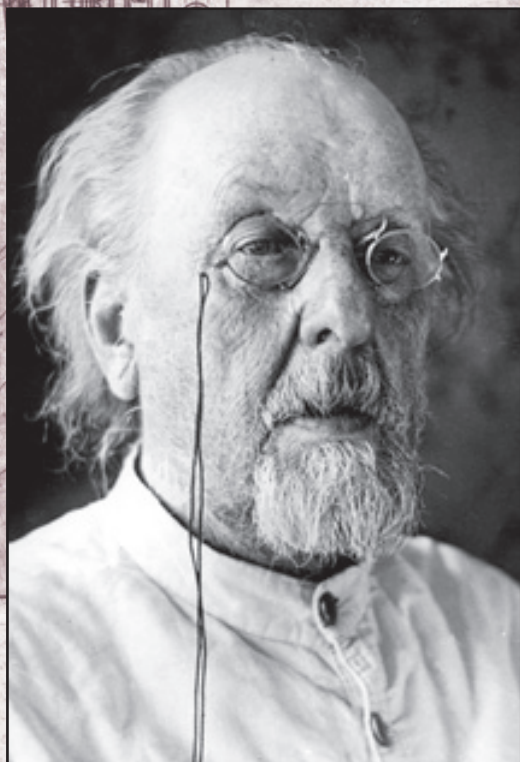
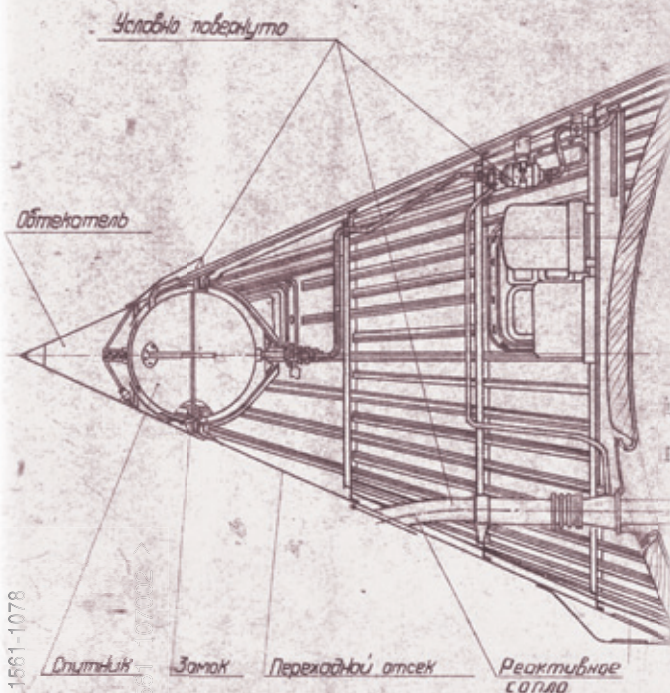
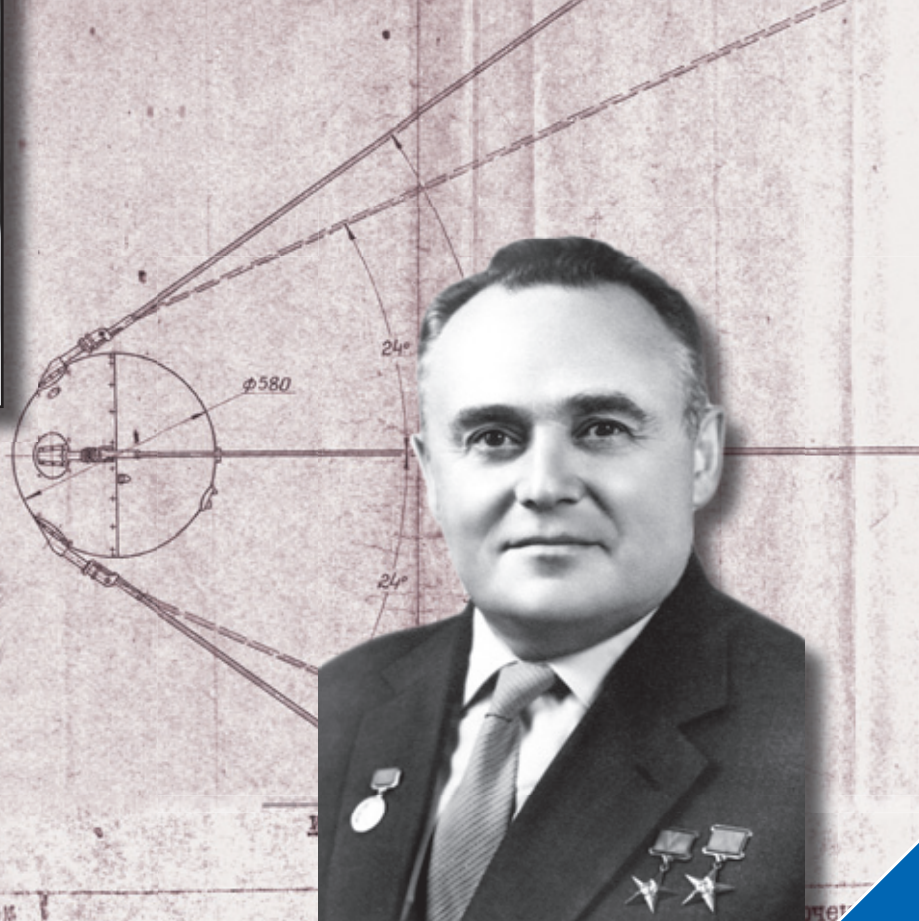


2017 НОВОСТИ КОСМОНАВТИКИ

10 (417)



- 1 Верхняя полуоболочка.
- 2 Нижняя полуоболочка.
- 3 Экран.
- 4 Антенна.
- 5 Блок питания.
- 6 Радиопередатчик Д-200.
- 7 Дистанционный переключатель ДП-2.
- 8 Вентилятор.
- 9 Контрольное барреле.



№	Наименование	интегратора при $G_{пер} = 0,5 G_{пер}^{(ном)}$	высота (в с. пр.)
I. Нормальные значения параметров орбит			
1.	Высота перигея.	228 км	228 км
2.	Высота апогея.	1450 км	1290 км
3.	Скорость в перигее.	8100 м/сек	8060 м/сек
4.	Время одного оборота.	99,8 мин.	99,8 мин.
5.	Расчетная продолжительность		

Журнал для профессионалов и не только



РОСКОСМОС

НОВОСТИ КОСМОНАВТИКИ

ЖУРНАЛ ГОСКОРПОРАЦИИ РОСКОСМОС

Основан в августе 1991 г.
Мариным 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. Голово –

заместитель главнокомандующего ВКС –
командующий Космическими войсками,

О. А. Горшков –

генеральный директор ФГУП ЦНИИмаш,

В. А. Джанибеков –

президент АМКос, летчик-космонавт,

Н. С. Кирдода –

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, Евгений Рыжков

Редактор ленты новостей:

Александр Железняков

Дизайн и верстка:

Олег Шинькович, Татьяна Рыбасова

Литературный редактор:

Алла Сеницына

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

ShinkovichOA@tsniimash.ru

Web: www.novosti-kosmonavтики.ru

Тираж 1500 экз. Цена свободная

Отпечатано в ООО «МЕДИАКОЛОР»

Подписано в печать 02.10.2017

Журнал издается с августа 1991 г.

Зарегистрирован в Государственном комитете
РФ по печати № 0110293

№ 10 (417)

2017

Информационный период

1–31 августа 2017 г.

ТОМ 27

В номере:

ПОКА ВЕРСТАЛСЯ НОМЕР

1 Железняков А., Извеков И.
Пока верстался номер...

ГЛАВНОЕ

4 Афанасьев И.
Первому спутнику – 60!

9 Рыжков Е.
160 лет со дня рождения
К.Э. Циолковского

ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

11 Красильников А., Хохлов А.
Полет экипажа МКС-52
Август 2017 года

19 Красильников А.
ВКД-43: испытание нового
скафандра и запуск пяти малых
спутников

24 Красильников А.
SpX-12: и ступень посадили,
и грузовик на орбиту вывели

ПИЛОТИРУЕМАЯ ТЕХНИКА

26 Чёрный И.
Пока на привязи. Испытания
Dream Chaser продолжаются

28 Афанасьев И.
Околоземный космос
после МКС

ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

30 Афанасьев И.
Десятая миссия «Веги»

36 Красильников А.
Военный связной «Благовест»
на сотом «Протоне-М»

39 Рыжков Е.
TDRS-M: третий из третьего
поколения

40 Рыжков Е.
Третий «Путеводитель».
И второй запущенный этим летом

42 Рыжков Е.
«Формоза» для зондирования
Земли

45 Чёрный И.
Хитрая стрельба «Минотавром»
из-за угла

50 Красильников А.
IRNSS-1H в крепких объятиях
головного обтекателя

СРЕДСТВА ВЫВЕДЕНИЯ

52 Лисов И.
Длинная рука Ким Чон Ына

61 Чижухин В., Мехоношин Ю.
Спасение от «Атмосферы»

ИСКУССТВЕННЫЕ СПУТНИКИ ЗЕМЛИ

64 Лисов И.
Год работы «Мо-цзы»:
Успехи Китая в спутниковой
квантовой связи

66 Лисов И.
Новый российский
спутник-инспектор

СОВЕЩАНИЯ. КОНФЕРЕНЦИИ. ВЫСТАВКИ

68 Рыжков Е.
IV Афанасьевские чтения

КОСМОНАВТЫ. АСТРОНАВТЫ. ЭКИПАЖИ

70 Рыжков Е.
Комплексные экзаменационные
тренировки экипажей МКС-53/54

72 Рыжков Е.
Астронавты ЕКА на подготовке
в Китае

МЕЖПЛАНЕТНЫЕ СТАНЦИИ

73 Лисов И.
Венероход в стиле стимпанк

На первой странице обложки: Коллаж О. Шиньковича к юбилею запуска
Первого спутника

На четвертой странице обложки: РН «Протон-М» со спутником «Благовест»
устанавливается на стартовый стол. Фото С. Сергеева, ЦЭНКИ

© 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.

ПОКА ВЕРСТАЛСЯ НОМЕР...

29 сентября с космодрома Сичан носителем CZ-2C успешно выведена на орбиту группа из трех спутников «Яогань-30» №01, предназначенных, согласно официальному объявлению, для электромагнитных измерений и связанных с ними технических испытаний.

28 сентября с космодрома Байконур осуществлен пуск РН «Протон-М» с РБ «Бриз-М» и телекоммуникационным спутником Asiasat-9. 29 сентября в 07:05 ДМВ он успешно отделился от РБ и вышел на целевую орбиту. Далее КА должен выполнить доведение на геостационар, где займет точку стояния 122° в.д. и обеспечит телевизионное вещание и телекоммуникационные услуги на территории Азиатско-Тихоокеанского региона в интересах компании Asia Satellite Telecommunications Company Ltd. (Гонконг).



Госкорпорация «Роскосмос» и Национальное управление по аэронавтике и космосу NASA в ходе 68-го Международного астронавтического конгресса в Аделаиде (Австралия) подписали **27 сентября** совместное заявление о сотрудничестве в области исследования и освоения дальнего космоса. Стороны подтвердили намерение использовать Международную космическую станцию как основу для дальнейшего исследования космоса, а также взаимодействовать в рамках международной лунной программы, включая создание окололунной посещаемой платформы Deep Space Gateway, унификацию стандартов и научные миссии на окололунной орбите и на поверхности Луны. Основные работы по созданию лунной станции начнутся в середине 2020-х годов. С учетом серьезного отечественного опыта по разработке стыковочных узлов соответствующие элементы станции будут созданы на основе российских разработок, также как и стандарты систем жизнеобеспечения. Стороны также обсудили возможности использования российских РН для создания инфраструктуры лунной станции. Так, на первом этапе предполагается параллельно с американской сверхтяжелой РН SLS использовать отечественные тяжелые носители

«Протон-М» и «Ангара-А5М». После создания российской сверхтяжелой ракеты она также будет использоваться для обеспечения лунной орбитальной станции.

27 сентября стало известно, что американская компания Blue Origin заключила третий контракт на запуск разрабатываемого тяжелого носителя New Glenn. Как заявил на 68-м конгрессе Международной федерации астронавтики в Аделаиде президент Blue Origin Роберт Мейерсон, новым клиентом компании стал тайландский стартап ти Space. Договор предусматривает запуск геостационарного спутника в начале 2020-х годов.

27 сентября в рамках празднования 60-летия запуска первого искусственного спутника Земли в РКК «Энергия» прошла встреча ветеранов космодрома Байконур – участников боевого расчета 1957 г. Они приехали из Москвы и Подмосковья, Санкт-Петербурга, Владимира, Калуги, Саратова, Краснодара, Пятигорска. С наступающим праздником гостей поздравил Владимир Ромуальдович Томчук, который закончил службу на Байконуре начальником штаба – первым заместителем начальника космодрома в звании генерал-майора Военно-космических сил, а всего отдал космодрому 40 лет жизни.

27 сентября премьер-министр Шериф Исмаил подписал указ о создании в Египте Национального космического агентства. Законодательный акт будет передан на утверждение парламента, который на будущей неделе приступает к работе после летних каникул.

Компания Boeing объявила об отсрочке первого пилотируемого полета корабля CST-100 Starliner. Ранее в качестве даты старта назывался август 2018 г., однако **26 сентября** руководитель группы Starliner в Boeing Крис Фергюсон сообщил, что первый испытательный орбитальный беспилотный запуск Starliner намечен на третий квартал 2018 г., и в зависимости от его результатов пилотируемый старт корабля состоится в четвертом квартале 2018 г. или, скорее всего, в начале 2019 г.

На конгрессе в Аделаиде Роскосмос и Космическое агентство ОАЭ подписали соглашение о намерениях, в рамках которого Россия может помочь ОАЭ создать собственный отряд космонавтов. Как заявил **27 сентября** Аднан Мухаммед аль-Раис, заместитель директора Космического центра Мохаммеда бин Рашида, на первом этапе будут выбраны от четырех до восьми человек.

26 сентября стало известно, что Европейское космическое агентство и Роскосмос договорились о дате запуска европейского спутника дистанционного зондирования Земли Sentinel-5p – 13 октября. Аппарат будет выведен на орбиту с Плесецка носителем «Рокот».

Роскосмос может помочь Южной Корее в развитии космодрома Наро, сообщил **26 сентября** ТАСС со ссылкой на заявление главы Роскосмоса Игоря Комарова. «Корейские партнеры в рамках развития своего космодрома Наро проявили интерес к партнерству с ЦЭНКИ. Кроме того, обсуждались вопросы возможного взаимодействия с российским производителем ракетных двигателей», – сказал И.А. Комаров.

Российский Центр имени М.В.Келдыша разработал новый электроракетный двигатель, который будет устанавливаться на космические аппараты. Его производство начнется в ближайшее время, сообщил **25 сентября** на Международном астронавтическом конгрессе начальник отдела электрофизики Центра Келдыша Александр Ловцов. «Первая в мире машина на 800 вольт – КМ-75 – разработана нами. Двигатель на 800 В полностью квалифицирован, и уже в ближайшее время начнется его производство, квалифицирован опытный образец», – сказал он.

А.С.Ловцов напомнил, что разработанный Центром Келдыша двигатель КМ-60 летает на российский военный спутнике уже почти три года. Кроме того, двигатели КМ-88 полетят на индийском геостационарном аппарате связи в 2019 г. Эти изделия рассчитаны на рабочее напряжение 500 В.

Правительство Австралии намерено создать первое в истории страны национальное космическое агентство. Об этом заявил **25 сентября** министр образования страны Саймон Бирмингем, выступая на открытии 68-го Международного астронавтического конгресса в Аделаиде.



23 сентября с базы ВВС США Ванденберг был осуществлен пуск РН Atlas V (тип 541, номер AV-072) со спутником Национального разведывательного управления США

Более подробно о событиях, отмеченных красным цветом, читайте в следующем номере «Новостей космонавтики».

USA-278. Эксперты полагают, что аппарат выведен на высокоэллиптическую орбиту и оснащен основной полезной нагрузкой для радиотехнической разведки и дополнительным инструментом SBIRS NEO-4 для отслеживания запусков ракет в северных широтах. Считается, что аналогичный КА был запущен 13 декабря 2014 г.

22 сентября в 16:52 UTC американский научный космический аппарат OSIRIS-REx прошел на высоте 17 237 км над Землей и использовал ее притяжение для гравитационного маневра, который направил его на траекторию полета к астероиду Бенну. В результате маневра скорость движения аппарата увеличилась на 3,8 км/с, а наклонение орбиты относительно орбиты Бенну было совмещено с наклоном орбиты Бенну.

22 сентября по окончании программы полета было проведено управляемое сведение с орбиты китайского грузового корабля «Тяньчжоу-1». За время полета корабль выполнил три стыковки с орбитальной лабораторией «Тяньгун-2» и дважды дозаправил ее. Окончательная расстыковка «грузовика» состоялась 17 сентября.

22 сентября с космодрома Плесецк осуществлен успешный пуск РН «Союз-2.1Б» с разгонным блоком «Фрегат» и очередным навигационным спутником «Глонасс-М». После выхода на расчетную орбиту аппарату было присвоено наименование «Космос-2522».

21 сентября генеральный директор Госкорпорации «Роскосмос» Игорь Комаров назначил Валерия Хачатуряна на должность директора филиала Госкорпорации на космодроме Байконур.

20 сентября стало известно, что Латвия вложила свыше 3,2 млн евро в бюджет Европейского космического агентства, членом которого стала 30 января 2015 г.

19 сентября американский концерн Northrop Grumman объявил о планах приобрести компанию Orbital ATK за 9,2 млрд \$. Покупатель считает, что это позволит снизить себестоимость выпускаемой продукции (ракеты, спутники, системы ПВО и ПРО и др.).

19 сентября Правительство России утвердило Федеральную целевую программу «Развитие космодромов на период 2017–2025 годов в обеспечение космической деятельности Российской Федерации» с объемом финансирования свыше 340 млрд руб.

На космодроме Восточный в рамках ФЦП будет построен космический ракетный комплекс тяжелого класса для выведения автоматических КА, в том числе двойного назначения. На космодроме Плесецк планируется реконструировать эксплуатируемые и создать новые технические комплексы и объекты инфраструктуры.

В рамках программы предусматривается создать научно-технический задел для

перспективных космических комплексов и систем, в том числе провести работы по проектированию объектов наземной космической инфраструктуры разрабатываемых космических ракетных комплексов среднего и сверхтяжелого классов, а также создать технический комплекс подготовки КА на основе транспортно-энергетических модулей.

18 сентября 2017 г. Роскосмос запустил в тестовую эксплуатацию новый портал профессиональной ориентации «Ключ на старт» (keystart.roscosmos.ru). Как сообщается на сайте Госкорпорации, портал в доступной форме представляет актуальную информацию о современных профессиях, востребованных в ракетно-космической отрасли.

18 сентября стало известно, что российский ЦПК получил около 400 заявок в отряд космонавтов. Прием заявлений и документов от претендентов продлен до декабря этого года. Начальник ЦПК Юрий Лончаков рассказал, что «до 2021 года у нас по распределению экипажей молодежи хватает, а после этого возникает дефицит. Поэтому мы и объявили новый набор... Благоприятного решения вопроса о выделении в ЦПК десяти должностей для военнослужащих стоит ожидать в ближайшие несколько месяцев».

18 сентября исполнилось 85 лет со дня рождения летчика-космонавта, дважды Героя Советского Союза Николая Николаевича Рукавишнина, совершившего три космических полета общей продолжительностью 9 сут 21 час 10 мин 35 сек. Первый полет состоялся 23–25 апреля 1971 г. на РК «Союз-10» в составе экипажа первой экспедиции на первую в мире орбитальную станцию «Салют». Работа на станции не состоялась из-за поломки стыковочного узла корабля. Второй полет – 2–8 декабря 1974 г. на «Союзе-16» с целью испытать специальную модификацию корабля для советско-американского полета по программе ЭПАС. Третий полет – на «Союзе-33» в качестве командира первого советско-болгарского экипажа. Полет на станции «Салют-6» не состоялся из-за аварии основного двигателя корабля. Сход с орбиты был выполнен на резервном двигателе с последующим баллистическим спуском.

17 сентября спускаемый аппарат американского космического грузовика Dragon компании SpaceX приводнился в Тихом океане.

17 сентября исполнилось 160 лет со дня рождения российского основоположника теоретической космонавтики Константина Эдуардовича Циолковского.

Указом Президента РФ Владимира Путина от **16 сентября 2017 г.** №425 за мужество и высокий профессионализм, проявленные при осуществлении длительного космического полета на Международной космической станции Герой Российской Федерации, летчик-космонавт РФ Олег Иванович Скрипочка удостоен ордена «За заслуги перед Отечеством» IV степени.

15 сентября по окончании 20-летнего полета американский космический аппарат Cassini в соответствии с заданием вошел в атмосферу Сатурна и сгорел, до конца передавая ценные сведения. Директор ИКИ Лев Зелений поздравил своего американского коллегу и однофамильца профессора Джима Грина и отметил, что в ближайшие годы Россия не планирует исследование внешних планет и сосредоточит свою деятельность на изучении планет земной группы.

15 сентября гендиректор НПО Энергомаш И.А. Арбузов заявил, что модернизированный специально для новой российской ракеты среднего класса «Союз-5» двигатель РД-171МВ будет создаваться исключительно методом цифрового проектирования. По неподтвержденным данным, предприятие специально для этих целей закупило программные продукты NX и Teamcenter компании Siemens.

15 сентября исполнилось 90 лет со дня рождения Бориса Николаевича Лагутина, в 1987–1997 гг. директора и генерального конструктора Московского института теплотехники.

14 сентября стало известно, что Роскосмос рассматривает различные концепции орбитальных станций на смену МКС. Гендиректор корпорации Игорь Комаров сообщил: «Есть идея сделать станцию открытой конфигурации, которая была бы готова принимать всех партнеров...»

13 сентября с космодрома Байконур осуществлен пуск РН «Союз-ФГ» с пилотируемым космическим кораблем «Союз МС-06». Корабль пилотирует экипаж в составе: командир Александр Александрович Мисуркин, бортинженеры Марк Томас Ванде Хай и Джозеф Майкл Акаба (США). В тот же день корабль состыковался с МКС и экипаж перешел на ее борт.



В результате прихода урагана Ирма Космический центр имени Кеннеди и соседняя база ВВС США Патрик частично лишились энерго- и водоснабжения. Электричество было подано к вечеру **12 сентября**. До восстановления водоснабжения космический комплекс был закрыт для большинства сотрудников. На его территорию допускался лишь персонал, присутствие которого необходимо на постоянной основе. Всего в Космическом центре имени Кеннеди рабо-

тает около 9000 человек. Компании Boeing и SpaceX, осуществляющие запуски ракет с мыса Канаверал, сообщили, что их инфраструктура почти не пострадала.

12 сентября китайский грузовой космический корабль «Тяньчжоу-1» успешно выполнил третью стыковку с китайской космической лабораторией «Тяньгун-2». Сближение в порядке эксперимента проводилось в скоростном режиме, по шестичасовой схеме.

12 сентября в Самаре на базе РКЦ «Прогресс» открылись V Козловские чтения, имеющие статус Всероссийской научно-технической конференции.

12 сентября стало известно, что Роскосмос заказал в РКЦ «Прогресс» ракету-носитель «Союз-2.1Б» для запуска в конце 2018 г. трех космических аппаратов «Гонец-М» №27-29. Цена контракта – 1.2 млрд руб.

11 сентября с космодрома Байконур осуществлен пуск РН «Протон-М» с РБ «Бриз-М» и испанским телекоммуникационным спутником Amazonas-5. Через 9 часов спутник был выведен на расчетную орбиту.

12 сентября стало известно, что международный консорциум Inmarsat выбрал японскую ракету-носитель H-IIA для запуска КА Inmarsat-6 F1. Настораживает, что и Япония включается в конкурентную борьбу за коммерческие запуски.

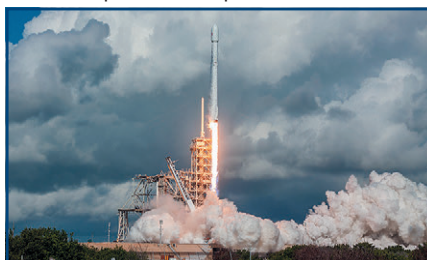
По сообщению пресс-службы ГК «Роскосмос» от **11 сентября**, заместитель генерального директора по ракетно-космической промышленности Юрий Власов покидает Госкорпорацию в связи с резким ухудшением состояния здоровья. Временно исполняющим обязанности заместителя генерального директора Госкорпорации по ракетно-космической промышленности назначен Николай Ваганов, до этого директор департамента ракетно-космической промышленности.

10 сентября вышел Указ Президента РФ В.В. Путина №416 о присвоении космонавту-испытателю Госкорпорации «Роскосмос» Алексею Николаевичу Овчинину званий «Герой Российской Федерации» и «Летчик-космонавт Российской Федерации». А. Н. Овчинин совершил полет на МКС в 2016 г. в составе 47-й и 48-й экспедиций продолжительностью 172 сут 03 час 47 мин 15 сек.

7 сентября стало известно, что Международный астрономический союз утвердил названия первых 14 объектов на поверхности Плутона. Среди них Равнина Спутник, названная так в честь запуска Советским Союзом первого в мире спутника Земли.

7 сентября в Космическом центре имени Кеннеди на мысе Канаверал осуществлен пуск ракеты-носителя Falcon 9 с военным

мини-шаттлом X-37B (миссия OTV-5). Впервые мини-шаттл был выведен на орбиту носителем Falcon 9; в четырех предыдущих миссиях применялась ракета Atlas V.



7 сентября стало известно, что российские ученые завершили анализ 652 точек поверхности Марса в кратере Геяла на предмет наличия воды на глубине до 60 см. Анализ осуществлялся по данным, полученным от российского прибора ДАН, установленного на американском марсоходе Curiosity и работающего уже 5 лет. В 17 точках с увеличением глубины содержание воды растёт, а в 25 – уменьшается, в 29 районах данные измерений пока не поддаются обработке. Содержание воды в грунте кратера Геял составляет от 1% до 4.5% при среднем значении 2,6%. Кроме того, прибор ДАН измеряет содержание хлора – его в марсианском грунте оказалось в среднем около 1%.

7 сентября Президент РФ Владимир Путин в ходе Восточного экономического форума заявил, что Россия совместно с США планирует пилотируемые пуски с космодрома Восточный и изучение дальнего космоса.

7 сентября гендиректор Роскосмоса И. А. Комаров заявил, что Роскосмос создает венчурный фонд, который будет заниматься созданием малых спутников и разработкой легких ракет-носителей.

6 сентября стало известно, что супруга японского астронавта Кимия Юи разрешила ему летать в космос только на пилотируемых космических кораблях серии «Союз». Юи сказала: «Работать на МКС было очень приятно, поэтому я очень хочу еще раз улететь в космос. И она разрешила, но сказала: «Только на «Союзе», потому что это безопасно»».

Планировавшийся на **6 сентября** старт ракеты-носителя Ariane 5 с двумя спутниками на борту с космодрома Куру во Французской Гвиане был отменен из-за неисправности, выявленной в момент включения двигательной установки центрального блока.

5 сентября NASA отметило 40-летний юбилей запуска межпланетного зонда Voyager 1, направив на борт аппарата специальное радиопослание. Передача послания на борт Voyager 1 была осуществлена с одной из антенн Мадридского комплекса дальней космической связи. Радиосигнал должен достигнуть зонда через 19 час 18 мин.

5 сентября заместитель председателя Правительства РФ Дмитрий Рогозин заявил, что Россия приступила к разработке возвра-

щаемых ступеней космических ракет. К этому привлечены предприятия авиационной отрасли, в том числе КБ «Ильюшин» и ЛИИ имени М. М. Громова.

5 сентября стало известно, что запуск российско-украинской ракеты «Зенит» в декабре с Байконура не будет последним. Следующий старт этой ракеты-носителя, по данным источника «Интерфакса», состоится в начале 2018 г. с украинским космическим аппаратом «Либідь».

Ранее сообщалось, что компания S7 заключила договор с Южным машиностроительным заводом (г. Днепропетровск, Украина) на поставку в Россию 12 ракет «Зенит» для запуска с Байконура и «Морского старта». Сейчас решается вопрос о том, где в России будет производиться их окончательная сборка: установка двигателей и системы управления.

4 сентября стало известно, что на встрече лидеров стран BRICS Россия и Китай представили обновленный проект «Договора о предотвращении размещения оружия в космическом пространстве и применения или угрозы применения силы в отношении космических объектов». Они также выступили с инициативой принятия политического обязательства по неразмещению первыми оружия в космосе.

3 сентября спускаемый аппарат космического корабля «Союз МС-04» с космонавтами Фёдором Юрчиным, Джеком Фишером и Пегги Уитсон совершил мягкую посадку в Казахстане. Продолжительность полета Юрчина и Фишера составила 135 сут 18 час 08 мин, Уитсон – 289 сут 05 час 02 мин.



2 сентября стало известно, что президент США Дональд Трамп выдвинул кандидатуру 41-летнего члена Палаты представителей Конгресса США Джеймса Брайденштейна (James Bridenstein, республиканец от штата Оклахома) на должность администратора NASA. Ранее Брайденштейн служил в ВВС Национальной гвардии США.

1 сентября компания SpaceX провела огневые испытания первой ступени сверхтяжелой ракеты Falcon Heavy. Она состоит из связки центрального блока и пары боковых ускорителей, представляющих собой модернизированные первые ступени ракеты Falcon 9. Предполагается, что этот носитель сможет выводить на низкую круговую орбиту Земли до 63.8 тонн. Первый пуск намечен на 28 ноября этого года.

Составители А. Железняков и И. Извеков



И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»

Первому спутнику – 60!

4 октября 1957 г. навсегда разделило историю человечества на две эпохи – до Спутника и после Спутника – и открыло Космическую эру. Победа страны на самом первом, стартовом этапе космической гонки была одержана благодаря самоотверженному труду многих тысяч людей, работавших на сотнях предприятий в различных отраслях науки, техники и промышленности.

Ключевой вклад в реализацию первой советской космической программы внесли специалисты Опытного конструкторского бюро №1 (ОКБ-1*), работавшие под руководством Сергей Павловича Королёва в структуре Научно-исследовательского института №88 (НИИ-88**) Министерства вооружений, который на тот момент возглавлял Алексей Сергеевич Спиридонов.

Занимая должность заместителя директора НИИ-88 и главного конструктора ОКБ-1, С. П. Королёв в первую очередь обеспечивал решение насущных военных и научно-прикладных задач, поставленных директивными органами перед советским ракетостроением. (С 1953 г. основной задачей было создание межконтинентальной баллистической ракеты Р-7, или изделия 8К71.) Вместе с тем, знакомый с юности с идеями К. Э. Циолковского и других теоретиков космонавтики, он, конечно, не мог не мечтать о межпланетных полетах и спутниках Земли.

Первый практический шаг в данном направлении можно датировать ноябрём

1948 г., когда группа специалистов под руководством Михаила Клавдиевича Тихонравова в НИИ-4 Министерства обороны СССР выпустила отчет «Исследование вопроса о дальностях полета бескрылых составных ракет на жидком топливе». В документе рассматривались возможности многоступенчатых изделий, составленных по схеме «пакет», изучалась проблема запуска искусственного спутника Земли, а также был сделан вывод о технической возможности его создания на достигнутой к тому времени технической базе. Однако деятельность энтузиастов не нашла понимания со стороны руководства института. Данная тема не заглохла лишь благодаря поддержке со стороны – С. П. Королёв, знакомый с М. К. Тихонравовым еще по совместной работе в Московской группе изучения реактивного движения (МосГИРД) и Реактивном научно-исследовательском институте (РНИИ) и разделявший его взгляды, заказал НИИ-4 ряд научно-исследовательских работ (НИР) по многоступенчатым (составным) ракетам.

Параллельно группа Тихонравова искала пути создания и запуска искусственного спутника Земли. На первом этапе он виделся как сравнительно несложный автоматический аппарат с простейшими научными приборами и системой передачи информации на Землю, на втором – как сложная система с пилотом на борту. В рамках НИР, открытых по поручению С. П. Королёва, в НИИ-4 исследовались траектории выведения спутников на разные орбиты, определялась необходимая точность системы управления ракеты, а также выявлялись факторы, влияющие на возможности спутника и длительность его полета.

В 1953 г. специально подготовленные материалы, однозначно указывающие на острый интерес США к проблеме создания и запуска искусственного спутника, получи-

ли поддержку высоких инстанций, включая министра Вооруженных сил, маршала Советского Союза А. М. Василевского: он одобрил деятельность группы Тихонравова и запретил руководству НИИ-4 чинить препятствия поисковым работам в этом направлении.

Попытка на государственном уровне поставить вопрос о необходимости запуска космических аппаратов была сделана в декабре 1953 г. при подготовке проекта постановления Совета Министров СССР по межконтинентальной баллистической ракете Р-7. В проект была внесена запись: «Организовать в НИИ-88 научно-исследовательский отдел с задачей разработки проблемных заданий совместно с Академией наук в области полета на высотах порядка 500 км и более, а также разработки вопросов, связанных с созданием искусственного спутника Земли и изучением межпланетного пространства с помощью изделия».

И хотя эта попытка не удалась, спутниковая тема получила развитие. Менее чем за три месяца удалось наметить пути решения основных проблем и обозначить возможные характеристики будущих космических аппаратов. 16 марта 1954 г. в Отделении прикладной математики АН СССР состоялось первое специализированное совещание по определению круга научных задач, решаемых с помощью искусственных спутников. Президент Академии наук А. Н. Несмеянов, убежденный, что запуск спутника и космические полеты возможны уже в ближайшие годы, одобрил и поддержал новое направление.

Два месяца спустя С. П. Королёв представил министру оборонной промышленности Д. Ф. Устинову докладную записку, в которой прямо указывалось, что спутник – кесть неизбежный этап на пути развития ракетной техники, после которого станут возможными межпланетные сообщения». Документ под-

* Ныне – Ракетно-космическая корпорация (РКК) «Энергия» имени С. П. Королёва Госкорпорации «Роскосмос». ОКБ-1 с опытным заводом №88 было выделено в самостоятельное предприятие 14 августа 1956 г. на основании распоряжения Совета Министров СССР.

** Ныне – Центральный научно-исследовательский институт машиностроения (ЦНИИмаш) Госкорпорации «Роскосмос».

черкивал резкий всплеск внимания к проблеме исследования космоса, возникший в зарубежной прессе за последние два-три года, и связывал этот факт с тем, что вопросы приоритета страны или государственной системы будут главным аргументом для всего последующего периода развития космонавтики.

Сначала предполагалось запустить автоматический научный аппарат массой около тонны, а затем создать гораздо более сложный пилотируемый спутник, обеспечивающий полет одного-двух человек. Третий этап подразумевал строительство орбитальной станции для длительного пребывания людей на орбите.

Документ содержал перечень задач, решаемых автоматическими и пилотируемыми спутниками: получение данных об ионосфере и космическом излучении, наблюдение за Солнцем и звездами в тех диапазонах электромагнитного спектра, которые недоступны на земной поверхности, проверка некоторых следствий общей теории относительности, изучение факторов воздействия космического полета на живые организмы. Был упомянут в записке и «политический момент»: соревнование двух мировых систем – капитализма и социализма в лице США и СССР.

9 июня 1954 г. Совет Министров принял решение об участии советских ученых в программе Международного геофизического года* (МГГ), постановив создать при Президиуме АН СССР специальный междуведомственный комитет для координации работ. Этот орган был создан в августе 1954 г. под названием Советский комитет МГГ.

18 января 1955 г. докладная записка, направленная по согласованию с С. П. Королёвым в Военно-промышленную комиссию (ВПК), излагала идеи создания автоматического научного спутника. В мае был готов пакет документов, включая проект постановления правительства и перечень работ по подготовке запуска спутника. Тогда же в АН СССР была создана специальная комиссия под председательством М. В. Келдыша и его заместителей С. П. Королёва и М. К. Тихонравова по подготовке запуска искусственного спутника Земли.

Сергей Павлович уделял этим работам огромное внимание, отмечая, что «создание искусственного спутника Земли будет иметь огромное политическое значение как свидетельство высокого уровня развития нашей отечественной техники».

29 июня 1955 г. Национальная академия наук и Национальный научный фонд США объявили, что Америка планирует вывести на орбиту спутник во время МГГ. В этот же день пресс-секретарь президента Дуайта Эй-

зенхауэра от его имени сообщил об утверждении плана запусков малых беспилотных спутников на земную орбиту в рамках участия США в программе Международного геофизического года.

Это событие совпало по времени с 6-м международным астронавтическим конгрессом в Копенгагене. 2 августа глава советской делегации Л. И. Седов созвал пресс-конференцию в посольстве СССР, на которой сказал, что, по его мнению, ИСЗ может быть запущен в течение ближайших двух лет и что реализацию аналогичного советского проекта следует ожидать в близком будущем.

5 августа заместитель Председателя СМ СССР М. В. Хруничев, председатель Специального комитета по ракетному и реактивному

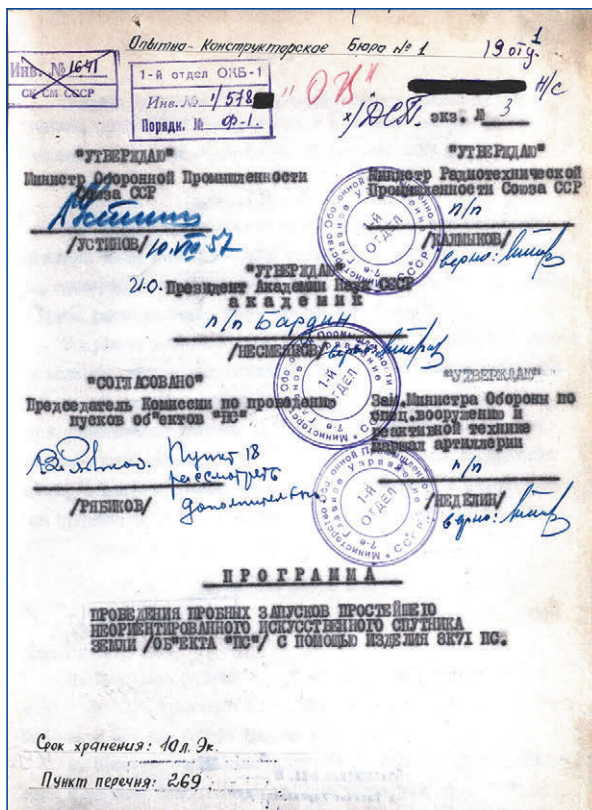
усматривающее создать под ракету Р-7 неориентированный искусственный спутник («Объект Д») с комплексом научных приборов и запустить его в 1957 г. в рамках МГГ раньше, чем это сделают американцы. Общее научное руководство и обеспечение научной аппаратурой возлагалось на АН СССР, а создание спутника – на Министерство оборонной промышленности (головой исполнитель ОКБ-1 НИИ-88).

При разработке «Объекта Д» проектанты столкнулись с целым рядом трудностей. Сжатые сроки диктовали необходимость минимальной доработки Р-7 с четким требованием не чинить препятствий начинавшимся тогда летным испытаниям межконтинентальной ракеты. Кроме того, приходилось использовать имеющиеся радиоэлектронные системы и приборы, отличающиеся большими массогабаритными характеристиками и высоким энергопотреблением, и работающие в герметичном объеме при наличии конвекционного теплосъема, проходящего через них воздухом. Солнечные батареи, изготовление которых отечественная промышленность только предполагала освоить, принимались в качестве дублирующей системы электропитания: в качестве основной шли серебряно-цинковые и ртутно-цинковые химические источники тока, резко ограничивающие продолжительность работы бортовой аппаратуры.

Сложной оказалась проблема обеспечения теплового режима спутника. В космосе для сброса тепла, в избытке выделяемого при работе бортовой аппаратуры и поглощаемого от Солнца, могло использоваться только излучение. Анализ показывал зависимость условий нагрева и охлаждения корпуса от того, на какой стороне орбиты находится спутник – на солнечной или теневой. Была предложена активная система терморегулирования, включающая датчики температуры, первичный контур теплосъема, который с помощью обдува приборов и агрегатов воздухом передавал тепло во вторичный контур – в жидкостный теплообменник-радиатор, вмонтированный в наружную часть корпуса и предназначенный для сброса избытков тепла. Для регулирования сброса радиатор снаружи периодически закрывался или открывался с помощью специальных жалюзи с электроприводами. Наружную поверхность спутника предполагалось защитить покрытием со специально подобранными коэффициентами излучения и поглощения.

Непростыми вопросами стали проблемы выбора, установки и размещения научных приборов, их согласованной работы, осуществления устойчивой связи, передачи научных данных и телеметрии о работе бортовых служебных систем, а также определения параметров орбиты спутника.

