года вместо 6.5 лет с тремя гравманеврами при использовании PH Atlas V. В марте 2014 г. рассматривался запуск аппарата к Европе массой 5100 кг на SLS Block IB со стартом в июне 2022 г. и прибытием в марте 2025 г.

Использование SLS обещало не только сокращение продолжительности полета к Юпитеру, но и упрощение конструкции КА за счет отказа от гравитационного маневра у Венеры и смягчения тепловых режимов. Однако не было очевидно – и не очевидно до сих пор, – что ни разу не летавший SLS будет готов к старту в назначенный срок. Что же касается разработчиков нового носителя, то они лишь приветствовали нового потребителя, с появлением которого можно было сделать более равномерным график пусков и получить возможность испытать основную верхнюю ступень EUS на беспилотном КА. Понятно, что разработчиков последнего это обстоятельство очень беспокоило.

Комментируя «микроскопический» бюджетный запрос на 2015 ф. г., администратор NASA Чарлз Болден заявил в марте 2014 г., что агентство хотело бы реализовать миссию к Европе за сумму не более 1 млрд \$. «Это может оказаться возможным либо невозможным, – добавил глава агентства, – потому что мы совершенно точно не хотим потратить определенную сумму денег и отправить в полет аппарат, который не принесет ценного научного результата».

### ▼ Выбор носителя и баллистическая схема полета



Научная аппаратура КА Europa Clipper		
Предпроектный прибор	Выбранный прибор	Назначение
Радиолокатор IPR	REASON	Двухчастотный радар для изучения внутренней структуры Европы
ИК-спектрометр SWIRS	MISE	Картирующий ИК-спектрометр. Определение состава поверхностного материала, включая органические вещества, соли, различные фазы льда
Масс-спектрометр INMS	MASPEX	Масс-спектрометр и анализатор пыли. Регистрация составляющих разреженной атмосферы Европы и материалов, выброшенных в космос
Топографическая камера TI	EIS	Широкоугольная и узкоугольная камера. Съемка поверхности Европы с разрешением 50 м и отдельных участков – с разрешением 0.5 м
Разведывательная камера RC		
Тепловая камера ThI	E-THEMIS	Измерение теплового излучения Европы, поиск активных областей
Магнитометр MAG	ICEMAG	Измерение напряженности магнитного поля
Зонд Лэнгмюра LP	PIMS	Плазменный инструмент («чаша Фарадея»)
–	UVS	УФ-спектрограф для поиска гейзеров, определения их состава и динамики
–	SUDA	Определение состава твердых частиц, выброшенных с поверхности Европы
RS	...	Радиокомплекс для гравитационного картирования

В реальности Болден транслировал требования управления ОМВ: в условиях не прекращавшегося с 2009 г. бюджетного кризиса исполнительная власть пыталась сэкономить. К счастью, попытка капитальной ревизии имеющегося проекта, оцениваемого примерно в 2.1 млрд \$, оказалась безуспешной. Соответствующий запрос к научному сообществу был выпущен 28 апреля 2014 г. и получил шесть откликов, но ни одно из предложений не было способно решить научные задачи, зафиксированные в Декадном обзоре 2011 г., а кроме того, независимые оценки стоимости превышали заявленные в два-три раза. Собственно, это и было нужно NASA – обосновать невозможность осмысленной миссии к Европе за такие деньги.

Тем временем 15 июля 2014 г. NASA выпустило запрос к научным организациям о подготовке научной аппаратуры для миссии к Европе в рамках базового проекта. Предполагалось в апреле 2015 г. выбрать 20 из них для дополнительной проработки и еще через год окончательно отобрать примерно восемь инструментов. Однако в декабре 2014 г. Конгресс выделил «на Европу» сразу 100 млн \$ вместо 15 млн запрошенных. Эти средства нельзя было пустить на разработку самого КА, не имеющего статуса утвержденного проекта, но часть из них пошла на уточнение предложений по научной аппаратуре.

В результате уже 26 мая 2015 г. были названы девять выбранных приборов из

33 представленных на конкурс (НК №7, 2015). Их названия отличались от условных, фигурировавших на предпроектном этапе, но по сути семь из девяти инструментов должны были выполнять предусмотренные ранее функции. Еще два добавили целевым образом после открытия полярных гейзеров Европы для их обнаружения и изучения выброшенного вещества.

Защита концепции и выбор инструментов позволили наконец придать проекту официальный статус – 17 июня 2015 г. агентство перевело его в фазу А. Теперь разработку именовали просто Europa Mission – собственного имени на этом этапе у нее не было.

Ситуацию усложняла проблема с графиком финансирования и, как следствие, неясность со сроком запуска. В феврале 2015 г. агентство запросило на 2016 ф. г. только 30 млн \$, потому что больше выклянчить у ОМВ не смогло. Собственно, «директивный» профиль расходов был прямо прописан в проекте бюджета: еще 30 млн в 2017 ф. г., а затем 50, 75 и 100 млн в 2018–2020 гг. соответственно – а суммарно лишь малая часть необходимых двух миллиардов. Учитывая эти реалии, NASA заявило о возможности старта к Европе лишь в середине 2020-х годов, хотя сами разработчики в лице Барри Голдстейна утверждали, что изготовить и испытать аппарат к пуску в июне 2022 г. все еще возможно.

## Лэндер имени Калберсона

И тут вступил в силу человеческий фактор, имя которого было Джон Калберсон (John Culberson). Этот республиканец из Техаса, ставший в январе 2015 г. председателем подкомитета по торговле, юстиции и науке Комитета по ассигнованиям Палаты представителей, оказался приверженцем исследования Солнечной системы автоматами и, в частности, рьяным сторонником изучения Европы. Выступая в декабре 2014 г. на круглом столе, организованном в стенах Конгресса Планетарным обществом, он заявил: «Я убежден, что, когда мы откроем жизнь в других мирах, это будет в океане Европы. Я хочу быть там – быть частью этого».

14 мая подкомитет Калберсона рассмотрел проект бюджетного закона и вписал в него 140 млн \$ «на проект Europa Clipper или аналогичный» со сроком запуска не позднее 2022 г. В ответ 19 мая директор ОМВ Шон Donovan отправил главе Комитета по ассигнованиям письмо с обещанием президентского вето на этот законопроект, упомянув среди недостатков «неадекватную» сумму на миссию к Европе при сокращении более чем на 200 млн \$ бюджета проектов по изучению Земли из космоса и на 100 млн – средств на разработку новых систем и технологий.

В билле не упоминался посадочный аппарат на Европу – законодатели ссылались на Декадный обзор, который о нем ничего еще не говорил. Устно, однако, Джон Калберсон заявил: «Я не подпишу законопроект, если в нем не будет денег на лэндер».

В последовавшем противостоянии законодательной и исполнительной власти пер-



вая вышла победителем. 18 декабря 2015 г. Барак Обама подписал бюджет со следующим положением в нем: «Из выделяемых средств 175,0 млн \$ предназначены для орбитального аппарата с посадочным зондом, которые должны соответствовать научным целям миссии к Юпитеру и Европе, изложенным в последнем по времени Декадном обзоре по планетологии. Далее, NASA должно использовать SLS в качестве ракеты-носителя для миссии к Юпитеру и Европе, планировать запуск не позднее 2022 г. и включить в проект бюджета на 2017 ф.г. пятилетний профиль расходов, необходимых для достижения этих целей».

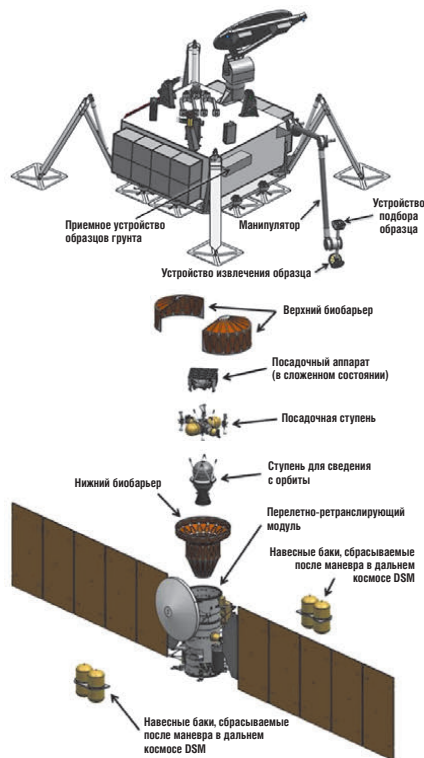
Желающие спроектировать и запустить лэндер на Европу, разумеется, были и в научном сообществе, тем более что в проекте Europa Clipper имелся немалый резерв по массе. Учитывая широко известные пристрастия конгрессмена Калберсона, уже весной 2015 г. в JPL прорабатывались несколько проектов посадочных аппаратов. Кроме того, в марте NASA обратилось к ЕКА с предложением войти в проект с попутным зондом – посадочным аппаратом, пенетратором или специализированным КА для пролета сквозь полярный гейзер. В начале октября ЕКА представило две предварительные проработки (спутник Юпитера, специализированный для близких пролетов Европы или Ио, и пенетратор на Европу), однако европейцы не были готовы сказать, смогут ли они срочно найти деньги на новый проект М-класса, то есть порядка 600 млн евро.

А вот в технической и научной группе Europa Clipper решение Конгресса вызвало плохо скрываемое раздражение. Почему? Да очень просто. Потрачено пять лет на подготовку проекта, который обещает хорошую научную отдачу и наконец имеет шансы получить полное финансирование. Любое дополнение к нему с отдельным и немалым ценником – это риск для основного проекта как по срокам, так и по стоимости. А посадочный аппарат на Европу – это очень дорого уже потому, что требует жестких мер по защите от заражения земными микроорганизмами. А сколько времени уйдет на создание специфических приборов, включая буровую установку для взятия проб ледяного грунта?