В качестве научных задач спутника значились исследования верхних слоев атмосферы и магнитного поля Земли, изучение космических лучей и жизнедеятельности животных в условиях космического полета,



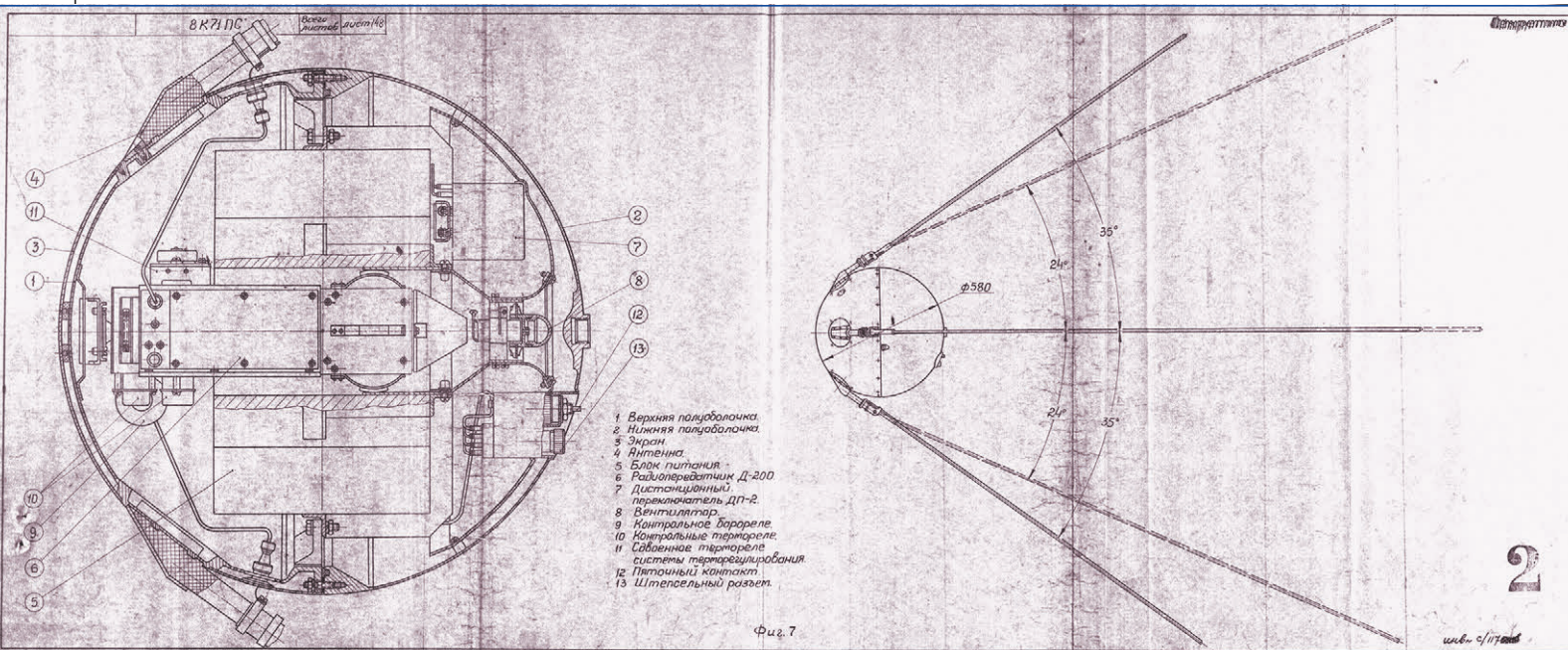
вооружению В. Д. Рябиков и С. П. Королёв представили Н. С. Хрущеву и Н. А. Булганину докладную записку о технической возможности создания и запуска простейшего спутника Земли в 1957–1958 гг. Рассмотрев ее на заседании 8 августа 1955 г., Президиум ЦК КПСС постановил одобрить идею о создании искусственного спутника Земли и поручил «т. Хруничеву и Рябикову в полуторамесячный срок представить ЦК КПСС проект необходимых мероприятий по этому вопросу...»*

3 сентября С. П. Королёв направил смежникам и в правительство предварительные характеристики и план работ по созданию научного спутника.

30 января 1956 г. было принято постановление Совмина СССР № 149-88сс, пред-

* Утвержденный на международном уровне условный отрезок времени (с 1 июля 1957 г. по 31 декабря 1958 г.), в течение которого 67 стран проводили согласованные исследования физических процессов в земной коре, океанах и атмосфере Земли по единой программе и методике.

** Сообщение ТАСС, которое было поручено подготовить в связи с принятым 8 августа решением, так и не удалось согласовать. Официальное объявление о том, что в СССР ведутся работы по подготовке к запуску искусственного спутника, сделал председатель Советского комитета МГГ академик И. П. Бардин 11 сентября 1956 г. на 4-м совещании Специального комитета по проведению Международного геофизического года в Барселоне.



Фиг. 7

исследование корпускулярного излучения Солнца и метеороидов. «Объект Д» рассматривался как база для разработки более совершенных космических аппаратов, поэтому с его помощью планировалось получить данные по тепловому режиму, торжонению в верхних слоях атмосферы и продолжительности существования на орбите, а также об особенностях движения относительно центра масс, точности определения координат и параметров орбиты, решить вопросы энергоснабжения.

Несмотря на быстрое развертывание работ, во второй половине 1956 г. возникла реальная угроза срыва сроков запуска «Объекта Д». Из-за сложности поставленных задач институты АН СССР не выполняли график поставки научной аппаратуры: к ноябрю не было даже макетов приборов. С. П. Королёв привлек к давлению на нерадивых смежников «тяжелую артиллерию» – Спецкомитет, Совмин и ЦК КПСС. Что-то получалось, но все же основная «наука» сильно запаздывала, как и наиболее важные бортовые системы, не поспевала и «наземка».

В начале 1957 г. из-за отставания по срокам поставки необходимого оборудования для наземных измерительных пунктов уже обсуждался вопрос о запуске первого «Объекта Д» без точной системы радиоизмерения орбиты. Появилось предложение готовить к полету тот вариант спутника, который не требовал этой системы. Однако чертежи на него могли быть подготовлены не раньше марта 1957 г., поскольку все силы ОКБ-1 были брошены на летные испытания «семерки», а специалисты, отвечавшие за «Объект Д», были полностью погружены в работы по варианту, который ранее считался приоритетным.

Самая же серьезная трудность – на тот момент практически непреодолимая – выяснилась при наземной отработке Р-7: оказалось, что добиться необходимого для спутникового носителя показателя по удельной тяге в ближайшее время невозможно... В результате сроки запуска «Объекта Д» директивно сдвинулись на апрель 1958 г.

Поскольку Соединенные Штаты официально заявляли о готовности запустить свой

спутник по программе МГГ, а западные СМИ проводили широкую кампанию по привлечению внимания общественности к американскому проекту Vanguard, Советский Союз мог упустить первенство в космосе, чему в спутниковом проекте придавалось первостепенное значение...

Единственным способом решить задачу стал запуск спутника на стандартной баллистической ракете Р-7, не отличающейся от той, что выходила на летные испытания. Разработчики знали, что измерительная «семерка», если снять с нее часть штатных систем боевого изделия, позволяет вывести на орбиту полезную нагрузку массой от 40 до 100 кг. После того, как М. К. Тихонравов предложил С. П. Королёву сделать абсолютно упрощенный аппарат, отказавшись практически от всей научной начинки «Объекта Д», в ноябре 1956 г. с одобрения главного конструктора ОКБ-1 развернуло работы по «Объекту ПС» («Простейший спутник»).

5 января 1957 г. С. П. Королёв направил в адрес Д. Ф. Устинова письмо с предложением провести приоритетные запуски простейших спутников с использованием одной-двух ракет Р-7, предназначенных для программы летных испытаний. Основным мотивом документа была тревога по поводу престижа страны: «В Соединенных Штатах Америки ведется весьма интенсивная подготовка к запуску искусственного спутника Земли. Наиболее известен проект под названием «Авангард» на базе трехступенчатой ракеты... Спутники представляют собой шаровидный контейнер диаметром 50 см и весом около 10 кг... В сентябре 1956 г.* США сделали попытку запустить на базе Патрик, штат Флорида, трехступенчатую ракету и на ней спутник, сохраняя это в секрете... По отдельным сведениям, имеющимся в печати, США готовятся в ближайшие месяцы к новым попыткам запуска искусственного спутника Земли, желая, очевидно, любой ценой добиться приоритета».

* В данном случае С. П. Королёв сознательно сгустил краски. Он знал, что упоминаемый запуск не имел отношения к американской спутниковой программе – это была первая миссия ракеты «Юпитер-С» для решения чисто военных задач.

Для решения сложной задачи Сергей Павлович не только не предлагал изменить директивные сроки создания «Объекта Д», но и брал на себя дополнительную работу, не нарушая обязательств. Он писал: «[Исходную измерительную] ракету [Р-7] путем некоторых переделок можно приспособить для пуска в варианте искусственного спутника Земли, имеющего небольшой полезный груз в виде приборов весом около 25 кг... и отделяющийся шаровидный контейнер собственноручно спутника диаметром около 450 мм и весом 40–50 кг. В числе приборов на спутник может быть установлена специальная коротковолновая передаточная станция из расчета на 7–10 суток действия».

В связи с этим он просил «разрешить подготовку и проведение первых пусков двух ракет, приспособленных в варианте искусственных спутников Земли, в период апрель–июнь 1957 года... сразу же после первых удачных пусков межконтинентальной ракеты Р-7 до официального начала МГГ...»

Предложения С. П. Королёва совпали с желаниями министра, и 28 января в Президиум ЦК КПСС ушла «Докладная записка о готовности к запуску упрощенного искусственного спутника Земли», подписанная Д. Ф. Устиновым, С. П. Королёвым, В. М. Рябиковым и другими ответственными лицами, предлагавшая обеспечить подготовку и пуск двух ракет Р-7 с малыми спутниками массой около 50 кг в связи с тем, что «отработка сложного комплекса научной аппаратуры, измерительных средств и средств связи для «Объекта Д» еще далека от окончания, и запуск спутника в намеченном объеме возможен не ранее конца 1957 г.»

Реализация проекта «Объект ПС» была санкционирована постановлением Президиума ЦК КПСС и совпадающим с ним по тексту постановлением Совета Министров СССР № 171-93 от 15 февраля 1957 г. «О запуске искусственного спутника Земли с помощью ракеты Р-7 в начале Международного геофи-

зического года». Документ поручал ответственному организациям вывести на орбиту два упрощенных спутника, «но не ранее получения положительных результатов пусков одного-двух изделий Р-7».

Облик объекта к тому времени был уже сформирован: максимально простой и надежный аппарат с минимальным набором бортовых систем, позволяющий, тем не менее, провести ряд научных исследований. В качестве отправной точки выбрали радиомаяк с мощным передатчиком в контейнере сферической формы, которая идеально подходила для определения параметров плотности верхних слоев атмосферы.

С марта 1957 г. выбирались параметры работы двигателей и с их учетом рассчитывалась траектория активного участка первого космического носителя, получившего обозначение 8К71ПС. Две «измерительные» ракеты 8К71, изготавливаемые на опытном заводе ОКБ-1 по программе первого этапа летных испытаний «семерки», максимально облегчались. С них снимались система радиопереправления и одна из систем телеметрии. Упрощался приборный отсек, изменялась и оптимизировалась циклограмма работы.

Вместо снятой головной части на вторую ступень устанавливался конический переходник, в верхней части которого монтировался «Объект ПС» под небольшим обтекателем, а внутри – «противосопло». Через это устройство после отделения спутника предполагалось стравливать остатки газов и паров из бака окислителя, чтобы они тормозили ступень, предотвращая ее соударение со спутником.

Чтобы затян timer процесс разделения ступеней на большую высоту и таким образом снизить динамические нагрузки на облегченный центральный блок, модифицированные (точнее говоря, перенастроенные) двигатели боковых блоков с 100-й секунды работы переходили в режим первой промежуточной ступени тяги. Модифицированный двигатель второй ступени (центрального блока) отключался без конечной ступени тяги. В номинальном случае «главная ко-

манда» выдавалась по выработке половины гарантийного запаса топлива одного из компонентов, а при неблагоприятном стечении обстоятельств двигатель выключался по полному исчерпанию компонента сигналом «аварийный контакт турбины» (АКТ).

Система управления настраивалась на выведение спутника на орбиту наклонением 65° , высотой в перигее 223 км, высотой в апогее 1450 км и периодом обращения 101.5 мин. Для гарантированного отделения обтекателя первый сигнал подавался через 20 секунд после «главной команды», второй – через 310 секунд после команды «контакт подъема».

Попытка сформировать конструктивно-компоновочную схему «Объекта ПС» на базе стандартных приборов и блоков успехом не увенчалась, поскольку давала расчетную массу спутника около 300 кг, что не вписывалось в возможности 8К71, модифицированной по указанному выше способу. Поэтому в процессе проектирования были реализованы следующие технические решения:

- ◆ аппарат исполнялся в виде герметичной сферы минимально возможного диаметра, заполненной внутри инертным газом для поддержания рабочих условий в необходимых пределах путем принудительной циркуляции по сигналам от датчиков температуры;

- ◆ специальные научные приборы на борт не устанавливались;

- ◆ химическая батарея электропитания компоновалась в виде многогранника, заполняющего большую часть пространства внутри контейнера;

- ◆ радиопередатчик монтировался внутри батареи, используя центральный канал в качестве воздуховода системы терморегулирования;

- ◆ наружные антенны радиопередатчика укладывались вдоль конического переходника второй ступени ракеты, упрощая тем самым схему разделения спутника и ракеты.

Свободная ориентация «Объекта ПС» предопределила использование четырехантенной системы, дававшей практически равномерное радиоизлучение во все стороны,

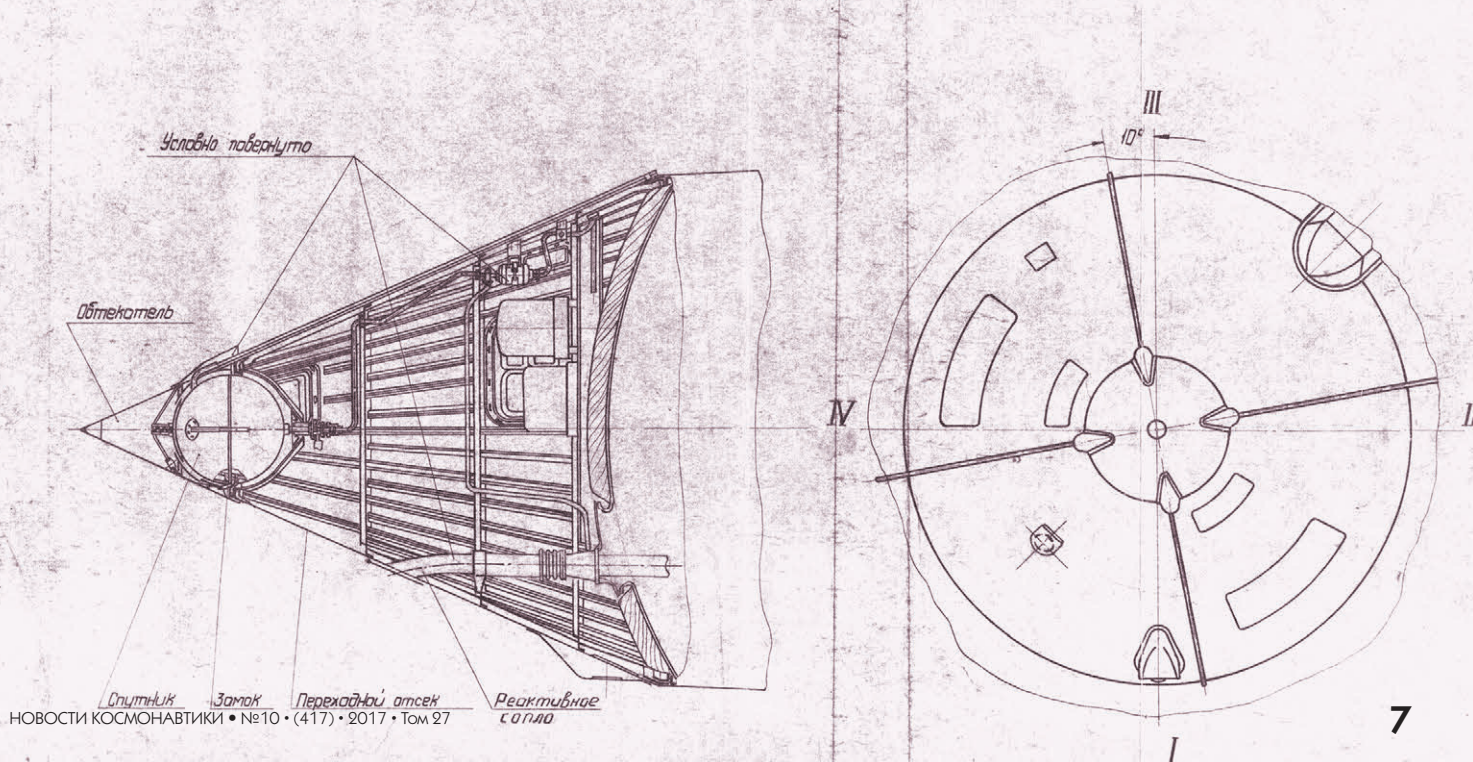
исключая влияние вращения спутника на интенсивность принимаемых радиосигналов. Внутри гермоконтейнера находились радиостанция массой 3.5 кг, блок питания из аккумуляторных батарей общей массой 51 кг, дистанционный переключатель, вентилятор и сдвоенное реле системы терморегулирования, контрольное термореле и барореле. Общая масса «Объекта ПС» в сборе составляла 83.6 кг.

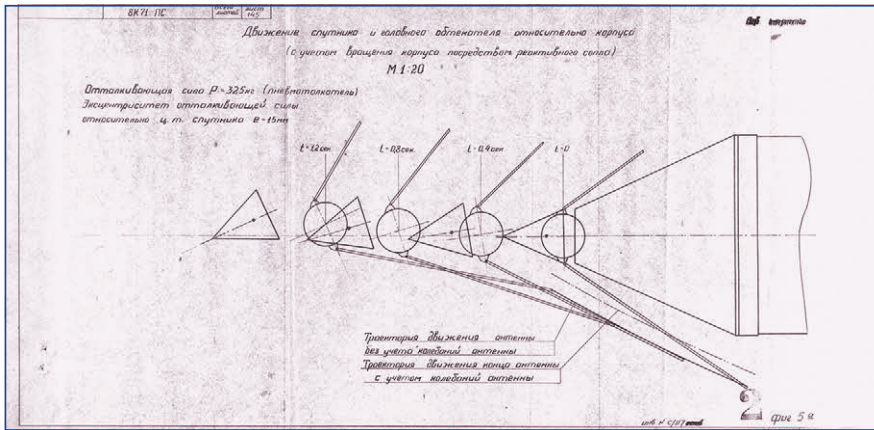
Радиостанция выходной мощностью 1 Вт включала два ламповых радиопередатчика, излучавших телеграфные посылки на частотах 20.005 и 40.002 МГц (длины волн – 15 и 7.5 м соответственно) импульсами длительностью от 0.2 сек до 0.6 сек (настроечное значение 0.4 сек), и коммутирующее устройство (один передатчик работал в паузах другого). После отделения спутника от ракеты специальный пружинный механизм разводил антенны на угол 35° от продольной оси контейнера и формировал заданную диаграмму излучения.

Поскольку специальной радиотелеметрической системы спутник не имел, о колебаниях температуры и давления внутри гермокорпуса судили по изменению телеграфных посылок: при замыкании и размыкании контактов датчиков давления (барореле с настройкой $p=0.35$ атм) и температуры (сдвоенное термореле с настройкой $T_1=+50^\circ\text{C}$, $T_2=0^\circ\text{C}$) менялись частоты сигналов передатчиков и соотношения между их длительностью и паузами, что обеспечивало «диапазонный» контроль герметичности и температуры.

Сферический корпус спутника диаметром 580 мм состоял из двух оболочек, выполненных из алюминиевого сплава АМг-6 толщиной 2 мм. Передняя имела меньший радиус и прикрывалась полусферическим внешним экраном для обеспечения «теплоизолирующего» режима. Задняя оболочка одновременно служила радиационной поверхностью системы терморегулирования. Внутренний объем заполнялся сухим азотом, оболочки соединялись шпильками, стык герметизировался прокладкой из вакуумной

Компоновочная схема носовой части изд. 8К71ПС.





резины. На передней обложке находились четыре гнезда для крепления антенн со штуцерами гермовводов и фланец запорочного клапана азота, на задней располагались фланец разъема для испытаний внутренних систем и блокировочный пяточный контакт, включающий автономное бортовое электропитание на орбите после отделения «Объекта ПС» от ракеты-носителя.

Поверхность контейнера полировали и подвергали специальной обработке, чтобы придать ей заданные соотношения коэффициентов поглощения солнечной радиации и собственного излучения. Тепловой режим обеспечивал вентилятор, который включался, когда термореле показывало температуру выше 30°C. При этом циркулирующий азот передавал тепло «холодной» задней полуобложке, излучавшей избыток тепла в космическое пространство. При понижении температуры газа до 20–23°C вентилятор выключался, что приводило – в отсутствие конвекции – к значительному снижению теплообмена между радиационной поверхностью и внутренним объемом контейнера и предотвращало дальнейшее снижение температуры.

Сжатые сроки разработки и создания «Объекта ПС» диктовали очень высокий темп работ, когда детали изготавливались «прямо с кульмана». Интересно, что реализованный подход – гермоконтур с «земным» давлением, температурой, минимальной влажностью и приборным оборудованием, работающим при нормальных условиях, – на десятилетия стал «визитной карточкой» советских космических аппаратов. Проигрывая по массовому совершенству и надежности негерметичным аппаратам, он позволял заметно уменьшить продолжительность и стоимость разработок за счет использования уже имеющейся и испытанной аппаратуры и приборов, освоенных промышленностью, что было принципиально важным на начальном этапе освоения космического пространства.

К 1 февраля 1957 г. были согласованы габаритно-установочные чертежи передатчика, а к середине февраля разработан макет «Объекта ПС» для электрических испытаний передатчика с имитаторами антенн, которые по факту оказались перетяжелены. До конца февраля их конструкцию переделали. Характеристики излучения проверяли в апреле–мае: контейнер с радиопередатчиками и антеннами таскали на тросе длиной 200 м под вертолетом, снимая необходимые диаграммы направленности.

На активном участке выведения спутник должен был прикрывать конический обтекатель высотой 80 см, удерживаемый восьмью зацепами. Стержни антенн прижимались к наружной поверхности конического переходника ракеты приливами обтекателя. На орбите «Объект ПС» отделялся пневмотолкателем (основной вариант) или пиротехническим устройством (дублирующий вариант). Одновременно вперед по ходу движения пружинным толкателем вводился обтекатель.

Отработка механизма отделения спутника шла параллельно с изготовлением «Объекта ПС». Макет сферы многократно состыковывали и отделяли от переходника до тех пор, пока испытатели не убедились в надежности работы всей цепочки: «пневмозамки – носовой обтекатель, освобождающий штыри антенн из «походного» положения, – толкатель, направляющий спутник вперед».

Забегая вперед, заметим, что, учитывая не слишком блестящее начало летных испытаний «семерки», С. П. Королёв очень рисковал, отправляя первый спутник на орбиту на еще не отработанной ракете. Так уж случилось, что запуск «Объекта ПС» оказался лишь пятым полетом в истории Р-7 и только третьим успешным! Но риск полностью оправдался.

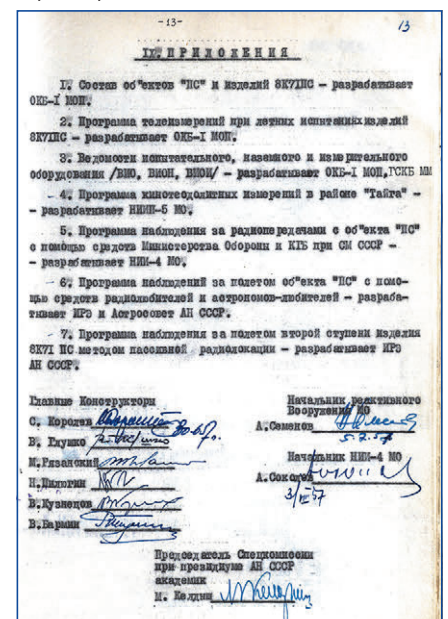
20 сентября на полигоне Тюра-Там (так в то время назывался Байконур) состоялось заседание Государственной комиссии, подтвердившей готовность ракеты и спутника к старту и принявшей решение сообщить о запуске в газеты только после замыкания первого витка вокруг Земли. 22 сентября в монтажно-испытательный корпус прибыла 8К71ПС с «Объектом ПС» (изделие № М1-ПС). Началась подготовка к запуску...

Первоначально датой пуска было назначено 6 октября. Однако, прочитав сообщение, подготовленное Отделом научно-технической информации НИИ-88, где говорилось, что на совещании по координации запусков ракет и спутников по линии МГГ на 6 октября намечен доклад представителя США «Спутник над планетой», С. П. Королёв задумался: а что если американцы не просто хотят еще раз рассказать о проекте Vanguard, а планируют запустить свой спутник и в упомянутом докладе объявить человечеству о своем достижении? С этой мыслью без согласования с политическим руководством страны Главный конструктор принял решение сдвинуть сроки запуска на 4 октября, несмотря на то, что график подготовки и без того был очень напряженным.

4 октября 1957 г. в 22:28:34 по московскому времени (5 октября в 00:28:34 по местному времени) первой космической ракетой-носителем Р-7 (изделие 8К71ПС) был осуществлен запуск Первого в мире искусственного спутника Земли! Спустя 314.5 сек после старта «Объект ПС» отделился от второй ступени, выйдя на орбиту наклонением 65.1°, высотой в перигее 228 км, высотой в апогее 947 км и периодом обращения 96.17 минут. Еще через 10 секунд, на 324.5 секунде после старта, на приемнике, установленном в измерительном пункте ИП-1 полигона, младший лейтенант-инженер В. Г. Борисов принял сигналы «маяка». Прием длился около двух минут, пока спутник не ушел за горизонт. Своим всемирно знаменитым «бип-бип-бип» он возвестил о начале космической эры.

В газеты за 5 октября успели дать лишь маленькое сообщение о запуске Первого в мире искусственного спутника Земли. Но по своей цивилизационной значимости это научно-инженерное достижение не имело равных в истории. Оно вызвало ошеломляющий политический и общественный резонанс: впервые тело, созданное руками человека, отправилось в орбитальный полет! Блестящий шарик с отброшенными назад усами антенн, нанизывающий витки вокруг глобуса, стал главным героем газет, журналов, теле- и радиосhow, полностью захватив внимание самой широкой аудитории.

Как пишут в своей книге «История космического соперничества СССР и США» Вон Хардести (Von Hardesty) и Джин Айсман (Gene Eisman), «это событие было значительной вехой для всего человечества, вехой, не имеющей исторических прецедентов, а для русских – техническим триумфом безмерного значения. Французская Figaro от 7 октября поймала настроение момента, поместив главный заголовок на всю ширину полосы: «Миф стал реальностью: земная гравитация покорена». С плохо скрываемым восхищением французская газета отмечала, что Соединенные Штаты – страна, редко проигрывающая в «технических областях», – теперь оказались перед необходимостью наверх стывать, двигаясь по спирали иллюзий и горьких размышлений...»





Е. Рыжков.
«Новости космонавтики»

17 сентября 2017 г. исполнилось 160 лет со дня рождения выдающегося русского ученого, исследователя и изобретателя Константина Эдуардовича Циолковского, который родился 5 (17) сентября* 1857 г. в селе Ижевском Рязанской губернии. Уже более века прошло с момента опубликования первых научных статей и научно-популярных произведений Циолковского, в которых он описал принципы космических полетов. Сегодня многие идеи Константина Эдуардовича нашли свое воплощение в современных ракетах-носителях, орбитальных станциях, скафандрах, системах жизнеобеспечения и так далее. Некоторые представители ракетно-космической отрасли называют его основоположником не просто теоретической, но и в определенной мере практической космонавтики.

Широта творческой мысли ученого удивительным образом сочеталась с логической последовательностью и математической точностью суждений. По словам современников, это был подлинный новатор в науке. Важные исследования Циолковского относятся к обоснованию теории реактивного движения и современной космонавтики. Вопреки существовавшим в последней четверти XIX и начале XX столетия представлениям, он доказал возможность достижения космических скоростей при помощи многоступенчатых ракет и предложил первые конструкции для покорения космического пространства реактивными аппаратами. Его фраза «Планета есть колыбель разума, но нельзя вечно жить в колыбели» стала руководством к действию для нескольких поколений инженеров и ученых Земли. Недаром новый дальневосточный наукоград Циолковский вблизи космодрома Восточный носит имя знаменитого ученого.

* Почти ровно за 100 лет до запуска первого ИСЗ – ПС-1.

160 лет

со дня рождения

К.Э. Циолковского

Титан космической мысли

К.Э. Циолковский обладал потрясающим трудолюбием и упорством в получении знаний. В 16 лет из Вятки, куда переехала его семья, он отправился в Москву поступать в Императорское высшее техническое училище (сегодняшнее МГТУ имени Н.Э. Баумана), но по неизвестным причинам не поступил и решил продолжить образование самостоятельно, поэтому его часто называют «самоучкой». Ведя аскетичный образ жизни, молодой исследователь тратил все средства, присылаемые родными, на книги, ингредиенты и оборудование для различных опытов. «Я помню отлично, – писал он позднее в своей автобиографии, – что, кроме воды и черного хлеба, у меня тогда ничего не было. Каждые три дня я ходил в булочную и покупал там на 9 копеек хлеба. Таким образом, я проживал 90 копеек в месяц... Все же я был счастлив своими идеями, и черный хлеб меня нисколько не огорчал». Циолковский говаривал: «Моя биография поневоле состоит из мелочей жизни и работ. Последние все проглотили, остальное пустячки, всем обычные».

Константин самостоятельно изучил физику, химию, математику, проводя целые дни в единственной в то время в Москве бесплатной Чертковской библиотеке. Его опекал помощник библиотекаря Николай Фёдоров, основоположник русского космизма. Позже Циолковский признавал, что тот заменил ему университетских профессоров. За основами точных и естественных наук пришло время дифференциального и интегрального исчисления, высшей алгебры, аналитической и сферической геометрии, астрономии, механики... За три года будущий ученый полностью освоил гимназическую программу и значительную часть университетской, однако сильно подорвал свое здоровье.

По возвращении домой, в Вятку, Константин Эдуардович начал давать частные уроки физики и математики и проявил себя талантливым педагогом. Все свободное время он проводил в мастерской и библиотеке. Затем последовал переезд в Рязань, испытания на звание уездного учителя, работа в Боровске и женитьба. Константин продолжал совершенствоваться как педагог, занимался научными изысканиями и изобретательством, а в своей квартире в Боровске устроил лабораторию, где ставил опыты. В 1887 г. он представил в Москве доклад о металлическом дирижабле собственной конструкции.

Самая первая, но неопубликованная работа Циолковского «Графическое изображение ощущений» была посвящена механике в биологии. Далее была работа по кинетической теории газов, которая получила одобрение Менделеева. Благодаря научному

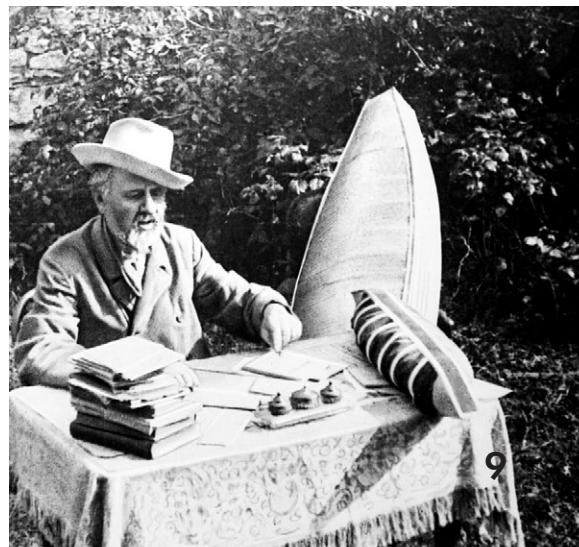
труду «Механика животного организма», Циолковского избирают членом физико-химического общества. В 26 лет он написал работу «Свободное пространство», в которой изучил механику движения тел без воздействия сил тяжести и сопротивления. А его конструкции металлического управляемого дирижабля, а впоследствии и цельнометаллического обтекаемого свободносущего моноплана с толстым изогнутым крылом стали крупнейшей заслугой перед авиацией, хотя и не были оценены в свое время.

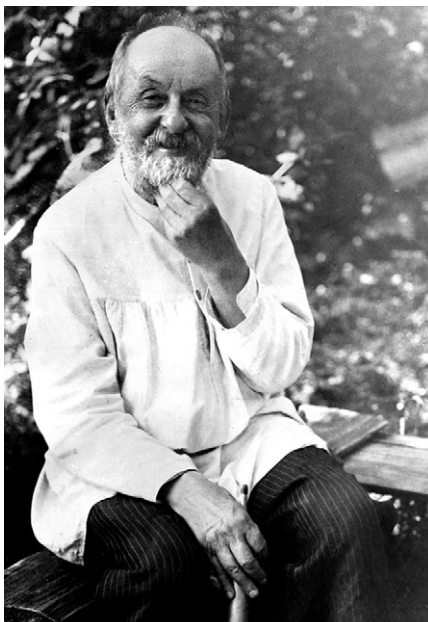
К.Э. Циолковский был настоящим ученым-естествоиспытателем: запускал воздушные шары с детьми, мчался на коньках по льду, расправив парус... Обыватели смотрели на его опыты как на причуды чудака, и мало кто в то время мог подумать, что идеи этого непонятого гения предвосхитили многие важные открытия и изобретения ближайшего столетия. Несмотря на широкий круг исследовательских интересов, к космосу у Циолковского было особое отношение.

В 1892 г. Константина Эдуардовича перевели в Калугу для работы в уездном училище. Именно в Калуге проходила его основная творческая и исследовательская деятельность. Здесь он написал ценнейшие труды по теории реактивного движения, космонавтике, космической биологии и медицине.

Изучение аэродинамических свойств различных тел и возможных схем воздушных летательных аппаратов привело Циолковского к размышлениям о вариантах полета в безвоздушном пространстве и покорении космоса. В 1895 г. была опубликована его книга «Грезы о земле и небе», а через год вышла статья об иных мирах, о разумных существах с других планет и об общении землян с ними. В том же 1896 г. Константин Эдуардович приступил к написанию своего главного труда – «Исследование мировых пространств реактивными приборами».

Начало XX века было для Циолковского тяжелым: семейные драмы, наводнение 1908 г., уничтожившее уникальные расчеты и экспонаты, неурядицы революционной





эпохи. Лишь в 1921 г. ему назначили пожизненную пенсию за заслуги перед наукой, и только после публикации в 1923 г. книги немецкого ученого Германа Оберта о космических полетах и ракетных двигателях вспомнили о приоритете Циолковского в этой области и создали ему условия для плодотворной работы.

Одним из самых великих технических и научных достижений К.Э. Циолковского стало создание теоретических основ покорения космоса. Гениальный русский ученый стал одним из родоначальников современной космонавтики. Его идеи «космического поезда», теории реактивного движения и ракетодинамики, описание принципиальных конструкций ракетных двигателей, математические обоснования и расчеты легли в основу знаний и технологий, позволивших человечеству выйти на орбиту вокруг Земли.

Космический пророк

Многие из космических предсказаний, сделанные К.Э. Циолковским век назад, сбылись, другие же до сих пор не претворены в жизнь. Дадим некоторые примеры.

Реактивный прибор. «В качестве исследователя атмосферы предлагаю реактивный прибор, то есть род ракеты, но ракеты грандиозной и особенным образом устроенной». Ведь дело в том, что до Циолковского ракеты ассоциировались с фейерверками и войной, а он впервые предложил взглянуть на них как на транспорт.

В своих работах исследователь подробно описал теорию полета ракеты и перечислил ее преимущества, позволяющие служить космическим транспортом. Первое изображение «реактивного прибора» должно было появиться в статье «Исследование мировых пространств реактивными приборами» в журнале «Научное обозрение» еще в 1903 г., но чертеж опубликовали только в 1962 г.

Первым практическим шагом к воплощению идей Циолковского стала ГИРД-09 – экспериментальная советская ракета на гибридном топливе, которую в 1933 г. Группа изучения реактивного движения запустила с подмосковного полигона в Нахабине. Результаты впечатлили Циолковского.

В 1934 г. один из создателей ракеты – конструктор Михаил Тихонравов – встретился с ученым в Калуге и показал ему снимки испытаний. Это была одна из немногих прижизненных «встреч» Циолковского со своими идеями. Остальные космические замыслы исследователя были реализованы уже после его смерти в 1935 г.

Искусственный спутник Земли. «Мы залетели за пределы атмосферы... Теперь мы подобны Луне, потому что превратились в спутник Земли». Правда, в трудах ученого под «спутником» понимается не конкретное устройство, а скорее «статус» любого космического аппарата, выведенного на земную орбиту.

В 1933 г. Циолковский выступил научным консультантом фильма «Космический рейс», для которого нарисовал поясняющие иллюстрации, в которых не только указал первую космическую скорость (около 8 км/с), но и достаточно точно определил время обращения спутника вокруг Земли – «около 5400 секунд» (1,5 часа). Пройдет всего 24 года – и Первый спутник облетит Землю за 96 минут...

Человек в невесомости. «Все не прикрепленные к ракете предметы сошли со своих мест и висят в воздухе... Сами мы также не касаемся пола и принимаем любое положение и направление: стоим и на полу, и на потолке, и на стене». Однако в научно-фантастической повести «Вне Земли» (1918 год) ученый «отправил» людей исследовать космическое пространство только в 2017 г.

Циолковский активно изучал теоретическую сторону пребывания человека в невесомости. Впервые этот вопрос был рассмотрен в статье «Свободное пространство», написанной еще в 1883 г. Циолковский перечислял способы передвижения в свободном пространстве, описывал воздействие невесомости на человека и на другие живые организмы, указывал оптимальную форму космического корабля, предупреждал об изменении восприятия и т.д. Юрий Гагарин после возвращения на Землю подчеркивал, что «в книге К.Э. Циолковского очень хорошо описаны факторы космического полета» и ощущения, которые он испытал, практически не отличались от предсказанных ученым.

Выход в открытый космос. «Были особые скафандры, которые надевались при выходе в пустое пространство и вхождении в чуждую нам атмосферу». Выход в безвоздушное пространство Циолковский называл «Игры на привязи вокруг ракеты» и «Хоровод и человеческие гирлянды».

Ученый понимал, что космонавту нельзя выйти в безвоздушное пространство без скафандра и специальной подготовки: предельно необходимо провести некоторое время в шлюзовой камере для выравнивания давления. Исследователь также подчеркивал, что в космосе нельзя находиться незакрепленным – на его эскизах присутствует подобие страховочных фалов. Описанный им выход в безвоздушное пространство реализовал Алексей Леонов.

Орбитальная станция. «Эти жилища и все принадлежности для них должны доставляться ракетами с Земли в сложенном (компактном) виде, раскладываться и собираться в эфире по прибытии на место».

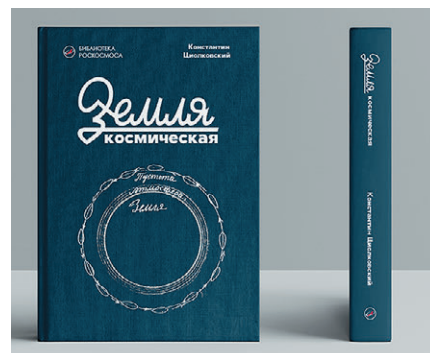
Что характерно, практически все внезапные исследования, описанные Циолковским, проводятся на базе «космических жилищ», в которых угадываются орбитальные станции.

Вообще ученый описывал станции нескольких типов: от простых, состоящих из одного обитаемого отделения, до сложных, представляющих собой связки из нескольких модулей. Идеи простых («односоставных») и модульных орбитальных станций успешно воплотились в виде ОС «Салют» и в первой модульной станции «Мир».

Орбитальные станции – всего лишь промежуточный этап на пути к покорению дальнего космоса, считал космический пророк. Он подчеркивал, что человечеству следует стремиться к созданию «колоний звездолетов за земной атмосферой», «удалению от земной орбиты к астероидам» и «посещению планет иных солнечных систем». Что-то, а эти мысли Циолковского пока не реализованы: первый пилотируемый полет к Марсу может состояться только в 2030-х, если не 2040-х годах.

Дань памяти и уважения

В память о выдающемся соотечественнике Роскосмос организовал праздничные мероприятия в Калуге. У памятного обелиска Циолковского возложили цветы, а в Государственном музее истории космонавтики имени К.Э. Циолковского (НК №10, 2016, с. 12-13) показали фрагмент фильма «Гений вне времени». Читаем Циолковского к 160-летию, в котором заслуженные люди отрасли, в том числе космонавты на МКС, зачитывали отрывки из его повести «Вне Земли».



Во время празднований Роскосмос презентовал подарочное издание сборника избранных трудов великого теоретика космоса «Земля космическая». В книге представлены выдержки из научных работ Циолковского по реактивному движению, его научно-популярные, философские и даже художественные произведения, в которых он рассказывал о своем видении путей освоения космического пространства, жизни людей будущего, месте и роли науки в изучении Вселенной. В сборнике присутствует и одна из его первых книг в жанре космической фантастики «На Луне», опубликованная в 1893 г., и знаменитое произведение «Вне Земли». При оформлении сборника использовались уникальные рисунки Циолковского, предоставленные архивом РАН.

В заключение напомним глубокие слова К.Э. Циолковского: «Человечество не останется вечно на Земле, но в погоне за светом и пространством сначала робко проникнет за пределы атмосферы, а затем завоюет себе все околосолнечное пространство».

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

Полет экипажа МКС-52

Август 2017 года

ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

Экипаж МКС-52:

Командир – Фёдор Юрчихин
Бортинженер-2 – Джек Фишер
Бортинженер-3 – Пегги Уитсон
Бортинженер-4 – Сергей Рязанский
Бортинженер-5 – Рэндольф Брезник
Бортинженер-6 – Паоло Несполи

В составе станции на 01.08.2017:

ФГБ «Заря»	МИМ-2 «Поиск»
УМ Unity	УМ Tranquility
СМ «Звезда»	ОМ Cupola
ЛМ Destiny	МИМ-1 «Рассвет»
ШО Quest	МЦМ Leonardo
СО «Пирс»	НМ BEAM
УМ Harmony	«Союз МС-04»
ЛМ Columbus	«Союз МС-05»
ЭМ Kibo	«Прогресс МС-06»

Экспресс-анализ уровня стресса и аппетита

В августе в рамках эксперимента «Дан» (изучение взаимосвязи между переменами давления в сонной артерии и изменением чувствительности центрального дыхательного механизма) Фёдор Юрчихин надевал пневмовакuumный костюм «Чибис-М», создающий отрицательное давление на нижнюю часть тела, регистрировал электрокардиограмму (ЭКГ) и измерял артериальное давление аппаратурой «Гамма-1М». Сергей Рязанский помогал ему определять время задержки дыхания на выдохе и вдохе и заносил данные в лист регистрации.

В ходе исследования «Взаимодействие-2» (изучение закономерностей поведения экипажа в длительном космическом полете) Сергей заполнял опросник и записывал результаты на карту памяти лэптопа RSE-Med. Аналогичный опросник «Социальная карта» он заполнил и записал для эксперимента «Контент» (дистанционный мониторинг психофизиологического состояния космонавтов, а также внутри- и межгруппового взаимодействия на основе количественного анализа деятельности экипажа по связи с подмосковным ЦУПом).

В интересах «Альгометрии» Рязанский фиксировал порог болевой чувствительности методом механического раздражения в режимах термоальгометрии и тензоальгометрии после приема пищи. Подробнее об этом исследовании он рассказал на предстартовой пресс-конференции (НК № 9, 2017, с. 22).

28 августа Сергей в рамках российско-канадского эксперимента «Матрешка-Р»/Radi-N2 (изучение радиационной обстановки на трассе полета и на борту МКС) инициировал восемь пузырьковых детекторов «бэбл-дозиметр» и передал их Пегги Уитсон для недельного экспонирования в европейском Лабораторном модуле Columbus.

В эксперименте «Биокард» (механизм перестройки в электрофизиологии сердца

при воздействии отрицательного давления на нижнюю часть тела в условиях длительной микрогравитации) Фёдор и Сергей поочередно облачались в костюм «Чибис-М» для регистрации ЭКГ аппаратурой «Гамма-1М» и измерения артериального давления комплектом ИАД-2010.

Работая по эксперименту «Космокард» (влияние факторов космического полета на электрофизиологические характеристики миокарда и на их связь с процессами вегетативной регуляции кровообращения), россияне поочередно измерили артериальное давление с помощью комплекта ИАД-2010 и в течение суток регистрировали ЭКГ холтеровским монитором «Анна-Флэш 3000».

27 августа в целях исследования «Пилот-Т» Юрчихин оценивал надежность профессиональной деятельности космонавта в длительном космическом полете с помощью комплекта «Нейролаб-2010».

25 августа в интересах эксперимента МОРЗЭ (мониторинг обмена веществ и его регуляции, динамики защитных систем организма и экологических факторов во время космического полета) Рязанский записал в бортовом журнале количество принятых жидкости, пищи и медицинских препаратов после завтрака, обеда и ужина. На следующий день он выполнил биоимпедансометрию прибором «Спрут-2» и психофизиологические обследования «Центровка», СЕНСОР, СУПОС, тесты Стрелау и Кеттелла.

28 августа в рамках исследования «Спланх» (получение данных, отражающих специфику изменений различных отделов желудочно-кишечного тракта, которые возникают в условиях космического полета) Сергей с использованием прибора «Спланхограф» записал электрогастроэнтерографию до и после завтрака.

В тот же день по плану эксперимента «Мотокард» (изучение механизмов сенсорной координации в невесомости) Рязанский прошел локомоторные тесты на

бегущей дорожке БД-2 в Служебном модуле «Звезда» в режиме медленного, среднего и быстрого бега, а также разминочной и заминочной ходьбы.

30 августа, занимаясь исследованием «Удод» (возможность коррекции гемодинамических изменений в невесомости с помощью отрицательного давления на вдохе), Сергей регистрировал скорость воздушного потока и длительность задержки дыхания.

В этот же день он в рамках эксперимента «Профилактика-2» (исследование механизмов действия и эффективности различных режимов физической нагрузки в условиях длительных космических полетов на состояние общей и физической работоспособности космонавтов) ввел циклограмму теста индивидуальных стратегий в память дорожки БД-2, а на следующий день установил электроды комплекса «Миограф» на исследуемые мышцы и выполнил задачи эксперимента на дорожке.

31 августа, выполняя эксперимент «Пародонт-2» (оценка эффективности способов и средств контроля микробиоценоза и иммунитета пародонта в условиях космического полета), Фёдор взял пробы микрофлоры пародонта комплектами «Микробный контроль» и «Десневая жидкость» и перенес их в спускаемый аппарат пилотируемого корабля «Союз МС-04» для возвращения на Землю.

Тем временем на американском сегменте станции 1 августа Паоло Несполи при содействии Рязанского провел в модуле Columbus на тренажере-динамометре MARES российско-американо-европейский эксперимент «Сарколаб» (изучение взаимосвязи между мышечно-сухожильными и нервно-мышечными изменениями, определяющими или ограничивающими сократительные функции человека в длительном космическом полете). На следующий день итальянец помог россиянину выполнить упражнения на тренажере с использованием системы мышечной электростимуляции PEMS и провести

ультразвуковое исследование (УЗИ) мышц ног. Позже к тестированию присоединился Рэндольф Брезник.

Весь месяц Брезник и Нespoли регулярно заполняли анкеты для европейского эксперимента Space Headaches, изучающего причины головных болей в космическом полете. В первую неделю на МКС записи делаются каждый день, в дальнейшем – раз в неделю.

В августе астронавты выполняли интерактивные задачи на планшетном компьютере iPad в интересах эксперимента Fine Motor Skills, наблюдающего воздействие микрогравитации на мелкую моторику человека, и заполняли опросники по потребляемым продуктам питания для исследования Food Acceptability.

Астронавты также заполнили анкеты канадского эксперимента At Home in Space Questionnaire, изучающего психосоциальную адаптацию многонациональных экипажей во время длительных полетов.

7 августа Рэндольф и Паоло взяли образцы мочи, а 8–9 августа экипаж в полном составе взял образцы выдыхаемого воздуха, крови и мочи для экспериментов Biochemical Profile (создание базы данных биообразцов астронавтов), Cardio Ox (изучение зависимости окислительных и воспалительных процессов в организме человека во время и после космического полета от наличия биологических маркеров, а также их связь с долгосрочным риском атеросклероза у астронавтов) и Marrow (наблюдение воздействия микрогравитации на костный мозг человека).

8 и 30 августа итальянец в течение полутора суток с помощью двойных датчиков Thermolab осуществлял европейское исследование Circadian Rhythms, изучающее изменение циркадных ритмов в невесомости.

▼ Сергей Рязанский, кофе с молоком и закусками



Чуткий «электронный нос»

18 августа старший научный сотрудник лаборатории микробиологии среды обитания и противомикробной защиты Института медико-биологических проблем РАН Сергей Харин сообщил ТАСС, что сейчас на МКС проводится второй этап эксперимента «Электронный нос» (исследование развития бактериальной и грибной микрофлоры на поверхностях материалов в условиях космического полета). В период до весны 2018 г. планируется выполнить 12 сеансов с измерениями загрязнений в пяти труднодоступных местах станции (за панелями и аппаратурой) и пяти легкодоступных местах (пол, потолок, поверхность санузла и зеркало) при помощи портативной газовой сенсорной системы.

Небольшой по размерам «электронный нос» размещен на специальной сгибаемой насадке, позволяющей космонавтам проводить исследования в тех местах, куда доступ затруднен. «Прибор основан на электрохимических принципах работы. Внутри установлены десять сенсоров, каждый из которых чувствителен к определенной группе химических веществ, – пояснил ученый. – Так как любой микроорганизм выделяет в атмосферу низкомолекулярные органические вещества, а состав этих веществ специфичен для конкрет-

ной группы бактерий и грибов, то с помощью «электронного носа» можно установить таксономическую группу (к какому виду и роду относится микроб. – А.К.) и уровень загрязнения».

Первый этап эксперимента, прошедшего в 2012–2013 гг., заключался в калибровке «электронного носа» (НК №2, 2013, с.28). Тогда на МКС отправили прототип прибора и образцы материалов, которые со временем обрастали микроорганизмами. «Электронный нос» «нюхал» образцы для составления электронной базы запахов.

К настоящему времени с использованием прибора обнаружены скопления бактерий и грибов на столе, зеркале в каюте, крышке ассенизационно-санитарного устройства и бегущей дорожке. Среди унюханных бактерий – *Bacillus subtilis* (сенная палочка).

«Электронный нос» позволяет оперативно в цифровом виде сбрасывать на Землю полученные данные для подбора специалистами подходящей системы дезинфекции. «Обычно в таких случаях в рамках медицинского контроля принято проводить влажную уборку специальными салфетками с дезинфектантами. В труднодоступных зонах, где имеется очаг загрязнения, пытаются подсушить воздух специальными приборами», – сказал Харин. – А.К.

14 и 28 августа Джек Фишер при содействии Уитсон сделал УЗИ ножных мышц в рамках эксперимента Sprint, оценивающего эффективность тренировок с высокой интенсивностью для компенсации потерь мышечной и костной ткани и изменений сердечно-сосудистой системы.

29 августа Пегги с использованием люксметра провела замеры освещенности в модуле Columbus. Весь месяц единственная женщина на борту станции заполняла опросники эксперимента Lighting Effects, призванного оценить улучшение циркадных ритмов, сна и когнитивных функций астронавтов при замене на борту МКС люминесцентных ламп на светодиодные с регулируемой интенсивностью и цветом.

13 августа экипаж снимал на видео пошаговую работу со стойками изучения горения CIR и жидкостей FIR в Лабораторном модуле Destiny для эксперимента Habitability, призванного определить достаточный объем обитаемых модулей для длительных космических полетов. Кстати, 8 августа астронавты сменили обе лампы белого света в стойке FIR, которые вышли из строя в феврале и апреле. 15 августа при замене емкостей в стойке CIR они обнаружили поврежденный демпфер, который требуется заменить. Кроме того, при смене одна из емкостей не подошла, и пришлось взять другую.

В тот же день экипаж сделал фотографии анфас и в профиль, чтобы определить отечность лица для эксперимента IPVI, изучающего изменения в глазах астронавтов с помощью анализа артериального давления и кровотока в мозг. Для измерения внутричерепного давления используются неинвазивные методы.

16 августа астронавты не смогли выполнить тест эксперимента Neuromapping из-за ошибки в программном обеспечении на ноутбуке. Позже специалисты разобрались с проблемой, и 29 августа экипаж осуществил сессию эксперимента, оцени-

вающего изменения в функционировании головного мозга в космическом полете. Задача делалась в двух положениях – в пристегнутом состоянии и в свободном плавании.

18 и 24 августа Фишер сделал УЗИ артерий и измерил артериальное давление для канадского эксперимента Vascular Echo, фиксирующего изменения сердечно-сосудистой системы в невесомости.

21 августа Пегги собрала образцы мочи и крови в рамках эксперимента Cardio Ox, а на следующий день при помощи Джека сделала УЗИ, сняла ЭКГ и измерила артериальное давление, чтобы собрать все необходимые данные за две недели до возвращения на Землю.

17 и 24 августа Брезник и Нespoли занимались физическими упражнениями с помощью компактного тренажера с роботизированными приводами в ходе эксперимента MED-2, посвященного проверке эффективности новых средств компенсации негативных факторов космического полета.

В последнюю неделю августа экипаж собирал образцы слюны и укладывал их в морозильник MELFI, чтобы потом спустить на Землю и в интересах эксперимента Microbial Tracking-2 изучить разнообразие микрофлоры на станции.

18 и 31 августа астронавты использовали портативное устройство In Situ для экспресс-анализа слюны на наличие кортизола (гормон стресса). Биоанализатор позволит в реальном времени без доставки образцов для анализа на Землю определять уровень стресса и аппетит у астронавтов.

28–29 августа Уитсон с помощью секвенатора ДНК выполнила несколько сессий студенческого эксперимента Genes in Space («Гены в космосе»). 28 августа астронавты замеры антропометрические параметры для эксперимента Body Measures.

23 августа Сергей, Рэндольф и Паоло провели медицинскую тренировку, отработав действия при сердечно-легочной реанимации.



Потеря голосовой связи

6 августа возникли проблемы со связью в американских каналах S-диапазона S/G-1 и S/G-2: несколько часов она попросту отсутствовала. При этом связь в каналах S/G-3 и S/G-4, а также в канале Ku-диапазона сохранилась.

Хьюстонский ЦУП посчитал, что причина кроется в блоке аудиоинтерфейса AUAI-1P, который выдавал многочисленные сообщения об ошибках. Переключение на аналогичный блок AUAI-2S позволило восстановить голосовую связь в канале S/G-1.

Стоит напомнить, что в конце июня уже фиксировались искажения звука в линии МКС – Земля в канале S/G-2, которые устра-

нили в начале июля перезапуском сигнального процессора BSP-2.

9 августа на секции P1 американской поперечной фермы МКС сработала защита в блоке дистанционного управления электропитанием RPCM P12B-B (напомним, что это обозначение расшифровывается так: P1 – секция; 2B – канал электропитания; B – блок в данном канале), отвечающем за подачу питания на транспондер S-диапазона, который связан с каналом S/G-2. Попытки привести его в чувство к успеху не привели.

Можно было бы не обращать на это внимания, если бы для предстоящей стыковки грузового корабля Dragon (SpX-12) со станцией не требовались работающие каналы S/G-1 и S/G-2 для передачи команд. В связи с этим 10 августа пришлось тестировать для передачи команд канал Ku-диапазона.

На следующий день ЦУП-Х удалось уговорить защиту в блоке RPCM. Несмотря на это «Земля» начала подготовку к замене блока с помощью дистанционного манипулятора SSRMS, предварительно запланировав ее на 18 августа. И не зря – 14 августа защита в RPCM сработала вновь. И 15 августа тоже.

Робототехническую замену решили провести 23–24 августа. Для этого 22 августа мобильный транспортер с Мобильной базой системы MBS переехал по поперечной ферме из рабочей точки WS4 в точку WS6. На следующий день манипулятор SSRMS попытался шагнуть своим плечом А на узел захвата PDGF системы MBS, однако потребление тока мотором механизма замка концевой захвата-эффектора LEE подскочило до 3.39 А. Захват отпустил PDGF и был проверен: потребление тока оказалось недопустимо высоким – от 0.9 А до 1.9 А. В связи с этим робототехнические работы по замене блока RPCM отложили до лучших времен.

Станция подстраивает высоту

В этом месяце были выполнены две коррекции орбиты МКС с помощью грузового корабля «Прогресс МС-06» с задачей обеспечения баллистических условий для приземления «Союза МС-04» 3 сентября и запуска «Союза МС-06» 13 сентября.

Первая коррекция состоялась 9 августа. Двигатели причаливания и ориентации грузовика включились в 12:25:00 UTC и проработали 125.1 сек, выдав импульс величиной 0.25 м/с. В результате станция перешла на орбиту наклонением 51.66°, высотой 401.89×425.60 км и периодом обращения 92.59 мин.

Вторая коррекция планировалась на 25 августа, однако все три варианта ее про-

Организм считает невесомость болезнью

Результаты эксперимента, проведенного российскими и канадскими учеными на борту МКС, показали, что организм человека реагирует на невесомость как на болезнь.

«В условиях невесомости иммунная система ведет себя как при болезни, потому что организм человека не понимает, что ему делать, и включает всевозможные системы защиты», – пояснил ведущий автор исследования, профессор Сколтех и МФТИ Евгений Николаев.

С целью более подробного изучения эффекта невесомости для физиологии человека ученые проанализировали концентрации 125 белков в плазме крови 18 российских космонавтов, которые совершали длительные полеты на МКС. Подопытные сдавали анализы за месяц до полета, сразу после и через неделю после него.

Анализ выявил изменение концентрации тех белков, которые участвуют в регуляции естественного иммунитета. Иными словами, организм реагирует на космический полет как на болезнь на молекулярном уровне. – А.К.

На МКС изготовят оптоволокно

В июле глава компании Made In Space Эндрю Раш (Andrew Rush) заявил, что в конце 2017 г. на корабле Dragon (SpX-13) на станцию намечается привезти миниатюрную установку для производства оптического волокна из материала ZBLAN (группа стекол состава ZrF4-BaF2-LaF3-AlF3-NaF).

По его словам, машина изготовлена и уже сделала тестовое оптоволокно на Земле. Раш уточнил, что на МКС экипаж только подключит установку, а само производство оптоволокна будет дистанционно управляться наземными специалистами. Изготовленное оптоволокно планируется вернуть на Землю для анализа.

В прошлом месяце компания также объявила, что начинает использовать в своем 3D-принтере AMF на борту МКС еще один материал – полиэфиримид/поликарбонат – полимер космического класса стойкости, из которого делают более огнеупорные материалы. Ранее в данном принтере применялись акрилонитрилбутадиенстирол и полиэтилен. – А.К.

ведения, присланные российскими специалистами, были забракованы американской стороной по причине того, что во всех случаях на новой орбите МКС опасно сближалась с «космическим мусором». Поэтому маневр отложили на 27 августа.

В тот день двигатели запустились в 04:55:00, проработали 177 сек и выдали импульс 0.35 м/с. После этого станция оказалась на орбите наклонением 51.66°, высотой 402.5×422.2 км и периодом обращения 92.60 мин.

Это была 264-я коррекция орбиты МКС. Отметим, что 127 коррекций выполнены «Прогрессами», 53 – американскими шаттлами, 39 – европейскими грузовыми кораблями ATV и 45 – средствами самой станции (17 – модулем «Заря» и 28 – модулем «Звезда»).

Наблюдение солнечного затмения

В августе Фёдор и Сергей снимали Землю для выявления развития природных катаклизмов (эксперимент «Ураган»), оценки экологической обстановки (эксперимент «Экон-М») и мониторинга лесных экосистем (эксперимент «Дубрава»).

1 августа астронавты сфотографировали тайфуны третьей категории (по шкале Саффира-Симпсона) в западной части Тихого океана в рамках эксперимента Tropical Cyclone по использованию псевдоспектроскопии для определения интенсивности урагана или циклона.

7 августа NASA проинформировало о завершении испытаний аппаратуры SAGE-3, привезенной кораблем Dragon (SpX-10) в феврале 2017 г. (НК № 4, 2017, с. 18-19) и установленной на внешней платформе ELC-4 на секции S3 американской поперечной фермы в марте. Теперь началась научная программа по измерению содержания озона, двуокси азота, водяного пара и аэрозолей в земной атмосфере.

21 августа экипаж провел фото- и видеосъемку Луны, Солнца и пятна от солнечного затмения на Земле. У «небожителей» была возможность не только сфотографировать движение черного пятна по континентальной части США в течение трех витков, но и увидеть практически полное солнечное затмение с борта станции. Для съемки данного события также использовалась видеокамера высокой четкости EHDC, установленная на секции P1.

«Это было потрясающе. Я не ожидала, что будет так темно», – призналась Уитсон. С ней согласился Фишер: «Я думал, что будет темно, но, похоже, недооценил происходящее».

По данным сайта www.collectspace.com, из 550 слетавших космонавтов только двум десяткам удалось наблюдать солнечное затмение из космоса. Первыми его увидели Джеймс Ловелл и Эдвин Олдрин в полете корабля «Джемини-12» в ноябре 1966 г.

В августе 1999 г. Виктор Афанасьев, Сергей Авдеев и Жан-Пьер Энйере снимали с борта российского орбитального комплекса «Мир» прохождение темного пятна над Западной Европой (НК № 10, 1999, с. 4-5). В декабре 2002 г. Кеннет Бауэрсокс, Николай Бударин и Дональд Петтит наблюдали полное солнечное затмение с борта МКС (НК № 2, 2003, с. 4-5).

В марте 2006 г. Уильям МакАртур и Валерий Токарев поймали пятно над Средиземным морем (НК № 5, 2006, с. 21). В мае 2012 г. Петтит во второй раз увидел солнечное затмение из космоса, совершая полет вместе с Геннадием Падалкой, Сергеем Ревным, Джозефом Акабой, Олегом Кононенко и Андре Кёйперсом.

Наконец, последнее солнечное затмение зафиксировали с орбиты в марте 2015 г. Терри Вёртс, Антон Шкаплеров и Саманта Кристофоретти.

«Дракон» привез CREAM

В первой половине месяца на американском сегменте станции готовились к прилету грузового корабля Dragon (SpX-12).

4 августа астронавты рассмотрели процедуры и средства для наблюдения сближения и управления грузовиком. 8 августа они проверили работоспособность блока связи УКВ-диапазона CUCU и панели выдачи команд на корабль ССР.

9 и 15 августа при помощи тренажера RoBOT экипаж отработал циклограмму сближения «Дракона» вплоть до захвата. 11 августа в Обзорном модуле Cupola была проведена тренировка с манипулятором SSRMS по ловле «Дракона». Астронавты оценили имеющийся объем модуля для проведения работ, а также условия его освещенности. 14 августа экипаж ознакомился с планом полета грузовика в составе станции.

Модуль «Наука» ждет деталей

25 августа исполняющий обязанности генерального директора ГКНПЦ имени М.В. Хруничева Алексей Варочко сообщил ТАСС, что изготовление 21 детали оборудования для ремонта Многоцелевого лабораторного модуля (МЛМ) «Наука» задержано вследствие позднего ввода в строй производственных цехов.

«На сегодня семь деталей сданы, девять находятся в производстве и восемь деталей – в очереди на сборку. Сейчас по моему поручению проводится полная ревизия комплектующих МЛМ, чтобы определить дефицит и утвердить четкий график их изготовления. Точную дату отгрузки МЛМ на космодром можно будет назвать после завершения этих работ», – разъяснил Алексей Григорьевич. – А.К.



16 августа в 10:52 UTC Фишер захватил «Дракона» манипулятором SSRMS. После этого наземные специалисты переместили и в 13:06 присоединили корабль к нижнему порту Узлового модуля Harmony. В тот же день астронавты открыли переходные люки и начали разгрузочно-погрузочные работы.

21–22 августа канадские и американские специалисты дистанционно с помощью манипулятора SSRMS вытащили научное оборудование CREAM, предназначенное для измерения заряда галактических космических лучей в широком диапазоне энергий, из негерметичного отсека «Дракона» и передали его манипулятору JEM RMS, управляемому японскими специалистами. Позже те смонтировали оборудование на узле EFU № 2, находящемся на внешней платформе JEF японского Экспериментального модуля Kibo. Включение CREAM прошло без замечаний.

▼ Солнечное затмение – вид с МКС





ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

Выращивание легочной ткани

23 августа в Малом исследовательском модуле «Поиск» Рязанский в интересах эксперимента «Пробиовит» (разработка простой и удобной технологии получения активного лечебно-профилактического пробиотического продукта, обладающего иммуномодулирующими свойствами) подготовил перчаточный бокс «Главбокс-С», установил и включил универсальный биотехнологический термостат ТБУ-В №2 на температуру +37°C.

На следующий день он разместил в боксе экспонировавшиеся с июня в модуле «Звезда» две укладки и заправил водой, после чего перенес их в термостат на сутки для культивирования. 25 августа Сергей переместил укладки в термостат ТБУ-В №5, работающий при температуре +4°C.

В тот же день в модуле «Звезда» Юрчихин в рамках эксперимента «Фаген» (определение влияния совокупного солнечного и галактического излучения на генетический аппарат бактериофагов в условиях космического полета) ввел фиксирующий раствор в укладку МСК №7, содержащую мезенхимальные стволовые клетки. Тем временем Рязанский в ходе исследования «Биодеградация» (наблюдение начальных этапов колонизации микроорганизмами поверхностей конструкционных материалов в условиях замкнутой среды обитания экипажа МКС) взял пробы микрофлоры пробозаборниками с поверхностей конструкционных материалов.

30 августа Фёдор в интересах эксперимента «Кальций» (влияние микрогравитации на растворимость фосфатов кальция в воде) измерил проводимость биоматериала в двух укладках «Кальций-Э» с помощью автономного цифрового устройства «Кальций-И».

31 августа Юрчихин, выполняя исследование «Феникс» (получение данных о воздействии факторов космического пространства на состояние генетического аппарата

и выживаемость высушенных лимфоцитов и клеток костного мозга; НК №3, 2017, с.8), снял пеналы с образцами биоматериалов, экспонировавшиеся в модулях «Звезда» и «Поиск», и уложил их в спускаемом аппарате «Союза MS-04».

1–2 августа Фишер и Уитсон завершили обследование и умерщвление мышей с целью их последующего возвращения на Землю в рамках эксперимента Rodent Research-5 (изменение костной ткани в невесомости и эффективность фармацевтических средств профилактики остеопороза в космосе). До 11 августа астронавты разобрали оборудование и провели его аудит.

14 августа экипаж обустроил домики для очередного отряда мышей, который прибывал на «Дракон» (SpX-12) для участия в эксперименте Rodent Research-9 по изучению влияния условий микрогравитации на иммунную систему, мышцы и кости грызунов во время длительного пребывания на борту МКС. 18 августа астронавты подготовили поилки и еду для мышей и затем переместили 20 грызунов из транспортного контейнера в места постоянного проживания на станции в течение месяца. 25 августа экипаж почистил клетки с мышками и добавил новой еды.

7 августа планшет с белками эксперимента Biophysics-3 переместили из стойки изучения жидкостей FIR в инкубатор Merlin. Спустя неделю новый планшет с образцами был вынут из морозильника MELFI и установлен под микроскоп LMM в стойку FIR. 16 августа его также уложили в Merlin. Эксперимент Biophysics-3 изучает кристаллизацию белка в невесомости.

7–9 августа экипаж подготовил оборудование для японского эксперимента с мышами Multi Omics-Mouse в стойке по клеточной биологии CBEF. 14 августа была смонтирована необходимая аппаратура в перчаточном боксе MSG, а на следующий день наполнены поилки для мышей. 17 августа астронавты переместили еще один отряд

Ураган Харви затопил Хьюстон

В период с 25 августа по 4 сентября Космический центр имени Джонсона в Хьюстоне (штат Техас), где находится ЦУП-Х, был временно закрыт в связи с ураганом Харви, приход которого привел к затоплению города вследствие выпадения катастрофически большого количества осадков. Специалисты ЦУП-Х были вынуждены ночевать на рабочих местах.

грызунов из транспортного контейнера в их домик. 22–23 августа они провели уборку в домике и сменили фильтры, 29 августа снова произвели уборку, собрали образцы фекалий мышей и заменили картриджи с кормом, 31 августа взяли пробы крови у мышей.

В эксперименте Multi Omics-Mouse мыши потребляют корм как с фруктоолигосахаридами, так и без них. Фруктоолигосахариды используются в качестве пробиотиков, которые могут улучшить среду кишечника и иммунную функцию. После полета исследователи проанализируют среду кишечника и иммунную систему грызунов с помощью мультиомического анализа и оценят влияние фруктоолигосахаридов во время полета.

15 августа в модуле Columbus Неспולי разместил инкубатор Kubik-5, принадлежащий Итальянскому космическому агентству. 17 августа в «Кубике» были установлены контейнеры с доставленными на МКС биологическими образцами, а один контейнер уложен в морозильник MELFI. В конце августа все биообразцы были помещены в MELFI для последующего возвращения на Землю.

17 августа экипаж активировал смесительные трубки и запустил студенческие эксперименты в стойке NanoRacks Module 9. В стойке NanoRacks Platform-1 астронавты начали эксперименты по исследованию скорости мутаций бактерий в космическом полете, а также тестированию одноплатного компьютера Raspberry Pi Zero и датчиков среды обитания на станции.



▲ Извержение вулкана Ключевской сопки в зоне пристального внимания космонавта Рязанского

В тот же день в стойку Express-6 была установлена аппаратура TangoLab-1 и -2. Правда, у наземных специалистов возникла проблема со связью с аппаратурой TangoLab-2. Кроме того, один планшет полезной нагрузки не устанавливался в рабочую область TangoLab-2, поэтому его установили в TangoLab-1. В данной аппаратуре проводятся эксперименты по изучению генетических мутаций у плодовых мушек и исследованию поглощения углекислого газа в кактусе в условиях космического полета.

18 августа астронавты уложили сетчатый мешок, содержащий криотубы iFUNGUS, в Узловом модуле Unity. В этих тубах – редкий вид грибка *Penicillium chrysogenum*, живущий глубоко под землей и имеющий потенциал нового антибиотика. Через неделю образцы с грибком были помещены в инкубатор STaARS.

19 августа астронавты установили аппаратуру эксперимента Lung Tissue в перчаточный бокс MSG, а его образцы поместили в морозильник MELFI и специальные мешки, поддерживающие рост клеток в трехмерном пространстве. Lung Tissue использует новейшие технологии биоинженерии для выращивания легочной ткани в невесомости.

25 августа Фёдор и Сергей по телефону ответили на вопросы корреспондента ТАСС Дмитрия Струговца.

Юрчихин отметил, что почти два месяца работал один на российском сегменте, и с появлением Рязанского у него наконец-то образовалось немного свободного времени. «Сейчас у меня впереди возвращение на Землю, а возвращение на Землю – это значит, что времени точно не хватает. Я упаковываю грузы, которых очень много и их надо вернуть, готовлю свой корабль, – пояснил он. – Время от времени удается фотографировать. Здесь мне помогает Сергей, потому что он начинает кричать: «Летим, цель хорошая!» То есть свободное время вроде бы как есть, а вроде бы как и нет».

Рязанский сообщил, что на станции имеется немного бумажных книг, но в основном фильмы, музыка и книжки представлены в электронном формате. «Музыкальные инструменты у нас есть. По крайней мере, лежит сейчас гитара. Правда, у меня пока руки до нее не дошли, – сказал он. – Летит на смену Фёдору Николаевичу Александр Мисуркин, и я уверен, что мы вдвоем споем. Потому что Александр любит петь, а играть не умеет, поэтому требует, чтобы играл ему я».

Сергей проинформировал, что экипажу МКС предоставляется доступ в Интернет, но скорость его медленная. «Смотрим «Спорт-Экспресс», чтобы узнать новости

В тот же день Пегги вынула кассеты опыта Cell Culturing из терморегулируемого устройства ADSEP, внесла в них образцы клеток и попыталась снова засунуть их в ADSEP. Однако ей удалось закрутить только шесть винтов кассет, у двух остальных сорвало резьбу... В последующие дни американка меняла кассеты с образцами и укладывала их в морозильник MELFI.

22 августа экипаж посетил надувной модуль BEAM и собрал в нем образцы микроорганизмов в воздухе и с поверхности.

В последний день лета астронавты запустили в работу четыре контейнера BRIC-22 с восемью разновидностями резуховидки Таля (*Arabidopsis thaliana*) для определения генетической регуляции стрессовых реакций на неблагоприятные условия космического полета.

Подготовка к российскому выходу

Первую половину августа на российском сегменте станции Фёдор и Сергей посвятили предстоящему выходу в открытый космос (ВКД-43).

3 августа россияне собрали оборудование и инструменты, необходимые для выхо-

«Пылесос сильно гудит и мало работает»

спорта, ТАСС и РЕБ, чтобы узнать новости политические и экономические, – признался космонавт. – Я очень надеюсь, что вы следите за соцсетями Роскосмоса и, предположим, моей. Там очень много фотографий. Мы показываем то, чем занимаемся. Стараемся опубликовать каждый день, и не по одному разу».

Рязанский поведал, что обязательная еженедельная уборка станции занимает примерно часа полтора-два. «Каждый убирает свою территорию. У нас есть и пылесос, есть и влажная уборка салфетками со специальным дезинфицирующим раствором, – сообщил он. – Единственное, в отличие от Земли, где в основном мы с вами убираем пол, из-за невесомости приходится убирать все четыре поверхности. Пол, левую стену, правую стену и потолок. Пылесосим и протираем».

«И тут большой вопрос – где больше пыли набирается, на полу или на потолке. А по поводу пылесоса – он специальный, поэтому сильно гудит и почему-то мало работает. Может быть, кто-нибудь услышит нас на Земле и побережет наши уши – придумает для российских космонавтов хороший пылесос, который бы чистил молча», – добавил Фёдор.

Юрчихин пришел в восторг от нового скафандра «Орлан-МКС», который испытал во время выхода в открытый космос 17 августа.

да, а также сформировали укладки, которые будут перемещать снаружи МКС. Из модуля «Поиск» в стыковочный отсек «Пирс» был перемещен выходной скафандр «Орлан-МКС» № 4.

7 августа космонавты проверили работу пультов обеспечения выхода в модуле «Пирс» и переходном отсеке модуля «Звезда» и через иллюминаторы станции рассмотрели трассы перемещения и рабочие зоны ВКД-43. На следующий день Юрчихин и Рязанский осмотрели скафандры «Орлан-МКС» № 4 и «Орлан-МК» № 6, протестировали блоки сопряжения со скафандрами и выполнили совместную с «Орланами» сепарацию и очистку их контуров системы охлаждения.

9 августа они смонтировали в ранцах скафандров батареи блоков радиотелеметрической аппаратуры, подогнали под себя «Орланы», проверили их герметичность, ознакомились с процедурами прямого и обратного шлюзования и установили видеокамеры GoPro на скафандры. 10 августа Фёдор и Сергей протестировали устройства съема информации «Бета-08» (медицинские пояса) с помощью аппаратуры медицинского контроля «Гамма-1М», проверили наличие голосовой связи и поступление телеметрии с «Орланов».

11 августа они отработали перемещение в переходный отсек модуля «Звезда» из модуля «Пирс» в случае негерметичности последнего. Скафандры при этом не надевались. Россияне также оснастили «Орланы» американскими наплечными светильниками ЕНПР и видеокамерами ERCA с блоками питания REBA.

14 августа космонавты временно закрыли переходные люки между модулем «Звезда» и кораблем «Прогресс МС-06». Это делалось для обеспечения возможности его расстыковки на случай негерметичности переходного отсека «Звезда». На следующий день Юрчихин и Рязанский надели «Орланы», убедились в правильности подгонки при внутреннем давлении 0.4 атм и проверили работу их систем.

«В новом скафандре автоматизированная система терморегулирования. По существу, это климат-контроль. Если в старом [скафандре] ты с опережением понимаешь, что наступает ночь, поэтому надо сделать чуть теплее, а выходя на солнце надо сделать холоднее, то в новом – система климат-контроля, как в хорошем автомобиле. Отработала совершенно замечательно, – прокомментировал он. – Более того, в новом скафандре у нас одна оболочка – полиуретановая, в отличие от той, которую мы использовали раньше (она была прорезиненной), и это новый серьезный шаг для нашей страны. Я очень доволен новым скафандром, надеюсь, и ребятам он понравится. Будь моя воля, я бы прямо сейчас создателям скафандра дал какую-нибудь премию правительства».

Фёдор также проинформировал, что во время выхода испытал новый карабин: «Карабин получился очень хороший. Спасибо тем, кто участвовал в этом. Мы начали эту работу четыре-пять лет назад, и она наконец закончена. Спасибо ребятам из НПП «Звезда». Я надеюсь, что мы в дальнейшем поменяем все карабины на новые – они гораздо удобнее. В этом выходе я работал и со старыми карабинами, и с новым, поэтому могу однозначно сказать, что мы сделали большой шаг вперед для удобства работы космонавтов». – А.К.

16 августа россияне почистили сетки клапанов выравнивания и стравливания давления, а также заправили и установили питьевые бачки в скафандры.

После выхода (17.09; с.19-23) космонавты отдали соседям оборудование и инструменты, которые использовались снаружи станции, и пообщались со специалистами ЦУП-М и НПП «Звезда». 21 августа снова были открыты переходные люки между модулем «Звезда» и кораблем «Прогресс МС-06». Параллельно разряжались аккумуляторные батареи 825МЗ в зарядном устройстве ЗУ-С и укладывались на хранение «Орланы», оборудование и инструменты.

25 августа экипаж сфотографировал адаптер с десятью макетами температурных датчиков ТП228, который был смонтирован на модуле «Поиск» во время выхода.

Неопознанный объект в печи

13 августа Сергей в ходе исследования «Идентификация» (динамика конструкции МКС при различных внешних силовых воздействиях с учетом изменения ее модульного состава) после коррекции орбиты станции 9 августа перезаписал на лэптоп RSE-1 данные с трехкомпонентного цифрового измерителя микроускорений ИМУ-Ц, находящегося в модуле «Рассвет». 30 августа Фёдор повторил сие действие после коррекции 27 августа, а также скопировал результаты измерений ИМУ-Ц на жесткий диск, возвращаемый на Землю на «Союзе МС-04».

29 августа в рамках эксперимента «Биополимер» (разработка методов получения полимерных материалов, стойких к биокоррозии) Юрчихин снял контейнер с образцами с места экспонирования в модуле «Звезда» и уложил его в «Союзе МС-04».

В августе астронавты провели три сессии европейского исследования Magvector (взаимодействие между движущимся магнитным полем и электрическим проводником).

3 августа Уитсон сменила картриджи с образцами в печи ELF. 8 августа после очередной замены картриджа она заметила на внутренней части окошка в печи неопознанный объект, который мешал визуально контролировать положение картриджа, и сообщила об этом наземным специалистам. Печь ELF применяется в целях затвердевания материалов с использованием метода электромагнитной левитации. С помощью этой аппаратуры можно измерить теплотехнические свойства сплавов с высокой температурой и добиться затвердевания сплавов с глубоким переохлаждением.

4 августа в модуле Kibo экипаж отключил в многоцелевой стойке малых полезных нагрузок MSPR оборудование эксперимента Two Phase Flow, изучающего эффективность теплопередачи разных жидкостей в невесомости.

В тот же день астронавты провели тестирование микроспутников SPHERES. 11 августа Фишер организовал на борту станции финал школьного конкурса SPHERES ZR Challenge, в котором приняли участие команды из 14 штатов США и две команды из России (Москва и Томск). Победителями стали команды из Западной Вирджинии и Айдахо.

Zero Robotics – молодежный чемпионат по программированию автоматических кос-

мических аппаратов, регулярно проходящий на борту МКС. Командам необходимо написать программу для управления спутником в рамках ежегодного задания, ставящегося Массачусеттским технологическим институтом MIT и NASA. Для участия в чемпионате необходимо: организовать команду из 5–20 человек в возрасте 14–17 лет и выбрать капитана (ментора); создать аккаунт в Google; зарегистрироваться на сайте турнира <http://zerorobotics.mit.edu/>. Куратором конкурса в России является Андрей Садовский (Институт космических исследований РАН; zerorobotics@cosmos.ru).

4 августа экипаж сменил воспламенители и волокнистый рукав в стойке изучения горения CIR, а 23 августа – топливный резервуар. В данной стойке сейчас осуществляется эксперимент Cool Flames по исследованию холодного пламени.

9 августа экипаж продолжил работы по устранению неполадок с электропитанием человекоподобного робота Robonaut-2, который лежит без дела с июля 2015 г. К сожалению, установка перемычки заземления не решила проблему с подачей питания, поэтому специалисты на Земле планируют дополнительные шаги по ремонту андроида на борту станции.

25 августа в рамках европейского эксперимента SUPVIS-Justin, являющегося частью проекта Meteron, Джек, Рэндольф и Паоло управляли с планшетного компьютера антропоморфным роботом Джастином, находящимся в Институте робототехники и мехатроники в немецком Оберпфaffenхофене. Так, итальянец с помощью андроида отработал сценарий осмотра трех панелей солнечных батарей и устранения их неисправности на «марсианской» поверхности, а также поиска куска батареи, «оторвавшегося» в результате «шторма». Работа осложнялась проблемами со связью из-за урагана Харви, обрушившегося на Хьюстон и ЦУП-Х.

31 августа экипаж сфотографировал оборудование эксперимента Aquarad, проверяющего простые способы переработки воды на станции.

Виновник короткого замыкания найден

1 августа манипулятор SSRMS, экипированный ловкой насадкой Dextre, временно снял запасной блок управления насосами PFCS с секции P6 американской поперечной фер-

мы. Это делалось для того, чтобы разобраться с причинами срабатывания защиты по превышению тока в модуле дистанционного управления электропитанием RPCM, который подает питание на PFCS. Так вот, демонтировав блок, ЦУП-Х смог включить RPCM, а после обратной установки PFCS защита сработала вновь. Стало ясно, что короткое замыкание кроется внутри PFCS.

На следующий день мобильный транспортер с манипулятором переехал по поперечной ферме из рабочей точки WS8 в точку WS4, после чего SSRMS избавился от насадки, установив ее на Мобильную базовую систему MBS, расположенную на транспортере, и шагнул на модуль Destiny.

3 августа манипулятор шагнул еще раз – на ФГБ «Заря», чтобы с данной точки осмотреть с помощью своих камер корабль «Союз МС-04». Эту операцию пришлось прерывать на несколько часов из-за невозможности выдачи команд на SSRMS с Земли. 4 августа манипулятор вернулся на модуль Destiny, потом перешел на модуль Harmony и, наконец, снова оказался на системе MBS.

После этого транспортер переместил манипулятор в рабочую точку WS3 для выполнения следующей задачи. Она состояла в возвращении внутрь станции с целью ремонта блока подключения электропитания MBSU с внешней платформы ESP-2, расположенной на Шлюзовом отсеке Quest, через шлюзовую камеру модуля Kibo. Напомним, что данный блок отказал в конце апреля (НК №6, 2017, с.9) и в мае был сменен с помощью SSRMS (НК №7, 2017, с.12).