Более того: чтобы сесть на поверхность Европы, нужно до того найти удобное место для посадки, а после иметь возможность передавать информацию. Между тем пролетный аппарат Europa Clipper потратит много времени на первое и не обеспечит второго...

Неудивительно, что OMB и NASA не согласились с логикой Калберсона. В ноябре 2015 г. Чарлз Болден прямо заявил, что сначала нужно исследовать Европу дистанционно и определить, целесообразна ли вообще посадка на нее. Сочетание же пролетного и посадочного аппарата в уже первом старте «на наш взгляд, опрометчиво с научной точки зрения».

В феврале 2016 г. в проекте бюджета на 2017 ф.г. агентство запросило на миссию к Европе 49,6 млн со снижением запроса до 24,2 млн \$ в 2018 ф.г., при этом оно сообщило о возможности старта лишь в конце 2020-х годов. А чтобы запустить КА в установленный законом (!) срок, говорилось в проекте бюджета, потребуется выделить за пять лет 2028 млн \$: 194 – в 2017, 272 – в 2018, 456 – в 2019, 678 – в 2020 и 482 млн – в 2021 ф.г.



▲ Конструкция аппарата Europa Lander

15 марта, выступая на слушаниях в подкомитете Калберсона, Чарлз Болден настоятельно рекомендовал разделить пролетную и посадочную миссию и тем самым повысить шансы на успех каждой из них. Председатель подкомитета с неохотой согласился: «Возможно, вы правы. Может быть, это хорошая идея – запустить их на двух ракетах SLS, чтобы орбитальный аппарат сначала разведал поверхность».

24 мая Комитет по ассигнованиям увеличил запрошенное финансирование проекта впятеро, до 260 млн \$, и «развел» пролетный и посадочный аппарат на два пуска, в 2022 и 2024 г. Но поскольку бюджет так и не был утвержден ни к началу финансового года (1 октября 2016 г.), ни ко времени подготовки этого номера НК, итоговая сумма пока остается неопределенной.

Следуя букве утвержденного закона о бюджете, 1 июня 2016 г. NASA организовало группу SDT (Science Definition Team) для предпроектной работы над посадочным зондом с основной целью определить целесообразный и реализуемый набор научных задач. 7 февраля 2017 г. JPL официально представило агентству результаты проработки КА для мягкой посадки на Европу. Основная задача проекта – поиск свидетельств жизни на Европе, вторая по значению – оценка условий для жизни, третья – изучение поверхности и подповерхностных слоев Европы, их свойств и динамики, в интересах будущих исследований.

Аппарат Europa Lander запускается отдельно от Europa Clipper на ракете SLS в октябре 2025 г. с посадкой в 2031 г. Стартовая масса комплекса оценивается в 16 000 кг, из которых две трети приходится на топливо.

Перелетно-ретранслирующий модуль CRO (Carrier Relay Orbiter) обеспечивает полет к Юпитеру с одним гравитационным маневром у Земли и промежуточным большим маневром на ЖРД. После выхода на орбиту вокруг планеты и серии пролетов у спутни-

ков Юпитера он выводится на орбиту вокруг Европы, имея в качестве «пассажира» посадочный комплекс в оболочке-биобарьере.

Место посадки выбирается заранее по данным «Клипера». После отделения посадочный модуль тормозится с использованием твердотопливного двигателя, который затем сбрасывается. Посадочный модуль гасит скорость спуска жидкостными двигателями, выполняет зависание и осуществляет спуск лэндера на тросах по образцу марсианского ровера MSL. Посадочный аппарат массой примерно 400 кг, оснащенный четырьмя регулируемыми опорами, работает на поверхности Европы от 20 до 40 суток, получая питание от аккумуляторных батарей.

На комплекс научной аппаратуры отводится 42,5 кг. Он включает пять основных приборов:

- ❖ Анализатор органического состава OCA (Organic Compositional Analyzer) с чувствительностью до 1 пиколя органических соединений на 1 г образца. Предусматривается забор и анализ как минимум пяти образцов объемом по  $7 \text{ см}^3$  с глубины примерно 10 см;

- ❖ Микроскоп для обнаружения жизни MLD (Microscope for Life Detection), предназначенный для непосредственного наблюдения клеток размером свыше 0,2 мкм при концентрации от 100 единиц в  $1 \text{ см}^3$  льда;

- ❖ Вибрационный спектрометр VS (Vibrational Spectrometer), представляющий собой рамановский и флуоресцентный спектрометр дальнего УФ-диапазона с возможностью обнаружения органических и неорганических соединений в количестве до нескольких частей на тысячу;

- ❖ Контекстный инструмент для дистанционного зондирования CRSI (Context Remote Sensing Instrument), включающий пару цветных стереокамер для трехмерной съемки района посадки, с возможностью определения состава пород;

- ❖ Система геофизического зондирования GSS (Geophysical Sounding System) для сейсмических измерений и определения толщины ледового покрова и глубины океана путем записи звуков растрескивания льда.

Помимо пяти инструментов, для решения научных задач задействуются инженерные датчики посадочного аппарата, такие как посадочная камера, лидар, термодатчики, аппаратура связи и т. п.

16 марта 2017 г. свое мнение по вопросу о Европе высказала новая администрация президента Дональда Трампа. В наброске проекта бюджета США на 2018 финансовый год (см. с. 56-57) гарантируется выделение средств на проект Europa Clipper с многократными пролетами у Европы. В то же время в финансировании «многомиллиардной миссии с посадкой на Европу» отказано. Такое решение обосновывается необходимостью «сохранить баланс научных проектов NASA и максимальную гибкость в осуществлении миссий, которые определены как более важные для научного сообщества».

Что же касается сроков реализации пролетного проекта, то они зависят от того, каким будет график выделения средств в 2017 и последующие годы, и, разумеется, от готовности носителя SLS. Выступая 11 августа 2016 г. на заседании OPAG, Роберт Паппалардо заявил, что запуск на SLS в июне 2022 г. с прибытием в марте 2025 г. все еще возможен.



# Шведский эксперимент на спутнике «Интеркосмос-16»

Весной исполнилось 50 лет «Программе по совместным работам в области исследования и использования космического пространства в мирных целях» социалистических стран, которая спустя три года после начала получила название «Интеркосмос». В рамках этой программы состоялись десятки запусков пилотируемых кораблей и автоматических космических аппаратов научного назначения. В работах участвовали не только специалисты Советского Союза и стран социалистического содружества, но и ученые из развивающихся и капиталистических государств. Так, шведский эксперимент по изучению ультрафиолетового излучения от процессов, происходящих на Солнце, выполнялся во время полета спутника «Интеркосмос-16», стартовавшего 27 июля 1976 г. с космодрома Капустин Яр.

## И. Афанасьев, С. Гран\* специально для «Новостей космонавтики»

Основная цель запуска «Интеркосмоса-16» (ДС-УЗ-ИК-5) состояла в исследовании коротковолнового ультрафиолетового и рентгеновского солнечного излучения и его влияния на структуру верхней атмосферы Земли с помощью научной аппаратуры, изготовленной в Чехословакии, Германской Демократической Республике, Советском Союзе и Швеции.

Шведский спутниковый эксперимент был предложен молодым ученым – доктором философии Яном-Улофом Стенфло\*\* (Jan-Olof Stenflo) из Института астрономии Университета Лунда. В своей диссертации 1968 года Стенфло привел данные по обработке наблюдений магнитного поля Солнца, проведенных в середине 1960-х годов в Крымской астрофизической обсерватории. Вместе с советскими коллегами шведу удалось убедить специалистов космической отрасли в необходимости реализации эксперимента на спутнике. Начало сотрудничеству двух стран в космических исследованиях было положено в 1972 г. заключением первого соглашения между академиями наук СССР и Швеции.

Задание на управление проектом от имени Шведской комиссии по космической

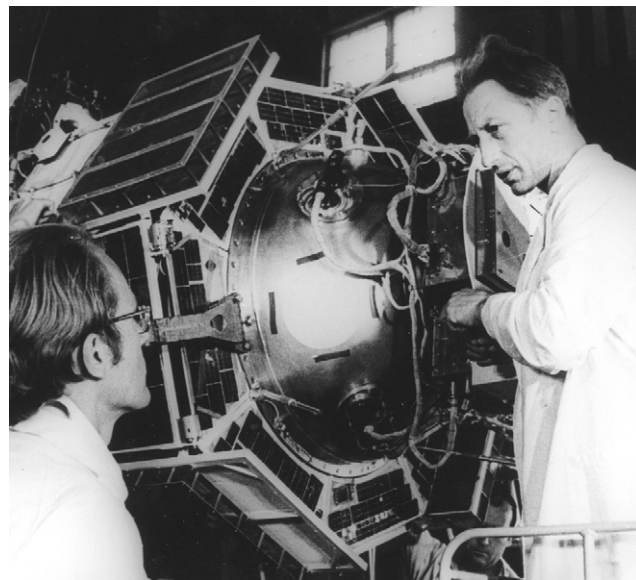
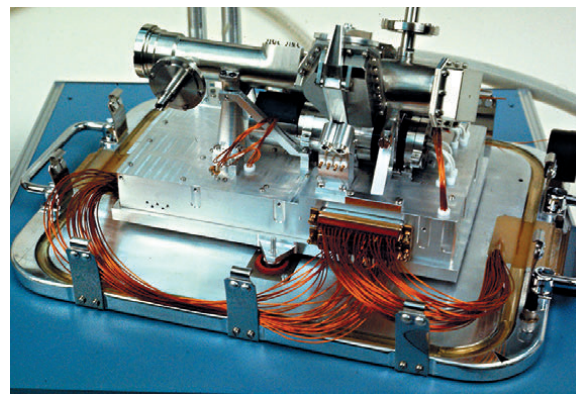
деятельности (ныне – Шведский национальный космический совет) получила незадолго до этого организованная Шведская государственная космическая корпорация SSC (Swedish Space Corporation). Оптические приборы поставила компания Jungner Instruments\*\*\*, а электронный блок обработки сигнала – Saab-Scania. SSC изготовила электронику для детектора, солнечные датчики и проводила окончательную проверку системы в своей лаборатории в Суолна – пригороде Стокгольма.