4 августа экипаж открыл внутренний люк шлюза модуля Kibo и выдвинул стол, установил на него адаптер JOTI, задвинул стол и закрыл люк. 7 августа манипулятор SSRMS надел насадку Dextre, взял с платформы ESP-2 адаптер FRAM и переместил его на платформу EOTP на насадке. В ночь на 8 августа манипулятор демонтировал блок MBSU с платформы ESP-2 и также поместил его на EOTP. Тем временем шлюз модуля Kibo был разгерметизирован.

В следующую ночь мобильный транспортер перевез SSRMS с Dextre в рабочую точку WS7, после чего манипулятор снял MBSU с платформы EOTP и установил его на адаптер JOTI на выдвижном столе шлюзового отсека. 9 августа транспортер вернулся обратно в точку WS3, и SSRMS переместил адаптер FRAM

▼ Роботы тоже ломаются – Джек Фишер ремонтирует «Робонавта»





▲ Тренировка по оказанию медпомощи

с платформы EOTR на платформу ESP-2 – на то место, которое ранее занимал MBSU.

10 августа шлюз модуля Kibo был наддут – и таким образом MBSU оказался внутри МКС. Манипулятор избавился от насадки и шагнул на модуль Harmony, а транспортер переехал в точку WS4.

Специалисты считают, что неисправность в MBSU связана с контроллером коммутационного оборудования, отвечающим за передачу команд блоку, мониторинг его состояния и сброс статусной телеметрии. Ремонт MBSU будет впервые предпринят на орбите.

«Олимпы» в предвкушении посадки

10 августа Фёдор, Джек и Пегги (они же «Олимпы») выполнили примерку размещения в индивидуальных креслах-ложементах «Казбек-УМ» в спускаемом аппарате корабля «Союз МС-04» перед предстоящей 3 сентября посадкой.

В конце месяца Юрчихин занимался укладкой удаляемого оборудования в бытовой отсек и возвращаемого в спускаемый аппарат «Союза МС-04». Параллельно он проводил тренировки в пневмовакuumном костюме «Чибис-М», подготавливающим организм космонавта к земной гравитации.

25 августа «Олимпы» осуществили тренировку по выполнению спуска на «Союзе МС-04» и подогнали противоперегрузочные костюмы «Кентавр», надеваемые под аварийно-спасательные скафандры «Сокол-КВ-2».

Утечка воды и пощелкивающая дорожка

1 августа в модуле Kibo Рэндольф сменил сетевой мультиплексор LENX, который стал испытывать проблемы со связью с декабря 2016 г.

В тот же деньastronautы отремонтировали три из четырех давших в 2012 г. протечку быстроразъемных соединений гидромагистралей в стойке Express-4, и 3 августа Джек установил в стойке усовершенствованный шлюз Ethernet-концентратора iPENG.

2 августа прибывшие в конце июля Рязанский, Брезник и Несполи ознакомились с месторасположением оборудования, используемого в аварийных ситуациях, и маршрутами срочного покидания станции. 8 августа экипаж в полном составе во взаимодействии с «Землей» отработал сценарий своих действий при пожаре и разгерметизации.

2 августа россияне разбирались с проблемой межкомпьютерного обмена в ноутбуке RSS-2, а их соседи предприняли очистку контуров водяного охлаждения выходных скафандров EMU № 3006 и № 3008 и модуля Quest.

На следующий день в модуле Destiny при очистке фильтра биологического модуля SABL в стойке Express-7 возникла утечка воды из быстроразъемного соединения гидромагистрали после ее отстыковки от среднетемпературного контура внутренней системы охлаждения модуля. Система автоматически выключила контур и остановила утечку. «Земля» вырубил стойку, иastronautы убрали воду.

4 августа из спускаемого аппарата «Союза МС-05» были демонтированы две телекамеры и светильники ССД-302 – пригодятся на станции. 7 августа экипаж сменил слишком поцарапанные внутренние защитные стекла на иллюминаторах № 1 и № 6 в модуле Cupola.

На следующий деньastronautы доложили ЦУП-Х, что левое верхнее стопорящее устройство на бегущей дорожке Colbert в модуле Tranquility шатается, и по рекомендации специалистов подвернули контргайку. 22 августа они сообщили о появлении пощелкивающего звука из дорожки, сняли видео и записали звук.

9 августа «Земля» обновила программное обеспечение роутеров в модуле Destiny и узловых модулях до версии 10.1.

11 августа командно-управляющий компьютер MDM C&C-3 неожиданно перешел из основного режима в диагностический. В результате компьютер C&C-1 был автоматически переведен в режим основного, а C&C-2 – в режим резервного. Из-за этого в течение 40 минут отсутствовала связь в канале Ku-диапазона, включая каналы S/G-3 и S/G-4, а также перестала сбрасываться в режиме реального времени научная информация. ЦУП-Х восстановил работу C&C-3, перезапустив питание, после чего перевел его в режим ожидания. На следующий день «Земля» поменяла режимы работы компьютеров: C&C-2 стал основным; C&C-3 – резервным; C&C-1 – в режиме ожидания.

11 августа экипаж занимался заменой масс-спектрометра в газоанализаторе MCA в модуле Destiny.

14 августа в ассенизационно-санитарном устройстве (туалет) модуля «Звезда» космонавты заменили мочеприемник и фильтр-вставку. 25 августа такая же операция была проделана в аналогичном туалете, расположенном в отсеке WHC в модуле Tranquility. 18 августаastronautы

JAXA окажет содействие с запусками спутников с МКС

Японское агентство аэрокосмических исследований JAXA планирует значительно увеличить количество коммерческих запусков малых спутников из модуля Kibo при помощи манипулятора JEM RMS.

В зависимости от габаритов и массы аппарата стоимость запуска будет составлять от 30 до 900 тыс \$. Однако агентство не исключает и бесплатного выведения спутников, если при этом будут согласованы выгодные для обеих сторон условия. Это уже было реализовано в проекте Birds (НК № 9, 2017, с.25-26). – А.К.

сменили емкость с консервантом на бывшую в употреблении. Тем временем «Земля» разбирается с появлением черных частиц углерода в консерванте.

В ночь на 16 августа отказал блок электроники в морозильнике MELFI-1 в модуле Kibo. Все хранимые в нем образцы экипаж перенес в другие морозильники.

18 августа ЦУП-Х по телеметрии обратил внимание на снижение количества воды во внутренней системе терморегулирования модулей американского сегмента МКС с 61,8 до 61,2% и попросилastronautов посмотреть, не протекло ли где-то. Не протекло.

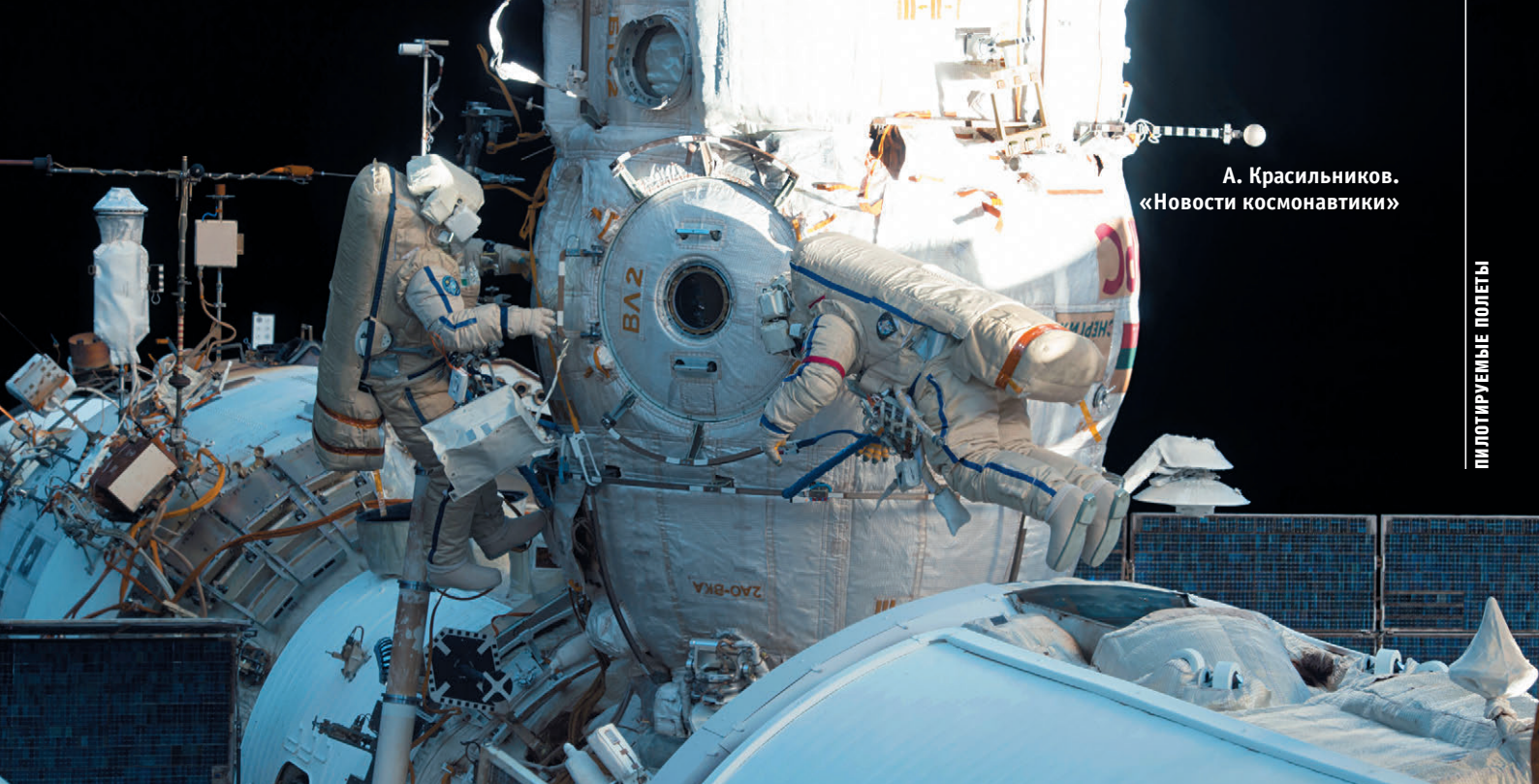
20 августа «Земля» перестала получать статусную телеметрию со стойки Express-2. Специалисты перезапустили канал высокоскоростной передачи информации, но это мало того, что не помогло, так еще и привело к прекращению поступления статусной телеметрии с компьютера полезной нагрузки PL-1 MDM. Компьютер привели в чувство путем перевода в режим основного, а саму стойку – после перезагрузки контроллера интерфейса RIC.

24 августа ЦУП-М провел тестовый сброс телеметрии с блока интегрирования угловых скоростей, который проходит летные испытания на «Союзе МС-04». О необходимости создания этого блока рассказывал в 2015 г. первый заместитель генерального конструктора РКК «Энергия» Евгений Микрин (НК № 5, 2015, с.31).

31 августа в модуле Unityastronautы установили в стойку с кухней второй нагреватель пищи, прибывший на «Дракон» (SprX-12), а космонавты провели профилактику механизмов герметизации крышек люков между модулем «Поиск» и кораблем «Союз МС-04».

▼ Любимые носочки Джека Фишера





ВКД-43: испытание нового скафандра и запуск пяти малых спутников

17 августа космонавты Фёдор Юрчихин и Сергей Рязанский выполнили выход в открытый космос с борта МКС по российской программе. Предыдущий российский выход состоялся полтора года назад – в феврале 2016 г. (НК № 4, 2016, с. 16-17).

Наружу станции вышли опытные «пустолазы»: для Фёдора это был девятый выход, для Сергея – четвертый.

Во время выхода Юрчихин тестировал скафандр нового поколения «Орлан-МК» № 4, доставленный на МКС грузовым кораблем «Прогресс МС-05» в феврале 2017 г. Данный скафандр создан в подмосковном НПП «Звезда» (НК № 10, 2015, с. 10; № 12, 2016, с. 22) и отличается от скафандра предыдущего поколения «Орлан-МК», в частности, автоматической системой терморегулирования («климат-контроль»), полиуретановой герметичной оболочкой (вместо резиновой) и большим цветным дисплеем на пульте оператора (вместо маленького).

Рязанский использовал старый скафандр «Орлан-МК» № 6 для которого данный выход стал 16-м по счету – и по этому показателю он сравнялся с рекордсменом «Орланом-МК» № 4.

Скафандры Фёдора и Сергея имели синие продольные полосы на ранце, рукавах и штанинах, и, для того, чтобы подмосковный ЦУП мог различать космонавтов на видеоизображении, передаваемом с телекамер на американском сегменте МКС, рукава скафандра Юрчихина дополнительно были обмотаны поперечными красными полосками.

На «Орланах», как всегда, были установлены нашлемные светильники ЕНІР и видеокамеры ЕRCA, позаимствованные с американских скафандров

ЕМУ. Свои светильники на «Орланах» тоже есть, а вот своих видеокамер пока нет. Как сказал руководитель Летно-космического центра Ракетно-космической корпорации «Энергия» имени С.П. Королёва, космонавт Александр Калери, российские видеокамеры, изготавливаемые питерским НИИ телевидения (НК № 10, 2015, с. 27; № 10, 2016, с. 6), возможно, заменят американские аналоги в следующем выходе.

«Работы сейчас ведутся, и ход наземных испытаний покажет, когда они начнут использоваться, – отметил Александр Юрьевич. – Не исключено, что мы успеем к следующему выходу, а может быть, после него».

Августовский выход, получивший обозначение ВКД-43, стал 50-м выполненным из российского сегмента станции. Он был рас-

считан на шесть часов и включал следующие задачи:

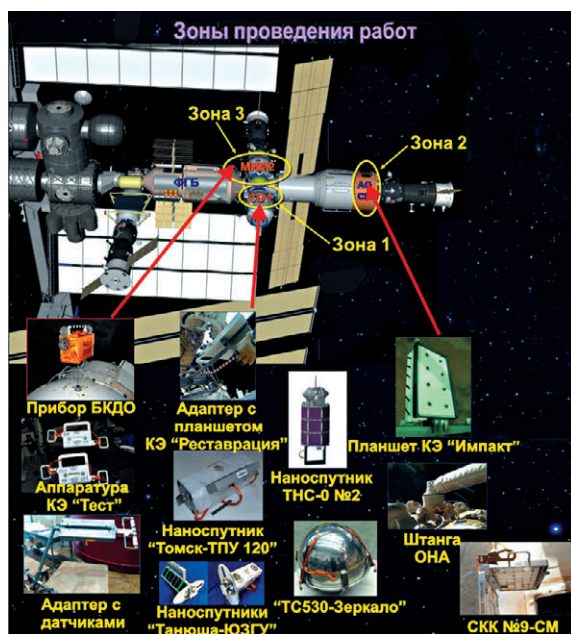
- ◆ снятие планшета эксперимента «Реставрация» со стыковочного отсека «Пирс»;
- ◆ запуск спутников «Томск-ТПУ-120», «Танюша-ЮЗГУ» №1 и №2, ТНС-0 №2 и «ТС530-Зеркало»;
- ◆ установка планшета эксперимента «Импакт» и подкоса на Служебном модуле «Звезда»;
- ◆ монтаж поручней-переходов между «Звездой» и Малым исследовательским модулем «Поиск», а также между «Поиском» и Функционально-грузовым блоком «Заря»;
- ◆ взятие проб-мазков в районе выходных люков «Поиска» и «Пирса» и установка устройств экспонирования на «Поиске» и «Пирсе» в рамках эксперимента «Тест»;
- ◆ монтаж адаптера с термодатчиками и подкоса и изменение ориентации блока контроля давления и осадений загрязнений на «Поиске».

В 17:36 ДМВ Рязанский открыл выходной люк №1 модуля «Пирс» и установил на его обрете защитное кольцо.

– Сергей, выходишь на выходное устройство (ВУ), уходишь вбок, чтобы не снести «Реставрацию», и одновременно [с Юрчихиным] включаете сублиматоры [скафандров], – инструктировал заместитель начальника отдела внекорабельной деятельности РКК «Энергия» Сергей Киреевичев.

– Я на ВУ, – ответил Рязанский. ВУ, закрепленное возле люка, имеет поручни, что обеспечивает удобство для космонавтов при выходе и входе.

После запуска сублиматоров, предназначенных для отведения тепла из контуров водяного охлаждения





▲ Сергей Рязанский

скафандров, главный специалист испытательного отдела НПП «Звезда» Геннадий Глазов дал добро Фёдору на включение автоматической системы терморегулирования скафандра «Орлан-МКС» № 4.

Рязанский пододвинул к Юрчихину механический адаптер с планшетом эксперимента «Реставрация», тот снял его с ВУ и затащил в «Пирс». Сам эксперимент, заключающийся в отработке устройства для наклеивания пленочных покрытий (УНПП), был проведен в предыдущем российском выходе. Тогда Юрий Маленченко с помощью УНПП нанес терморегулирующую пленку на «страницы» планшета, на которых были закреплены образцы различных материалов поверхностей. Затем «книжка» в закрытом положении была оставлена снаружи для экспонирования (НК № 4, 2016, с.17).

Далее Рязанский должен был установить панорамную видеокамеру GoPro 360 на ВУ в целях съемки для телеканала Russia Today. Но...

– Питание на камере включается, но запись не идет, – сказал Рязанский.

▼ Спутник «Танюша-ЮЗГУ» готовится отправиться в свободный полет. Выделены видеокамеры GoPro 360

– А вторая [камера] далеко у вас? Давайте попробуем со второй камерой, – предложил Киреевичев.

– Со второй камерой очень долго будет, потому что она привязана к укладке, – отметил Фёдор. – А ты попробуй подержать ее туда-сюда.

– Кнопку нажать могу, а она то ли замерзла, то ли просто не работает.

Пришлось доставать вторую GoPro 360, которая, к счастью, функционировала без проблем.

Юрчихин вытащил из «Пирса» спутники «Томск-ТПУ-120» и «Танюша-ЮЗГУ» №1 и №2. Томский аппарат предстояло отправлять в полет Фёдору.

– Чехол [со спутника] снимешь, включаешь питание, смотришь на диоды и запускаешь, – напомнил Киреевичев.

Запуск состоялся в 18:10. Аппарат после отделения сильно кувыркался.

Научно-образовательный наноспутник «Томск-ТПУ-120» (НК №5, 2016, с.27-28) был доставлен на МКС кораблем «Прогресс МС-02» в апреле 2016 г. Аппарат массой 3.7 кг создан в Томском политехническом университете (ТПУ) совместно с РКК «Энергия» и Институтом физики прочности и материаловедения Сибирского отделения РАН. Это первый российский наноспутник класса CubeSat, корпус которого напечатан на 3D-принтере.

18 августа в 11:30 ДМВ студенческий центр управления полетами ТПУ получил и записал сигнал со спутника «Томск-ТПУ-120». «Мы услышали отрывок голосового послания на русском языке. В скором времени надеемся получить и телеметрию, – проинформировал магистрант второго курса кафедры точного приборостроения Института неразрушающего контроля ТПУ Андрей Коломейцев. – До конца августа будет много удобных сессий в первую половину дня, когда сигнал со спутника должен хорошо улавливаться. Мы уже получили сообщения о приеме сигнала с нашего спутника от радиолюбителей из Германии, России, Японии и Кореи».

Рязанский снял чехол с аппарата «Танюша-ЮЗГУ» №1.

– А ты бы вторую [«Танюшу»] раздел, – посоветовал ему Фёдор.

– Мы же договаривались, что ты ее раздвнешь... Сколько должна быть разница между спутниками [«Танюша»]?

– Максимальное время расхождения между спутниками – 10 минут, – отметил Киреевичев.

Рязанский запустил две «Танюши» с разницей в 64 секунды – соответственно в 18:15 и 18:16. К сожалению, у него не получилось сделать так, чтобы аппараты не кувыркались.

Малые спутники «Танюша-ЮЗГУ», каждый из которых весит 4.8 кг, сделаны Юго-Западным государственным университетом (г. Курск) совместно с РКК «Энергия» в рамках эксперимента «Радиоскаф» и доставлены на станцию ионным «Прогрессом МС-06» (НК №8, 2017, с.19-20).

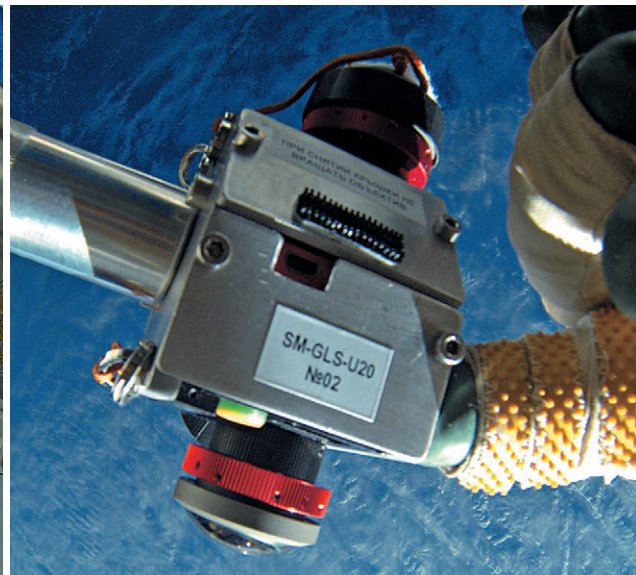
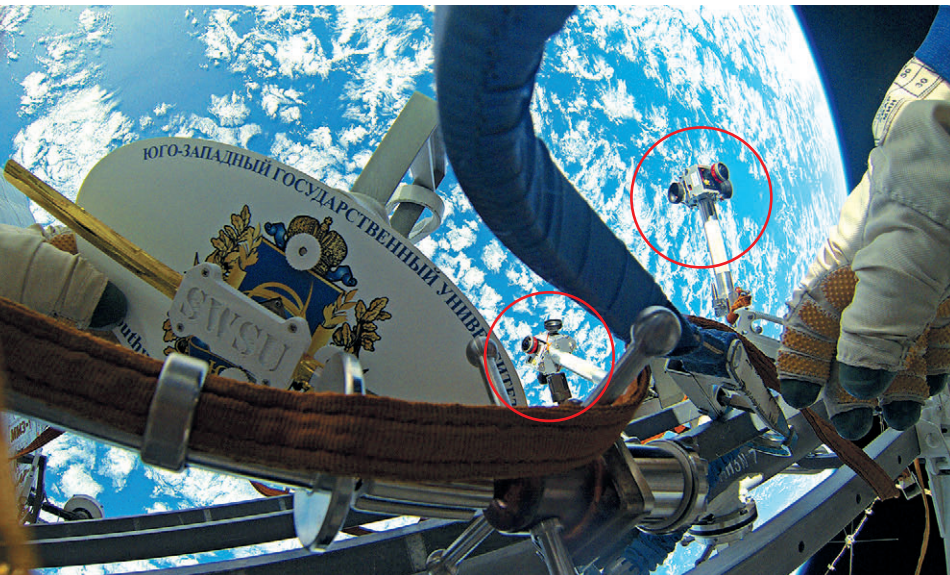
Юрчихин вывел из «Пирса» аппараты ТНС-0 №2 и «ТС530-Зеркало». Сергей вытащил первый спутник из контейнера, включил питание и запустил его в 18:21. Аппарат хоть и кувыркался, но медленнее, чем предыдущие.

Технологический наноспутник ТНС-0 №2 создан на основе унифицированной платформы, разработанной московским предприятием «Российские космические системы» (РКС) по заказу РКК «Энергия» в рамках эксперимента «Наноспутник». На МКС его привез «Прогресс МС-06» (НК №6, 2016, с.41; №8, 2017, с.20).

«Сегодня мы начали важный эксперимент, успех которого будет означать, что в России появилась новая профессиональная наноспутниковая платформа, применение которой уже в ближайшие годы позволит нам снизить финансовые и временные траты на отработку в космосе новых технологий и научные исследования», – пояснил генеральный директор РКС Андрей Тюлин.

ТНС-0 №2 соберет телеметрическую информацию в интересах Института прикладной математики имени М.В.Келдыша, ученые которого создают программное обеспечение для активной системы ориентации спутников.

«Аппарат принят на управление. За прошедшую с момента запуска неделю мы провели 30 сеансов связи. Оба канала связи работают, мы собираем и анализируем



телеметрические данные, – сообщил 24 августа главный конструктор спутника Олег Панцырный. – Энергетика бортовой сети и средняя температура на борту находятся в пределах нормы, служебные системы работают штатно. Новые экспериментальные солнечные батареи, установленные на ТС-0 № 2, уже продемонстрировали высокую эффективность: на солнечной стороне мы имеем в среднем не менее 900 мА отдаваемого тока, и это очень хороший показатель».

Для оттачивания спутника «ТС530-Зеркало» Рязанский использовал специальное пусковое устройство. Запуск аппарата произошел в 18:29.

– Вот этот самый лучший, – прокомментировал Юрчихин.

– Так шарик же. Он и летит как шарик, – справедливо заметил Киреевичев.

Тестовый спутник «ТС530-Зеркало» (ранее известный как «Сфера-53») массой 13 кг изготовлен в РКК «Энергия» и доставлен на станцию «Прогрессом МС-06» (НК № 8, 2017, с.20) в интересах эксперимента «Вектор-Т» – с целью уточнения параметров модели атмосферы Земли и проверки алгоритмов, используемых при расчете плотности атмосферы и прогнозе движения космических аппаратов на низких околоземных орбитах.

После запусков спутников Фёдор уложил в «Пирсе» пусковое устройство, контейнер и защитные чехлы. Туда же отправилась первая видеокамера GoPro 360, так и не заработавшая после прогрева на Солнце первая видеокамера GoPro 360.

Юрчихин достал из «Пирса» планшет эксперимента «Импакт» и подкос и вместе с Рязанским перешел на модуль «Звезда». Перед этим «Земля» ввела запрет на работу двигателей ориентации «Звезды».

Добравшись до агрегатного отсека модуля, космонавты сфотографировали съемную кассету-контейнер СКК №9-СМ, смонтированную снаружи станции более десяти лет назад.

– Да что ж такое... Ты запинал меня уже, – пожаловался Фёдор напарнику.

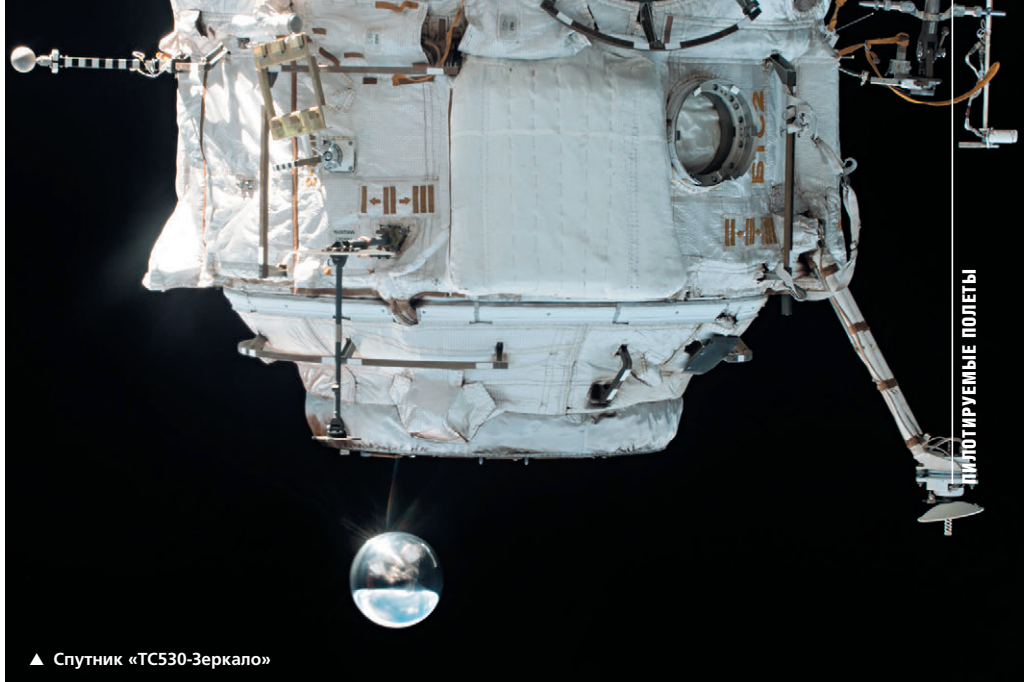
«Пустолазы» установили подкос между двумя поручнями. Затем Рязанский смонтировал вторую камеру GoPro 360 на поручне для продолжения видеосъемки в интересах телеканала Russia Today, а Юрчихин приступил к установке планшета № 1 эксперимента «Импакт» на поручне газозащитного устройства на блоке двигателей ориентации по тангажу.

Планшет содержал образцы материалов и покрытий. Целью эксперимента «Импакт», который поставила РКК «Энергия», является исследование параметров выбросов загрязняющих фракций из двигателей ориентации «Звезды» при реализации новых циклограмм их работы.

Монтаж планшета вызвал у Фёдора трудности, так как, по его выражению, он постоянно улетал от места установки.

– Я защелку [планшета] зацепить [на поручень] не могу, – объяснил космонавт.

Рязанскому это оказалось сподручнее. Он поставил планшет, закрутил замок, дополнительно закрепил проволокой и снял защитный чехол. Однако планшет почему-то



▲ Спутник «ТС530-Зеркало»

болтался на поручне, да и проволока держала его плохо. Поэтому ЦУП-М порекомендовал Сергею прицепить планшет прищепкой к поручню. Но и она не держала...

– В общем, ребят, надо открутить винт до упора, отпустить кромку [поручня], защелкнуть замок и затянуть винт, – посоветовал Киреевичев.

Так и сделали.

Следующей задачей космонавтов было сфотографировать узел зачеховки и корневой привод штанги с остронаправленной антенной бортовой радиотехнической системы «Лира», находящейся на торце агрегатного отсека «Звезды».

В следующем выходе, который, по словам Александра Калери, намечается в январе 2018 г., Александр Мисуркин и Антон Шкаплеров оснастят «Звезду» аппаратурой широкополосной передачи данных в Ки-диапазоне.

«Там задача – провести работы в интересах монтажа широкополосной системы связи на внешней поверхности МКС. На остронаправленной антенне будет установлен другой передатчик», – пояснил Калери. Ранее данный выход планировался на ноябрь 2017 г. (НК № 7, 2017, с.13).

В непосредственной близости от пристыкованного «Прогресса МС-06» Фёдор занялся съемкой узла зачеховки, а Сергей – корневого привода.

– А на «Прогрессе» можно написать «Здесь был Вася», – пошутил Рязанский.

– Фёдор, там [узел зачеховки] типа коромысла, – объяснил Киреевичев.

– Там замок, да?

– Там рядом поручень-дуга и посерединке перемычка.

Завершив фотографирование, «пустолазы» захватили камеру GoPro 360 и отправились обратно к «Пирсу».

– Что это под нами? Такая красота! – поинтересовался Фёдор.

– Африка, – подсказал Киреевичев.

– Да, красота, – согласился Рязанский.

– Сергей, сейчас у тебя [температура] в КВО (контур водяного охлаждения скафандра. – А.К.) 9°C, а ты [находишься] в тени. Не слышном? – волнуется Геннадий Глазов.

– Мне нормально, я чувствую тепло.

– Теплее поставь, все-таки в тени.

– А как насчет меня? Как системы [скафандра «Орлан-МКС»] работают? – спросил Юрчихин.

– Клапаны работают. Как ощущения? Как ты оцениваешь?

– Давай похолоднее поставлю.

– Тогда корректор, который на ПО-5 (пульт оператора на скафандре. – А.К.), поставь в охлаждение, на два градуса ниже. А до этого вообще как?

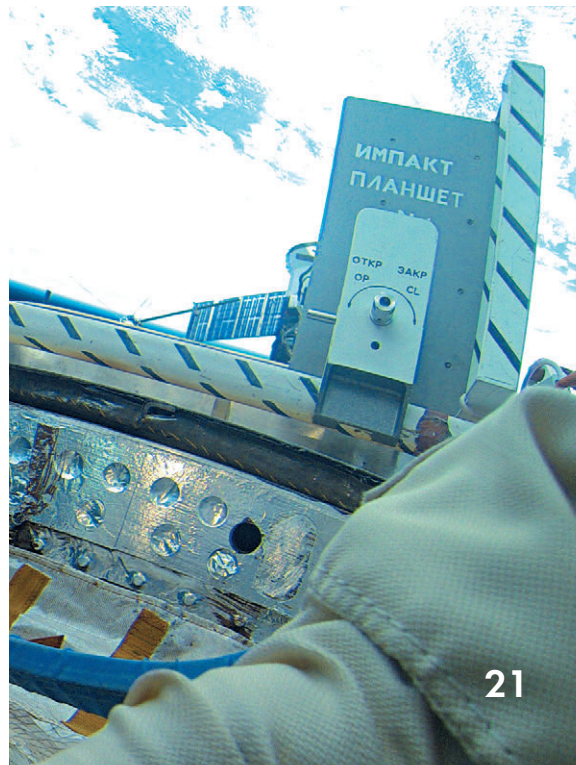
– Ты знаешь, я вообще забыл о терморегулировании.

Лучшей похвалы разработчикам автоматической системы терморегулирования скафандра «Орлан-МКС» придумать сложно.

Фёдор вытащил из «Пирса» укладку с двумя поручнями-переходами, подкосом и адаптером с термодатчиками, а также сумку с двумя герметичными блоками и двумя устройствами экспонирования. Предполагалось, что он вместе с Рязанским пойдет на модуль «Поиск» через «Звезду», но космонавты с учетом немалых габаритов укладки предложили другой вариант: Сергей переместится на «Поиск» по балке грузовой стрелы ГСтМ-1, а Фёдор отправится по «Звезде».

Добравшись до «Поиска», космонавты начали устанавливать поручень-переход № 3

▼ Установленный планшет «Импакт»



между «Поиском» и «Звездой». В будущем, когда «Пирс» покинет станцию, «Поиск» станет шлюзовой камерой, поэтому надо заранее подготовить удобные маршруты перемещения «пустолазов».

Рязанский закрепил один конец поручня-перехода на поручне 6022 на «Поиске», после чего Юрчихин попробовал подвести его второй конец к поручню 2232 на «Звезде». Но возникли трудности...

– Там нет никаких движений в череге больше? Мне вниз надо, – сказал Фёдор.

– Вниз нет, – ответил напарник.

– Вниз нет... А что делать? Видишь, я ломаю [поручень-переход]? Ну, давай попробуем поставить. О, пошел-пошел-пошел.

– Дотянулся?

– Не-а. А если мы наверх на параллельный поручень? Сейчас, подожди... Не-а.

– Откручиваю [свой конец поручня-перехода]?

– Да не хотелось бы... Давай, откручивай.

– Серёж, сделай, пожалуйста, винт вверх, – вмешался Киреевичев.

– Сейчас мы его попробуем привести...

О! Так, я поймал. Как он у тебя? Не выскочил? – поинтересовался Юрчихин.

– Нет, все прекрасно.

– Сейчас потихонечку, главное – не тронуть. Все, пошла затяжка. Вот так вот! Все!

В рамках эксперимента «Тест» (НК № 7, 2017, с.17) Рязанский пробозаборниками из гермоблока № 11 взял пробы-мазки с иллюминатора выходного люка № 1 и экранно-вакуумной теплоизоляции в районе гнезда замка люка, а Юрчихин смонтировал устройство экспонирования № 15 рядом на поручне и выкрутил из него два пробозаборника.

Сергей сфотографировал съемную касету-контейнер СКК № 3-М2 и блок контроля давления и осаждения загрязнений и повернул последний в другую ориентацию. После этого он вместе с Фёдором приступил к монтажу подкоса между поручнями.

– У меня он (замок подкоса. – А.К.) даже не закручивается, – вздохнул Юрчихин.

– Он должен щелкнуть, и тогда начнет закручиваться... Не щелкает, – согласился Рязанский.

– Я тебе об этом и говорю.

– Вот зараза! – донеслось с Земли.

– Это нам? – на всякий случай переспросил Рязанский.

– Это замку.

– Давай я у себя откручу... Снял [свой конец подкоса], – сказал Рязанский.

– Щелкнулся так щелкнулся... Все! – выдохнул Юрчихин.

– Так, теперь у меня такая же ерунда... О, все!

– Это мы с тобой напьемся сегодня! Ох... Соскочил... Твою... налево.

– Блин.

– А ведь стоял...

И снова пришлось Сергею откручивать и снимать свой конец подкоса, но в итоге он вместе с Фёдором победил непокорную технику. Попутно Рязанский поинтересовался у ЦУП-М, по графику ли они идут. «Земля» ответила, что с графиком все хорошо, и настоятельно порекомендовала отдохнуть. Но, справедливости ради, к этому моменту отставание от графика составляло около часа...

На связь с космонавтами вышла группа медицинского обеспечения и спросила, стоит ли что-то изменить в режиме труда и отдыха во время выхода, на что «пустолазы» пошутили, что не отказались бы от «музыки, девочек и массажа».

Далее Фёдор и Сергей начали монтаж поручня-перехода № 4 между «Поиском» и «Зарей». Для этого Рязанский переставил одну из двух панелей с образцами эксперимента «Выносливость» на другой поручень и перешел на «Зарю» к поручню 1505. Фёдор остался на «Поиске» возле поручня 6016.

– Так, Фёдор, как мы, примериваемся?

– Да. Ты хватай [за поручень] свой [конец поручня-перехода]... Давай, я свой [конец] пристрою. Только мне надо его забрать у тебя.

– У меня он уже стоит почти.

– Так прихвати его.

– Прихватить не могу... Хорошо, держу... Прихватился [твой конец]?

– О, сейчас выровняю его.

– Фёдь, ты выворачиваешь [конец поручня-перехода] из моих рук...



Во время выхода в открытый космос 17 августа на рукаве скафандра у российских космонавтов были прикреплены специальные нашивки с эмблемами данной ВКД. Впервые в практике они были разработаны космонавтом, находящимся на орбите, – командиром МКС Фёдором Юрчихиным. Окончательную работу выполнил дизайнер из Нидерландов Люк ван ден Абелен.

Как и на эмблеме экипажа «Союза МС-04» (НК № 6, 2017, с.9), в графической композиции использованы мотивы рисунков Константина Эдуардовича Циолковского, который предсказал необходимость и общую методику внекорабельной деятельности. Нашивки с эмблемами, вышитыми на Земле, привез на станцию Сергей Рязанский.

Кроме того, Фёдор прикрепил к своему скафандру и к внутренней стенке переходного отсека модуля «Звезда» эмблему в честь первого выхода в открытый космос Алексея Леонова, выполненную в форме ограненного алмаза как напоминание о позывном легендарного космонавта. Ее автор также Люк ван ден Абелен. Нашивка была разработана в 2015 г., к 50-летию юбилею выхода Леонова, но тогда не удалось доставить ее на орбиту. – Л.Р.



– Он (конец. – А.К.) в метре от моего [поручня]. Надо затянуть один конец.

– Сейчас я двигаю [свой конец] вправо. Лучше?

– Вот я начинаю тащить его на себя. Вот я уже ломаю...

– Давай подвину. Куда тебе подвинуть?

– О! Теперь вертлюг... Кто же его делал, а?

– Ну чего, села?

– До «села» еще далеко... Совсем чуть-чуть.

Но тут в работу была вынуждена вмешаться «Земля». Дело в том, что при проведении выходов из «Пирса» роль запасной шлюзовой камеры выполняет переходный отсек «Звезды». Поэтому все люки в нем должны быть закрыты, в том числе и ведущий в «Поиск». А поскольку к «Поиску» пристыкован пилотируемый корабль «Союз МС-04», то, соответственно, астронавты Джек Фишер и Пегги Уитсон должны в этот момент находиться в «Поиске». Раньше космонавты «запирались» в «Поиске» на всю длительность выхода, что было неудобно, поэтому в последние годы это делается только на время обратного шлюзования. И это время уже подошло...

– Сергей, Фёдор, ситуация такая, что мы не можем задерживать американских членов экипажа больше, чем на полчаса от намеченного нашего плана. Если мы сейчас будем долго-долго заниматься поручнем-переходом, то мы съедем [время подо] все остальное, – пояснил Киреевичев.

Космонавтам дали еще несколько минут, но и они не помогли.

– Фёдор, Сергей, все, заканчиваем с поручнем-переходом, – поставил точку Киреевичев.

Они, естественно, расстроились...

Юрчихин пробозаборниками гермоблока №12 взял пробы-мазки с иллюминатора выходного люка №2 «Поиска» и в нише антенны 4А0-ВКА радиотехнической системы сблизения «Курс».

– Да что ж такое... Ты меня ногами второй раз сносишь прямо на люк, – пожаловался он напарнику.

Рязанский тем временем смонтировал рядом на поручнях устройство экспонирования №16 и адаптер с десятью термодатчиками. Затем он и Фёдор по стреле ГСтМ-1 вернулись на «Пирс» и начали методично укладывать в нем оставшийся не поставленным поручень-переход и сумку с гермоблоками эксперимента «Тест».

– Фёдор, Сергей, я понимаю, что это очень ответственная операция, но давайте все-таки пойдем на улицу, – поторапливал Киреевичев.

Взяв с собой сумку с еще двумя гермоблоками и двумя устройствами экспонирования, они наконец-то вышли наружу.

– Да что ж ты будешь делать, – сокрушался Рязанский, когда что-то шло не так.

– Я же говорю, что сегодня нелетная погода, – пояснил Юрчихин.

Сергей с помощью пробозаборников гермоблока №13 взял пробы-мазки в районе выходного люка №2, в тех же местах, что и на «Поиске», а Фёдор установил устройство экспонирования №17 рядом на поручне. Далее Рязанский уложил в чехол полотенце, когда-то закрепленное на «Пирсе».

– «[Литиевый поглотительный] патрон ограничен» написано [на дисплее скафандра]. Но это иногда бывает, – сказал Юрчихин.



ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ



Напомним, что задача этого патрона удалять выдыхаемый космонавтом углекислый газ.

– Да, чего-то день сегодня какой-то удивительный: если нам что-то надо, то обязательно не в той стороне, а если мы перемещаемся, то обязательно не в том направлении. Проходил я мимо этого места 150 раз сегодня, – расстроенно заметил Рязанский, монтируя на «Пирсе» устройство экспонирования №18.

Между тем внутри станции итальянец Паоло Неспולי «пинками загнал» Джека и Пегги в «Поиск» и закрыл люки, ведущие в переходный отсек «Звезды» из «Зари», «Поиска» и рабочего отсека «Звезды».

С использованием пробозаборников гермоблока №14 Фёдор взял пробы-мазки в районе выходного люка №1.

– Обидно – подкос (имеется в виду поручень-переход. – А.К.) не лег вообще, – поделился своими переживаниями Юрчихин.

– Если бы нам дали еще десять минут, то мы бы смогли его установить, – резонно заметил Рязанский.

– Ребят, вы за бортом уже 7 час 13 мин, – справедливо напомнил Киреевичев.

– Ни фиги себе!

– А жизнь-то она быстро протекает. Спокойно собираем все имущество и просьба подтвердить, что перчатки у вас чистые перед входом.

Перчатки были чистыми, но немного потрепанными.

Космонавты зашли в «Пирс» и выключили сублиматоры скафандров, а Юрчихин

вдобавок к этому автоматическую систему терморегулирования (АСТР).

– Вот и дома, – констатировал Рязанский.

Киреевичев поинтересовался у «пустолазов» впечатлениями от проведенной работы. Те опять с сожалением заметили, что не поставили поручень-переход и что руки немного устали. Кроме того, Юрчихин сообщил специалистам НПП «Звезда», что его постоянно беспокоили сообщения на дисплее скафандра об инжекторе и переполненном поглотительном патроне, несмотря на нажатие кнопок с целью их убрать. В свою очередь, инженеры отметили, что CO₂ из скафандра удалялся нормально и АСТР работала хорошо, поддерживая комфортную температуру.

18 августа в 01:10 Рязанский закрыл выходной люк. Таким образом, ВКД-43 продолжалась 7 час 34 мин, на полтора часа дольше плана.

Это был 391-й выход в мире, 146-й – в российских скафандрах и 202-й – в рамках программы МКС. За девять выходов Фёдор набрал в сумме 59 час 31 мин (и занимает четвертое место в мире после Анатолия Соловьёва, Майкла Лопеса-Алегриа и Пегги Уитсон), а Сергей за четыре – 27 час 39 мин.

До конца года с борта МКС будут осуществлены три выхода по американской программе, которые планируются в октябре–ноябре и посвящены, в частности, замене концевой захвата-эффектора на дистанционный манипулятор SSRMS.

А. Красильников.
«Новости космонавтики»



SpX-12: И ступень посадили, и грузовик на орбиту вывели

14 августа в 12:31:37 EDT (16:31:37 UTC) со стартового комплекса LC-39А Космического центра имени Кеннеди (KSC) специалисты компании SpaceX выполнили пуск ракеты-носителя Falcon 9 FT с грузовым космическим кораблем Dragon (заводской № C113).

Первая ступень (№ B1039) носителя отделилась на 148-й секунде полета, после чего возвратилась к месту старта и на 465-й секунде приземлилась в посадочной зоне LZ-1, расположенной на площадке LC-13 Станции ВВС США «Мыс Канаверал».

В 12:41:47 корабль отделился от второй ступени Falcon 9 и оказался на орбите с параметрами:

- наклонение – 51.63°;
- минимальная высота – 197.7 км;
- максимальная высота – 361.9 км;
- период обращения – 90.06 мин.

В каталоге Стратегического командования США «Дракону» присвоили номер 42904 и международное обозначение 2017-045A. Его полет получил индекс SpX-12 в графике сборки и эксплуатации МКС.

Это был 162-й пуск ракеты-носителя из KSC с целью выведения полезного груза на околоземную орбиту или отлетную траекторию, 39-й полет носителя семейства Falcon 9 и 19-й для версии FT, 103-й старт с комплекса LC-39A, 191-й запуск в рамках программы МКС и 14-й полет грузового корабля «Дракон». Посадка первой ступени Falcon 9 в зоне LZ-1 стала шестой по счету и шестой успешной.

Стартовая масса корабля составляла 10 600 кг, в том числе 2910 кг грузов, которые будут описаны в следующем номере НК.

Запуск «Дракона» намечался на 10 августа, через неделю после старта спутника-ретранслятора TDRS-M. Однако при подготовке последнего на космодроме была повреждена антенна, что потребовало ее замены и последующих повторных испытаний. В результате запуск TDRS-M сместился на 10 августа, подвинув менее приоритетный старт «Дракона» на 14 августа. Позже стало понятно, что ремонтные работы затянутся и, соответственно, отложат запуск спутника-ретранслятора на 18 августа, поэтому старт грузовика назначили на 13 августа.

Наконец, технические проблемы с ракетой Falcon 9 привели к суточной задержке запуска «Дракона». Обязательный тестовый 3.5-секундный прожиг двигателей первой ступени носителя на стартовом комплексе LC-39A состоялся лишь 10 августа в 09:10 EDT.

Как отметил заместитель руководителя программы МКС в NASA Дэн Хартман (Dan Hartman), у «Дракона» оставалась всего одна

Циклограмма пуска					
Время, сек	План	Факт	Событие	Высота, км	Скорость, км/ч
145	145	145	Выключение двигателей первой ступени	58.0	5781
148	148	148	Отделение первой ступени		
156	156	156	Включение двигателя второй ступени		
161	161	161	Включение двигателей первой ступени для ее возвращения к месту старта	78.1	5574
	213	213	Выключение двигателей первой ступени	110	2015
	249	249	Максимальная высота подъема первой ступени	118	1658
369	368	368	Включение двигателей первой ступени для торможения в атмосфере	52.9	4348
	383	383	Выключение двигателей первой ступени	37.6	3280
	433	433	Включение двигателей первой ступени перед приземлением	5	1168
463	465	465	Приземление первой ступени в зоне LZ-1		
554	549	549	Выключение двигателя второй ступени	207	27116
614	610	610	Отделение корабля от второй ступени		

попытка запуска – 14 августа. При старте 15 августа его стыковка со станцией состоялась бы 17 августа, в один день с выходом в открытый космос по российской программе. Кроме того, во время выхода космонавты собирались запустить пять малых спутников, и NASA хотело бы получить точные параметры их орбит, прежде чем отправлять грузовик. Затем «Дракону» пришлось бы ждать запуска TDRS-M. И самое раннее, когда он смог бы полететь к МКС, было 19–20 августа.

А почему бы не запустить грузовик 15 августа, а принять его на станции уже после российского выхода? Дело в том, что в корабле летели мыши, которым противопозан длительный автономный полет.

По словам Д.Хартмана, специалистам NASA и SpaceX пришлось попотеть при укладке контейнеров с грызунами перед стартом, так как процесс неоднократно прерывался из-за плохой погоды на мысе Канаверал. В итоге укладка завершилась позже требуемого периода (за 12 часов до запуска), незадолго до подъема PH Falcon 9 в вертикальное положение.



Первый Falcon 9 FT новой версии

Крис Гебхардт (Chris Gebhardt), пишущий для сайта nasaspaceflight.com, утверждает, что 14 августа состоялся первый полет предпоследней версии ракеты Falcon 9 FT, известной как Block IV.

Гебхардт отмечает, что по сравнению с типовой FH Falcon 9 FT (также известной как Falcon 9 v1.2) на первой ступени версии модели Block IV внесены небольшие изменения в двигательный отсек и обеспечена возможность ее быстрого преобразования в боковой блок для ракеты Falcon Heavy. Кроме того, по словам К.Гебхардта, двигатели первой ступени ракеты типа Block IV, возможно, уже способны развивать тягу 190 000 фунтов (86.2 т), которая будет штатной для окончательной модели Block V, но пока используются на обычной для варианта Block III тяге 170 000 фунтов (77.1 т).

Как сообщает Эд Кайл (Ed Kyle) на своем сайте spacelaunchreport.com, первой была модернизирована до версии Block IV вторая ступень носителя. Главным ее отличием от Block III стала измененная процедура заправки, снявшая риск взрыва, который случился в сентябре 2016 г. Эд Кайл уточняет, что вторые

ступени типа Block IV к настоящему времени совершили три полета на первых ступенях версии Block III: два – в мае (со спутниками NROL-76 и Inmarsat-5 F4) и один – в июле 2017 г. (Intelsat-35e). Добавим от себя, что аналогичные внешние признаки имела вторая ступень при запуске в июне группы спутников Iridium NEXT с Ванденберга.

К сожалению, компания SpaceX официально не подтвердила вышеприведенную информацию. На пресс-конференции после запуска «Дракона» вице-президент SpaceX по обеспечению надежности полетов Ганс Кёнигсманн (Hans Koenigsmann) сообщил лишь о том, что на ракете, улетевшей 14 августа, были посадочные опоры, уже использовавшиеся в одном из предыдущих пусков.

Тем не менее она соответствует общему плану модернизации «девятки», который озвучила 22 июня президент и исполнительный директор компании Гвинн Шотвелл (Gwynne Shotwell): «Мы сейчас летаем на [ракетах] Block III. Вскоре начнем летать на [ракетах] Block IV и затем на [ракетах] Block V в конце года». Правда, за прошедшее время демонстрационный беспилотный запуск пилотируемого корабля Crew Dragon на ракете версии Block V сдвинулся на февраль 2018 г.

три выхода в открытый космос по американской программе. Они состоятся в конце октября – начале ноября с основной целью замены концевой захвата-эффектора на дистанционном манипуляторе SSRMS, у которого со временем истерлись проволочные ловушки захвата.

В связи с этим, а также вследствие необходимости дозагрузки, запуск корабля Cygnus (OA-8) отложен с 11 октября на 10 ноября, а старт следующего «Дракона» (SpX-13) – соответственно с ноября на декабрь.

Мороженое в роли стимула

«Дракон» сближался со станцией в течение двух суток. 16 августа корабль за счет серии маневров прибыл в точку в 350 м под МКС, затем переместился в точку 250 м, потом в точку 30 м и, наконец, в 10:40 UTC – в точку 11 м, в пределах досягаемости станционного манипулятора SSRMS.

В 10:52 Джек Фишер захватил грузовой манипулятор. После этого наземные специалисты, взяв на себя управление «рукой», переместили и в 13:06 присоединили «Дракона» к нижнему порту Узлового модуля Harmony. Астронавты, по-видимому, так хотели поесть доставленное кораблем мороженое, что в тот же день открыли переходные люки – на сутки раньше графика.

Грузовик пробудет на станции до 17 сентября.

По материалам NASA, SpaceX, NASASpaceFlight.com, SpaceflightNow.com и Florida Today

Расчетная циклограмма автономного полета «Дракона»	
Дата и время, UTC	Событие
14.08.2017, 17:24:09	Козлиптический маневр CE (величина импульса – 44.8 м/с)
15.08.2017, 04:21:58	Маневр подъема высоты HA1 (10.5 м/с)
15.08.2017, 05:07:41	Маневр CE1 (10.4 м/с)
16.08.2017, 02:12:31	Маневр HA2 (2.49 м/с)
16.08.2017, 02:58:47	Маневр CE2 (2.44 м/с)
16.08.2017, 07:00:00	Маневр HA3 (0.66 м/с)
16.08.2017, 07:16:40	Маневр HA3-MC1
16.08.2017, 07:33:20	Маневр HA3-MC2
16.08.2017, 07:46:10	Маневр CE3 (0.25 м/с)
16.08.2017, 08:16:00	Маневр HA4 (0.28 м/с)
16.08.2017, 08:32:40	Маневр HA4-MC1
16.08.2017, 08:49:20	Маневр HA4-MC2
16.08.2017, 09:04:00	Прибытие в точку в 350 м под станцией
16.08.2017, 09:19:00	Прибытие в точку 250 м
16.08.2017, 10:07:00	Прибытие в точку 30 м
16.08.2017, 10:44:00	Прибытие в точку 11 м
16.08.2017, 11:00:00	Захват корабля манипулятором SSRMS

Последний корпус первого поколения

Как рассказал Ганс Кёнигсманн на пресс-конференции, посвященной старту «Дракона», не исключено, что возвращаемый аппарат (ВА) корабля №С113 станет последним изготовленным корпусом для «Драконов» первого поколения. Компания

SpaceX надеется, что в остальных восьми полетах грузовых «Драконов», законтрактованных NASA в рамках программы CRS, будут использоваться уже летавшие ВА. Г. Кёнигсманн отметил, что в ближайшие месяцы этот вопрос будет решен.

Напомним, что в июне–июле 2017 г. на МКС побывал «Дракон» (миссия SpX-11), в составе которого впервые применялся ВА, ранее летавший в миссии SpX-4 в сентябре–октябре 2014 г.

В то же время NASA пока не разрешило использовать для запусков «Драконов» возвратившиеся из космоса первые ступени Falcon 9. Во всяком случае, по словам Д.Хартмана, в декабрьском запуске «Дракона» (SpX-13) будет применяться новая первая ступень. Он доложил, что сейчас специалисты агентства всесторонне изучают предложение SpaceX и, возможно, к концу сентября дадут на него ответ.

Между тем Г. Кёнигсманн проинформировал, что в октябрьском запуске телекоммуникационного спутника SES-11 будет повторно использоваться первая ступень № V1031.

Касаясь программы МКС, Д.Хартман сообщил, что недавно в нее были включены

Стоянка для «Драконов» на мысе Канаверал

Компания SpaceX получила разрешение на строительство корпуса юго-западнее посадочной зоны LZ-1, находящейся на площадке LC-13 Станции ВВС США «Мыс Канаверал».

В сооружении будет осуществляться послеполетное обслуживание и ремонт кораблей «Дракон». Корпус будет временным – пока компания не найдет для этих целей постоянное место.

В 60 метрах от корпуса планируется возвести стенд для испытаний системы аварийного спасения «Дракона».

Напомним, что в апреле 2017 г. SpaceX получила разрешение на сооружение второй посадочной зоны к северу от LZ-1 для обеспечения первого пуска ракеты Falcon Heavy, намечающегося в ноябре.



И. Чёрный.
«Новости космонавтики»



Пока на привязи Испытания Dream Chaser продолжаются

30 августа корпорация Sierra Nevada (SNC) провела испытания инженерного прототипа ETA (Engineering Test Article) многоразового грузового мини-шаттла Dream Chaser, выполненного по схеме «несущий корпус» (НК № 3, 2013, с. 39; № 11, 2014, с. 31-33; № 3, 2016, с. 14-16). Тестирование, проводившееся на территории Летно-исследовательского центра (ЛИЦ) имени Армстронга*, включало подъем ETA на тросе под вертолетом CH-47 Chinook для проверки работоспособности бортовой электроники, органов управления и посадочного шасси мини-шаттла.

Полет продлился 1 час 41 минуту, после чего опытный экипаж вертолета плавно опустил аппарат на взлетно-посадочную полосу (ВПП) на дне высохшего соляного озера. Перед этим Dream Chaser по командам выпустил основные шасси и носовую лыжу. В ходе испытаний аппарата компания SNC собрала данные об аэродинамических характеристиках и управляемости аппарата, подвешенного на тросе.

Привязным испытаниям в полете предшествовали наземные тесты. Так, 24 августа ETA буксировался на жесткой сцепке за пикапом, разгоняющимся по ВПП до максимальной скорости около 100 км/ч, а затем отпускался, чтобы проверить способность аппарата удерживать направление движения после торможения до полной остановки, что необходимо после возвращения из космоса.

Напомним: мини-шаттл разработки SNC для полетов на низкую околоземную орбиту создается на базе задела по проекту HL-20, который, в свою очередь, стал результатом «творческого копирования» советского экспериментального КА «Бор-4». Dream Chaser примерно в десять раз легче и в четыре раза меньше орбитальной ступени корабля системы Space Shuttle. Первое время корабль будет непилотируемым, хотя в перспективе сможет иметь экипаж до семи астронавтов.

В космос аппарат доставит одноразовая РН Atlas V, после чего он сможет сблизиться с МКС, доставить на станцию грузы, самостоятельно вернуться на Землю и совершить автономную горизонтальную посадку в планируемом полете на ВПП. По расчету мини-шаттл может использоваться до 15 раз.

Должностные лица SNC заявили, что августовский тест прошел как планировалось и собрал желаемые данные для изучения. «На борту [ETA] присутствует вся авионика, которая положена орбитальному аппарату, – рассказал перед испытательным полетом Стив Линдси, бывший астронавт и командир шаттла, а ныне старший директор и менеджер по совместным программам подразделения SNC по системам для исследования и освоения космоса. – Бортовое оборудование и полетное программное обеспечение экспериментального образца идентичны тому, что будет на орбитальном аппарате. Вот почему [этот тест] настолько критичен для нас. В нем проверяют все: [например], аэродинамику аппарата. Мы один раз летали и знаем, как себя ведет [Dream Chaser], но хотим снова проверить его и получить дополнительные аэродинамические данные». Он также добавил: «Мы рады подойти к остальным наземным и летным испытаниям, которые помогут доказать, что наш проект орбитального аппарата готов к производству в рамках контракта CRS-2».

«Мы очень довольны результатами теста... Все, что мы видели, указывает на успешное испытание с получением полезных данных для следующего раунда тестирования», – отметил другой бывший астронавт, ныне – директор SNC по полетам в рамках программы Dream Chaser Ли Аршамбо (Lee Archambault).

Первый полет, о котором упомянул Линдси, был частью программы испытаний 2013 г. с целью проверки аэродинамического поведения ETA и осуществления планируемых полетов на разных скоростях. Тогда аппарат потерпел аварию при отработке

26 октября 2013 г. во время летного испытания аналог Dream Chaser – аппарат ETV (Engineering Test Vehicle) – был поднят на тросе под вертолетом, отцеплен и совершил планирующий спуск по направлению к ВПП № 22L авиабазы Эдвардс. Мини-шаттл штатно коснулся полосы, но затем съехал с нее и перевернулся «на спину» из-за того, что одна из основных стоек шасси не выпустилась. Специалисты заключили, что эта авария не указывает на ошибки проекта Dream Chaser, поскольку установленное на ETV основное шасси заимствовало с реактивного истребителя F-5E Tiger специально для этих испытаний – оно не предназначалось для реального орбитального полета.



* До 1 марта 2014 г. – ЛИЦ имени Драйдена. Исследовательский центр NASA, расположенный на территории авиабазы ВВС США Эдвардс в штате Калифорния и изучающий полет экспериментальных ЛА на высотах от 100 м до 30 км, на скоростях от 15 км/ч до M=10 и продолжительностью до 100 часов.

** ETA прибыл на авиабазу Эдвардс в феврале 2017 г.

захода на посадку и приземления (НК № 12, 2013, с. 19-21). С февраля 2017 г., когда ETA прибыл на авиабазу Эдвардс, проводятся тесты в рамках летной квалификации по второму этапу контракта NASA на оказание коммерческих услуг по снабжению CRS-2 (Commercial Resupply Services). В их программу входит вторая серия атмосферных испытаний мини-шаттла Dream Chaser.

После первой неудачной посадки компания SNC получила гораздо более серьезный удар: в 2014 г. NASA объявило о решении заключить контракт на коммерческую доставку экипажей с компаниями Boeing и SpaceX, которые разрабатывали корабли Starliner и Dragon, обойдя SNC и не выделив денег на финансирование системы Dream Chaser. Разработчики, однако, решили продолжать проект на собственные средства и заключили с NASA соглашение об обмене технической информацией и о другой нефинансовой поддержке разработки.

Их упорство было вознаграждено: в январе 2016 г. агентство объявило, что контракты этапа CRS-2 получат не только SpaceX и Orbital ATK, но и SNC. С корпорацией Sierra Nevada была заключен договор на шесть космических полетов с доставкой грузов на МКС в период с 2019 по 2024 гг.

Компания уверена, что Dream Chaser сильно недооценен, поскольку крылатое изделие сможет занять уникальное положение в парке «грузовиков» для снабжения МКС. Ко второму этапу испытаний проект был обновлен: корабль оснастили складными консолями крыла и дополнительным грузовым модулем в хвостовой части фюзеляжа.

Первое нововведение позволит размещать мини-шаттл стандартного (а не уменьшенного, как предполагалось ранее) размера внутри пятиметрового головного обтекателя таких РН, как Ariane 6 (Arianespace), Vulcan (ULA), New Glenn (Blue Origin) и Falcon 9 / Falcon Heavy (SpaceX).

Одноразовый отсек позволит доставлять на МКС дополнительно 3250 кг груза сверх 1750 кг, перевозимых внутри фюзеляжа. Хвостовой отсек, оснащенный стыковочным интерфейсом, будет отделяться от мини-шаттла перед спуском с орбиты и сгорать в атмосфере, утилизируя размещенный в нем мусор. Сам же космолан – с астронавтами или с возвращаемым грузом – совершит управляемый спуск с атмосфере и мягкую посадку на ВПП Космического центра имени Кеннеди.

Разработчики считают, что использование крылатого корабля, а не баллистической капсулы позволит приземлять и многократно повторно использовать аппарат. При этом научные специалисты смогут получать результаты своих работ, проведенных на МКС, практически мгновенно после посадки, которая будет производиться в хорошо оснащенном и подготовленном аэропорту. По этой причине представляется предпочтительным и использование пилотируемого варианта Dream Chaser относительно, например, полетов корабля Dragon с посадкой в море, которые потребуют весьма дорогостоящей поисково-эвакуационной операции.

В будущем, если разработку пилотируемого варианта одобрит NASA, мини-шаттл может быть применен и в других це-



лях – например, с целью ремонта и восстановления Космического телескопа имени Хаббла, что позволит поддерживать уникальный научный инструмент в рабочем состоянии в течение 2020-х годов.

И вот спустя почти четыре года после неудачи полеты возобновились.

Второй полет «на привязи» планируется провести во второй половине сентября. В миссии, названной ALT-2, предполагается вывести вертолет с аппаратом на тросе по направлению к ВПП № 22L, опустить нос на высоте около 100 м и симулировать посадку на два выпущенных основных колеса и носовую лыжу с рулением на полосе. Первый свободный полет (сброс) с посадкой в автономном режиме может состояться до конца года.

Стараясь поддержать усилия по срочному возвращению полезных нагрузок на землю, Международный аэропорт Хантсвилла HSV (Huntsville International Airport), штат Алабама, открыл первую фазу научно-исследовательских работ по изучению возможности посадки корабля, разрабатываемого компанией SNC, на одну из двух имеющихся коммерческих ВПП. Западная полоса в Хантсвилле – вторая по величине на юго-востоке США, по длине (12 600 футов, или 3840 м) ее превышает только ВПП Международного аэропорта Майами. «Предварительное исследование подтвердило возможность посадки, и теперь мы рады сообщить, что инициировали процесс выдачи разрешений Федеральной авиационной администрацией FAA», – заявил исполнительный директор HSV Рик Такер (Rick Tucker) в совместном пресс-релизе SNC и аэропорта.

Вторая фаза работ продолжительностью не менее 24 месяцев будет посвящена взаимодействию с FAA с целью получения надлежащей лицензии, которая позволит мини-шаттлу приземляться в HSV. Данные исследования рассматриваются как естественное привлечение внимания объектов и предприятий ракетно-космической отрасли к региону. «Все мы видим в Хантсвилле лидера в области экономики коммерческого космоса. Именно поэтому аэрокосмическое сообщество взяло на себя обязательство

использовать объект в космической коммерции», – заключил мистер Такер.

Что делает Хантсвилл идеально подходящим для поддержки не только проекта Dream Chaser, но и индустрии космических полетов в целом? «Не нужно далеко ходить, чтобы увидеть, насколько космонавтика связана с образом нашего города, – говорят американские эксперты. – От «ракетного сада» – экспозиции ракет, среди которых имеется полномасштабный макет лунного носителя Saturn V, возвышающийся над другими музейными объектами Американского космического и ракетного центра (U.S. Space & Rocket Center), – до прекрасного географического расположения».

«Хантсвилл имеет хорошее экономическое положение и обладает опытным персоналом, что позволит сделать наш город ключевым местом для таких значительных усилий, – отметил Джен Хесс (Jan Hess), президент Teledyne Brown Engineering. – Наша компания гордится тем, что возглавляет разработку, которые демонстрируют все, что может предложить наше сообщество».

Вместе с тем следует помнить, что основа Хантсвилла – Центр космических полетов имени Маршалла – один из основополагающих элементов американской национальной космической программы. Конкретно для программы Dream Chaser может быть использован Центр обслуживания и интеграции полезной нагрузки POIC (Payload Operations and Integration Center), который с 2001 г. практически круглосуточно отвечает за управление всеми научными экспериментами на американском сегменте МКС. Именно эта тесная связь с научными полезными нагрузками и POIC делает возвращение крылатого корабля в аэропорт HSV таким привлекательным.





Околоземный космос после МКС

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»

19 июля во время работы Международного аэрокосмического салона МАКС-2017 **Александр Гдальевич Деречин**, заместитель генерального директора РКК «Энергия» имени С. П. Королёва по стратегии, развитию бизнеса и международной деятельности, дал представителям прессы развернутое интервью, которое может быть интересно читателям НК.

– *Каковы перспективы космического туризма на МКС?*

– В программе МКС мы предпочитаем использовать термин «участник космического полета» (УКП). Мы выполнили 20 подобных миссий: среди УКП были не только частные лица, но и представители космических агентств. Эту деятельность собираемся продолжать и расширять, несмотря на то, что в этой сфере работают и наши конкуренты: в частности, Boeing и SpaceX, которые делают коммерческие корабли. Мы считаем, что наши услуги будут востребованы – сначала на корабле «Союз», а потом на корабле «Федерация».

– *Как будет решаться вопрос с носителем для платформы «Морской старт»?*

– Что касается «Союза-5», мы очень хотим сделать эту ракету, думаем о ней уже больше 20 лет. [При ее разработке] мы используем не только задел от «Зенита», но и все то, что узнали за последние 50 лет. Ракета крупнее «Зенита» – чуть длиннее, чуть больше в диаметре и позволяет вывести на низкую орбиту 17 т, сохраняя все преимущества, которые имел «Зенит», например полностью безлюдный старт. Планируется запускать ее как с Байконура, так и с «Морского старта», а также с космодрома Вос-

точный. Будет реализована возможность запуска пилотируемых кораблей. Корабль «Федерация» с ракетой «Союз-5» абсолютно конкурентоспособен на коммерческом рынке. Сейчас делаем эскизный проект. Планируется, что в 2022 г. состоится первый пуск беспилотного, а в 2024 г. – пилотируемого корабля.

– *Видите ли Вы эту ракету возвращаемой, по аналогии с Falcon 9 компании SpaceX?*

– По программе «Энергия-Буран» были разработаны технологии для обеспечения повторного использования блоков первой ступени (и сейчас можно их восстановить). Я достаточно долго занимался экономикой этого вопроса. Выяснилось, что спасать блоки экономически нецелесообразно, потому что масса самих средств возвращения достаточно велика, и на них теряется около 30% массы полезного груза, выводимого на низкую орбиту. Может быть, когда-то будут новые технологии, которые позволят все это делать на совершенно других принципах, но имеющиеся технологии экономически неэффективны.

То, что делает Илон Маск, красиво, но не может быть эффективно использовано на средствах выведения. Более простая задача и более эффективная – сокращение районов падения за счет привода отработавших ступеней «в точку».

На мой взгляд, надо думать сначала о многократном использовании косми-

ческих кораблей, поскольку они все равно возвращаемые. Когда мы научимся по десять раз запускать один и тот же корабль, тогда можно будет подумать и о ракетных ступенях. Сейчас пока рано – не срочная задача. Но технологии отработать полезно – это научный эксперимент.

– *Расскажите, пожалуйста, о судьбе МКС и о проекте российской космической станции, которая будет после нее.*

– На сегодня все 15 стран-партнеров признали необходимость работать на МКС до 2024 г. и далее. Недавно NASA высказалось за то, чтобы рассмотреть вопрос продления до 2028 г. и далее. Мы не видим технических препятствий, и если партнерство будет продолжаться, то это продолжение возможности получать преимущества, которые у нас есть сегодня. Россия, вкладывая около 10% стоимости программы МКС, имеет доступ к 30% ресурсов.

Идет напряженная работа, чтобы запустить три модуля второго этапа в ближайшее время (в 2018–2019 гг.) и завершить строительство российского сегмента МКС. Чем

▼ Многоуровневый модуль МЛМ



дольше будут работать эти модули, тем больше мы будем получать отдачу. США в 2009 г. завершили сборку своего сегмента, и у них сейчас уже идет расширенная эксплуатация. Нам надо сделать то же самое. Думаю, нецелесообразно государству уходить с низкой орбиты. Американская идея о том, чтобы после МКС отдать низкую орбиту коммерсантам, несколько авантюрна.

– А чем она Вам не нравится?

– Тем, что она нереальна. Коммерциализация низкой орбиты – дело будущего, невозможное без государственной станции. Поэтому говорить о коммерческом рынке на низкой орбите можно только как о дополнении к государственному.

– А когда американцы сделают коммерческие корабли?

– Пока их корабли не готовы. И ситуация такова, что они не будут коммерческими. В связи с этим нам надо совершенно четко понимать: если будет летать государственная станция, то можно развивать и коммерциализацию. Если такой станции не будет, тогда нам вообще трудно будет экономически оправдать пилотируемые полеты.

– А как же гостиницы на орбите и все прочее?

– Это пока будущее. Руководство американской космической отрасли начинает понимать важность околоземных орбит. Пока неизвестна их позиция, но Европа и мы четко понимаем, что надо продолжать осваивать низкую орбиту. Если США уйдут с низкой орбиты, тогда их клиенты придут к нам, на российскую орбитальную станцию. Мы собираемся делать ее на базе модулей МКС второго этапа. Пока не знаем, будет ли это российская станция с международным участием или нечто похожее на продолжение МКС. В любом случае международное участие запланировано. Конечно, предполагается развивать и коммерческую деятельность.



Станция станет самокупаемой, когда начнется производство на орбите. Мы много десятков лет работаем по этой теме, но пока космическое производство находится в стадии экспериментов.

– А нужен ли человек для такого производства?

– Человек важен в двух случаях. Первый – когда процесс не налажен. Человек его налаживает и старается менять условия эксперимента до тех пор, пока не станет понятно, как его надо проводить. Тогда его можно алгоритмизировать и автоматизировать. И второй случай – когда автоматические комплексы становятся очень сложными, тогда их надо обслуживать. Для этого тоже нужен человек.

– Получается, что для промышленного производства нужна посещаемая станция, а не станция с долговременным пребыванием?

– Если станция нужна для ограниченно объема производства (допустим, биокристаллов), она может быть посещаемой. Если на ней проводятся сотни (или тысячи) экспериментов, то она может быть постоянно действующей. Если станция служит для решения только одной задачи, она быстро превращается в автоматический посещаемый аппарат. Если же станция многоцелевая и этих целей

сотни и тысячи, она обязательно будет постоянно пилотируемой.

– Можно ли считать, что российская космическая станция задумывается в том числе и как прообраз завода на орбите (с частичным производством)? Или она будет служить только для экспериментов?

– Изначально наша станция (по определению) будет содержать три модуля и шлюзовой отсек, который служит для стыковки с другими модулями (станция с открытой архитектурой). Рассматривается случай, когда вместе с ней летает модуль ОКА-Т – это уже не станция, а комплекс для науки и производства.

– До какого уровня дошли работы по лунному кораблю?

– Работы по кораблю «Федерация», который в соответствии с ТЗ делается для двух задач – для низкой и для окололунной орбит, – идут по графику. Для низкой орбиты планируется, чтобы он летал на ракете «Союз-5». А вот для дальнего космоса необходима сверхтяжелая ракета, чтобы уйти от многопусковой схемы. Эти принципиальные решения наконец приняты, что позволяет провести увязку корабля со средствами выведения и ускорить разработку и экспериментальную отработку.

предприятия ракетно-космической отрасли

оборонно-промышленный комплекс

работа со страховыми проектами любой сложности



Малакут Созвездие
СТРАХОВОЙ БРОКЕР

(495) 933 13 73

www.malakut-constellation.ru

СТРАХОВОЙ БРОКЕР КОСМИЧЕСКИХ МАСШТАБОВ



И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»



Десятая миссия «Веги»

1 августа в 22:58:33 по местному времени (2 августа в 01:58:33 UTC) со стартового комплекса ELV (Ensemble de Lancement Vega) Гвианского космического центра (ГКЦ) специалисты компании ArianeSpace осуществили пуск носителя легкого класса Vega (миссия VV10) со спутниками дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) OptSat-3000 и Venus, принадлежащими итальянским и израильским государственным заказчикам.

Старт и полет носителя проходили в штатном режиме, спутники были выведены на расчетные солнечно-синхронные орбиты (ССО). Параметры орбит объектов и их каталожные обозначения даны в таблице.

Аппарат	Номер	Межд. обозн.	Параметры начальной орбиты			
			i	Hp, км	Ha, км	P, мин
OptSat-3000	42900	2017-044A	97.22°	444.4	458.5	93.67
VUP	42902	2017-044C	97.22°	438.2	454.8	93.55
Venus	42901	2017-044B	98.35°	713.4	731.2	99.30

Пуск

Подготовка к миссии началась с прибытия ступеней носителя в ГКЦ в середине мая. Специалисты приступили к сборке ракеты к концу июня, тогда же в Куру доставили спутники. Старт планировался на 25 июля, но этот срок выдержать не удалось, и пуск перенесли на 1 августа.

17 июля в монтажно-испытательном корпусе S3B была закончена сборка головной части: меньший по размеру израильский Venus заключили в адаптер VESPA (Vega Secondary Payload Adaptor), больший итальянский OptSat-3000 смонтировали на

нем, и всю конструкцию закрыли головным обтекателем. 19 июля «верхний композит» доставили к ракете, стоящей на пусковом устройстве в окружении мобильной башни обслуживания.

В день пуска обратный отсчет начался за 9 часов до момента T=0, выбранного с целью попадания в заданную плоскость орбиты. Предварительные проверки ракеты закончились в T-50 минут, когда Vega была переведена в пусковую конфигурацию. Автоматизированная циклограмма обратного отсчета началась в T-4 мин. В расчетное время включился двигатель первой ступени P80 – и 138-тонный носитель, увлекаемый тягой 280 тс, устремился в ночное небо над ГКЦ. Вертикальный подъем длился всего несколько секунд, а затем ракета выполнила программный разворот по крену и взяла курс на север, обрабатывая программу по тангажу.

Уже через полминуты после подъема был пройден звуковой барьер. Первая ступень отделилась в T+116 сек на высоте 59 км. Двигатель второй ступени Zefiro-23 с тягой 122 тс включился сразу после разделения и работал 77 сек. Он разогнал ракету до скорости 3.8 км/с, после чего отделился в T+220 сек на высоте более 200 км.

В данной миссии двигатели обеих нижних ступеней показали характеристики несколько выше расчетных, что было скорректировано путем «маневра управления энергией» третьей ступени и изменения траектории движения верхней ступени AVUM,

при этом ее первый импульс сократился на несколько секунд.

Двигатель третьей ступени Zefiro-9 включился в T+243 сек, еще через 5 сек был сброшен головной обтекатель (ГО). Это был первый полет ракеты Vega с ГО, изготовленным с использованием технологии безавтоклавного формования углеродного композита (out-of-autoclave carbon composite technology), которая была недавно представлена на Ariane 5. Данное решение позволило значительно сократить время и затраты на производство обтекателя.

Генерируя пиковую тягу в 32 тс, двигатель третьей ступени работал в течение двух минут и поднял скорость «Веги» почти до орбитальной. После выключения тяги Zefiro-9 последовал короткий пассивный участок траектории для гашения импульса последней ступени. В момент разделения – в T+402 сек – Vega достигла высоты 235 км и скорости примерно 7.6 км/с.

Для доставки ПН на точную целевую орбиту использовалась жидкостная четвертая ступень AVUM (Attitude Vernier Upper Module). В этом полете она включалась четыре раза. Первая пара импульсов доставила спутник OptSat-3000 на околополярную орбиту высотой 450 км и наклоном 97.2°. Аппарат массой 368 кг, предназначенный для использования итальянскими военными, был отделен от ракеты примерно через 43 мин после старта.

Далее последовал пассивный участок траектории продолжительностью около 10 мин, в конце которого была отделена верхняя часть VUP адаптера и вновь включился двигатель блока AVUM. За счет второй пары импульсов четвертая ступень доставила израильский спутник Venus на орбиту высотой 720 км и наклоном 98.35°. Спутник был отделен примерно через 97 минут после старта. Еще через 10 мин блок AVUM выдал пятый импульс продолжительностью 78 сек, в результате которого был сведен с орбиты.

В этот момент провайдер пусковых услуг заявил, что оба КА выведены на орбиты, весьма близкие к расчетным. «ArianeSpace рада подтвердить, что OptSat-3000 и Venus безопасно отделены от РН на своих целевых солнечно-синхронных орбитах, – сказал Сте-



фан Израэль (Stéphane Israël), председатель и главный исполнительный директор компании. – Уже второй раз в этом году, и десятый со времени своего дебюта, Vega успешно сработала для наших клиентов».

Августовский запуск вновь продемонстрировал надежность легкого европейского носителя: все десять пусков прошли без каких-либо аномалий. Это четвертая миссия за последние 10 месяцев, что является яркой демонстрацией надежности и гибкости РН. «Десять миссий, десять успехов: Vega достигла уровня надежности, который не имеет себе равных, – отметил Джулио Рандзо (Giulio Ranzo), генеральный директор фирмы Avio. – Мы гордимся этим результатом, впервые достигнутым Vega... который свидетельствует не только о большой надежности наших продуктов, но и об эффективности нашего сотрудничества с Arianespace и нашими европейскими промышленными партнерами».

«Мы добились успеха в усилиях по разработке новых технологий и все более эффективных средств выведения для удовлетворения все более изощренных потребностей наших клиентов, – добавил Рандзо. – В Коллеферро (Рим) мы только что завершили изготовление первого корпуса для P120C, крупнейшего монолитного твердотопливного двигателя, полностью изготовленного из углеродного волокна, которым будут оснащены Vega C и Ariane 6 – новые европейские РН, которые уйдут в полет в 2019 и 2020 годах».

Optsat-3000 – разведчик «под ключ»

Л. Розенблюм специально для «Новостей космонавтики»

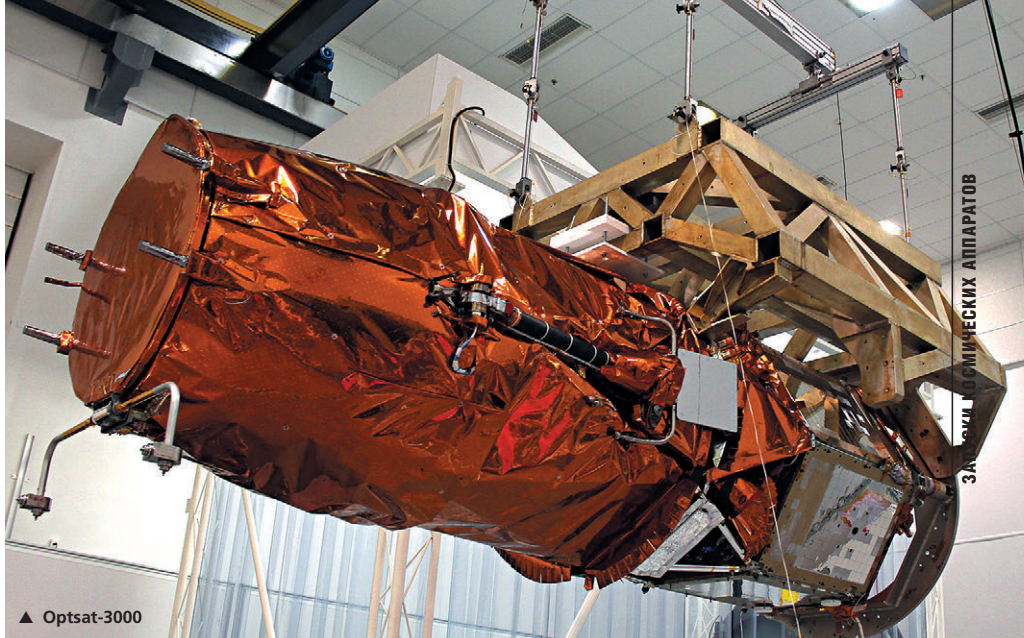
Optsat-3000* (Optic Satellite, «оптический спутник») – спутник оптико-электронной разведки, построенный израильским концерном Israel Aerospace Industries Ltd. (IAI) для Министерства обороны Италии. Генеральным подрядчиком по системе в целом, включая наземный сегмент, является итальянская Telespazio, IAI выступает подрядчиком по КА, OHV Italia является провайдером пусковых услуг.

Итальянское правительство в июне 2012 г. заказало израильский КА как часть пакетной сделки по продаже Израилю партии реактивных тренировочных самолетов Alenia Aermacchi M-346 Master. Сумма сделки, которую 2 июля 2012 г. одобрил Кнессет, оценивалась тогда более чем в 100 млн \$.