Прибор в целом разрабатывался и создавался в Научно-исследовательском институте Крымской астрофизической обсерватории (НИИ КраО) совместно с учеными из Швеции. Это был первый опыт института по реализации космического проекта в международной кооперации.

В центре внимания эксперимента находились наблюдения переходной зоны Солнца между хромосферой и солнечной короной в диапазоне длин волн 120–150 нм. Прибор – ультрафиолетовый спектрометр-поляриметр – предназначался для определения градиента температуры в переходной зоне по поляризации солнечного света. Он регистрировал линейную поляризацию в двух фиксированных направлениях, параллельных и перпендикулярных к направлению дисперсии.

Основной метод анализа линейной поляризации в широкой УФ-области спектра основывался на том факте, что косо отраженный свет частично поляризован. Если отражение происходит на поверхности диэлектрика под углом Брюстера, отраженный свет 100% линейно поляризован, но отражательная способность низка. Однако некоторые покрытия, такие как золото, дают около 70% поляризации при угле падения около 60°, в сочетании с высокой отражательной способностью.

### ▼ Ультрафиолетовый спектрометр-поляриметр



На борту КА стояли следующие научные приборы:

- 1 рентгеновский фотометр РФ для патрулирования рентгеновского излучения Солнца (СССР, ЧССР);
- 2 ультрафиолетовый фотометр УФ для исследования коротковолнового излучения Солнца в линии Лайман-альфа и области Шумана-Рунге (СССР, ГДР);
- 3 оптический фотометр ОФ для исследования излучения Солнца в оптических диапазонах длин волн 450 и 610 нм (СССР, ЧССР);
- 4 рентгеновский спектрогелиограф для получения монохроматических рентгеновских гелиограмм в диапазоне длин волн 1.8–19 ангстрем (СССР);
- 5 ультрафиолетовый спектрометр-поляриметр для измерения поляризаций ультрафиолетовых линий (Швеция, СССР);
- 6 специальный передатчик СП для синхронизации измерений наземными обсерваториями и научной аппаратурой ИСЗ (ГДР, ЧССР, СССР).

\* Свен Гран (Sven Granh), вице-президент Шведской космической корпорации SSC, ныне – известный историк космонавтики и радиолюбитель, принимающий сигналы КА.

\*\* Стенфло родился в 1942 г. Профессор астрономии в Университете Цюриха с 1980 г., член Королевской шведской академии наук с 1984 г.

\*\*\* Куллена концерном Vofors в 1977 г.



спутника, которое выполнялось по команде наземной станции. Эффективное пространственное разрешение в одном измерении составляло около 0.5 угловой минуты.

ФЭУ типа РМ 426L с боковым стеклом из дифторида магния ( $MgF_2$ ) изготавливались французской фирмой R.T.C. (La Radio-technique-Compelec). Фотокатод из бромида калия (KBr) делал их нечувствительными к видимому солнечному свету, то есть к длине волн более 200 нм. Французские ФЭУ использовались из-за сложности в получении экспортной лицензии на фотоумножители из США.

В дополнение к сигналам ФЭУ на Землю передавались два сигнала солнечного датчика (с направлений X и Y). Весь прибор имел массу около 6 кг. Блок оптики, который устанавливался на внешней стороне герметичного корпуса спутника, имел размеры 250×150×180 мм, а кодирующее устройство, размещенное внутри герметичного корпуса КА при давлении сжатого азота 0.87 атм, имело размеры 280×158×125 мм.

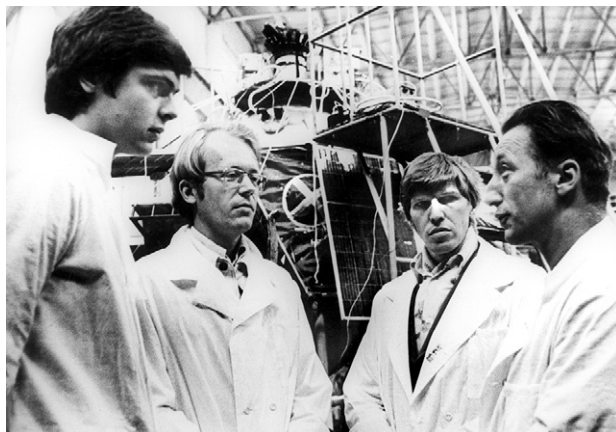
Для передачи данных на Землю спутник использовал четыре синхронных коммутатора, к которым были подключены четыре выхода шведского устройства. Каждое значение измерения восстанавливали путем объединения данных от четырех коммутаторов. Аналоговые значения в коммутаторе дискретизировались на 12 уровней: самый низкий и самый высокий использовались для синхронизации, десять других – для передачи данных.

Данные спектрометра преобразовывались шведским кодером в четыре аналоговых канала, каждый с напряжением в одном из 10 уровней (1.200–4.800 В со ступеньками в 0.400 В), а затем напряжением представлялось десятичным значением. Уровень 0 соответствовал десятичной цифре 0. Уровень 9 соответствовал десятичной цифре 9 и т. д. Таким образом, путем объединения четырех цифр от четырех коммутаторов можно было передавать значения в диапазоне от 0 до 9999. Кодер также посылал квадратную волну синхронно со скоростью слова к пятому коммутатору.

На Земле аналоговые выходные значения из телеметрической системы кодировались с 8-битным разрешением, и этот двоичный код, представляющий уровни напряжения, записывался на магнитные ленты, которые отправлялись затем шведской стороне. Сам магнитофон был арендован советскими специалистами у шведов на время эксперимента.

Спектрометр передавал информацию два-три раза в день, включаясь только тогда, когда спутник находился в радиоконтакте с наземными станциями. Каждый сеанс радиосвязи длился от 5 до 10 минут. Во время сеанса выполнялось от одного до трех контролируемых сканирований. Предполагалось, что за 60-дневный расчетный срок службы спутника спектрометр наберет от 10 до 30 часов данных. При работе спектрометр потреблял 10 Вт.

Для того, чтобы иметь возможность собирать научные данные, спутник должен был находиться на освещенной части орбиты при



▲ Рядом со спутником (слева направо): Пьер Лингейм, Ян-Улоф Стенфло, Андерс Бьёркман и астрофизик Андрей Владимирович Брунс

прохождении над наземной станцией, например в Евпатории. Поскольку плоскость орбиты поворачивается по отношению к инерциальной системе координат и, следовательно, по отношению к Солнцу, это могло привести к тому, что спутник будет пролетать над приемной станцией в ночное время. С учетом этого обстоятельства было выбрано время запуска КА. Конечно, кроме Евпатории, миссию могли поддерживать и другие станции, но все-таки были какие-то периоды, когда никакие данные не собиралось.

«Интеркосмос-16» строился на стандартной платформе ДС («Днепропетровский спутник»), разработанной в ОКБ-586 М. К. Янгеля (ныне – КБ «Южное») в Днепропетровске (УССР). Подобные ему аппараты запускались носителями серии «Космос», созданными там же, и использовались для решения широкого спектра военных и гражданских задач.

В 1963 г. М. К. Янгель предложил стандартизованную серию спутников, включающую следующие аппараты:

- ◆ ДС-У1 – неориентированный, с питанием от аккумуляторных батарей;
- ◆ ДС-У2 – неориентированный, с электропитанием от солнечных батарей;
- ◆ ДС-У3 – ориентированный на Солнце, с солнечными батареями;
- ◆ ДС-У4 – ориентированный, с возвращаемой капсулой;
- ◆ ДС-У5 – ориентированный, с двигателем для коррекции орбиты.

Последние два проекта были отменены в 1965 г., еще до создания первых аппаратов.

«Интеркосмос-16» относился к серии ДС-У3-ИК (от «Интеркосмос»), в которой были построены шесть аппаратов. Спутники «солнечной» группы ДС-У3 запускались с космодрома Капустин Яр с октября 1969 г. («Интеркосмос-1») до июля 1976 г. («Интеркосмос-16»). Таким образом, «Интеркосмос-16» стал последним в серии малых КА.



На смену им пришли автоматизированные универсальные орбитальные станции АУОС.

Первая попытка запуска спутника с ультрафиолетовым спектрометром-поляриметром закончилась аварией: 3 июня 1975 г. первая ступень ракеты-носителя перестала работать на 84-й секунде после старта. Тогда шведы на пуске не присутствовали.

Был подготовлен дублирующий комплект экспериментального оборудования, который установили на спутнике «Интеркосмос-16» массой 435 кг. Аппарат успешно стартовал 27 июля 1976 г. с пускового комплекса 1-2 на площадке 107 полигона Капустин Яр. В этот раз на старте

присутствовали Ян-Улоф Стенфло и два инженера из SSC – Андерс Бьёркман (Anders Björkman) и Пьер Лингейм (Pierre Lingheim).

Спутник вышел на орбиту с начальными элементами\*:

- наклонение – 50.6°;
- высота в перигее – 464.2 км;
- высота в апогее – 518.5 км;
- период обращения – 94.38 мин.

Вспоминает Свен Гран: «Сразу же после запуска «Интеркосмоса-16» я решил получить сигналы со спутника. Как только у меня появился ксерокс с достоверными данными о характеристиках орбиты (его доставили по почте из NASA, на что ушло пять дней), я сразу начал искать. И 3 августа 1976 г. нашел сигналы на частоте 180.5 МГц, по типу соответствующие советскому формату РРМ-АМ».

Данные от прибора шли до тех пор, пока спутник не прекратил свою работу. Это произошло 13 ноября 1976 г. В одной из работ д-ра Стенфло указывается, что эффективность прибора деградировала со временем (вероятно, из-за загрязнения), и для подробного анализа поляризации использовались только данные первых 12 суток работы на орбите. Даже в течение этого времени средние скорости счета были значительно ниже, чем можно было бы ожидать для данного типа покрытий и углов отражения. По этой причине можно было только определить достаточно высокий верхний предел поляризации в случае линий кремния SiIV (139.38 нм), кислорода OI (130.60 нм) и дублета углерода CII (133.5 нм). Этот предел составлял порядка 10% для всех этих линий. Иной была ситуация в линии Лаймана-альфа. Из-за значительно более высоких скоростей счета и меньшего перекрытия можно было определить, что поляризация не превышает 1%.

В приеме информации с «Интеркосмоса-16» участвовали наземные пункты в СССР, ГДР и ЧССР. Во время полета были получены ценные данные о рентгеновском и ультрафиолетовом спектрах Солнца в период минимума солнечной активности, изучены динамика, спектр и поляризация рентгеновского излучения Солнца, исследованы плотность и состав верхней атмосферы Земли, а также измерено содержание аэрозолей в верхних слоях атмосферы Земли.

\* ТАСС объявил высоту 465×523 км и период 94.4 мин.



Окончание

# Величайший межпланетный проект Voyager: дальше – только звезды

## Первая межзвездная

В июле 2008 г. Эдвард Стоун заявил, что Voyager 1 должен первым достичь гелиопаузы и что это случится через 5–10 лет. К 2010 г. прогноз уточнили: выход в межзвездную среду ожидается в ближайшие 4–6 лет. А тем временем теоретики взялись за предсказание свойств вещества этой самой среды!

В декабре 2009 г. Мерав Офер (Merav Ofher) из Университета Джорджа Мейсона на основании данных «Вояджеров» определила напряженность галактического магнитного поля в 0.4–0.5 нТ и заявила, что именно это поле позволяет «держаться форму» Местному межзвездному облаку – структуре размером около 30 св. лет, содержащей атомы водорода и гелия с температурами порядка 6000 К. Гелиосфера Солнца полностью погружена в это облако.

Считается, что около 10 млн лет назад поблизости от нас взорвалась группа сверхновых звезд, создав огромный пузырь очень горячего газа. Пузырь полностью окружает наше Местное облако и должен был бы давно разрушить его, но этого не происходит. Температура и плотность вещества в облаке недостаточны для того, чтобы создать нужное противодействие, а вот магнитное поле представляется той «палочкой-выручалочкой», которое сохраняет status quo. Но величина этого внешнего для нас поля определяет также и размеры и форму магнитосферы Солнца, информацию о которых предоставили «Вояджеры».

В августе 2007 г. скорость солнечного ветра в районе полета «Вояджера-1» была определена в 60 км/с, и с этого времени началось ее медленное снижение. Поток солнечной плазмы замедлялся в среднем на 20 км/с в год, и в июне 2010 г. скорость его упала до нуля.

«Когда я понял, что у нас получились сплошные нули, я был потрясен, – поделился впечатлением соисследователь из команды LECP Роберт Деккер (Robert Decker). – Вот наш Voyager – космический аппарат, который служит нам рабочей лошадкой уже

33 года, и он опять показал нечто совершенно новое».

Ученые из осторожности выждали еще четыре периода вращения Солнца и убедились, что ситуация не меняется. Исследователи предположили, что движение солнечной плазмы в наружном направлении не прекратилось совсем, но вместо этого пошло вбок – вблизи границы раздела с потоком межзвездного вещества эта версия выглядела разумно.

13 декабря 2010 г. NASA объявило о новом открытии. «Солнечный ветер огибают угол, – заметил Эд Стоун. – Voyager 1 приближается к межзвездному пространству».

Оставалось, однако, неизвестным, в каком именно направлении развернулся поток солнечной плазмы. Чтобы разобраться в этом вопросе, впервые за 20 лет был реализован специальный режим ориентации КА в интересах научной группы прибора LECP. Этот детектор заряженных частиц низких энергий обеспечивал регистрацию электро-

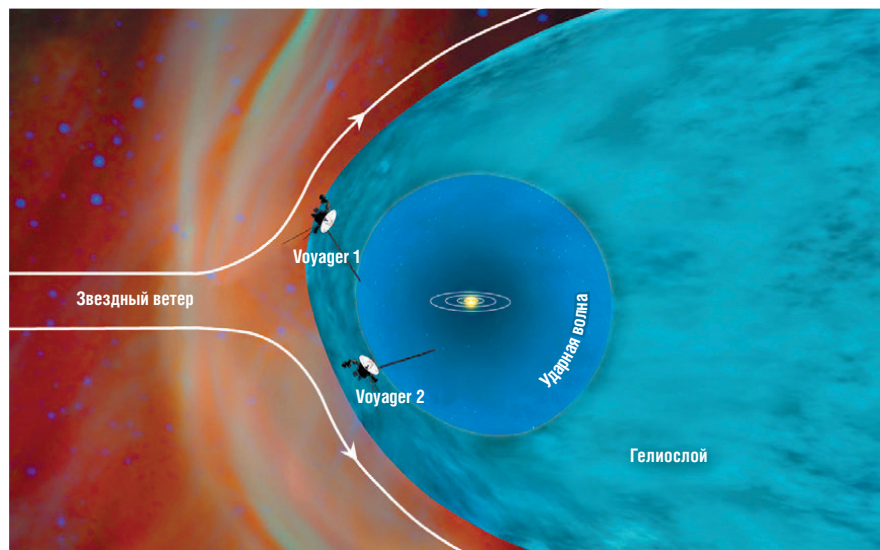


▲ Роберт Деккер

нов, протонов и ядер. Изюминкой прибора была его направленность: шаговый двигатель поворачивал блок детекторов на 45° через каждые четыре цикла бортового таймера, то есть через 192 секунды, так что за 25 минут собиралась полная пространственная картина.

В 1971 г., когда Стаматиос Кримигис предложил LECP для проекта MJS-77, инженеры выразили крайнее неудовольствие наличием движущихся частей и сдались лишь после того, как на испытаниях шаговый двигатель успешно отработал полмиллиона шагов – вдвое больше, чем нужно было на полет до Сатурна. В реальном полете за 36 лет в двух LECP эти устройства сделали по 6 млн шагов!

Эксперимент был проведен 3 февраля 2011 г. Voyager 1 раскрутил гироскопы А и В и развернулся по крену на -70° с таким расчетом, чтобы приемные устройства LECP могли просканировать пространство в плоскости, перпендикулярной к направлению на Солнце. Аппарат простоял в таком положении около двух часов, после чего довел разворот до полного и вновь захватил





α Центавра. А ведь предыдущий случай стабилизации этого КА на гироскопах имел место в феврале 1990 г. при съемке «семейного портрета»!

Первый рабочий сеанс в интересах LESP был проведен 7 марта 2011 г. в 116 а.е. от Земли. В 09:10 PST бортового времени Voyager 1 начал разворот на  $-70^\circ$  и через 4 минуты застыл в новом положении, но «Земля» узнала об этом лишь спустя еще 16 час 07 мин – 8 марта в 01:21 PST (09:21 UTC). С 01:31 до 04:04 по времени Пасадены шел прием информации на 70-метровую антенну DSS-14, а затем КА вернулся в штатное положение.

Аналогичные маневры были проведены 9, 10, 11, 14 и 15 марта, а за ними последовали еще три серии – в начале мая, в июле–августе и в октябре–ноябре 2011 г. Серии маневров в интересах LESP проводятся теперь четыре раза в год, чем и объясняется резкое увеличение расхода гидразина на первом КА начиная с 2011 г.

16 июня 2011 г. группа Кримигиса опубликовала в Nature результаты расчетов, основанных на данных LESP из «зоны стагнации» солнечного ветра и на информации о количестве межзвездных нейтральных атомов от прибора MIMI на станции Cassini, работающей на орбите вокруг Сатурна. Исследователи показали, что гелиопауза находится между 110 и 150 а.е. от Солнца, причем с наибольшей вероятностью ее стоит ожидать на отметке 120 а.е. Учитывая, что Voyager 1 уже находился в 117,5 а.е. от светила, авторы заключили, что выход в межзвездную среду может произойти значительно раньше, чем ожидали до этого.

5 декабря 2011 г. на осенней конференции Американского геофизического союза в Сан-Франциско состоялись доклады по результатам измерений LESP, CRS и магнитометра на борту Voyager 1. В первую очередь ждали, конечно, доклада команды Кримигиса и Деккера: куда же теперь дует солнечный ветер – «вверх», «вниз» или «вбок»? Оказалось – никуда, в зоне стагнации его просто нет, не считая мелких «порывов» случайной ориентации.

Исследователи сообщили также об удвоении напряженности магнитного поля при сохранении его направления, что соответствовало ожиданиям: солнечное магнитное поле «поджималось» внешним и усиливалось.

Кроме того, с середины 2010 г. стало уменьшаться количество частиц высоких энергий солнечного происхождения – очевидно, часть из них начала «утекать» наружу. За год их количество уменьшилось вдвое по сравнению с периодом 2006–2010 гг. Одновременно увеличилось на два порядка количество энергичных электронов галактического происхождения.