6 декабря 2012 г. израильская компания Elbit Systems объявила, что ее дочерняя фирма Electro-Optics Systems (El-Op) заключила с концерном IAI контракт на поставку камеры детального наблюдения, которая будет установлена на спутнике, предназначенном для Италии. Контракт в 40 млн \$ (с распределением на 3.5 года) предусматривал изготовление фирмой El-Op камеры

* Несмотря на указание во множестве источников, проект Optsat-3000 никогда не именовался SHALOM (Spaceborne Hyperspectral Applicative Land and Ocean Mission) – так должен называться первый в мире коммерческий спутник для гиперспектральной съемки, но этот проект до сих пор не утвержден и не профинансирован.

** Когда IAI поставил себе задачу вывести свою космическую технику на международный рынок, он обозначил КА оптико-электронной разведки 3-го поколения как Optsat-3000, а предыдущие поколения задним числом были названы Optsat-2000 (Ofeq-5, -6, -7, -9 и EROS-B) и Optsat-1000 (Ofeq-3, -4 и EROS-A), причем иногда в материалах концерна встречалось также обозначение Opsat.



высокого разрешения Jupiter и обеспечивающих систем.

Полная контрактная стоимость Optsat-3000 (182 млн \$) включала производство спутника и наземной инфраструктуры управления КА, а также мероприятия по вводу его в строй.

Итальянский спутниковый контракт – второй в истории Израиля случай продажи КА военного назначения «под ключ» другому государству: первым (хотя и не признанным официально) была поставка Индии КА радиолокационной разведки типа TecSAR под названием RISAT-2 (НК № 6, 2009, с. 30).

Optsat-3000**, впервые представленный в 2007 г., послужит промежуточным звеном в системе безопасности Италии для компенсации отсутствия собственных разведданных – до той поры, пока у нее не появится доступная космическая платформа для детальной фотосъемки. После ввода в строй он будет управляться Минобороны Италии и эксплуатироваться в единой системе с итальянскими аппаратами радиолокационной разведки COSMO-SkyMed второго поколения.

Optsat-3000, принадлежащий к третьему поколению израильских КА видовой разведки, базируется на втором поколении спутниковой платформы Improved Multi Purpose Satellite – IMPS-2, разработанной на предприятии «Мабат» (IAI/MBT Space Division) в г. Ехуд. Данная платформа послужила основой для КА радиолокационной разведки типа TecSAR, аппаратов оптико-электронной разведки третьего поколения (Ofeq-11; НК № 11, 2016, с. 49), а также КА агромониторинга Venµs, выведенного на орбиту в том же запуске.

На платформе типа IMPS-2 размещается все служебное оборудование, включающее источники питания, двигатели ориентации с запасом топлива, солнечные батареи, радиотехнические и другие системы. Аппарат состоит из двух основных модулей: служебного в виде шестиугольной призмы и отсека полезной нагрузки с оптико-элек-

тронной камерой высокого разрешения. Электроснабжение обеспечивается двумя трехсекционными панелями солнечных батарей. В рабочем состоянии, с развернутыми панелями, спутник имеет размеры 1.2х3.35х4.58 м, его масса – 368 кг.

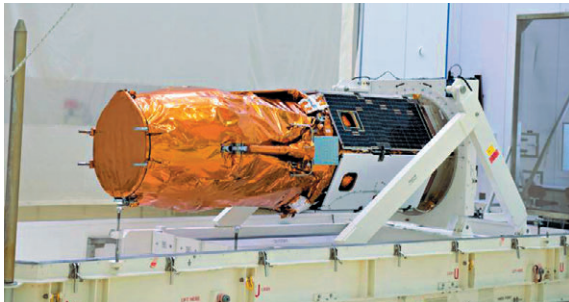
IAI подчеркивает высокую маневренность своих КА, отмечая небольшую массу и компактные размеры спутника (то есть небольшой момент инерции), дающие ему возможность быстрого перенацеливания с одного наземного объекта на другой, а также наблюдения одного объекта под различными углами. Optsat-3000 имеет высокий уровень автоматизации, требующий лишь небольшого вклада наземного центра управления, особенно при выборе задач съемки.

Optsat-3000 оснащен оптико-электронной камерой Jupiter высокого разрешения, обеспечивающей возможность одновременной съемки в панхроматическом и мультиспектральном режиме. В состав целевой аппаратуры входит телескоп с фокусным расстоянием 15.6 м и сборка фокальной плоскости на базе матриц с 96 шагами временной задержки и накопления.



Технические характеристики камеры высокого разрешения Jupiter		
Характеристики	Панхроматический режим	Мультиспектральный режим
Разрешающая способность на высоте 600 км, м	0.5	
Ширина полосы обзора с высоты 600 км, км	15	
Апертура, м	0.7	
Фокусное расстояние, м	15.6	
Относительное отверстие	1:22.3	
Область спектра, мкм	0.45–0.90	0.45–0.52 0.52–0.60 0.63–0.69 0.76–0.90
Шаг сенсора, мкм*	13	
Количество пикселей	30000	
Рабочая доля витка	30%	
Максимальная мощность, Вт	200	
Масса, кг	120	

* С обратной подсветкой.



▲ Optsat-3000

По информации производителя, камера обладает улучшенными возможностями наблюдения и разведки, обеспечивает детальное и качественное изображение объектов, малоразмерных и отдельно стоящих строений, транспортных средств и структур, высокое качество распознавания и предупреждения, оптимальный режим наблюдения за ситуацией, возможность более детального планирования наблюдений, улучшенные возможности оценки боевых повреждений. Мультиспектральный режим работы позволяет различать замаскированные объекты и транспортные средства.

Оптико-электронный комплекс КА может действовать в различных режимах. В маршрутно-полосном режиме (strip) аппарат сканирует длинные участки поверхности по ходу полета. Время пребывания спутника над данным участком определяет качество полученного изображения: чем дальше камера находится над районом съемки, тем более качественным будет изображение, но при этом полоса съемки сократится.

В зональном режиме (area) возможно расширение полосы съемки. При этом сканируется более широкий участок, что достигается посредством съемки серии полосных участков с частичным перекрытием. Таким образом, один снимок может покрывать более широкий район, и в процессе съемки из них формируется единое изображение.

Имеется также возможность получения стереоизображения, сформированного из двух или более снимков того же района, снятого под различными углами. Формирование трехмерного изображения является сложным процессом, требующим точного наведения аппарата при съемке, что достижимо на КА данного типа.

Аппарат будет работать по крайней мере 7 лет на солнечно-синхронной орбите высотой 440×450 км с прохождением нисходя-

щего узла в 10:30 по местному времени. Поскольку рабочая орбита значительно ниже 600 км, для которых приведены характеристики аппаратуры Jupiter, реальное разрешение Optsat-3000 выше и достигает 38 см, а снимаемая полоса уже – примерно 11 км.

В настоящее время Израиль рассчитывает на аналогичные контракты с такими странами, как Южная Корея и Польша. «Не бывает года, чтобы к нам не приезжали из зарубежных стран и не интересовались спутниками наблюдения, – рассказывает генеральный директор предприятия «Мабат» Офер Дорон (Ofer Doron). – По стоимости аппарат сопоставим с двумя-тремя современными боевыми самолетами, но это относительно невысокая цена за то, чтобы иметь собственную возможность наблюдать из космоса».

Venus – спутник агромониторинга

Venus является совместным проектом Израильского космического агентства ISA и Национального центра космических исследований Франции CNES для мониторинга растительности и состояния природной среды. Путь его к стартовой площадке оказался на редкость долгим.

Автор этих строк помнит, как 7 декабря 2004 г. в аудитории Аэрокосмического факультета хайфского Техниона представитель концерна IAI Мейдад Парiente (Meidad Pariente)* рассказывал о разработке франко-израильского спутника, которому сам и придумал название: Venus (Vegetation and Environment New μ -Satellite – «Новый микроспутник [для изучения] растительности и среды»; часто используют написание Venus).

Однако и эту дату нельзя назвать первой. По словам профессора Арнона Карниэли (Arnon Karnieli) из Университета имени Бен-Гуриона, возглавляющего научный коллектив спутника, корни проекта уходят

в 1997 г., когда он назывался «Давид» и финансировался в рамках европейской научной программы Copernicus. «Много воды утекло, и множество людей сменилось. С той поры остались только Ави Бласбергер (который теперь возглавляет космическое агентство) и я, – вспоминает Карниэли. – Проект «Давид» был концептом фотокамеры, которой заинтересовался CNES, что увенчалось подписанием в апреле 2005 г. договора между главами космических агентств Франции и Израиля по разработке и запуску спутника».

Тогда запуск аппарата для агромониторинга казался делом самого ближайшего будущего – его планировали на начало 2008 г. с помощью РН «Днепр». Израиль собирался вложить в проект около 20 млн \$, а Франция выделяла 13 млн \$.

Задержка была вызвана частично организационными проблемами, а частично – техническими неполадками с разработкой покрытия спектральных фильтров. Нелегко было найти подходящий носитель – эффективный и относительно дешевый для запуска двух «пассажиров».

«Часть задержек в запуске аппарата произошла из-за желания присовокупить к нему другой спутник. Здесь надо понимать, что «напарник» должен выводиться на более или менее схожую орбиту. Поэтому ждали именно такой спутник... Случайно это оказался аппарат, тоже построенный в Израиле [Optsat-3000], – поясняет профессор Карниэли. – На протяжении нескольких лет обсуждались возможности запуска из Казахстана, изучалась даже возможность запуска из Индии, но в конце концов мы выбрали Arianespace».

Рассказывают, что при рождении проекта подразумевалось, что израильская промышленность разработает и изготовит весь «борт», а французская поставит оптико-электронную камеру. Французы изучили продукцию различных фирм в поисках удачного соотношения качества и стоимости. Что называется, «помыкались по миру»... и снова вернулись в Израиль – на фирму Elbit Systems, чья дочерняя фирма El-Or создает оптику для спутников детального наблюдения Израиля. 27 октября 2005 г. было подписано соглашение между El-Or и CNES на разработку, изготовление и поставку камеры для «Венуса». Для строительства и интеграции спутника был выбран IAI, а поставку



* Ныне М. Парiente – глава международного стартапа Sky and Space Global – UK Ltd., построившего кубсаты серии Diamond (HK № 8, 2017).

электрореактивного двигателя взял на себя государственный концерн RAFAEL.

В итоге Venus стал первым аппаратом, созданным Израилем в сотрудничестве с другим государством, а также первым израильским КА научно-прикладного назначения (не считая наноспутников). Франция отвечала за техническую координацию, руководство проектом и научные аспекты миссии (обработка данных, анализ, архивация и дистрибуция данных). Готовый аппарат был представлен публике и прессе 25 мая 2017 г.

Программа полета спутника поделена на два направления: научные задачи по наблюдению Земли в различных диапазонах спектра и технологические – испытание и использование электрореактивных (холловских) двигателей.

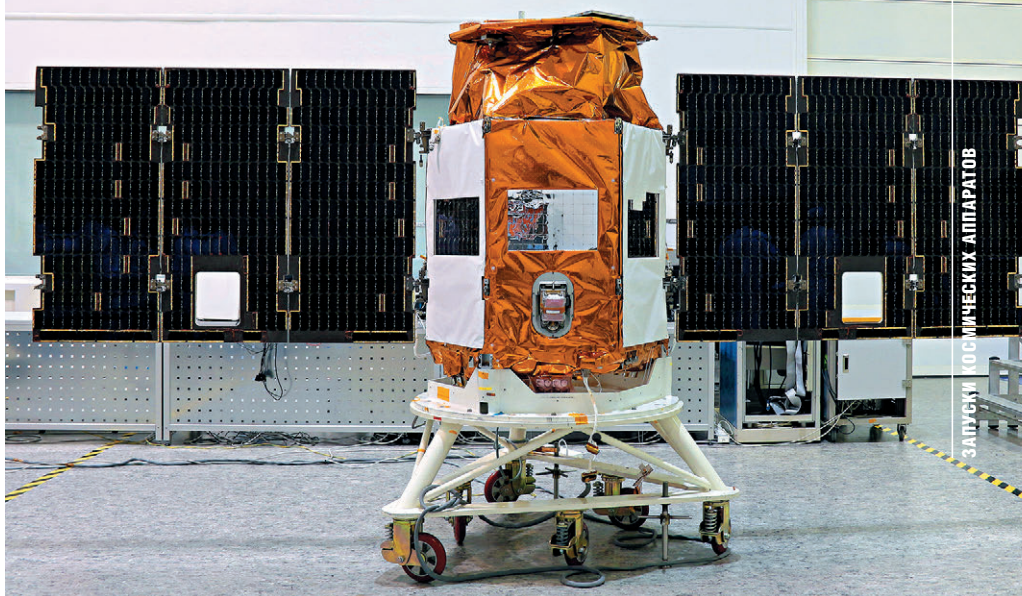
Venus предназначен для глобального мониторинга среды, контроля источников воды, состояния растительного покрова и других ресурсов. Он использует платформу IMPSS-2, разработанную космическим отделением IAI – предприятием «Мабат». Данную платформу используют израильские спутники оптико-электронной разведки 3-го поколения, а также радиолокационные аппараты. Масса КА – 264 кг, его корпус имеет форму восьмугольной призмы диаметром 1.2 м и высотой 1.6 м в конфигурации для запуска.

Спутник имеет две трехсекционные панели СБ размером 4,4 м, которые производят 800 Вт электроэнергии. Блок питания Power Conditioning Unit распределяет электричество по всем системам спутника и регулирует заряд литий-ионной батареи. Ориентация КА поддерживается с помощью пары звездных датчиков, трехосного магнитометра и активной инерциальной системы ориентации, использующей четыре маховика (с расчетом на нормальную работу при отказе одного из них). Четыре основных и четыре резервных ЖРД малой тяги обеспечивают сброс накопленного момента и отвечают за ориентацию в безопасном режиме. Система управления ориентацией обеспечивает быструю реакцию и маневренность, давая возможность отклонения от надира $\pm 30^\circ$, позволяя спутнику покрывать 720-километровую полосу съемки.

Для передачи команд на борт и сброса телеметрии Venus использует аппаратуру S-диапазона. Данные съемки Земли сохраняются в запоминающем устройстве объемом 30 Гбайт и передаются на Землю по двойному каналу в X-диапазоне со скоростью 2x155 Мбит/с.

Главная полезная нагрузка «Венуса» – гиперспектральная камера Venus Superspectral Camera (VSSC) – 12-канальная оптико-электронная система для получения изображений земной поверхности. Она была разработана на базе проекта MSRS (Multi-Spectral High Resolution Sensor), над которым работали в EL-Op совместно с германской фирмой OHB-System для европейского КА, так и не вышедшего за пределы чертежной доски.

Камера VSSC работает в 12 областях спектра и обладает разрешением 5.35 м. Она получает одновременно 12 перекрывающихся друг друга изображений Земли с 12 датчиков в фокальной плоскости, каждый в собственном узком спектральном диапазоне.



ЗАПУСК КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Характеристики каналов			
Канал	Длина волны, нм	Ширина полосы, нм	Назначение
B1	420	40	Коррекция атмосферных искажений, вода
B2	443	40	Аэрозоли, облака
B3	490	40	Коррекция атмосферных искажений, вода
B4	555	40	Суша
B5	638	40	Вегетационный индекс**
B6	638	40	Трехмерное изображение поверхности, качество изображения
B7	672	30	Красный барьер фотосинтеза***
B8	702	24	Красный барьер фотосинтеза
B9	742	16	Красный барьер фотосинтеза
B10	782	16	Красный барьер фотосинтеза
B11	865	40	Вегетационный индекс
B12	910	20	Водяной пар

** *Вегетационный индекс – показатель количества фотосинтетически активной биомассы, используемый для количественной оценки растительного покрова.*

*** *Красный барьер фотосинтеза – явление резкого усиления отражения зеленой растительности в ближнем инфракрасном излучении, которое позволяет идентифицировать растительность при дистанционном зондировании.*

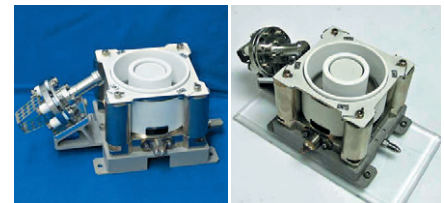
▲ Аппарат Venus

кости располагаются четыре блока датчиков, каждый с тремя отдельными ПЗС-приемниками, работающими в режиме временной задержки и накопления TDI (Time Delay Integration). Два блока (A и D) находятся непосредственно за объективом, еще два (B и C) расположены ортогонально оптической оси; свет попадает на них после отражения от складывающихся зеркал. Каждый приемник содержит по 5200 элементов размером 13x13 нм при 32 ступенях накопления. Для уменьшения объема данных количество ступеней TDI может быть выбрано индивидуально – 1, 2, 4, 8, 16 или все 32 строки. Перед каждым приемником находится полосовой фильтр, который задает центральную длину волны и ширину полосы соответствующего канала.

Перед полетом и в полете выполняется калибровка с помощью наземных объектов и съемки Луны в определенной фазе.

Venus имеет две двигательные установки (ДУ): традиционную, с химическими двигателями, и экспериментальную IEPS (Israeli Electrical Propulsion System) с холловскими электроракетными двигателями. Обе ДУ

▼ ЭРД ИНЕТ-300



Инструмент массой 43.5 кг представляет собой комбинацию оптической системы и модуля обработки информации суммарной длиной 1.2 м. Свет попадает в апертуру и через 22-сантиметровую бленду проходит в оптический модуль диаметром 345 мм и длиной 460 мм. Телескоп выполнен по схеме Ричи-Кретьена с фокусным расстоянием 1.75 м и апертурой 0.25 м, его поле зрения – 1.5° в направлении полета и 2.2° в поперечном направлении.

Камера работает в режиме pushbroom, используя орбитальную скорость КА для развертки изображения. В фокальной плоскости

▼ Гибридная двигательная установка спутника Venus – гидразиновая и электрореактивная

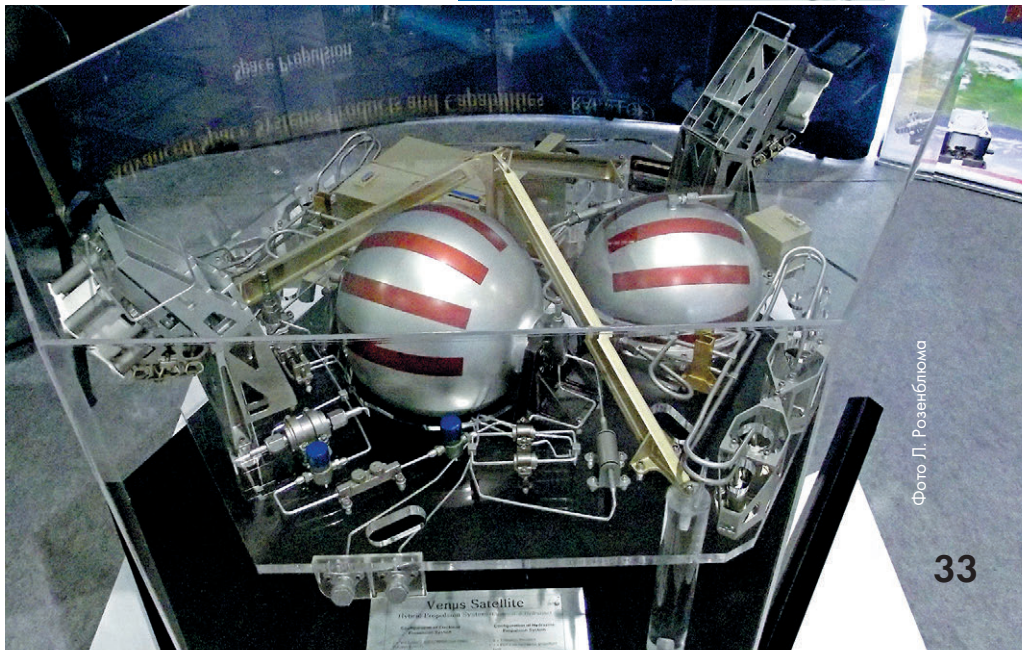
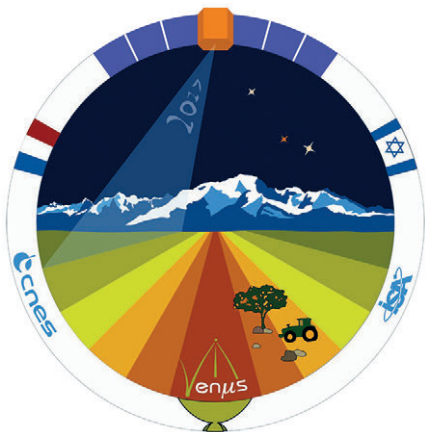


Фото Л. Розенблюма



▲ Эмблема КА *Venus*, выбранная по результатам конкурса, проведенного Израильским космическим агентством. Ее автор – Наама Глаубер (Na'ama Glauber), студентка по компьютерным наукам Еврейского университета (Иерусалим)

разработаны в государственном концерне RAFAEL.

Традиционная ДУ имеет восемь ЖРД тягой по 1 Н каждый. Они объединены в блоки по четыре двигателя, причем вторая «четверка» будет активирована, если выйдет из строя первая. Все ЖРД питаются из главного бака PEPT-260 с 6.9 кг гидразина.

Электрореактивная система IEPS, которую впервые для Израиля создали на RAFAEL, включает два двигательных модуля IHET-300 (Israeli Hall Effect Thruster) массой по 1.6 кг и центральный бак, рассчитанный на 16 кг ксенона под давлением 16 атм. Оборудование включает регуляторы давления, клапаны, регуляторы потока и управляющий блок Power Processing Unit. Характеристики двигателей IHET-300 приведены в таблице.

Характеристика	Значение
Номинальная мощность на аноде	300 Вт
Диапазон рабочей мощности	250–600 Вт
Тяга	> 15 мН
Удельный импульс	1300 сек
Количество включений	> 2500
Срок службы	> 1000 час
Масса	1.6 кг
Размеры	170×120×90 мм

Главная научная миссия VM1 на солнечно-синхронной орбите высотой 720 км продлится 2.5 года. На этом этапе миссии камера VSSC будет делать снимки с разрешающей способностью 5.35 м в полосе шириной 27.56 км при съемке в надир.

Научные задачи «Венуса»: поставлять данные для экологического мониторинга по 50 научным полигонам с типовыми экосистемами внутренних и прибрежных районов; предоставлять информацию о растительном покрове и его состоянии, помогая развивать новые методы преобразования спутниковых данных в параметры состояния биосистемы. Данные с КА помогут ученым проследить водные и углеродные циклы и получить дополнительные данные о взаимодействии между массивами суши и атмосферой для разработки атмосферных моделей. *Venus* также будет собирать данные для агрокультурного контроля, континентальной гидрологии и прибрежной океанографии, отслеживая динамику снежного покрова, движение ледников и отложение выносимого материала в устьях рек. Данные *Venus* по отражающим свойствам поверхности будут использоваться в глобальных климатических моделях.

В этот период технические испытания играют подчиненную роль. Один раз в месяц ионные двигатели будут включаться для сбора тестовых данных и для поддержания 720-километровой высоты орбиты. Кроме того, один раз в год, с середины октября до середины ноября, когда нет необходимости в контроле сельскохозяйственных работ, целый месяц будет посвящен испытаниям электрореактивной установки.

Второй этап полета VM2 предусматривает снижение орбиты с использованием холловских двигателей до 410 км с одновременным уменьшением наклонения на 2° для того, чтобы *Venus* оставался на истинной ССО с местным временем нисходящего узла 10:30 и постоянными условиями освещения.

▼ Вулкан Везувий. Снимок выполнен 19 августа 2017 г. аппаратом *Venus*

Предполагается, что для этого потребуется от 6 до 10 месяцев, если ионные двигатели проработают как положено.

На третьем этапе VM3 аппарат будет пытаться поддерживать как можно дольше – по крайней мере в течение года – орбиту высотой 410 км в условиях повышенного атмосферного торможения. Камера VSSC и двигатели IHET будут работать по схеме чередования: камера делает снимки в течение витка, после чего идет виток работы электрореактивной ДУ для компенсации атмосферного торможения. В периоды скачков плотности верхней атмосферы (вследствие повышенной солнечной активности) для удержания спутника на желаемой орбите будут использоваться химические двигатели.

С высоты 410 км камера «Венуса» будет делать снимки с разрешением 3.0 м в полосе шириной 13 км. Новая орбита, как и прежняя, обеспечит двухстучный период повторной съемки, но не через 29, а через 31 виток.

После года работы на высоте 410 км спутник войдет в плотные слои атмосферы и разрушится.

Venus использует несколько наземных станций, главная из которых находится в Кируне (Швеция), наземный сегмент научной миссии CNES во Франции и центр технологической миссии RAFAEL в Израиле. CNES отвечает за планирование миссии и принимает все изображения, которые затем обрабатываются для распространения среди научного сообщества; центр наземного сегмента в IAI обеспечивает все технические аспекты миссии спутника – фактически, управляет космическим аппаратом и контролирует его работу. И, наконец, RAFAEL отвечает за обработку телеметрии электрореактивной ДУ и включение-отключение двигателей.

Первоначально в пуске VV-10 планировалось запустить также три кубсата SAMSON (форм-фактор 6U) разработки хайфского Техниона (Technion), предназначенные для проверки возможности управляемого совместного полета группы из трех спутников на протяжении года на орбите высотой 600 км. Однако ввиду неготовности этих МКА их запуск отложен на более поздний срок.

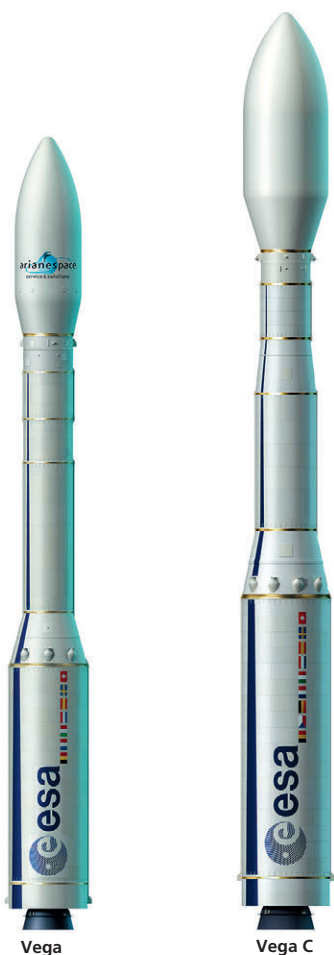
Переход на форсированную ракету

И. Афанасьев

20 июня Arianespace заключила первый контракт на запуск созвездия (многоспутниковой группировки) КА оптического наблюдения с очень высоким разрешением концерна Airbus Defense and Space с помощью нового варианта носителя Vega C. Согласно договору, две такие ракеты выведут на орбиту четыре спутника начиная с середины 2020 г. Получая изображения каждой точки на земном шаре по несколько раз в день, эти «чрезвычайно юркие» оптические спутники будут пристально следить за нашей постоянно меняющейся планетой.

Vega C – это эволюционное развитие текущего варианта легкой европейской РН, которое обеспечит рост массы полезного груза на низкой околоземной орбите с 1500 кг до 2200 кг. Обновленный носитель также будет





Vega

Vega C

иметь улучшенные характеристики и большую конкурентоспособность по сравнению с начальным вариантом из-за реорганизации производственных процессов и более эффективной цепочки поставщиков.

Стратегическая задача проекта Vega C – разработка конкретных эволюционных технологий, направленных на улучшение производительности, снижение затрат, удобство загрузки и укрепление интеграционной способности систем средств выведения в европейском секторе.

Архитектура РН Vega C мало отличается от текущей конфигурации. В частности, как и базовая модель, носитель будет состоять из трех твердотопливных и одной жидкостной ступеней: новые РДТТ первой (P120C) и второй (Zefiro Z40) ступеней, имеющийся двигатель (Zefiro Z9) третьей ступени, а также модифицированный модуль AVUM имеют большие возможности по энергетике.

Опыт, полученный в ходе разработки и эксплуатации существующего легкого носителя, привел к необходимости улучшений в архитектуре авионики, связанных с повышением гибкости новой платформы Vega C и дополнительными сервисами к полезной нагрузке. Были введены следующие конкретные изменения:

- ◆ новые электронные исполнительные механизмы управления вектором тяги для двигателей P120C и Z40, основанные на дублировании блока управления и использовании тепловых батарей;

- ◆ дополнительные сервисы к полезной нагрузке – благодаря внедрению нового мно-

* Первый квалификационный пуск Ariane 6 планируется в 2020 г.

гофункционального модуля MFU Mk.II, способного обеспечивать отделение многих КА;

- ◆ внедрение системы местоопределения на базе спутниковых навигационных систем, также используемой для обеспечения проверки безопасности полета;

- ◆ усовершенствование бортового программного обеспечения для большей гибкости.

P120C – новый двигатель первой ступени, общий для европейских носителей нового поколения Ariane 6* и Vega C. Он разработан Avio и Ariane Group на совместном предприятии Europropulsion. Это крупнейший монолитный твердотопливный ракетный двигатель с корпусом из углеродного волокна, когда-либо построенный, с массой твердого топлива 142 т. Огневые стендовые испытания первого экземпляра нового двигателя пройдут в 2018 г.

Программа Vega C также будет включать разработку новых технологий в области авионики, таких как TTEthernet, гибридная навигация и телеметрическая система на основе спутников-ретрансляторов TDRS, которая впоследствии будет применяться в будущей модификации РН – Vega E.

Наиболее интересные инновации в новом проекте включают возможность удовлетворения рыночных требований к спутникам, оснащенным радаром с синтезированной апертурой. В этом отношении новая ракета будет еще более гибкой и универсальной, чем ее предшественница, что позволит увеличить охват рынка запусков подобных аппаратов на низкую околоземную орбиту с сегодняшних 50 до 90%. В частности, адаптер полезной нагрузки VESPA будет использоваться для запуска двух КА, как сейчас, либо для размещения кубсатов и микроспутников на внутренней платформе.

Кроме того, разрабатывается новый адаптер полезной нагрузки VAMPIRE, который позволит вывести на орбиту основную полезную нагрузку, а также небольшие полезные нагрузки или кубсаты. Еще одним важным новшеством является Small Spacecraft Mission Service (SSMS) – новый адаптер, который разрабатывается для кластерных запусков большого числа наноспутников.

Первый квалификационный полет РН Vega C запланирован на середину 2019 г. Недавно завершилось изготовление пер-

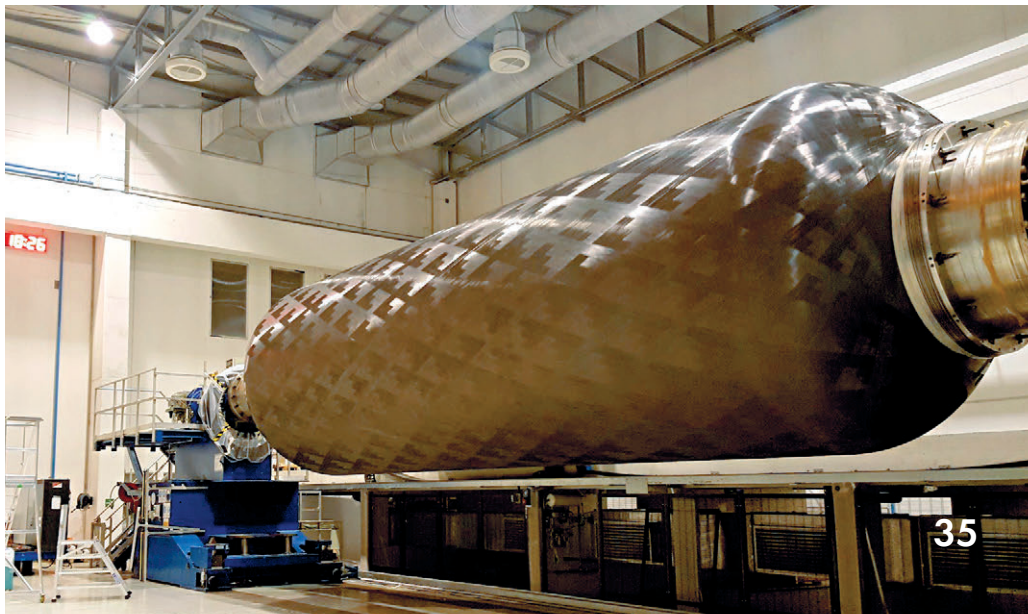
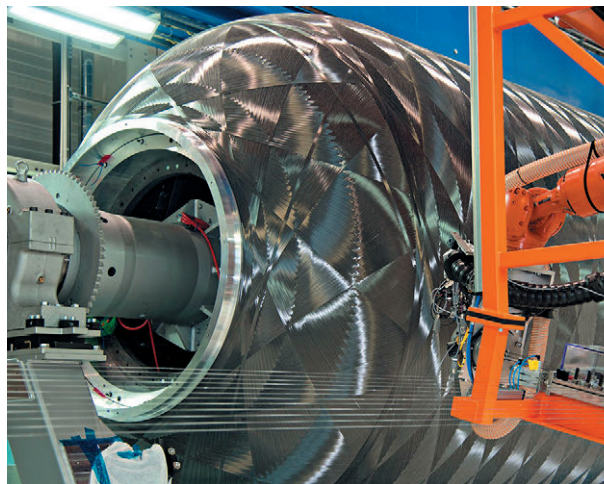
▼ Намотка корпуса твердотопливного двигателя P120C на заводе компании Avio

вого корпуса нового твердотопливного двигателя первой ступени P120C, который успешно прошел испытания на прочность на заводе фирмы Avio в Коллеферро (Италия). Недавно это изделие отправилось в ГКЦ, где в настоящее время готовится к заливке инертным топливом на заводе Regulus (также совместное предприятие Avio и Ariane Group).

Контракт с Airbus Defense and Space отражает постоянное доверие со стороны крупнейшего европейского заказчика, который был первым потребителем оригинальной версии ракеты Vega в мае 2013 г. при запуске спутника VNREDSat-1 для Вьетнама. С тех пор Airbus Defense and Space выбрал еще несколько миссий ракеты Vega, а также является первым коммерческим заказчиком для ракеты Vega C.

«Мы полностью доверяем Arianespace, чтобы вывести на орбиту наше новое созвездие, которое будет способствовать нашему сервису и расширению спектра наших услуг, – заявил Франсуа Ломбар (François Lombard), глава разведывательного бизнес-кластера в Airbus Defense and Space. – Наряду с наземным сегментом нового поколения, предлагающим многопроцессорные и мощные средства обработки изображений, наше созвездие значительно расширит доступ к более точным и подробным изображениям Земли».

«Arianespace чрезвычайно гордится тем, что выиграл этот первый контракт на запуск разрабатываемой ракеты-носителя Vega C от нашего давнего клиента и партнера Airbus Defense and Space», – сказал, в свою очередь, Стефан Исраэль.



Военный связной «Благовест» на сотом «Протоне-М»

А. Красильников.
«Новости космонавтики»

17 августа в 01:06:59.975 ДМВ (16 августа в 22:07:00 UTC) с 24-й пусковой установкой 81-й площадки космодрома Байконур стартовыми расчетами предприятия ракетно-космической промышленности России осуществлен пуск ракеты-носителя «Протон-М» (8К82КМ) с разгонным блоком «Бриз-М» (14С43) и телекоммуникационным космическим аппаратом «Благовест» № 11Л в интересах Министерства обороны РФ.

Через пять минут после старта носитель был взят на сопровождение средствами наземного автоматизированного комплекса управления Главного испытательного космического центра имени Г. С. Титова.

В 01:17 «Бриз-М» со спутником отделился от третьей ступени «Протона-М», которая по суборбитальной траектории вошла в плотные слои земной атмосферы и разрушилась над акваторией Тихого океана юго-восточнее Японии.

Журналист Анатолий Зак сообщил на своем сайте www.russianspaceweb.com, что для доставки «Благовеста» на целевую орбиту планировалось четыре включения маршевого двигателя разгонного блока и что отделение аппарата предполагалось в 10:10.

По данным Стратегического командования США, «Благовест» был выведен на геостационарную орбиту с параметрами:

- наклонение – 0.09°;
- минимальная высота – 35 511 км;
- максимальная высота – 35 766 км;
- период обращения – 1432.0 мин.

Космические войска Воздушно-космических сил (ВКС) приняли спутник на управление после отделения от «Бриза-М» и присвоили ему официальное название

«Космос-2520». С аппаратом поддерживалась устойчивая телеметрическая связь, его бортовые системы функционировали нормально.

По сообщению АО «Информационные спутниковые системы» (ИСС) имени академика М. Ф. Решетнёва, разработавшего и изготовившего «Благовест», на спутнике штатно раскрылись антенны и крылья солнечных батарей, аппарат сориентировался на Солнце и Землю.

В американском каталоге «Космос-2520» присвоили номер **42907** и международное обозначение **2017-046A**.

Общее руководство запуском «Благовеста» на космодроме осуществлял командующий Космическими войсками – заместитель главнокомандующего ВКС генерал-полковник Александр Головкин.

В мае 2016 г. генеральный директор ИСС Николай Тестоедов сообщил, что отправка на орбиту первого «Благовеста» намечается в конце 2016 г., однако по различным причинам, в том числе из-за необходимости переборки двигателей второй и третьей ступеней ракет «Протон-М» (*НК* № 5, 2017, с.52-55), его запуск был отложен на 2017 г.

Спутник был доставлен на Байконур 3 июля самолетом Ан-124, а уже 13 августа полностью собранную и испытанную ракету космического назначения вывезли на правый стартовый комплекс 81-й площадки космодрома.

Анатолий Зак утверждает, что подготовка к запуску на космодроме сопровождалась техническими проблемами. При сборке первой ступени «Протона-М» был обнаружен неправильный разъем кабеля на одном из боковых блоков. Потребовалась также замена нескольких блоков системы управления. Новые блоки были срочно привезены на са-

молетах из Москвы. Кроме того, 10 августа срок эксплуатации 24-й пусковой установки на площадке 81 был продлен на два года – до 31 июля 2019 г.

По словам А. Зака, «Бриз-М» должен был доставить «Благовест» на геостационарную орбиту наклонением $0 \pm 0.2^\circ$, эксцентриситетом 0 ± 0.005 и периодом обращения 1436.07 ± 9.17 мин. Параметры фактической орбиты выведения хоть и были в допусках, однако меньший период обращения привел к тому, что спутник стал дрейфовать на восток со скоростью около 2° в сутки.

В период с 23 по 31 августа с помощью стационарных плазменных двигателей аппарата была проведена коррекция орбиты, в результате дрейф КА был остановлен примерно над 70° в. д., а затем направление движения изменилось на западное с набором скорости 1.6° в сутки. В дальнейшем проводились коррекции наклона и эксцентриситета. 16 сентября «Благовест» был стабилизирован в рабочей точке 45° в. д.

Первый из четырех

Спутник «Благовест» № 11Л является одним из самых крупных КА, когда-либо изготовленных решетнёвской фирмой.

Он создан в рамках государственного контракта № Н/2/2-05-11-ДОГОЗ, подписанного 14 апреля 2011 г. между ИСС и Минобороны РФ. Аппарат предназначен для обеспечения широкополосного доступа в Интернет, передачи данных, теле- и радиовещания, телефонной и видеоконференцсвязи.

«Благовест» стал четвертым спутником после «Экспресса-АМ5», «Экспресса-АМ6» и «Ямала-401», который был сделан на базе разработанной железнгорским предприятием негерметичной платформы тяжелого класса «Экспресс-2000».

По данным ИСС, аппараты, проектируемые на платформе «Экспресс-2000», имеют следующие основные характеристики: стартовая масса при прямом выведении на геостационарную орбиту – до 3250 кг; масса полезной нагрузки (ПН) – до 1100 кг; мощность энергопотребления ПН – 13 кВт; срок активного существования не менее 15.25 лет.

«Благовест» оснащен двумя крестообразными крыльями солнечных батарей, каждое из которых вместе с рамой имеет длину 18 м. Оборудование для системы ориентации спутника поставлено компанией «Геофизика-Космос»: приборы ориентации по Земле 342К и 344К, прибор ориентации по Солнцу 347К и прибор ориентации по звездам 348К.

Решетнёвская фирма впервые для аппаратов на базе платформы «Экспресс-2000» разработала и произвела ПН для «Благовеста». В прошлом ИСС уже спроектировали и изготовили ПН для спутников на основе платформы «Экспресс-1000»: трех типа «Луч-5» и одного «Луча», стартовавшего в сентябре 2014 г.

Сибирским предприятием сделана также конструкция модуля ПН для «Благовеста». В самой ПН увеличен объем оборудования, самостоятельно изготовленного ИСС. Это антенные системы, низкочастотная кабельная сеть и волноводы. В Железногорске прошла сборка и состоялись испытания ретрансляционного оборудования (фильтры, делители мощности и мультиплексоры), приобретенного у французской фирмы Thales Alenia Space.

«Это аппарат нового поколения, в котором применены наработки ИСС, сделанные по коммерческим контрактам, – рассказал заместитель начальника отделения управления и эксплуатации космических аппаратов и систем в ИСС Вячеслав Ружилков. – В частности, впервые использована негерметичная платформа тяжелого класса для данного заказчика. Применен бортовой специальный комплекс, который впервые был собран целиком и полностью в ИСС. Поэтому для нас это новое достижение, которое должно быть проверено, должно доказать свою состоятельность в космосе».

Бортовой ретрансляционный комплекс «Благовеста», носящий имя «Светоч», оснащен девятью антеннами, работающими в трех диапазонах частот: С (прием/передача), Ка (передача) и Q (прием).

▼ В районе падения №327 (Алтай) найден фрагмент обечайки отсека 2-й ступени РН «Протон-М»

Стоит отметить, что приемная аппаратура Q-диапазона (42–45 ГГц) на «Благовесте» используется впервые в России. Кроме того, данный спутник стал первым, где применены антенны Ка- и Q-диапазона с контурной диаграммой направленности производства железногорского предприятия. «Мы единственные в стране умеем делать контурные антенны и сами для себя это делаем в первый раз на спутнике “Благовест”, – подчеркнул гендиректор ИСС Николай Тестоедов.

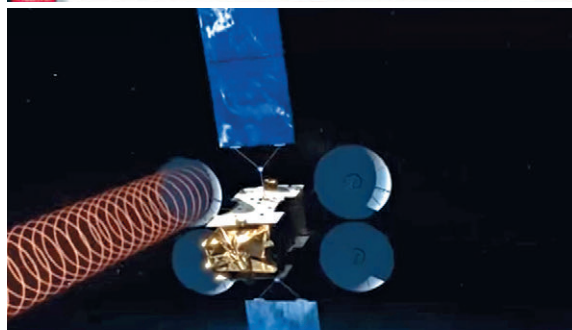
На аппарате установлена многолучевая антенна Ка/Q-диапазона с 28 лучами. «Антенны Ка-диапазона в небольшом объеме уже изготавливались нашим предприятием, но именно многолучевые антенны в Ка-диапазоне были применены впервые на “Благовесте”, – отметил начальник лаборатории комплексного проектирования полезных нагрузок в ИСС Александр Квашнин.

В мае 2016 г. Н.А. Тестоедов сообщил, что всего решетнёвская фирма должна произвести четыре спутника «Благовест»: «Они предназначены для прямой ретрансляции в интересах Минобороны. Там нет ничего секретного. Просто огромные объемы социальной и иной информации проходят по линии Минобороны. Этот информационный поток должен быть поддержан».

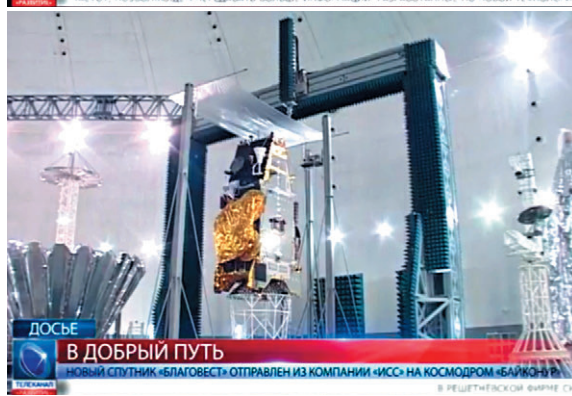
В июле 2017 г. на Международном авиационно-космическом салоне МАКС-2017 гендиректор ИСС проинформировал, что запуск второго «Благовеста» ожидается в третьей декаде декабря 2017 г., а третьего и четвертого – в 2018 г.



«БЛАГОВЕСТ» В КОСМОСЕ
СОСТОЯЛСЯ ЗАПУСК НОВОГО СИБИРСКОГО СПУТНИКА



С ГОВОРЯЩИМ НАЗВАНИЕМ
ИСС СОЗДАЕТ НОВЫЙ СПУТНИК С СОБСТВЕННОЙ ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКОЙ



В ДОБРЫЙ ПУТЬ
НОВЫЙ СПУТНИК «БЛАГОВЕСТ» ОТПРАВЛЕН ИЗ КОМПАНИИ «ИСС» НА КОСМОДРОМ «БАЙКОНУР»



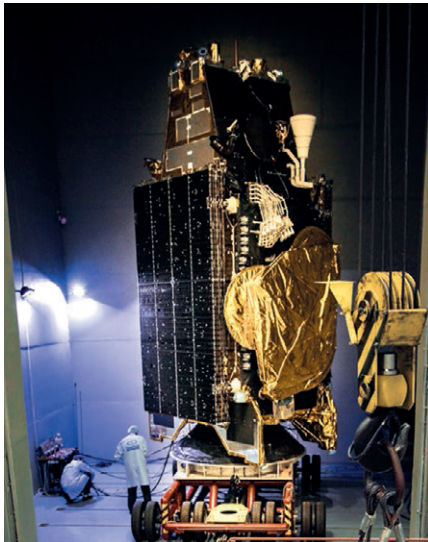
КРЫЛЬЯ «БЛАГОВЕСТА»
НА НОВЫЙ СПУТНИК ПРОИЗВОДСТВА «ИСС» СМОНТИРОВАНЫ СОЛНЕЧНЫЕ БАТАРЕИ



РЕПЕТИЦИЯ ДЛЯ «БЛАГОВЕСТА»
РЕШЕТНЁВЦЫ ПОМЕСТИЛИ СВОЙ НОВЫЙ СПУТНИК НА ТЕРМОВАКУУМНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Фото В. Аздошкино





В августе 2017 г. Николай Алексеевич высказал сомнение в том, что Минобороны РФ будет заказывать дополнительные спутники «Благовест»: «Скорее всего – нет. Потому что эти аппараты имеют гигантскую пропускную способность, срок их активного существования в космосе – 15 лет. Вполне возможно, что у Минобороны появятся новые требования, например, по зонам покрытия или частотным диапазонам. Тогда и возникнет потребность в новых аппаратах такой серии. Жизнь не стоит на месте: может, это будут многолучевые антенны – со значительно большим количеством лучей, чем установлены на «Благовесте» сегодня».

По информации А. Зака, второй «Благовест» предполагается разместить в точке 128° в.д. Поиск в базе данных на сайте Международного союза электросвязи ИТУ подтверждает, что в указанных местах под названиями соответственно TOR-3 и TOR-6/TOR-6M по заявке России выделены частоты Q-диапазона. Аналогичные частоты предоставлены нашей стране и в других точках:

170° з.д. (TOR-5/TOR-5M), 26.5° з.д. (TOR-1M), 25° з.д. (TOR-9M), 3° з.д. (TOR-11M), 1° в.д. (TOR-15M), 8° в.д. (TOR-8M), 12° в.д. (TOR-18M), 14° в.д. (TOR-12M), 24° в.д. (TOR-7M), 35° в.д. (TOR-2M), 49° в.д. (TOR-16M), 58° в.д. (TOR-13M), 69° в.д. (TOR-14M), 70° в.д. (TOR-17M), 85° в.д. (TOR-4/TOR-4M) и 130° в.д. (TOR-10M).

Как сообщила после запуска газета «Коммерсант», история создания спутников «Благовест» (14Ф149) началась еще при предыдущем министре обороны РФ Анатолии Сердюкове.

«По задумке руководства ведомства, четверка аппаратов «Благовест» должна была стать основой для многофункциональной системы телекоммуникаций. Часть ее ресурсов предполагалось использовать для решения чисто оборонных задач (закрытая спутниковая связь и так далее), а часть – для коммерческого использования. Для этого планировалось создать подведомственную Минобороны компанию, главной целью которой стало бы извлечение прибыли путем продажи свободных ресурсов спутниковой группировки».

В ноябре 2012 г. Сердюков был уволен, а сменивший его Сергей Шойгу к коммерциализации ресурсов Минобороны отнесся прохладно. С учетом недозагрузки мощностей уже функционировавших аппаратов проект «Благовест» мог быть закрыт, но в итоге он остался с оговоркой, что все возможности этих спутников направят на внутриведомственное пользование», – отмечалось в газете.

Кроме того, «Коммерсант» рассказал, что для повышения пропускной способности каналов связи Минобороны РФ спутниковой системе «Благовест» не хватает наземного оборудования, разработкой которого занимается Московский научно-исследовательский радиотехнический институт. «Эта работа ведется с большим трудом, и понимания, когда именно появится осязаемый результат, пока нет», – указывалось в газете.

В годовом отчете Научно-производственного предприятия «Радиосвязь» за 2014 г. рассказывается о планах на будущее: «Перспектива развития отечественной военной спутниковой связи определена проектами тактико-технических заданий на создание перспективных ретрансляторов «Сфера» и «Благовест», в которых определены следующие направления: освоение миллиметрового диапазона волн; увеличение пропускной способности спутниковых радиолиний; реализация коммутации каналов и пакетов в ретрансляторах; реализация режима зонального обслуживания».

Планируемые к разработке комплексы станций спутниковой связи в опытно-конструкторских работах (ОКР) «Сфера» и «Передатчик» направлены на создание для всех видов Вооруженных сил РФ унифицированной модульной программируемой станции, при этом типоразмеры станций варьируются от портативных приемопередатчиков до крупногабаритных станций, устанавливаемых на кораблях ВМС и стационарных узлах связи. Однако все модификации оборудования данного семейства обладают полной электромаг-

нитной совместимостью, а также допускают дальнейшее наращивание функциональных возможностей и улучшение технических характеристик.

Разработку нового поколения станций спутниковой связи для работы с новыми ретрансляторами «Сфера» и «Благовест» планируется осуществить к 2020 г. Для подготовки к серийному выпуску нового поколения станций предприятие проводит глубокую модернизацию технологического оборудования, внедряет новые технологии, осуществляет комплексную автоматизацию всего производственного процесса».

Об упоминаемом перспективном спутнике-ретрансляторе «Сфера» можно узнать, в частности, из статьи И.О. Датьева «Развитие инфотелекоммуникационных систем арктических территорий», опубликованной в сборнике трудов Кольского научного центра РАН (выпуск № 5 за 2014 г.). В ней сообщается следующее: «На сегодняшний день в области компьютерных систем и сетей связи и ретрансляции в рамках ОКР «Сфера» ведутся работы по созданию единой системы спутниковой связи ЕССС-3 с космическими аппаратами «Сфера-С» на геостационарной орбите и «Сфера-В» на высоких эллиптических орбитах, которые призваны заменить «Глобус-1М» и «Меридиан»».

Юбилейный старт

Осуществленный пуск стал 1472-м с космодрома Байконур с целью выведения полезного груза на околоземную орбиту или отлетную траекторию, 90-м для пусковой установки № 24 и 414-м для ракет-носителей семейства «Протон».

Пуски ракет-носителей «Протон-М»			
Всего	Результаты		
	1	2	3
100 (125)	89 (109)	6 (7)	5 (9)

В скобках указано количество запущенных спутников.

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

Однако наиболее важным является то, что это был сотый пуск ракеты «Протон-М».

«Протон-М» отправился в первый полет в апреле 2001 г. (НК № 6, 2001, с.38-43) и с тех пор прошел четыре этапа модернизации с целью повышения его энергетических возможностей. В июне 2004 г. состоялся первый пуск «Протона-М» первого этапа модернизации. Его последний коммерческий полет был совершен в ноябре 2008 г.

В июле 2007 г. стартовал первый «Протон-М» второго этапа модернизации (НК № 9, 2007, с.19-22, 44-46), а в декабре 2010 г. – последний такой носитель в интересах коммерческого заказчика.

Дебют первого «Протона-М» третьего этапа модернизации произошел в феврале 2009 г. Наконец, в июне 2016 г. улетел первый «Протон-М» четвертого этапа (НК № 8, 2016, с.20-22).

По состоянию на 31 августа 2017 г., на ста ракетах «Протон-М» запущено 125 спутников, из них – 54 российских и 71 зарубежных.

По материалам Минобороны РФ, ИСС, RNS, ТАСС, Интерфакс, SpaceflightNow.com и Spaceflight101.com



Фото: М. Панюхиной, ЦЭНКИ

третий из третьего поколения

18 августа в 08:29 EDT (12:29 UTC) со стартового комплекса SLC-41 станции ВВС США «Мыс Канаверал» стартовые расчеты компании United Launch Alliance осуществили пуск PH Atlas V (вариант 401, номер AV-074) со спутником ретрансляции цифровых потоков данных TDRS-M в интересах NASA и других правительственных пользователей.

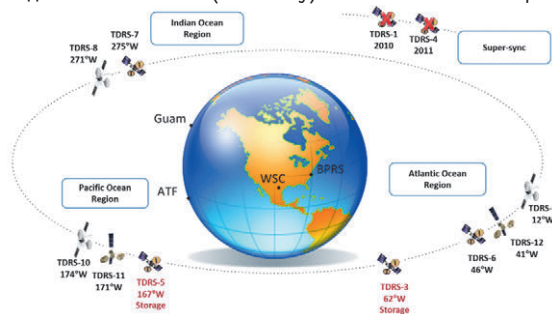
Пуск прошел штатно, и примерно через 114 мин КА был выведен на оптимизированную геопереходную орбиту с параметрами:

- наклонение – 26.21°;
- перигей – 4612 км;
- апогей – 35787 км;
- период обращения – 718.0 мин.

В каталоге Стратегического командования США спутник получил номер **42915** и международное обозначение **2017-047A**.

Архитектура и история TDRSS

Tracking and Data Relay Satellite System (TDRSS)* – это система ретрансляции цифровой информации, организационно входящая в состав Космической сети (Space Network) NASA и опирающаяся на группировку специализированных спутников. В настоящее время она состоит из семи рабочих и двух резервных аппаратов, расположенных на геосинхронной орбите над Атлантическим, Тихим и Индийским океанами (см. схему).



Система используется для передачи командно-телеметрической информации и обмена данными с различными системами космического базирования Соединенных Штатов, включая МКС, Космический телескоп имени Хаббла, ряд других низкоорбитальных спутников NASA и ВВС США, с высотными аэростатами и воздушными судами, а также с антарктической станцией Амундсен-Скотт на Южном полюсе. Обеспечивает она и космические пуски: к примеру, ступень Centaur, выводящая на орбиту спутник TDRS-M, взаимодействовала с наземными службами через аппарат TDRS-12 (он же TDRS-L; НК № 3, 2014, с.21-22) в орбитальной позиции 41° з. д. над Атлантикой, а более поздние фазы полета, включая отделение КА, проходили в поле зрения TDRS-7, работающего в точке 85° в. д.

Проект TDRS был инициирован в 1973 г. с целью обеспечения постоянной связью кораблей Space Shuttle. Первый спутник за-

* Более подробную информацию о развертывании системы и ее аппаратах можно почерпнуть из номера НК № 3, 2013, с.30-31.

пустили на шаттле в 1983 г., второй погиб с «Челленджером», а еще пять КА первой серии, изготовленных компанией TRW, были выведены на орбиты в 1988–1995 гг. К настоящему времени спутники TDRS-1 и TDRS-4 выведены из эксплуатации, и старейшим используемым КА является TDRS-3, который завершает 29-й год работы на орбите.

Три КА второго поколения были изготовлены компанией Hughes Aircraft (ныне в составе Boeing) на платформе HS-601, которая теперь называется BSS-601, и выведены на орбиту в 2000–2002 гг. носителями Atlas IIA. У спутника TDRS-8 уже в полете выявилась дефектная антенна, из-за которой его характеристики оказались ниже требуемых. У двух следующих КА дефект был исправлен еще на Земле.

Три спутника третьего поколения системы созданы Boeing'ом на основе платформы BSS-601HP, анонсированной в 1995 г. и впервые выведенной на орбиту два года спустя. Первые два спутника с временными обозначениями TDRS-K и -L были заказаны в декабре 2007 г. Из двух опций контракта NASA использовало только одну, дозаказав в 2011 г. аппарат TDRS-M стоимостью 289 млн \$. После ввода в эксплуатацию он получит номерное обозначение TDRS-13. Boeing отчитался в изготовлении последнего аппарата третьей серии 12 апреля 2016 г.

Вторая опция по TDRS-N использована не была. Учитывая, что в настоящее время Boeing проводит плановую замену платформы BSS-601 на новую BSS-702, запущенный спутник может оказаться последним аппаратом на базе платформ семейства BSS-601.

Пуск был заказан компании United Launch Alliance 30 октября 2015 г. за 132.4 млн \$ с расчетной датой в октябре 2017 г., но в феврале 2017 г. старт анонсировали на более раннюю дату – 3 августа.

23 июня спутник привезли во Флориду на борту военно-транспортного самолета C-17 ВВС США, а 26 июня на барже прибыла из Декатура (Алабама) ракета Atlas V. Однако 14 июля на финальном этапе проверки КА в МИКЕ компании Astrotech в Тайтсвилле была повреждена всенаправленная командно-телеметрическая антенна S-диапазона. 24 июля ее заменили, и пуск был назначен на 18 августа с «окном» с 08:03 до 08:43 EDT. Ракета была вывезена на старт утром 16 августа. Пуск состоялся в назначенный день с 26-минутной задержкой из-за медленного захождения двигателя ступени Centaur.

Свежее пополнение

Стартовая масса TDRS-M – 3454 кг при высоте в стартовом положении 8.14 м. Две солнечные батареи длиной по 7.6 м дают 3220 Вт во время равноденствия и 2850 Вт в период солнцестояния. Энергия накапливается в никель-водородных аккумуляторных



батареях и расходуется в период высокого потребления или при солнечном затмении.

Спутник оснащен двигательной установкой R-4D-11-300, дающей тягу для орбитального подъема и прочих маневров на орбите. Система ориентации и стабилизации трехосная, использует информацию от солнечных, земных и звездных датчиков и инерциальной платформы, а в качестве исполнительных устройств – маховики, магнитную систему разгрузки и ЖРД малой тяги (10 и 22 Н).

На спутнике установлена коммуникационная полезная нагрузка, состоящая из транспондеров S- и Ku/Ka-диапазонов. TDRS-M обладает парой 4.6-метровых ориентируемых сеточных антенн-рефлекторов, обеспечивающих режим одиночного доступа к ресурсам КА. Эта пара, в частности, используется для высокоскоростного обмена данными с МКС. Каждая такая антенна может осуществлять двустороннюю связь в S-диапазоне и одновременно в Ku- или Ka-диапазоне. Пропускная способность на прием составляет 800 Мбит/с (Ka-диапазон), 300 Мбит/с (Ku-диапазон) и 6 Мбит/с (S-диапазон). На передаче (по линии Земля – TDRS – МКС) достигается скорость 25 Мбит/с для Ku- и Ka-диапазонов (телеметрия, ТВ, Интернет и различные данные) и 300 кбит/с для S-диапазона (командно-программная информация). Этим же режимом пользуются «Хаббл» и другие спутники, осуществляющие кратковременные сбросы научных данных: например, Landsat.

Режим множественного доступа обеспечивается фазированной антенной решеткой S-диапазона на надирной стороне спутника, которая включает 15 передающих элементов и 32 приемных. Они могут работать одновременно с пятью КА на низких орбитах. Кроме того, спутники TDRS предоставляют обслуживаемым аппаратам дальнюю службу для точного определения орбит. Радиоканал между КА и Землей обеспечивается специализированной антенной диаметром 1.9 м.

В NASA рассчитывают как минимум на пятнадцатилетний ресурс TDRS-M, что позволит гарантировать работу системы до конца 2020-х годов.



Е. Рыжков.
«Новости космонавтики»

19 августа в 14:29:00 по токийскому времени (05:29:00 UTC) с первой пусковой установки комплекса Йосинобу Космического центра Танэгасима стартовые расчеты фирмы MHI (Mitsubishi Heavy Industries Ltd.) при участии Японского агентства аэрокосмических исследований JAXA осуществили пуск ракеты-носителя H-IIA (номер F35, вариант 204) с навигационным спутником QZS-3, именуемым также «Митибики» №3 (みちびき3号機, Michibiki №3).

Полет носителя проходил в штатном режиме, и через 28 мин 37 сек после старта КА отделился от второй ступени и вышел на расчетную геопереходную орбиту с параметрами:

- наклонение – 19.95°;
- высота в перигее – 382 км;
- высота в апогее – 35870 км;
- период обращения – 634.0 мин.

В каталоге Стратегического командования США спутник получил номер **42917** и международное обозначение **2017-048A**.

Табл. 1. Фактическая циклограмма запуска QZS-3

Время* (мин:сек)	Событие
00:00	Старт
01:50	Завершение работы твердотопливных ускорителей
02:05	Отделение первой пары твердотопливных ускорителей
02:08	Отделение второй пары твердотопливных ускорителей
03:49	Сброс головного обтекателя
06:41	Команда на отключение двигателя первой ступени MECO
06:49	Разделение ступеней
06:59	Первое включение тяги двигателя второй ступени SEL1
11:22	Первое выключение двигателя второй ступени SEC01
23:43	Второе включение тяги двигателя второй ступени SEL12
27:46	Второе выключение двигателя второй ступени SEC02
28:37	Отделение КА

* Замерено по результатам быстрого послеполетного анализа.

Третий «Путеводитель» И второй запущенный этим летом

Пуск был запланирован на 11 августа со стартовым окном огромной продолжительности – с 14:00 по 23:00 токийского времени, однако переносился несколько раз по разным причинам. Сначала метеосводка предвещала неутешительный прогноз – появление молний в гуще облаков, поэтому еще 9 августа было принято решение перенести пуск на 12-е в 13:40 по местному времени. Ракету вывезли на старт, однако 12 августа появилась необходимость дополнительных проверок ее топливной системы. Закончить их в течение стартового окна не удалось, новую дату пуска обещали назвать позднее. Лишь 16 августа пресс-служба JAXA сообщила, что в результате проверок выявилась некая причина неполадок, которой занимались вплоть до сего дня, поэтому пуск состоится 19 августа в период с 14:29 до 22:16.

Циклограмма пуска приведена в таблице 1. В период с 19 по 24 августа КА выполнил довыведение на геостационар и к 28 августа был стабилизирован в рабочей позиции 127° в. д.

Система Quasi-Zenith Satellite System и спутник QZS-3

Квазизенитная спутниковая система QZSS (Quasi-Zenith Satellite System) необходима Японии для стабильной и всеохватывающей навигации на своей территории, сложность которой заключается в рельефном разнообразии. Система GPS не дает Японии требуемой точности и непрерывности предоставляемых американскими партнерами навигационно-временных услуг. QZSS строится как местное дополнение GPS с целью увеличить число наблюдаемых вблизи зенита навигационных КА и постоянно мониторить работоспособность и доступность спутниковой навигации.

Кроме того, при стихийных бедствиях «Митибики» сможет ретранслировать короткие сообщения и будет собирать информацию по убежищам даже в условиях, когда посредством мобильных телефонов и других аппаратов осуществлять связь невозможно.

Система и ее спутники были подробно описаны в *НК* №8, 2017, с.26-27. По этой причине остановимся лишь на вновь запущенном QZS-3.

Стоящая на QZS-3 аппаратура решает следующие задачи:

- ◆ спутниковая навигация (сигналы, соответствующие американским L1 (C/A), L1C, L2C и L5, код PRN199);
- ◆ передача поправок для навигации субметрового класса на территории Японии (сигнал L1S);
- ◆ оповещение об опасности/ стихийных бедствиях (L1S);
- ◆ технологическая демонстрация навигационных поправок (L5S);
- ◆ обеспечение геодезических измерений сантиметрового класса (L6);
- ◆ передача навигационных поправок на Азиатско-Тихоокеанский регион в американском стандарте SBAS (сигнал L1Sb).

Табл. 2. Сравнение аппаратов системы QZSS

Характеристика	Первый аппарат	Второй / четвертый	Третий
Проектный срок эксплуатации, лет	Более 12	Более 15	
Полезная нагрузка	Навигационная	Навигационная; оборудование для сбора данных о космической среде	Навигационная; оборудование для передачи сообщений
Носитель	H-IIA 202		H-IIA 204
Размах СБ на орбите после развертывания, м	~25	~19	
Масса (сухая/стартовая), т	1800 / 4000	1550 / 4000	1685 / 4700
Генерируемая СБ мощность, кВт	5.3 кВт (две трехсекционные)	6.3 кВт (две двухсекционные)	

В транспортном положении габариты QZS-3 таковы: высота – 5.4 м, ширина – 3.2 м и длина – 4.1 м. Солнечные батареи, как и у QZS-2 и QZS-4, имеют в размахе 19 м. Стартовая масса КА близка к 4700 кг, из которых 1210 кг приходится на незаправленный служебный модуль и 475 кг – на полезную нагрузку.

Сравнительные характеристики четырех аппаратов серии приведены в таблице 2.

Публичное представление QZS-3

15 июня на заводе компании Mitsubishi Electric в г. Камакура (преф. Канагава) состоялся публичный показ средствам массовой информации третьего аппарата, на котором была видна его главная отличительная особенность – две параболические антенны для Службы подтверждения безопасности Q-ANPI: развертываемая приемная антенна S-диапазона диаметром 3.2 м и фиксированная передающая Ku-диапазона диаметром 1 м. Именно через них должны ретранслироваться сообщения из районов стихийных бедствий. QZS-3 также несет отдельную антенну для передачи сигнала L1Sb с поправками к навигационной информации и данными о целостности американской системы GPS.

В отличие от трех остальных КА системы, QZS-3 использует для передачи навигационных сигналов в L-диапазоне плоские антенны полоскового типа.

Для выведения третьего «Митибики», в отличие от второго и четвертого спутников, использовалась ракета H-IIA 204 с четырьмя твердотопливными ускорителями SRB-A. Два ускорителя пришлось добавить потому, что третий спутник тяжелее второго на 700 кг. Кроме того, большие геометрические размеры из-за установки антенн для передачи сообщений потребовали использования более вместительного обтекателя: вместо обычного типа 4S диаметром 4 м был установлен тип 5S диаметром 5 м. Обтекатель 5S потребовался впервые с декабря 2006 г., когда стартовала 11-я ракета H-IIA с экспериментальным спутником связи ETS VIII (*НК* №2, 2007, с.34-35). Итого в данном пуске общая длина ракеты в момент старта составляла 53 м, длина обтекателя со спутником внутри – 12 м, а длина ускорителей – 15 м.

Как и в случае со вторым «Митибики», при запуске третьего спутника JAXA снова



реализовала идею «общего обратного отсчета». Суть состоит в том, что в последние минуты перед стартом в правом нижнем углу трансляционного экрана идет видеоряд, состоящий из коротких записей, в которых дети из японских школ желают удачи предстоящему пуску аппарата. А непосредственно сами секунды обратного отсчета были проговорены детьми. В этот раз в записи участвовали школьники из 70 школ Японии.

Запуск последнего спутника системы QZSS под номером 4 запланирован на 10 октября в 07:00 токийского времени. Резервный пусковой период будет открыт до 30 ноября.

Новая частная ракета и новая стартовая площадка

В августе стало известно, что четыре японские организации учредили совместное предприятие (СП) для выхода на растущий глобальный рынок малогабаритных ракет, запускающих спутники в космос. Этими организациями являются Canon Electronics, IHI Aerospace, Shimizu и Банк развития Японии (составить общее представление о них можно из таблицы 3). Все они внесли важный вклад в космическую программу Японии.

Новое СП, которое назвали New Generation Small Rocket Development Planning (NGSRDP), планирует разрабатывать малые твердотопливные ракеты нового поколения, способные выводить полезную нагрузку весом 100 кг в космос. В настоящий момент компании Соединенных Штатов играют ведущую роль в разработках частных ракет. Вместе с тем на этот узкоспециализированный рынок пытаются выходить новые игроки, нацеленные на осуществление пусков ракет по низкой себестоимости.

Президентом СП является Синитиро Ота (Shinichiro Ota), бывший госчиновник, некогда работавший главой Патентного ведомства Японии. В начале своего пути NGSRDP будет базироваться в штаб-квартире Canon Electronics: оно займется технологическими исследованиями и рассмотрит фактор себестоимости, а позднее, уже в нынешнем году, надеется начать коммерческую деятельность. Стоимость одного пуска компания определила в размере менее 9.1 млн \$, что выглядит вполне конкурентоспособно на фоне заокеанских конкурентов. В настоящий момент планируется сосредоточиться на создании ракеты меньше, чем Epsilon (твердотопливная PN JAXA), но больше SS-520 (экспериментальной нанолончер JAXA), последние

пуски которых описаны в *НК № 2, 2017, с.35-39* и *НК № 3, 2017, с.35-36* соответственно.

«Соратники» обсуждали идею учреждения СП около трех лет, и наконец Ота сказал: «Время пришло». NGSRDP не придется начинать все с нуля: пригодится опыт IHI Aerospace, сыгравшей ведущую роль в разработке Epsilon, в то время как Canon Electronics была вовлечена в проект SS-520. Следующая попытка запуска SS-520 в планах JAXA стоит на конец этого года; во время нее Canon проверит в полете «жизнеспособность» своей системы управления ракетой. Если все пройдет успешно, Canon сможет использовать ее для разрабатываемой ракеты NGSRDP.

Тем временем японское правительство рассматривает возможность сооружения на Танзасиме нового стартового комплекса для запуска малых ракет. Цель – облегчить вступление начинающих бизнесменов на стезю космонавтики.

Надо сказать, что правительство Японии монополизировало пусковой бизнес, однако вступающий в силу в апреле 2018 г. Закон о космической деятельности Японии (Japan's Space Activities Act) откроет дорогу частному сектору и установит порядок получения лицензии на осуществление космической деятельности для новых компаний, решивших ступить на тропу космического бизнеса, а также определит условия страхования от аварий. По мнению господина Ота, это поможет новым игрокам рынка пусковых услуг.

Ожидается, что в дополнение к государственному стартовым площадкам частный бизнес захочет возвести свои. Заявки на строительство начнут приниматься с ноября, и к началу финансового года станет ясно, в

какой форме возможно их одобрить и каким способом поддерживать данные инициативы.

Кабинет министров Японии свидетельствует, что люди начали «пробивать почву» – подыскивать потенциальные места для возведения пусковых площадок. Кстати, одним из рассматриваемых мест может стать поселок Тайки в южной оконечности японского острова Хоккайдо. Там расположена пусковая площадка частной японской компании Interstellar Technologies, с которой в конце июля была предпринята попытка запуска прототипа первого японского частного носителя сверхлегкого класса Momo (*НК № 9, 2017, с.51-53*).

По замыслу японского правительства должна быть сооружена новая площадка, с которой бизнес мог бы запускать в космос свои малогабаритные ракеты. Ведь запуск большой ракеты длиной более 50 м обходится приблизительно в 10 млрд иен (91.7 млн \$), в то время как пуск маленькой ракеты длиной 10 м или около того оценивается всего в несколько сотен миллионов иен. На последних можно запускать в космос мини-спутники для съемки сельхозугодий, городов и других мест нашей планеты.

Однако разговоры о новой стартовой площадке взволновали население поселка Минамитане, где расположен Космический центр Танзасима (TSC), одноименного острова префектуры Кагосима. Жители опасаются, что если Токио займет «узкую позицию» и «погонится» за новой стартовой площадкой для мини-ракеты, то проекты обслуживающей инфраструктуры TSC (такой, как аэропорт и другие объекты), за которые поселок бьется, канут в лету. В настоящее время местный аэропорт не способен принимать заграничные реактивные самолеты, транспортирующие спутники на борту, так как по факту взлетно-посадочная полоса узка для этих целей. Без соответствующей поддержки, как объясняют в Минамитане, TSC останется за бортом в мировой гонке за крупные заказы ракетных пусков.

Следует отметить, что Министерство образования, культуры, спорта, науки и технологий, под патронажем которого находится JAXA, курирует только сам TSC, а аэропорт и прочая инфраструктура попадают под юрисдикцию Министерства земли, инфраструктуры, транспорта и туризма Японии либо префектурального правительства Кагосимы или даже других ведомств.

Табл. 3. Четыре японские организации – участники проекта NGSRDP

Организация	Долевое участие	Коротко об организации
Canon Electronics	70%	Риск является неотъемлемой частью стратегии развития Canon, что относительно ново для ракетного бизнеса. Производит аппаратуру для контроля SS-520
IHI Aerospace	10%	Обладает ноу-хау в разработке и запуске твердотопливных ракет благодаря опыту работы с Epsilon
Shimizu	10%	Исследует пути применения создаваемых технологий. Дочерняя структура CSP Japap предоставляет консалтинговые услуги для космического бизнеса
Банк развития Японии (Development Bank of Japan)	10%	Правительственный банк имеет средства около 900 млн \$ для поддержки космического бизнеса в ближайшие 3 года



Е. Рыжков.
«Новости космонавтики»

«Формоза»

для зондирования Земли

вая подготовка прошла гладко, и Falcon 9 оторвался от Земли с началом 42-минутного стартового окна. Циклограмма пуска приведена в таблице. Из-за исключительно низкой массы полезного груза использовалась нестандартная баллистическая схема с прямым выведением на круговую орбиту на высоте около 720 км и всего одним включением двигателя второй ступени. Можно сказать, что данный старт был самым невероятным растрчиванием потенциальных возможностей ракеты в современной истории.

Через 71 минуту после старта Национальная космическая организация Тайваня – гражданское космическое агентство, ранее известное как National Space Program Office и сохранившее сокращенное наименование NSPO – получило от SpaceX данные по вектору состояния КА и использовало их для расчета орбиты Formosat-5. Эти данные были отправлены на норвежскую наземную станцию Свальбард на о-ве Шпицберген для организации первого сеанса связи. В итоге, как и ожидалось, наземные антенны приняли сигнал от спутника в начале второго витка – 25 августа в 04:11 по тайваньскому времени (24 августа в 20:11 UTC).

В этом пуске была использована «свежеизготовленная» первая ступень под обозначением B1038, оснащенная комплексом средств посадки. После разделения она штатно отработала 39-секундный импульс входа в атмосферу и примерно 30-секундный посадочный импульс и через 10 мин 47 сек после старта – за полминуты до отделения спутника – благополучно приземлилась на плавучую платформу Just Read the Instructions (JRTI), находившуюся в океане в 344 км от стартовой площадки. Приземление произошло с вертикальной скоростью 1.5 м/с всего в 0.7 м от центра посадочного круга.

В этом пуске в силу особенностей траектории ступень имела апогей 247 км и максимальную скорость, соответствующую числу Маха $M=6.9$. «Выше всех предыдущих, но скорость значит намного больше, – прокомментировал глава SpaceX Илон Маск в твиттере. – Максимальная скорость была $M=7.9$ (BulgariaSat). В энергию входит квадрат скорости, так что разница больше, чем кажется».

С места посадки B1038 доставили в порт Лос-Анжелеса.

С учетом состоявшегося 40-го старта «девятки» SpaceX набрала 15 успешных посадок первых ступеней из 20 попыток: шесть на сушу и девять на воду. Из трех попыток спасения ступеней, запущенных с авиабазы Ванденберг, две привели к благополучному исходу. Обе спасенные ступени использовались повторно в составе ракеты, доставившей на орбиту коммуникационный аппарат SES-10 (март 2017 г.), а ступень, приземлившаяся после запуска десяти спутников Iridium-NEXT (январь 2017 г.), отработала при выведении спутника BulgariaSat-1 (июнь 2017 г.).

Циклограмма выведения	
Время, мин:сек	Событие
-00:03	Включение двигателей первой ступени
00:00	Старт
00:16	Маневр по крену и тангажу
01:09	Максимальный скоростной напор, дросселирование двигателей
01:45	Захолаживание двигателя второй ступени
02:28	Команда выключения двигателя первой ступени
02:32	Разделение ступеней
02:39	Включение двигателя второй ступени
02:53	Сброс головного обтекателя
08:00	Режим наведения второй ступени на конечном участке полета
08:00	Выключение автоматической системы прекращения полета второй ступени
08:45	Импульс первой ступени для входа в атмосферу
09:17	Выключение двигателя второй ступени, начало пассивного участка полета
10:15	Включение двигателя первой ступени для приземления
10:47	Посадка первой ступени на баржу
11:18	Отделение спутника Formosat-5

Еще одним возвращаемым элементом в данной миссии был головной обтекатель ГО: компания рассчитывает в скором будущем научиться возвращать его, а затем использовать повторно. Такая необходимость существует, поскольку он имеет весомую долю в составе пусковой цены. Стоимость обтекателя порядка 5 млн \$ за штуку, и он обладает сложной структурой, для изготовления которой необходим довольно долгий производственный процесс. В будущем, если не решить вопрос с возвращением ГО, он может стать проблемой для компании, ограничивая темп ракетных пусков.

Первая попытка спасения створок обтекателя предпринималась при запуске КА SES-10, когда удалось вернуть одну створку почти неповрежденной. Во время следующей попытки – при запуске спутника BulgariaSat-1 – специалисты смогли спасти обе половинки почти в полной сохранности. Для подобных операций компания Илона Маска добавила управляющий двигатель, который стабилизирует раскрывающиеся створки в благоприятном для входа в атмосферу положении и ведет каждую из них в

24 августа в 11:51 PDT (18:51 UTC) со стартового комплекса SLC-4E авиабазы ВВС США Ванденберг (штат Калифорния) стартовые расчеты компании SpaceX при содействии 30-го космического крыла ВВС США осуществили пуск ракеты Falcon 9 FT со спутником ДЗЗ Formosat-5, принадлежащим Национальной космической организации Тайваня.

Полет носителя проходил штатно, и через 11 мин 19 сек после старта КА отделился от второй ступени и вышел на расчетную орбиту с параметрами:

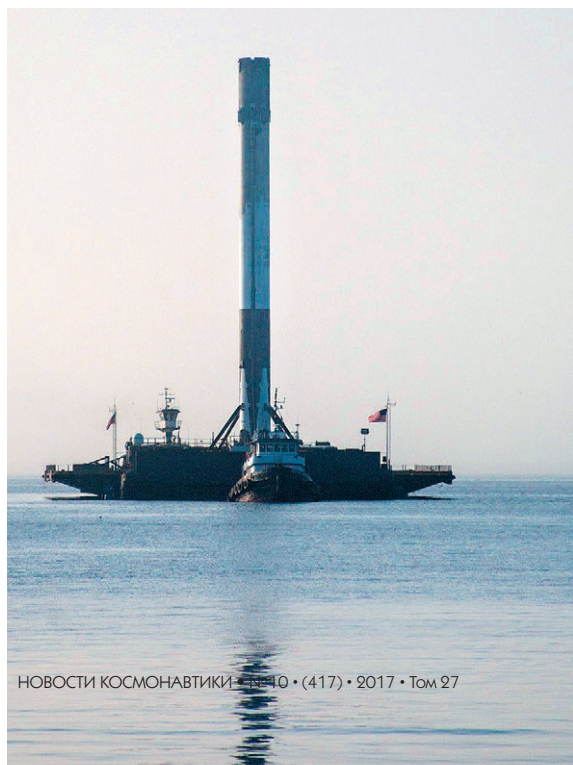
- наклонение – 98.29°;
- минимальная высота – 720.1 км;
- максимальная высота – 730.4 км;
- период обращения – 99.32 мин.

В каталоге Стратегического командования США спутник получил номер 42920 и международное обозначение 2017-049A.

Старт и привычное приземление ступени

Это был уже 12-й старт ракеты Falcon 9 (и компании SpaceX) с начала текущего года и 40-й в истории данного семейства носителей. Пуск F9-40 состоялся через десять суток после предыдущего, выполненного в Космическом центре имени Кеннеди с кораблем Dragon SpX-12.

Традиционное огневое испытание двигателей первой ступени на старте состоялось 19 августа. Пуск был назначен на 24 августа в 11:51 по местному времени. Предстарто-



направлении установленной зоны спасения – будь то водная поверхность или воздушное пространство.

При пуске Formosat-5 создались идеальные условия для спасения ГО благодаря траектории полета, когда при отделении обтекателя он не имел большой горизонтальной скорости, типичной для обычных миссий по выведению на ГПО или НОО. Отделение ГО было подтверждено в момент 2 мин 58 сек после старта – в то время, когда Falcon 9 находился на высоте 132 км, рассекая пространство со скоростью 1.81 км/с. Правда, результат спасательной операции не был оперативно раскрыт для общестественности.

Вторая ступень носителя спустя примерно два часа после старта разрушилась в плотных слоях атмосферы над южной частью Тихого океана – целевым ориентиром была зона к западу от Новой Зеландии.

Система ДЗЗ Тайваня и ее новый представитель

Первым спутником NSPO из серии аппаратов Formosat*, имеющих целью дистанционное зондирование Земли, был ROCSat-1**, запущенный в январе 1999 г. на ракете Athena I компании Lockheed Martin. Второй аппарат ROCSat-2 стартовал в мае 2004 г. на ракете Taurus компании Orbital Sciences Corporation. Новые названия Formosat-1 и Formosat-2 они получили в конце 2004 г. Второй аппарат должен был прослужить на орбите 5 лет, однако «дождался» отказа рабочих систем лишь в июне 2016 г., проработав аж 12 лет, и через пару месяцев, в августе, был выведен из эксплуатации.



Третий номер был задним числом присвоен группировке из шести спутников COSMIC. Аппараты, созданные в рамках совместного американо-тайваньского научно-го проекта, были доставлены на орбиту ракетой Minotaur I компании Orbital в апреле 2006 г. Замещающую их группировку спутников под названием Formosat-7 (COSMIC-2) планируется запустить в 2018 г. на втором экземпляре тяжелой ракеты Falcon Heavy.

Четвертый номер не присваивался, поскольку в странах Восточной Азии счита-

ется несчастливой, а название Formosat-5 было дано третьему спутнику дистанционного зондирования Земли. Этот аппарат, созданный и управляемый NSPO, является еще и первым большим КА, разработанным и построенным Китайской Республикой***. Официальные представители Тайваня с гордостью подчеркивают, что Formosat-5 – это аппарат полностью отечественного производства, в отличие от предыдущих, разработку которых поручили подрядчикам США и Европы.