Было ясно: гелиопауза близко, до нее остаются скорее месяцы пути, чем годы. Но чтобы добраться до нее, нужно было урезать расход электроэнергии: выход RTG снизился до 267 Вт, а запас составлял лишь 19 Вт. Поэтому 7 декабря был отключен 8-ваттный нагреватель IRIS, в действительности обеспечивавший тепловой режим УФ-спектрометра. Прибор, рассчитанный изначально на рабочую температуру не ниже  $-35^\circ\text{C}$ , уже

Табл. 1. Положение аппаратов Voyager на 1 января 2017 года

Показатель	Voyager 1	Voyager 2
Расстояние от Солнца, а.е.	137.16	113.17
Гелиоцентрическая скорость, км/с	16.94	15.03
Расстояние от Земли, а.е.	137.90	113.96
Время прохождения сигнала, мин	1146.85	947.74
Прямое восхождение	17 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup> 32.22 <sup>s</sup>	20 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup> 24.54 <sup>s</sup>
Склонение	+11 <sup>o</sup> 57'40.3"	-56 <sup>o</sup> 59'28.3"
Эклиптическая долгота	255.6072 <sup>o</sup>	289.8928 <sup>o</sup>
Эклиптическая широта	35.0310 <sup>o</sup>	-35.9052 <sup>o</sup>

17 лет работал при более жестких условиях. С 2005 г. он успешно функционировал при  $-56^\circ$ , а теперь охладился до  $-79^\circ$  и, тем не менее, сохранил работоспособность!

14 июня 2012 г. NASA сообщило о явных признаках приближения к границе гелиосферы: начало быстро расти количество заряженных частиц галактического происхождения, фиксируемых каналом 70 МэВ прибора CRS. За три предшествовавших года – с января 2009 по январь 2012 г. – его показания выросли на 25%. «Но сейчас, – пояснил Эд Стоун, – мы видим очень быстрый рост в этой части энергетического спектра. Начиная с 7 мая максимальный показатель притока космических лучей составил 5% за неделю и 9% за месяц».

Вторым показателем была интенсивность в канале 0.5 МэВ, регистрировавшем энергичные протоны солнечного происхождения. В течение 2005 г. после пересечения ударной волны она дошла до 100 частиц в секунду, затем стала медленно снижаться и

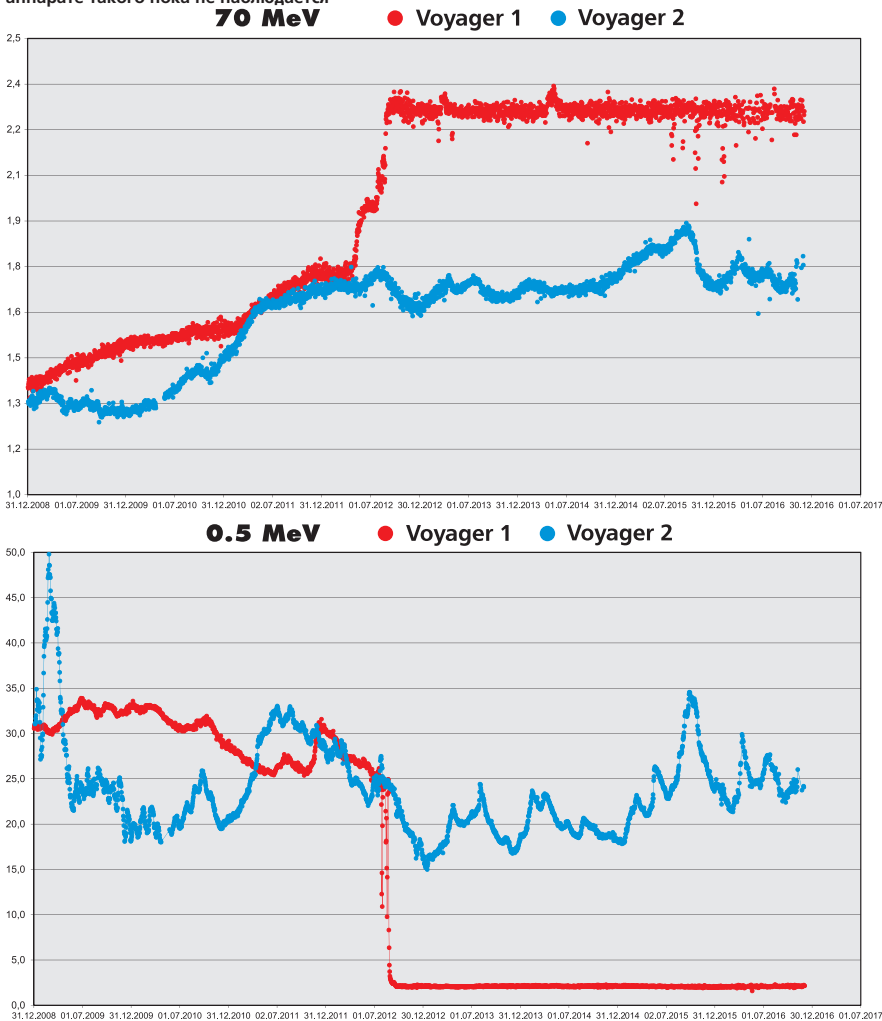
перешла в колебания вблизи отметки 30. Пересечение гелиопаузы должно было сопровождаться резким падением количества этих частиц, но в мае и июне его еще не было.

29 июля 2012 г. уровень 0.5-мегаэлектронвольтовых частиц обрушился с 25 до 12 единиц, затем восстановился, вновь упал 18 августа до отметки 10 и поднялся опять, а 25 августа на расстоянии 121.7 а.е. от Солнца провалился окончательно.

Поначалу NASA реагировало на происходящее оперативно и уже 3 августа сообщило о событиях 28–29 июля – падении числа солнечных частиц и росте на 5% за сутки количества межзвездных. Однако данных о магнитном поле еще не было, и Эд Стоун, сам участник «магнитной» группы, предостерег от поспешных выводов: «Мы определенно находимся в новой области на краю Солнечной системы, где вещи меняются быстро. Но мы еще не можем сказать, что Voyager 1 вышел в межзвездное пространство».

Празднование 35-летия запуска Voyager 1 в JPL, состоявшееся 5 сентября, было великопленным поводом объявить о достижении гелиопаузы, но ученые в это время ожесточенно спорили, и научная добросовестность не позволила огласить сенсационный результат. Научный и околонуучный мир уже вовсю строил и обсуждал графики CRS, поскольку данные этого прибора лежали в открытом доступе, но заинтересованные лица хранили молчание вплоть до 3 декабря 2012 г.

▼ Перед прохождением гелиопаузы КА Voyager 1 быстро пошла вверх кривая галактических частиц (канал 70 МэВ), а след за этим обрушилась кривая солнечных протонов (канал 0.5 МэВ). На втором аппарате такого пока не наблюдается





В этот день на очередной конференции Американского геофизического союза представители ключевых научных групп выдали «консолидированное» мнение о местонахождении КА Voyager 1. Оно сводилось к тому, что аппарат еще не пересек гелиопаузы и находится в области, искомой названной «магнитным хайвэем для заряженных частиц». Использовалось и второе название – «зона истощения» (depletion region), весьма уместное, если учесть, что в некоторых диапазонах энергий число солнечных частиц снизилось в 1000 раз и более.

«Мы полагаем, что это последний участок нашего пути в межзвездное пространство, – заметил Эдвард Стоун. – Насколько мы можем судить, остается от нескольких месяцев до пары лет. Мы не ожидали такой области, но мы привыкли получать неожиданное от “Вояджера”».

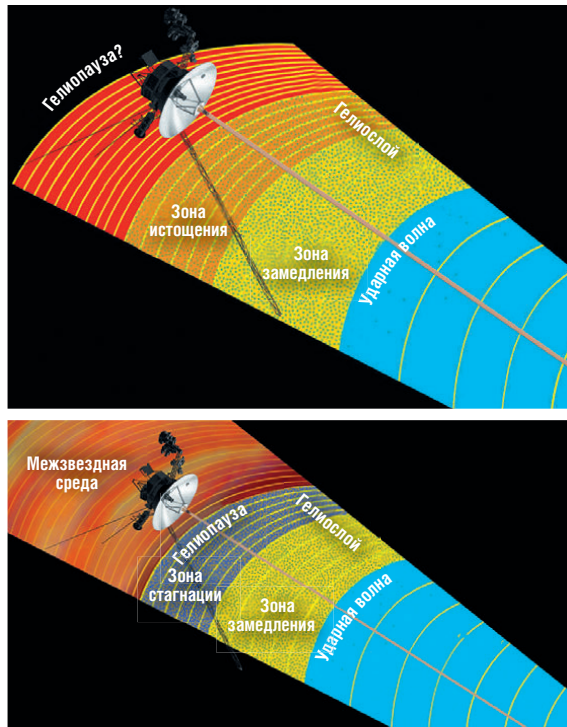
Вывод о том, что аппарат все еще летит в пределах гелиосферы, основывался на магнитных измерениях. С переходом границы магнитное поле должно было резко поменять направление: силовые линии, ориентированные внутри вдоль направления восток–запад, должны были оказаться ближе к направлению север–юг. Напряженность магнитного поля выросла в августе 2012 г. вдвое, с 0.2 до 0.4 нТ, до уровня, предсказанного М. Офер, но направление изменилось менее чем на 2°, и уже известный нам скептик Леонард Бурлага убедил коллег, что резкие скачки уровня космических лучей также «не в счет».

Новую область назвали магнитным хайвэем, так как в ней, как представлялось, линии солнечного магнитного поля соединяются с линиями межзвездного, создавая удобный маршрут для миграции для заряженных частиц низких энергий наружу, а высоких энергий – внутрь гелиосферы. Было объявлено, что Voyager 1 пересек колеблющуюся границу с «хайвэем» в общей сложности пять раз: первый – 28 июля, последний – 25 августа.

Стаматис Кримигис согласился с коллегами скрепя сердце: «Если бы мы судили только по данным о заряженных частицах, то я бы сказал, что мы вне гелиосферы. Но мы должны посмотреть, что говорят нам все инструменты, и только время покажет, верна ли наша интерпретация относительно этой границы».

Кримигис был прав, а Бурлага ошибался, но, чтобы доказать это, потребовалось еще девять месяцев. «Третейским судьей» выступила команда приемника плазменных волн PWS – Дональд Гарнетт и Уильям Курт из Университета Айовы. Именно они придумали способ пересчитывать частотные данные PWS в плотность космической плазмы.

В марте 2013 г. до «Вояджера-1» дошло возмущение от солнечной вспышки класса X5, произошедшей еще 7 марта 2012 г. Первым его заметил датчик космических лучей CRS, а 9 апреля в данных PWS впервые проявились возникшие в плазме осцилляции, подобные наблюдавшимся в 1983–1984 гг. и 1992–1993 гг., но на других длинах волн.



▲ Так менялась интерпретация наблюдений. На верхней схеме есть «зона истощения» (depletion zone) – это понимание ситуации в течение первого года после прохождения, когда большинство ученых считало, что гелиопауза все еще впереди

Частота осцилляций росла вплоть до 22 мая 2013 г., свидетельствуя об увеличении плотности среды. По уже известным алгоритмам частота 2.6 кГц была пересчитана в плотность 0.08 частиц на 1 см<sup>3</sup>, что вполне соответствовало теоретическим моделям для межзвездной среды (от 0.05 до 0.22 на 1 см<sup>3</sup>). Контрольную же точку дал Voyager 2, который заведомо находился внутри гелиослоя и имел рабочий плазменный прибор PLS. В его окрестности концентрация частиц составляла 0.002 – в 40 раз ниже!

Затем группа Гарнетта–Курта рассмотрела повторно архивные данные PWS и выявила осцилляции в период с 23 октября по 27 ноября 2012 г. После экстраполяции стало ясно, что плотность плазмы увеличилась до ожидаемых характеристик межзвездной среды в августе, практически одновременно с резким изменением концентраций заряженных частиц и напряженности магнитного поля, зарегистрированным 25 августа 2012 г.

Неожиданная поддержка командам Кримигиса и Гарнетта пришла из лагеря «магнитных» физиков. 15 августа 2013 г. Марк Свисдак (Marc Swisdak) и Джеймс Дрейк (James F. Drake) из Университета Мэриленда и уже знакомая нам Мерв Офер опубликовали новую модель «хайвэя». Разобрав тонкие детали механизма соединения линий солнечного и межзвездного магнитного поля, они сделали вывод: сразу за гелиопаузой, где влияние солнечного вещества еще велико, направление линий меняется не должно, а значит доводы Леонарда Бурлаги не имеют силы.

12 сентября 2013 г., в день публикации статьи Гарнетта в Science, NASA официально отказалось от прежней интерпретации и объявило, что на самом деле еще 25 августа 2012 г. на расстоянии 122 а.е. от Солнца Voyager 1 пересек гелиопаузу и вышел в межзвездную среду.

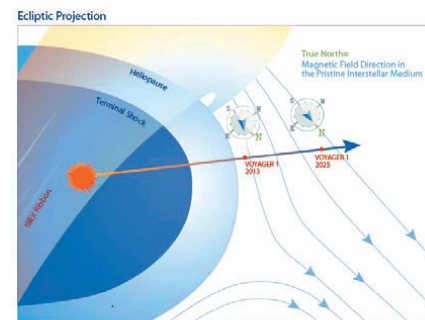
Этот вывод подтвердили события 2014 г., когда в феврале аппарат догнало очередное «солнечное цунами». Аппаратура Гарнетта заметила вызванные ею осцилляции в марте, и они все еще продолжались в ноябре 2014 г. Плотность плазмы вокруг первого «Вояджера» не просто оставалась высокой – она выросла по сравнению с данными за 2012 г. и 2013 г. «Оттого ли это, что межзвездная среда становится плотнее по мере удаления «Вояджера» от гелиосферы, или причиной тому сама [пришедшая от Солнца] ударная волна? Мы пока не знаем», – заявил Эдвард Стоун.

Что же касается магнитного поля, то данные Voyager 1 о его направлении по-прежнему не стыкуются с вычисленным на базе измерений IBEX и других аппаратов направлением на истинный магнитный север – расхождение превышает 40°.

29 октября 2015 г. Натан Швадрон (Nathan A. Schwadron), Леонард Бурлага и еще трое соавторов опубликовали статью в Astrophysical Journal Letters, в которой отметили практически неизменную напряженность магнитного поля за три года после пересечения гелиопаузы (0.47±0.02 нТ) и медленный разворот его направления (примерно на 5° в год). Исследователи предложили модель, в которой внешнее магнитное поле искривляется вблизи гелиопаузы, как бы обертывая ее, так что силовые линии становятся приблизительно параллельны ее поверхности. С удалением от границы поле «выпрямляется», и если нынешний темп разворота сохранится, то примерно через 10 лет оно может принять направление, которое определено по данным IBEX, Cassini и Ulysses и которое ожидали увидеть еще в августе 2012 г. Это будет означать, что Voyager 1 достиг той области межзвездной среды, где влияние Солнца и солнечного ветра уже незначительно.

Остается добавить, что первому «Вояджеру» потребовалось 92 месяца, чтобы преодолеть область гелиослоя между ударной волной и гелиосферой. С сентября 2007 г., когда ударную волну прошел второй аппарат, прошло уже 112 месяцев, но нет призна-

#### ▼ Ожидаемые направления межзвездного магнитного поля за гелиопаузой по Швадрону





Весной 2013 г. споры о том, покинул ли Voyager 1 Солнечную систему или нет, периодически выплескивались в СМИ. По этому поводу ходила такая блестящая юмористическая формулировка: «К настоящему времени Voyager 1 «покинул Солнечную систему» путем прохождения ударной волны – три раза, через гелиопаузу – дважды и по одному разу – через гелиослой, гелиосферу, гелиодром, авроральный разрыв, слой Хевисайда, занептунную зону паники, магнитную ловушку, границу Солнечной системы на карте Статистического бюро США, рукавицу Койпера, пустоту Оорта и хрустальную сферу неподвижных звезд».

ков близости гелиопаузы: подъема уровня 70-мегаэлектронвольтных межзвездных частиц в данных CRS пока не видно, и тем более нет признаков падения солнечных 0.5-мегаэлектронвольтных. Скорее всего, причина в солнечном минимуме – гелиопауза ушла подальше от Солнца.

### Куда же мы летим?

Скорее всего, еще до того, как «Вояджеры» отметят 50-летие своего старта, их работа прекратится. Вместе с последним научным прибором «Земля» отключит и остальные бортовые системы – управляющие компьютеры и передатчики. После этого два «Вояджера» продолжат полет по назначенным им маршрутам уже как памятники человеческому гению и любознательности. Куда же, к каким же звездам они летят?

На первый вопрос ответить легко. Voyager 1 движется по гиперболе, уходящей в пределе в точку на небесной сфере с координатами  $\alpha=262^\circ$ ,  $\delta=+12^\circ$  в созвездии Змееносца. Остаточная скорость КА на большом удалении от Солнца составит 16.6 км/с, или 3.50 а.е. в год. Voyager 2 идет немного медленнее, его гелиоцентрическая скорость «на бесконечности» составит 14.8 км/с, то есть 3.13 а.е. в год, а траектория направлена в точку  $\alpha=338^\circ$ ,  $\delta=-62^\circ$  в созвездии Тукана. Следует заметить, однако, что эти числа верны лишь для фиксированной на эпоху 2000 г. координатной сетки, которая быстро «плывет» из-за прецессии. Обозначенные ими направления в пространстве и угол между ними, равный  $94^\circ$ , естественно, останутся неизменными, чего нельзя сказать о положениях звезд и рисунке созвездий: за десятки тысяч лет звезды сдвинутся относительно друг друга – и небо будет похожем на сегодняшнее, но немного другим.

Вот почему намного интереснее и сложнее второй вопрос – о звездах, с которыми сблизятся «Вояджеры».

Как известно, Солнце движется вокруг центра Галактики со скоростью порядка 230 км/с, и в настоящее время вектор его скорости направлен в сторону созвездия Геркулеса. Voyager 1 движется примерно в эту же сторону немного быстрее Солнца и с отклонением примерно в  $23^\circ$ . Voyager 2 идет в поперечном направлении, имея угол  $104^\circ$  с вектором солнечной скорости.

27 октября 2015 г. объявил о предстоящем уходе в отставку член группы управления Voyager 80-летний Лоренс Зоттарелли (Lawrence Zottarelli). Он был последним инженером, который работал в проекте со времени запуска двух аппаратов в 1977 г.

Соседние звезды, в целом подчиняясь общему обращению, имеют и собственные скорости относительно Солнца, иногда весьма заметные – намного выше, чем гелиоцентрические скорости «Вояджеров». К примеру,  $\alpha$  Центавра расположена сейчас в 4.37 светового года от Солнца и приближается к нему со скоростью 21.4 км/с. Для этой пары объектов, как и для любой другой, можно математически определить момент наиболее тесного сближения: через 28 400 лет  $\alpha$  Центавра окажется всего в 2.97 св. года от Солнца. Заметим, что это оценка 2010 г., сделанная Вадимом Бобылевым по данным астрометрического проекта Hipparcos; в 1994 г., когда лучевая скорость и собственное движение звезды были известны менее точно, предсказывалось сближение до 3.26 св. года через 27 700 лет.

Из этого примера становится понятно, насколько сложно спрогнозировать сближения аппаратов со звездами. Мы можем довольно точно рассчитать движение «Вояджеров» относительно Солнца, но не имеем достаточных данных, чтобы надежно определить траектории звезд. А даже если считать расчеты точными, остается вопрос, кто и с кем сблизается: то ли земной аппарат целенаправленно\* идет к соседней звезде, то ли звезда в силу «начальных условий» приближается к Солнцу и к «Вояджеру» за компанию!

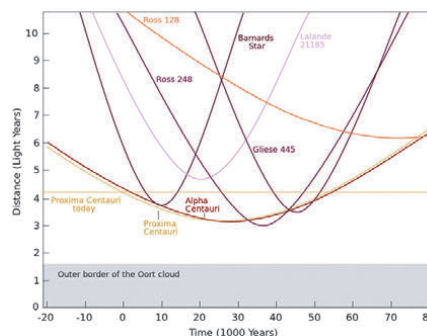
Табл. 2. 13 звезд, с которыми встретится Voyager 2

Звезда	Год сближения до минимального расстояния	Расстояние в световых годах		
		От Солнца до Voyager 2	От Солнца до звезды	От звезды до Voyager 2
Звезда Барнарда	8571	0.42	3.80	4.03
Проксима Центавра	20319	1.00	3.59	3.21
$\alpha$ Центавра	20629	1.02	3.89	3.47
Lalande 21185	23274	1.15	4.74	4.65
Ross 248	40176	1.99	3.26	1.65
DM-36 13940	44492	2.20	7.39	5.57
AC+79 3888	46330	2.29	3.76	2.77
Ross 154	129084	6.39	8.83	5.75
DM+15 3364	129704	6.42	6.02	3.44
Сириус	296036	14.64	16.58	4.32
DM-5 4426	318543	15.76	12.66	3.92
44 Змееносца	442385	21.88	21.55	6.72
DM+27 1311	957963	47.38	47.59	6.62

В этом смысле «Вояджеру-2» не повезло особенно сильно. Во-первых, ему поменяли траекторию полета в системе Нептуна, из-за чего асимптота отлетной ветви гиперболы перестала смотреть в сторону Сириуса и сильно отклонилась к югу от небесного экватора и от эклиптики. В первоначальном варианте аппарат должен был пройти в 0.80 св. лет от Сириуса после 358 000 лет полета; в новом расстоянии увеличилось в пять раз.

Во-вторых, авторы очень интересно «путеводителя» Voyager Neptune Travel Guide, изданного JPL к пролету Нептуна, включили в него обширную таблицу звезд, мимо которых должен пролететь Voyager 2. Математически она была верна: расчетная траектория КА и данные о собственных движениях светил давали именно такие даты для минимальных расстояний между земным зондом и звездами. В то же время сроки пролетов были указаны с точностью до года (!), а обстоятельства их никак не комментировались. Вот как это выглядело (табл. 2).

Введем очевидное требование для того, чтобы трактовать событие как сближение со звездой: на момент расчетного минимума расстояния между звездой и «Вояджером» два остальных расстояния в тройке объектов Солнце – звезда – КА должны быть больше.



▲ Сближения звезд с Солнцем в ближайшие тысячелетия

Тем самым отсекаются случайные события, связанные со взаимным движением Солнца и звезды, и остаются лишь те, в которых существенную роль имеет «целенаправленное» движение земного зонда.

В случае звезды Барнарда, например, в расчетный момент Солнце находится ближе к ней, чем Voyager 2, – иначе говоря, аппарат идет если и не прямо от «цели», то под тупым углом к направлению на нее. Назвать это сближением может лишь оторванный от действительности математик. Что касается обеих звезд в Центавре и светила Lalande 21185, то при этих «встречах» земной аппарат все еще находится ближе к родному Солнцу, чем к другой звезде. Таким образом, первой звездой, к которой Voyager 2 приблизится в строгом смысле слова, оказывается Ross 248, которая сейчас видна в созвездии Андромеды.

Авторы другого документа 1989 г. – официального пресс-кита NASA ко встрече «Вояджера» с Нептуном – описали перспективы намного более корректно. Они привели для Voyager 2 только две главные и несомненные встречи – с Ross 248 примерно через 40 000 лет и с Сириусом через 296 000 лет, а для Voyager 1 и вовсе одну – прохождение на расстоянии 1.6 св. года от звезды AC+79 3888 также примерно через 40 000 лет после старта с Земли.

Последнее выглядит странно по целому ряду причин. Во-первых, через 40 000 лет Voyager 1 удалится от Солнца всего на 2.2 св. года. Во-вторых, эта слабенькая звездочка, известная также как Gliese 445, находится в северном приполярном созвездии Жирафа, то есть совсем не там, куда летит земной аппарат. В-третьих, сегодня расстояние между нею и Солнцем составляет 16.7 св. года, что на порядок больше расчетной дистанции при встрече. В-четвертых, звездочка из созвездия Жирафа значится и в списке тех, с кем сблизится Voyager 2, хотя два посланца Земли уходят в пространство под почти прямым углом друг к другу. Как же так?

Мы уже знаем разгадку. AC+79 3888 – звезда с очень большими компонентами скорости как вдоль луча зрения, так и в поперечном направлении. По современным данным, она приближается к Солнцу со скоростью 119 км/с и через 46 000 лет сблизится с ним до 3.45 св. года. Voyager 1 в самом первом приближении идет в направлении точки встречи, что и гарантирует ему «честное»

\* Целенаправленно – в том смысле, что направление его движения было выбрано людьми, хотя цель сближения с этой конкретной звездой, разумеется, не ставилась.



свидание с гостями из Жирафа примерно в 40272 году от Рождества Христова.

А вот у Voyager 2 геометрия складывается похуже, и он все еще будет ближе к Земле, чем к пронсящейся мимо АС+79 3888.

6 января 2017 г. NASA сообщило о выполненных на Космическом телескопе имени Хаббла специальных наблюдениях вдоль траекторий, по которым движутся два «Вояджера». Они выявили довольно сложные структуры, в том числе многочисленные облака межзвездного водорода с примесями других элементов. Но, поскольку никаких шансов достичь их за разумное время и в работоспособном состоянии у аппаратов нет, агентство сообщило лишь, что Voyager 2 выйдет из пределов местного межзвездного облака через 2000 лет, проведет после этого около 90 000 лет во втором, а затем проникнет в третье.

Ну и чтобы закончить тему: Voyager 2 не войдет в облако Оорта в 26262 году и не выйдет из него в 29635 году. Эти кочующие по популярным статьям даты – результат ошибочного прочтения Voyager Neptune Travel Guide.

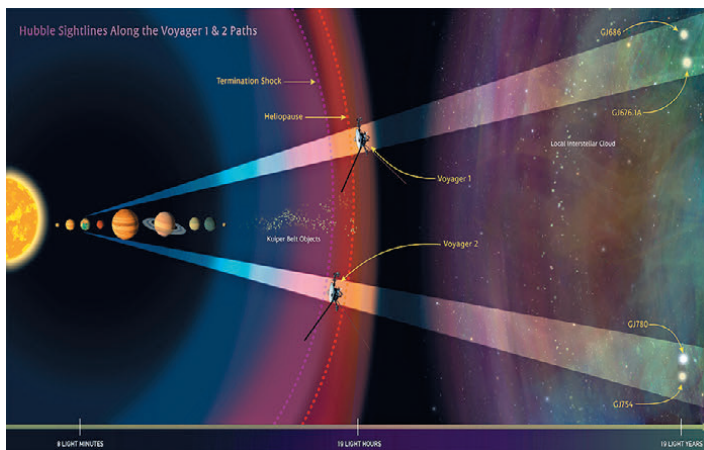
### Послание во Вселенную

И еще одна интересная вещь, даже две: на борту каждого из «Вояджеров» находится «капсула времени» для представителей иного разума, которые, быть может, когда-нибудь найдут в межзвездных просторах земной аппарат. Это позолоченный бронзовый диск, своеобразная грампластинка диаметром 30 см на 110 минут записи. Диск упакован в алюминиевый контейнер, прикрепленный к корпусу КА титановыми болтами. В контейнере также находятся фарфоровая головка и алмазная игла звукоснимателя, а на его поверхности выгравирована инструкция, объясняющая происхождение аппарата и способ воспроизведения записи.

На двух «Пионерах», отправлявшихся в путешествие за пределы Солнечной системы в 1972 и 1973 гг., по предложению астронома Корнеллского университета Карла Сагана были установлены простые гравированные таблички с рисунком, где были изображения землян и их космического аппарата, план Солнечной системы и ее место в Галактике.

Карл Саган намеревался установить аналогичные таблички и на «Вояджерах», но в итоге была выбрана другая форма послания: вращающийся диск – по случаю 100-летия фонографа Томаса Эдисона. Фрэнк Дрейк предложил отвести одну сторону диска под изображения, воспроизводимые на скорости 1000 об/мин, а вторую – под звукозапись, проигрываемую на 16.6 об/мин.

С согласия менеджера проекта Джона Казани, комитет ученых и деятелей культуры под руководством Сагана за шесть недель подготовил со-



держимое диска, стараясь продемонстрировать разнообразие жизни и культуры Земли. Комитет отобрал 115 различных изображений, 35 «звучков Земли», 27 отрывков из музыкальных произведений и приветствия на 55 человеческих языках и на языке китов. Два диска изготовила бесплатно компания Columbia Records.

Приветствия произнесены на пяти древних языках (шумерский, аккадский, хеттский, древнееврейский и арамейский) и 50 современных – от английского и русского до гюни и у. Приветствие от имени Земли зачитал Генеральный секретарь ООН Курт Вальдхайм, а от детей планеты – семилетний Ник Саган.

В 90-минутной музыкальной части представлены классика Запада и Востока, включая «Волшебную флейту» Моцарта и «Весну священную» Стравинского, рок-н-ролл 1970-х и обрядовые песни народов мира.

Среди звуков Земли – шум прибоя, звуки ветра и дождя, гром, извержение вулкана, крики лягушек, пение птиц, вздохи китов, сердцебиение, звук поцелуя, плач новорожденного ребенка, работа различных механизмов и старт ракеты.

Сторона изображений включает фотографии, диаграммы и тексты. Они содержат основные определения математики, физики и химии, схему Солнечной системы с ее размерами и положением в Галактике, описывают геологию, географию и биологию Земли. Представлены описание ДНК человека, его зачатие и рождение, приведены фотографии людей различных рас и народов. Среди фотоснимков – города, производственные процессы и различные достижения цивилизации, включая два радиотелескопа, астронавта в открытом космосе и ракету-носитель Titan IIIE.

Два из 115 изображений представляют собой напечатанные тексты обращений Кур-

та Вальдхайма и президента США Джеймса Картера. Вот перевод слов Дж. Картера:

«Этот аппарат создан в США, стране с населением 240 млн человек среди четырехмиллиардного населения Земли. Человечество все еще разделено на отдельные нации и государства, но страны быстро идут к единой земной цивилизации.

Мы направляем в космос это послание. Оно, вероятно, выживет в течение миллиарда лет нашего будущего, когда наша цивилизация изменится и полностью изменит лик

Земли... Если какая-либо цивилизация перехватит «Вояджер» и сможет понять смысл этого диска, вот наше послание:

Это подарок от маленького далекого мира: наши звуки, наша наука, наши изображения, наша музыка, наши мысли и чувства. Мы пытаемся выжить в наше время, чтобы жить и в вашем. Мы надеемся, наступит день, когда будут решены проблемы, перед которыми мы стоим сегодня, и мы присоединимся к галактической цивилизации. Эти записи представляют наши надежды, нашу решимость и нашу добрую волю в этой Вселенной, огромной и внушающей благоговение».

Есть на конверте и «штемпель» с датой отправления – участок размером 2 см с нанесенным покрытием из сверхчистого урана-238, имеющим период полураспада 4.51 млрд лет и начальную активность около 0.26 нКи. Измерив количество образовавшихся «дочерних» элементов, разумные существа смогут узнать, когда был изготовлен аппарат.

Через год после запуска аппаратов, в 1978 г., в свет вышла книга под названием «Шепот Земли» («Murmurs of Earth»), где была рассказана история создания и приводился полный список всего того, что записано на двух медных пластинках. В 1992 г. уникальная книга была переиздана, и в качестве приложения к ней выпущен CD-диск, воспроизводящий содержимое пластинки «Вояджеров».

Два диска стали всемирно известны, но мало кто знает, что это не единственное послание на «Вояджерах». На внутренней поверхности сферического датчика прибора PLS написаны имена всех сотрудников Массачусеттского технологического института, которые участвовали в его создании, а над ними – лозунг штата Нью-Гемпшир: «Живи свободным или умри».

Очень невелик шанс, что представители иных цивилизаций когда-нибудь обнаружат «Вояджеры» и смогут прочесть послания землян. Но как бы то ни было, два путешественника навсегда останутся памятниками самого величайшего в истории межпланетного проекта, который по масштабу и значимости для человечества никогда и ни кем не будет превзойден...





**29** марта компания Blue Origin показала изображение интерьера капсулы экипажа пилотируемой суборбитальной туристической системы New Shepard (НК № 4, 2010; № 6, 2015; № 1, 2016; № 6, 2016; № 12, 2016). Спустя несколько дней с макетом кабины смогла ознакомиться публика. На основании представленных фотоснимков эксперты делают оптимистический вывод: время тесных и неудобных космических кораблей подходит к концу, и туристические полеты будут проходить в комфорте, достойном высокой оплаты.

Внутри капсулы расположены шесть удобных кожаных кресел, каждое снабжено индивидуальным ж/к монитором, где турист может следить за характеристиками полета. Огромное индивидуальное прямоугольное окно – иллюминатор высотой 109 см (43 дюйма) – позволяет путешественнику со своего места насладиться необыкновенным зрелищем, открывающимся при подъеме капсулы на заданную высоту.

В центре New Shepard располагается цилиндрическая конструкция, напоминающая барный столик. На самом деле это кожух твердотопливного двигателя аварийного спасения, уводящего капсулу от ракетного ускорителя в случае нештатной ситуации. Пассажиры капсулы должны будут носить легкие аварийно-спасательные скафандры.

Коммерческие суборбитальные полеты с помощью системы New Shepard планируется начать в 2018 г. при отсутствии технических и организационных проблем. Blue Origin не называет стоимость билета на 11-минутный полет, четыре минуты из которого пройдут в невесомости. Эксперты полагают, что она составит 100–200 тыс \$. Для сравнения: билеты на суборбитальный космолан Virgin Galactic, который тоже обещает туристам незабываемое путешествие в космос, будут стоить от 250 тыс \$.

30 марта Blue Origin получила награду Collier Trophy 2016 Национальной ассоциации воздухоплавания NAA (National Aeronautic Association) в номинации «за величайшие достижения в области воздухоплавания или космонавтики в Америке за 2016 год». В частности, победу компании обеспечила ее система New Shepard. NAA отметила успешную демонстрацию возможности повторного использования капсулы и ракетного блока в течение пяти запусков.

Глава Blue Origin Джефф Безос (Jeff Bezos), выступая на 33-м ежегодном космическом симпозиуме в Колорадо-Спрингс, поделился своим видением будущего развития компании, в частности в секторе космического туризма. Он в очередной раз отметил, что Blue Origin трудится не покладая рук, чтобы сделать многоразовую систему New Shepard доступной для коммерческого использования к 2018 г.

Являясь также руководителем компании Amazon, Безос заявил, что планирует ежегодно продавать свои акции на сумму в 1 млрд \$ для предоставления финансовой поддержки проектам Blue Origin. Входя

\* BE-4 также рассматривается Объединенным пусковым альянсом ULA (United Launch Alliance) в качестве основы двигательной установки первой ступени перспективной ракеты-носителя Vulcan (НК № 11, 2014).



И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»

## New Shepard: вид изнутри

в тройку богатейших людей мира, Безос\* определенно имеет необходимые финансовые ресурсы, чтобы подпитывать все свои компании в течение многих десятилетий. Если же говорить конкретно о Blue Origin, финансовая подпитка поможет компании оставаться конкурентоспособной на фоне той же SpaceX Элона Маска (Elon Musk).

Амбиции Blue Origin не ограничиваются туристическими суборбитальными полетами. Компания ведет разработку новой ракеты New Glenn (НК № 11, 2016) тяжелого класса: носитель, оснащенный кислородно-метановыми двигателями BE-4\*, сможет выводить на низкую околоземную орбиту полезную нагрузку массой около 45 т и по размерам будет сопоставим с лунной ракетой Saturn V. Выступая на форуме в Колорадо-Спрингс, Безос также сообщил, что общая стоимость разработки New Glenn составляет 2.5 млрд \$; при этом он пообещал, что первый пуск носителя состоится до конца этого десятилетия.

Если SpaceX, основной конкурент Blue Origin, планирует «оккупацию» Марса (НК № 11, 2016), то Джефф Безос намерен сосредоточиться на околоземном пространстве и Луне. В конце марта он объявил о намерении построить транспортную линию «Земля – Луна – Земля» для перевозки различных грузов. Миллиардер уверен, что благодаря возможностям Blue Origin в июле 2020 г. на Луну можно будет доставлять не только грузы, но и людей.

Свои амбициозные планы Безос выложил в специальном семистраничном документе и отправил в NASA и в Администрацию президента США Дональда Трампа. Глава компании Amazon попросил NASA привлечь частных лиц, которые были бы заинтересованы в доставке различных видов груза на Луну. Привлекательность и прибыльность бизнеса будет напрямую зависеть от поддержки и помощи компании NASA.

Безос отметил в документе, что имеет необходимый багаж знаний, который поможет в работе с жидким водородом и позволит быстрее доставлять товары на Луну. Если миллиардер получит поддержку NASA, то он

По итогам 2016 г. Безос оказался самым удачливым миллиардером на планете: за год его состояние увеличилось на рекордные 27.6 млрд \$. По версии Forbes, он впервые вошел в тройку богатейших людей мира с состоянием 72.8 млрд \$, заняв третье место в рейтинге (в прошлогоднем списке он занимал лишь пятое место с состоянием 45.2 млрд \$). Впереди него только основатель Microsoft Билл Гейтс (86 млрд \$) и гендиректор Berkshire Hathaway Уоррен Баффет (75.6 млрд \$).

готов инвестировать в проект собственные деньги.

Согласно плану главы Blue Origin, ракеты-носители SLS и Atlas V будут доставлять груз на южный полюс Луны, куда будут осуществляться посадки с помощью специального модуля. Он же сможет в дальнейшем использоваться для развертывания луноходов или для организации научных исследований. Безос уверен, что грузовые перевозки станут своего рода толчком к заселению людьми Луны. Он считает, что стоимость запуска аппаратов в космос резко упадет, прежде всего благодаря использованию многоразовых ракет, – в конечном итоге примерно на два порядка.

«В результате вы будете жить в совершенно новом мире... который поможет открыть ворота новому поколению людей, желающих заняться бизнесом, связанным с космосом», – заявил мультимиллиардер.