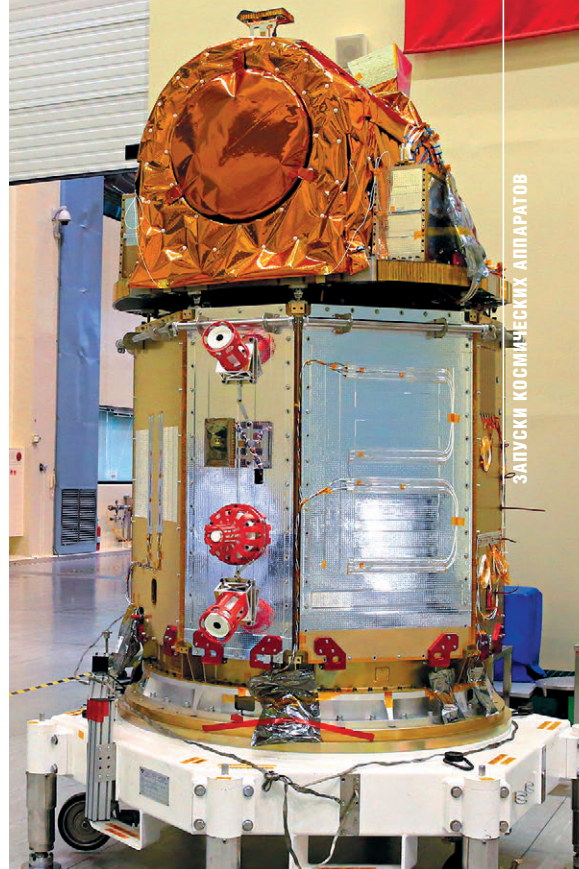
Проект был инициирован в 2005 г. с целью своевременной замены Formosat-2 аппаратом собственного производства. При разработке спутника NSPO была поставлена задача получить новые технологии в области космических платформ, инструментов, оборудования наземного обеспечения и бортового ПО. Для возвращения отечественного космического потенциала NSPO работала вместе с Исследовательским центром приборной техники (ITRC, Instrument Technology Research Center), поднадзорным Министерству науки и технологий и Национальному научному совету Тайваня (TNSC, Taiwan's National Science Council).

В зону ответственности NSPO входит спутниковая платформа, наземный сегмент, системное проектирование и управление проектом, а основное оборудование создано совместными усилиями NSPO и ITRC. Составные части спутника, за редким исключением, были приобретены у представителей промышленности Китайской Республики, и только сам пуск отдала стороннему подрядчику – SpaceX.

Работа над проектом Formosat-5 повлекла за собой появление многообещающей спутниковой платформы с трехосной стабилизацией, которая в будущем может нести более существенные полезные нагрузки для нужд ДЗЗ с более высокими требованиями к энергопотреблению, терморегулированию, точности ориентации в пространстве и потоку данных. Для этих целей NSPO «с чистого листа» разработала конструкцию платформы, ряд подсистем авионики и бортовое ПО. Чтобы оставаться рентабельной, платформа была спроектирована с использованием доступных серийных компонентов, при выборе которых учитывалась, с одной стороны, их низкая стоимость, с другой – надежность в реалиях космического пространства.

Спутник со стартовой массой 475 кг построен в виде восьмиугольной призмы длиной 2.8 м и диаметром 1.6 м. Структурно он состоит из двух основных частей: спутниковой платформы и модуля полезной нагрузки со съемочной системой RSI и звездными датчиками, обеспечивающими точное определение положения пространственной ориентации КА во время съемки.

Основой космической платформы является алюминиевый несущий каркас, у которого на нижней плоскости находятся адаптер для установки на носителе и двигательная установка, а на верхней монтируется модуль полезной нагрузки. Восемь боковых плоскостей (из них четыре имеют большую ширину, а четыре меньшую) используются как посадочные поверхности для большинства компонентов внутренних подсистем и различных радиоэлектронных блоков.



ЗАПУСК КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Система энергоснабжения аппарата Formosat-5 состоит из двух развертываемых панелей солнечных панелей (СБ), блока аккумуляторных батарей и центрального блока контроля и распределения мощности PCDU (Power Control and Distribution Unit). Каждая панель СБ несет 19 групп из 20 арсенид-галлиевых фотоэлементов с тройным переходом, соединенных последовательно. Батареи генерируют на орбите среднюю мощность 280 Вт, которая поступает в PCDU и распределяется в виде резервированных цепей постоянного тока по системам КА и к аккумуляторной батарее емкостью 24 А·ч. Напряжение бортовой сети – 28 В.

Двигательная система на холодном газе состоит из двух пар двигателей, питаемых от центрального бака со сжатым азотом, смонтированного на нижней панели спутника. Рабочее тело подается из бака к двигателям с помощью регулятора давления и отсечных клапанов. Структура системы обеспечивает резервирование на случай утечки или отказа клапана на одном из двигателей. Ее основное назначение – поддержание заданной высоты орбиты и уклонение от космического мусора; в то же время система способна помочь ориентировать спутник в пространстве. Каждый из двигателей массой 43 г работает при входном давлении 1.5 атм, создавая тягу 46 мН при расходе рабочего тела 62 мг/с.

На орбите КА ориентируется продольной осью вдоль вектора скорости и может разворачиваться на $\pm 45^\circ$ вдоль и поперек траектории движения, что дает ему гибкость в организации съемок. Formosat-5, однако, не слишком «верткий» – для отклонения на полный угол по крену или тангажу ему требуется 113 сек. Необходимая точность наведения определена в 0.1° , текущая ориентация определяется с ошибкой не более 0.012° , что соответствует точности привязки изображений 0.39 км.

Все датчики и исполнительные устройства работают под управлением блока

* Почти полностью повторяет историческое название острова Тайвань – Formosa (Формоза). На португальском означает «прекрасный».

** От официального названия Тайваня – Republic of China (Китайская Республика).

*** В 2014 г. был выведен на орбиту тайваньский наноспутник-кубсат PACE.

управления и обработки данных на базе устойчивого к сбоям компьютера Leon-3, реализованного на программируемой логической матрице Actel AX-2000. Так называемый усовершенствованный звездный микрокомпас μ ASC (Micro-Advanced Stellar Compass), поставленный Университетом Дании, имеет в своем составе три звездных датчика и четыре одноосных волоконно-оптических гироскопа датского и германского производства соответственно. Кроме того, КА оснащен шестью солнечными датчиками и двумя магнитометрами для восстановления ориентации в аварийных режимах, и двумя GPS-приемниками для определения текущего местоположения и временной привязки. Исполнительными органами являются четыре маховика и три магнитных устройства для сброса кинетического момента.

Командно-телеметрическая система работает в диапазоне S, обеспечивая передачу командно-программной информации со скоростью 128 кбит/с и сброс телеметрии на 8 Мбит/с.

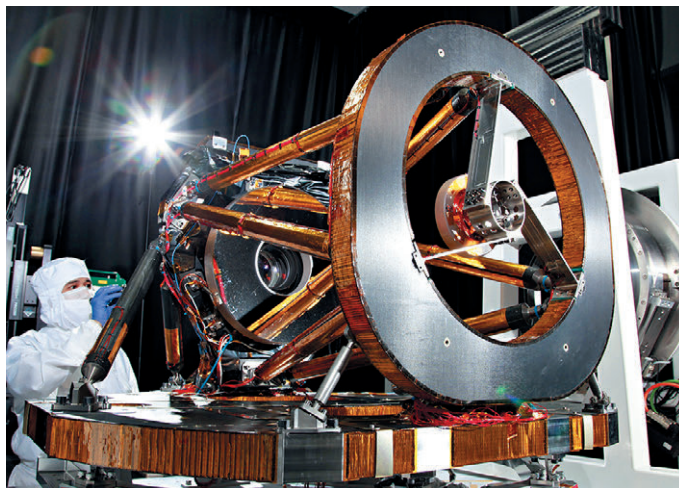
Главной полезной нагрузкой является съемочное устройство для дистанционного зондирования RSI (Remote Sensing Imager), обеспечивающее формирование панхроматических и мультиспектральных изображений. Устройство изготовлено NSPO в сотрудничестве с ITRC, возглавившим научно-индустриальный консорциум институтов и фирм Тайваня.

RSI построен по классической схеме с линейным детектором, с разверткой изображения за счет орбитального движения КА и использованием матриц с временной задержкой и накоплением. Оптическая часть реализована на телескопе-рефлекторе по схеме Кассегрена (апертура 450 мм, фокусное расстояние 3600 мм). Детектирующая часть – сборка фокальной плоскости – состоит из приемных CMOS-матриц, полосовых фильтров, управляющей и считывающей электроники.

Formosat-5 обеспечивает съемку в полосе шириной 24 км с разрешением 2 м в панхроматическом диапазоне и 4 м в мультиспектральном. Для черно-белой съемки (полоса 450–700 нм) используется одна приемная линейка из 12 000 элементов по 10 мкм, в мультиспектральном диапазоне – четыре линейки из 6000 элементов размером 20 мкм. Четыре мультиспектральных канала соответствуют полосам 445–515 нм (B1, синий), 525–595 нм (B2, зеленый), 630–690 нм (B3, красный) и 695–965 нм (B4, ближний ИК). Радиометрическое разрешение изображений – 12 бит.

Радиолиния сброса целевой информации в X-диапазоне имеет пропускную способность до 150 Мбит/с. Емкость бортового запоминающего устройства – 80 Гбит.

Изображения предназначены для использования в целях государственного управления, национальной безопасности, академических исследований, мониторинга окружающей среды, предупреждения и помощи при сти-



▲ Оптическая система телескопа аппарата Formosat-5

хийных бедствиях, а также для оказания международной гуманитарной помощи.

Formosat-5 соответствует предшественнику по ширине снимаемой полосы и разрешению в панхроматическом диапазоне (хотя и обеспечивает его с меньшей высоты – 720 км вместо 891 км), но частота повторной съемки ниже – раз в двое суток вместо ежедневной. У него немного лучше точность привязки (0.39 против 0.47 км) и больше объем бортовой памяти (80 вместо 45 Гбит). Наконец, тайваньский КА легче – 475 кг вместо 764 кг.

Дополнительная ПН – это усовершенствованный ионосферный зонд AIP (Advanced Ionospheric Probe), разработанный Национальным центральным университетом Тайваня (г. Чжунли). AIP предназначен для исследования поведения плазмы в верхней F-области ионосферы Земли, изучения космической погоды и геофизических исследований, в том числе с целью предсказания землетрясений благодаря ионосферному отклику, появляющемуся от движения тектонических плит.

AIP состоит из группы датчиков, установленных на модуле ПН на «лобовой» части КА и измеряющих состав и плотность плазмы в ионосфере, скорость ионов и энергию (температуру) ионов и электронов:

- ◆ плоскостный зонд Лэнгмюра (planar langmuir probe);
- ◆ анализатор с задерживающим потенциалом (retarding potential analyzer);
- ◆ ионная ловушка (ion trap);
- ◆ измеритель ионного дрейфа (ion drift meter).

На основе этих измерений могут быть получены детализированные карты земной ионосферы, необходимые для мониторинга сезонных, вызванных космической погодой и геофизических эффектов, оказывающих влияние на околоземную среду.

Создание КА обошлось в 5.6 млрд тайваньских долларов (186 млн \$). Аппарат был успешно выведен на солнечно-синхронную орбиту высотой около 720 км с местным временем прохождения нисходящего узла 10:32 и должен проработать не менее пяти лет.

Предполагалось, что Formosat-5 начнет передавать снимки через две недели после старта и с вводом в строй «закроет» годовой пробел по части дистанционного зондирования, возникший после вывода Formosat-2

из эксплуатации около года назад. Однако 19 сентября представитель NSPO Юй Цзяньчжэн признал, что RSI при первых съемках оказался не в фокусе и что принятые изображения нерезкие и местами покрыты яркими пятнами. Сообщается, что поиск правильной фокусировки и борьба с засветкой займет значительное время – примерно два-три месяца.

Между тем аппаратура AIP успешно зарегистрировала последствия мощных солнечных вспышек 6 и 11 сентября.

Возвращаясь к пуску

Контракт на запуск Formosat-5 был объявлен еще 14 июня 2010 г., причем запуск планировался в декабре 2013 г. с тихоокеанского острова Омелек (Маршалловы острова) на легкой ракете Falcon-1e. Тогда это был большой успех Илона Маска – тайваньский контракт помог ему справиться с основными проблемами по проекту Falcon-1 и в конечном счете помог успешной реализации проекта Falcon-9.

Поскольку SpaceX в итоге отказался от создания носителя Falcon-1e, пришлось перенести тайваньский аппарат на Falcon-9, причем с сохранением первоначальной цены контракта – 23 млн \$. Из-за технических трудностей при разработке аппарата дату пуска также пришлось не раз сдвигать. В мае 2016 г. NSPO заявило о готовности спутника, но до августа 2016 г. Ванденберг был закрыт для пусков, так что самой ранней датой старта Formosat-5 стал октябрь. 1 сентября случился взрыв «Фалькона» при заправке перед огневые испытаниями, так что следующий старт состоялся уже в январе 2017 г., и к этому времени у SpaceX уже накопился груз невыполненных обязательств перед другими клиентами. В итоге тайваньский спутник больше года оставался в «заземленном» состоянии, и задержка старта по вине SpaceX стоила компании 10-процентной неустойки.

Внутри стандартного обтекателем Falcon-9 длиной 13 м и диаметром 5.2 м КА Formosat-5 занимал лишь малую долю объема. Компания Spaceflight Industries, специализирующаяся на предоставлении услуг запуска попутных ПН, предложила дополнительно поместить на Falcon 9 адаптер SHERPA, способный нести до 90 малых спутников суммарной массой до 1500 кг. Решение об этом было принято, в октябре 2016 г. Федеральная комиссия по связи США выдала разрешение на использование SHERPA, однако в начале марта 2017 г. заказчик снял заявку из-за неясности с датой старта и «бегства» своих клиентов на другие носители. Как следствие, Formosat-5 массой 475 кг так и остался единственным пассажиром на борту «девятки».

Следующий пуск SpaceX состоится 7 сентября с Космического центра имени Кеннеди. Falcon 9 выведет экспериментальный орбитальный самолет X-37B в пятый полет для нужд ВВС США. Очередная миссия с базы Ванденберг намечена на конец сентября: Falcon 9 доставит на орбиту третью партию низкоорбитальных коммуникационных спутников Iridium NEXT.



Хитрая стрельба «Минотавром» из-за угла

26 августа в 02:04:00.224 EDT (06:04:00.224 UTC) со стартового комплекса SLC-46 станции ВВС США «Мыс Канаверал» специалисты компании Orbital ATK при поддержке 45-го космического крыла осуществили по заказу ВВС США пуск РН Minotaur IV. Основной полезной нагрузкой миссии был спутник SensorSat для мониторинга трафика на геостационарной орбите, дополнительными – три малых космических аппарата (МКА) типа кубсат.

Старт и выведение прошли штатно. Спустя 28 минут основной КА был отделен от пятой ступени РН на расчетной орбите с околоуловым наклоном и объявленной высотой 599 км. В каталог Стратегического командования США он был внесен под номером 42921 и международным обозначением 2017-050A.

Специальная ракета

В июле 2015 г. ВВС США заключили контракт с пусковым провайдером Orbital ATK на вывод на орбиту в середине 2015 г. МКА SensorSat в рамках программы оперативного реагирования в космосе ORS (Operationally Responsive Space). Для пуска с официальным обозначением ORS-5 было решено использовать разработанную компанией четырехступенчатую ракету легкого класса Minotaur IV, которую из-за необычного угла наклона расчетной орбиты пришлось оснастить дополнительной пятой ступенью с собственной системой управления.

РН Minotaur IV – твердотопливный носитель, в исходном варианте способный вывести на низкую околоземную орбиту до 1800 кг полезной нагрузки. Он является самым мощным вариантом в семействе РН Minotaur, созданных компанией Orbital

ATK в рамках программы орбитальных/суборбитальных пусков OSP (Orbital/Suborbital Program) в интересах ВВС США, и летает нечасто: из 26 пусков носителей этого семейства вариант Minotaur IV был применен лишь в шестой раз. Заказ РН осуществляется в рамках контракта OSP-3 на орбитальные и суборбитальные пуски, администратором которого является авиабаза ВВС США Кёртланд.

Это был первый пуск РН Minotaur IV с мыса Канаверал. Ранее такие ракеты стартовали с космодромов Кодьяк (Аляска), с авиабазы Ванденберг (Калифорния) и коммерческого Среднеатлантического космического порта MARS (Вирджиния, см. табл. 1).

Поскольку блоки и системы носителя предоставляются правительственными организациями (точнее, берутся с МБР, снятых с вооружения и хранящихся на складах), согласно американскому законодательству, пуски ракет Minotaur могут осуществляться только по госзаказам – коммерческий рынок для них закрыт.

Носитель включает первые три ступени, заимствованные с выведенной из эксплуатации МБР LGM-118 Peacekeeper без модификации. В качестве верхней сборки (Upper Composite) могут устанавливаться различные твердотопливные и жидкостные двигатели и блоки довыведения. В данном пуске использовался специально адаптированный вариант, в который вошли: стандартный модуль наведения и управления от РН Minotaur IV с двигателем Orion 38 в качестве четвертой ступени; пятая ступень довыведения (Insertion Stage) с двигателем Orion 38, заимствованная с РН Minotaur I и оснащенная собственной авионикой и системой управления ориентацией.

Табл. 1. Пуски носителей Minotaur IV

Дата запуска	Вариант	Стартовая площадка	Полезная нагрузка	Траектория	Результат пуска РН
22.04.2010	Minotaur IV Lite	SLC-8 Ванденберг	HTV-2a	Суборбитальная	Успех
26.09.2010	Minotaur IV	SLC-8 Ванденберг	SBSS	Солнечно-синхронная орбита	Успех
20.11.2010	Minotaur IV/HAPS	LP-1 Кодьяк	STPSat-2 и Fastrac-A Fastrac-B FalconSat-5 Fastsat O/OREOS RAX NanoSail-D2	Низкая околоземная орбита	Успех
11.08.2011	Minotaur IV Lite	SLC-8 Ванденберг	HTV-2b	Суборбитальная	Успех
27.09.2011	Minotaur IV+	LP-1 Кодьяк	TacSat-4	Низкая околоземная орбита	Успех
26.08.2017	Minotaur IV/Orion 38	SLC-46 Мыс Канаверал	ORS-5	Низкая околоземная орбита	Успех

Твердотопливный двигатель Orion 38 производства фирма ATK имеет длину 1.34 м и 0.97 м в диаметре. Он снаряжен 770 кг топлива и обеспечивает среднюю тягу в 3.335 тс в течение 67 сек работы.

Головной обтекатель диаметром 2.34 м заимствован с носителя Minotaur-C, ранее известного как Taurus.

Пуск ракеты Minotaur IV с малым спутником SensorSat был анонсирован в середине февраля 2017 г. и первоначально планировался на 15 июля. Однако 21 июня представитель ВВС США сообщил, что миссия перенесена с июля на конец августа или сентябрь 2017 г. Заказчик не сообщил причину переноса и новую точную дату, но последняя тут же была названа без ссылки на источник: 25 августа.

11 августа спутник, проходивший предстартовую подготовку в коммерческом МИКЕ компании Astrotech, был заключен в головной блок ракеты. 17 августа прошел смотр



летной готовности, а 21 августа – репетиция пуска, который действительно был назначен на 25-е в 23:15 EDT (03:15 UTC). Длительная задержка, вызванная в день X серией грозных облаков, потребовала от наземного персонала задержать отвод башни обслуживания на пусковом комплексе и «глубоко влезть» в стартовое окно.

В дальнейшем операции циклограммы выполнялись как часы. В конце обратного отсчета был проведен последний набор готовности, прошли проверки электрических цепей, а также системы аварийного прекращения полета. Бортовая навигационная система взяла на себя управление финальным отсчетом в момент T–2 мин. Компания Orbital ATK вела на своем сайте прямую трансляцию запуска.

Minotaur IV покинул стартовую площадку 26 августа в 02:04 местного времени, уходя по изгибающейся дуге над Космическим

бережьем под действием тяги 227 тс с начальной перегрузкой около 2.6, доставшейся носителю от МБР. В отличие от величественно поднимающихся жидкостных ракет, носитель резко умчался в облачное небо, быстро пробившись через звуковой барьер и достигнув максимума скоростного напора всего через 36 сек после взлета, а затем начал разгон в направлении на восток-юго-восток в сторону экватора.

Первые три ступени доставили ракету на суборбитальную траекторию. Затем в дело вступил «верхний композит». Полет проходил в соответствии с расчетной циклограммой (табл. 2).

Уникальной особенностью данного пуска стало «обнуление» наклона орбиты, плоскость которой пришлось для этого повернуть примерно на 24.5°. Это обычное явление при запусках на геостационар, но для орбит малой и средней высоты такой разворот применяется чрезвычайно редко, поскольку сопряжен с огромными затратами по энергетике. Конкретно для этой миссии изменение наклона орбиты привело к тому, что масса полезной нагрузки ракеты уменьшилась более чем на порядок.

На этом маневре стоит остановиться подробнее. Двигатель Orion 38 четвертой ступени заработал в момент T+13 мин 51 сек и успешно вывел сборку на промежуточную орбиту наклоном 24.5° и высотой примерно 385 на 600 км. Через две минуты после окончания работы двигателя четвертой ступени пришло подтверждение отделения трех кубсатов.

Разделение ступеней произошло после прохождения отметки T+25 мин, а двигатель Orion 38 пятой ступени включился в апогее в T+25 мин 20 сек. Он «скруглил» орбиту, увеличив перигей до 600 км и одновременно уменьшив наклонение с 24.5° до 0°. Активный участок полета прошел «как по учебнику» и завершился в T+26 мин 28 сек. Затем последняя ступень провела еще две минуты на «выбеге» с целью полного обнуления остаточной тяги и построения нужной ориентации для отделения КА, после чего SensorSat отправился в автономный полет. Параметры орбиты, основанные на телеметрии навигационной системы «Минотавра», дали наклонение 0.02° и высоту орбиты 599x604 км. Точность выведения была оценена как очень высокая.

Хотя эти параметры были объявлены, орбитальные элементы на основной КА оказались засекречены, а отсутствие квалифицированных наблюдателей вблизи экватора не позволило независимому сообществу «ловцов» спутников его обнаружить.

Помимо основного КА (объект 2017-050A), на орбите были найдены четвертая (2017-050G) и пятая (2017-050E) ступени РН и четыре объекта, официально идентифицированные как фрагменты РН Minotaur. Элементы на пятую ступень также были засекречены. Для четвертой ступени наклонение составило 24.53°, а начальная высота – 381.8x600.4 км. Стабильную орбиту имел также объект 2017-050B, имевший наклонение 24.52° и высоту 385.8x600.5 км; он мог в реальности быть одним из трех кубсатов. Три остальных объекта несколько отличались параметрами начальных орбит и суще-

ственно – высокой скоростью снижения, так что объект 2017-050F сошел с орбиты уже 2 сентября, а 2017-050C не наблюдался после 13 сентября. Вопрос о том, почему один кубсат назван фрагментом, а еще два не зарегистрированы вовсе, остается открытым.

Данная миссия была не просто этапом программы ORS, но и важной вехой для 45-го космического крыла. По словам бригадного генерала Уэйна Монтейта (Wayne R. Monteith), командира этого подразделения, осуществляющего космические и испытательные пуски с мыса Канаверал в интересах военных, это было первое использование комплекса SLC-46 с 1999 г.

«Сегодняшнее событие показывает, что [наше] крыло готово совершить 30 пусков в этом году и что для нас нет барьеров в обеспечении гарантированного доступа в космос, – прокомментировал Монтейт. – Запуск ORS-5 стал истинным воплощением партнерства... а слаженная командная работа имеет решающее значение для того, чтобы сделать [мыс Канаверал] главными мировыми воротами в космос. Я не могу не гордиться тем, что возглавил крыло, которое не только выполняет более четверти мировых запусков в этом году, но и совершило три успешных пуска ракет трех разных типов менее чем за две недели».

Общая стоимость миссии оценивается в 87.5 млн \$, из которых 49 млн приходится на спутник, 11.3 млн – на развертывание наземной инфраструктуры и 27.2 млн – на запуск.

При объявлении контракта на пусковые услуги 2 июля 2015 г. называлась несколько меньшая сумма – 23.6 млн; вероятно, современная стоимость названа с учетом инфляции. Впрочем, публикуя запрос в апреле 2014 г., ВВС США надеялись обойтись еще более скромной суммой – порядка 20 млн \$. Однако те компании, которые заявили о готовности выполнить заказ за такие деньги, еще не запустили ни одной ракеты; те же, у которых был опыт, были готовы доставить КА на экваториальную орбиту примерно за 30 млн. Рассматривался запуск из Гвианского космического центра, но все европейские ракеты стоили значительно дороже. Кроме того,

Табл. 2. Циклограмма миссии ORS-5

Время, мин:сек	Событие	Высота, км	Скорость, км/с	Дальн. (км)
0:00	Включение двигателя первой ступени и подъем	0.00	0.00	0.00
0:36	Зона максимального скоростного напора	9.97	0.72	6.02
0:56.5	Отделение первой ступени, включение двигателя второй ступени	25.65	1.32	20.38
1:54	Окончание работы двигателя второй ступени	92.65	3.86	141.67
2:05	Отделение второй ступени, включение двигателя третьей ступени	105.46	3.84	177.49
2:24	Сброс головного обтекателя	130.10	4.35	252.38
3:17.5	Выключение двигателя третьей ступени	194.00	6.88	529.20
13:44.5	Отделение третьей ступени	571.49	6.38	4369.15
13:55	Включение двигателя четвертой ступени	572.77	6.38	4433.55
15:02	Выключение двигателя четвертой ступени	578.01	7.07	4840.23
17:02	Отделение первого кубсата			
17:32	Отделение второго кубсата			
18:02	Отделение третьего кубсата			
25:08	Отделение четвертой ступени	598.83	7.05	8746.92
25:18.5	Включение пятой ступени	598.82		8817.70
26:27.5	Выключение двигателя пятой ступени	600.70		9256.20
28:27.5	Отделение основной ПН	600.78		9935.89
33:27.5	Пассивация реактивной системы управления	600.30		11622.42
36:48	Конец миссии	599.53		12728.85



использование зарубежного космодрома не гарантировало соблюдения всех условий секретности работы с полезной нагрузкой.

В итоге заявку на тендер подала только Orbital OTK и, естественно, выиграла его. Она предложила специально для данного запуска разработать особый вариант конвенционной РН Minotaur IV, стартующий со станции ВВС США «Мыс Канаверал» как с самого близкого к экватору американского космодрома.

«Волшебный угол»

Основная полезная нагрузка, которую нес Minotaur IV, – МКА ORS-5, также известный под названием SensorSat. Он разработан и построен Лабораторией Линкольна* Массачусеттского технологического института MIT (Massachusetts Institute of Technology) по заказу Управления оперативного реагирования в космосе (Operationally Responsive Space Office) ВВС США, базирующегося на авиабазе Кёртланд. Опыт лаборатории в создании высокочувствительных приборов с зарядовой связью CCD, а также «срочная необходимость» стали основными факторами выбора поставщика аппарата.

КА предназначен для решения задачи «космической ситуационной осведомленности» SSA (Space Situational Awareness) в части слежения за космическими объектами – другими спутниками и фрагментами КА («мусором») – геосинхронного пояса, то есть зоны геостационарной орбиты, по которой обращаются спутники связи, метеорологии, разведки и предупреждения о ракетном нападении.

Геостационарный пояс – один из критически важных для США орбитальных регионов, в котором в настоящее время обитает свыше 440 активных спутников. Кроме работающих КА, есть и спутники-зомби, которые вследствие истощения ресурса или выхода из строя стали неуправляемыми, а также большое количество мелких и крупных обломков. Объекты на других орбитах, пересекающие геостационарный пояс (например, на геопереходной), также требуют тщательного мониторинга.

SensorSat предназначен для непрерывного отслеживания «живых и мертвых» аппаратов на геостационарной орбите, а также

17 июня 2017 г. внезапно вышел из строя телекоммуникационный КА AMC-9, принадлежащий люксембургской компании SES. Отказ спутника после 14 лет работы сопровождался существенным изменением эксцентриситета орбиты и периода обращения.

25 августа претерпел разрушение индонезийский КА Telkom-1, который проработал на геостационарной орбите 18 лет. Съемка наземными средствами компании EchoAnalytic Solutions выявила отделение от него нескольких крупных фрагментов – вероятно, солнечных батарей и антенн.

Эти и другие случаи отказов телекоммуникационных КА подчеркивают необходимость постоянного наблюдения геостационарной области.

* Научно-исследовательское учреждение в структуре МТИ, получающее финансирование от Минобороны США для исследований и разработок в области национальной обороны и безопасности.

** Стартовая масса – 1031 кг.

*** С учетом попутного орбитального вращения Земли.



▲ Аппарат SensorSat

космического мусора. Он призван заполнить пробел между первым спутником наблюдения за космосом SBSS Block 10 (Space-Based Space Surveillance System) и последующими. Первый КА работает с 2010 г. (НК № 11, 2010, с.34-36), а запуск следующей группы из трех КА ожидается не ранее начала 2020-х годов (их разработка и изготовление еще не профинансированы).

Во-первых, миссия ORS-5 должна удовлетворять запросы командующего объединенными силами JFC (Joint Force Commander) относительно космической ситуационной осведомленности. Во-вторых, она должна продемонстрировать технологии, которые могут пригодиться для мониторинга геосинхронной орбиты и снизить риск разработки и демонстрации механизмов и принципов следующих этапов программы. В-третьих, КА будет выступать в качестве технологического прототипа для следующей тройки.

Первый SBSS уже достиг планируемого конца своего семилетнего срока службы. В этом проекте стоимостью 823 млн \$ используется массивный** спутник на солнечной синхронной орбите (ССО) с поворотной платформой и съемочной аппаратурой, которая сканирует секторы пояса геостационарной орбиты каждый раз, когда ССО пересекает экваториальную плоскость – не реже одного раза в сутки для каждого сектора геостационара.

Проект ORS-5 предлагает более бюджетное решение. SensorSat будет располагаться на низкой экваториальной орбите высотой 600–700 км, так что за один виток может отсмотреть весь геостационарный пояс и пронаблюдать любой объект на нем раз в 104 минуты***. Проверка (демонстрация) нового способа сбора данных продлится как минимум три года или около того (точнее, как полагают заказчики, КА проработает до тех пор, пока не будет найдено финансирование для запуска нового спутника из серии SBSS).

Сканируя геостационарный пояс 15 раз в день, SensorSat должен отправлять критически важные данные военным для идентификации роста числа обломков и выявления возможных целенаправленных действий иностранных организаций. Данные, предо-

Две пары «патрулирующих спутников» были развернуты США на геосинхронной орбите в 2014 и 2016 гг. (НК №9, 2014, с.54-57; №10, 2016, с.27-29) в рамках программы космической ситуационной осведомленности на геосинхронной орбите. Аппараты оснащены оптическими датчиками космического наблюдения и оборудованием для определения характеристик объектов, вещающих в радиодиапазоне. Они обращаются над или под геостационарным поясом для обеспечения точного орбитального отслеживания объектов, представляющих интерес, для мониторинга деятельности неизвестных аппаратов с использованием оптико-электронной полезной нагрузки и отслеживания радиоизлучения со спутников в качестве индикатора идентификации и активности КА.

ставленные SensorSat, будут использоваться для выдачи целеуказаний SBSS, пока этот спутник остается в действии. Данные ORS-5 помогут также решить, куда направить патрульные спутники США, дежурящие вблизи геостационарной орбиты.

Спутник SensorSat должен отработать платформу для будущих чувствительных и гибких датчиков, которые могут быть развернуты на небольших недорогих спутниках. Его основные задачи:

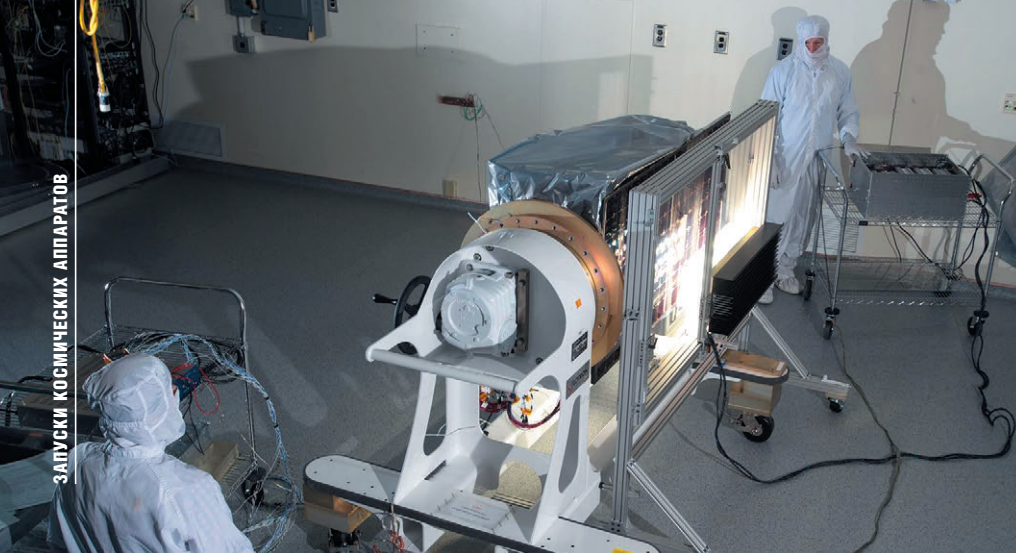
- ◆ демонстрация экономически эффективных технологий, достаточных для решения задач космической ситуационной осведомленности в геостационарной области;

- ◆ снижение риска для будущей оперативной программы по повышению осведомленности о космическом пространстве;

- ◆ разработка и демонстрация механизмов и принципов работы ORS в ходе миссии с чувствительным гибким датчиком, способной обеспечивать операции в изменяющейся обстановке.

SensorSat массой около 113 кг имеет около 1.5 м в длину и 0.75 м в ширину и получает питание от двух небольших солнечных батарей. По существу КА представляет собой высокоинтегрированный комплект приборов, благодаря которому все элементы и исполнительные механизмы оптимально расположены вокруг блэнды, сборки объектива и системы камер. Расчетный срок активного существования спутника SensorSat составляет три года (по другим данным, четыре).

Почти все компоненты КА получены от коммерческих поставщиков оборудования, за исключением платы электроники СЕВ (Camera Electronics Board) основного дат-



чика: она спроектирована и изготовлена исключительно Линкольновской лабораторией, которая также разработала все панели, несущие подсистемы спутника, оптические датчики, бленду для рассеивания света, сборку камеры с ПЗС-приемником и сборку радиатора системы охлаждения камеры. Спутник был отработан на технологическом макете EDU (Engineering Development Unit), компоненты которого также были в основном изготовлены Линкольновской лабораторией. Макет EDU стал ключевым фактором для снижения риска при испытаниях перед окончательной постройкой и испытаниями летного образца.

Большая часть возможностей оптической системы КА засекречены. SensorSat использует разработанную в Линкольновской лаборатории концепцию космического телескопа с оптимизированной геометрией GeOST (Geometry Optimized Space Telescope), которая требует, чтобы телескоп спутника был направлен на геостационарный пояс под так называемым «волшебным углом» (magic angle), позволяющим фиксировать небесные объекты и отличать на их фоне обитателей геостационарной орбиты.

Концепция GeOST разработана специально для низкоорбитального спутника, обращаемого по экваториальной орбите. Вместо того чтобы смотреть точно вверх на геостационарный пояс, спутник нацеливается на ту его часть, которая находится впереди по траектории полета. Место и время начала работы выбираются так, чтобы скорость датчика, перпендикулярная его линии визи-

рования, точно соответствовала скорости наблюдаемого спутника, перпендикулярной вектору, соединяющему оба КА.

Эта геометрия заставляет изображение целевого спутника оставаться неподвижным на фокальной плоскости, что позволяет увеличить время экспозиции и обеспечивает большую чувствительность при съемке. Той же цели служит техника временной задержки и накопления TDI (Time Delay Integration) в системе датчика камеры, которая позволяет осуществлять непрерывную съемку и получение изображений тусклых объектов, в том числе мелких фрагментов космического мусора.

Аппарат совершает полет в орбитальной системе ориентации, поддерживая вышеописанный «магический угол» тангажа. Система управления ориентацией КА использует основной инструмент как «датчик в контуре управления», чтобы обеспечить точное сохранение «магического угла». Не имея корректирующей двигательной установки, ORS-5 будет постепенно снижаться, что потребует уточнять ориентацию спутника в течение срока его эксплуатации для поддержания «магического угла» в зависимости от текущей высоты орбиты.

На этапе ввода в строй КА будет контролироваться базой Кёртланд, а затем управление будет передано 1-й эскадрилье космических операций 50-го космического крыла на базе Шривер для регулярной эксплуатации системы ORS-5. Связь со спутником и прием информации от него будут обеспечивать приэкваториальные наземные станции Диего-Гарсия, Гуам и Гавайи.

Наземная система проекта была интегрирована в общий Многопользовательский центр космических операций MMSOC (Multi-Mission Space Operations Center) версии 2.1, в котором работает операционная система общей наземной архитектуры Neptune со специально разработанным Линкольновской лабораторией расширением для обработки данных миссии ORS-5.

Специальные задачи, включая анализ полученных записей и постоянное обновление орбитальных элементов на объекты геостационарной области, будут выполняться силами Сети управления спутниками BBC AFSCN (Air Force Satellite Control Network) – командно-измерительного комплекса BBC США. Информация о ситуационной осведомленности будет передаваться Стратегическому командованию США через Объединенный центр космических операций.

Военные попутчики

Кроме основной полезной нагрузки, Minotaur IV доставил в космос три кубсата, которые отделились на промежуточной орбите до разделения четвертой и пятой ступеней.

Первые два относятся к серии Prometheus и, вероятно, имеют в ней номера 2.2 и 2.4. Это «полуторные» (1.5U) кубсаты для демонстрации технологий, при создании которых Национальная лаборатория Лос-Аламоса LANL (Los Alamos National Laboratory) хотела убить двух зайцев: оценить новые недорогие методологии разработки и эксплуатации и определить эксплуатационную ценность кубсатов. Работа финансировалась Министерством обороны в интересах Командования специальных операций, которое хотело бы иметь на их базе систему закрытой связи.

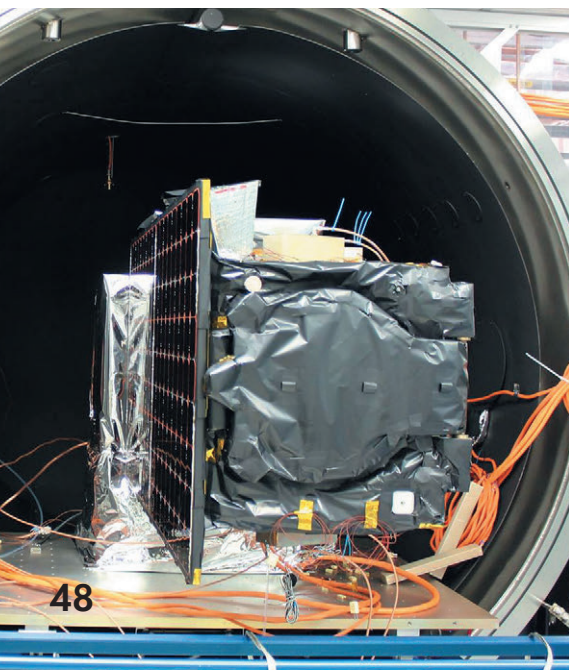
Первые два спутника Prometheus Block 2 стартовали в ноябре 2016 г. в качестве спонсируемого NRO попутного полезного груза в миссии WorldView 4 на ракете Atlas V (HK № 1, 2017, с.42). МКА массой около 1.5 кг каждый построены на базе более ранних спутников Prometheus и Perseus и стоят менее 100 тыс \$. Как ожидается, они будут иметь срок службы от трех до пяти лет и продемонстрируют возможность передачи аудио и видеоряда, а также файлов данных из переносных удаленно расположенных полевых терминалов наземных станций. Каждый спутник оснащен четырьмя разворачиваемыми солнечными батареями (СБ) и развернутой спиральной антенной. На спутниках второго поколения Block 2 добавлены звездный датчик и приемник GPS, увеличены панели СБ, а система управления ориентацией улучшена. Кроме того, данные МКА предоставляют возможности для размещенных попутной аппаратуры, так как модуль полезной нагрузки 1.5U может быть добавлен к каждому спутнику.

Кроме кубсатов, в систему Prometheus входит оборудование наземного и полевого сегментов, разработанное как единая интегрированная система. Лаборатория LANL, которая была основным исполнителем работ и системным интегратором, осуществит проверку, тестирование и оценку функционирования системы на орбите.

Последним выведенным аппаратом был «тройной» (3U) кубсат DHFR (DARPA High Frequency Receiver) массой около 3 кг, разработанный Управлением перспективных исследований DARPA при поддержке Министерства обороны США DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) и Университетом штата Юта и предназначенный для проведения экспериментов с высокочастотным приемником.

За размещение попутных КА отвечала фирма Spaceflight Industries из Сизэтла. Первоначально в плане полета значились еще восемь кубсатов Lemur-2 компании Spire, которая хотела воспользоваться возможностью попутного запуска на низкую приэкваториальную орбиту. Однако Федеральная авиационная администрация FAA дала понять, что не утвердит соответствующее дополнение к лицензии, выданной Orbital ATK еще 10 февраля на запуск конверсионным носителем государственных КА, и, чтобы не сорвать согласованную с основным заказчиком дату старта, последняя предпочла отказать Spire в попутном выведении.

▼ SensorSat в барокамере



Компания считает, что FAA была вправе дать такое разрешение: никаких коммерческих подрядчиков для запуска на такую орбиту нет, так что использование конверсионного носителя не нарушило бы требований закона о честной конкуренции.

Перспективы конверсионных носителей

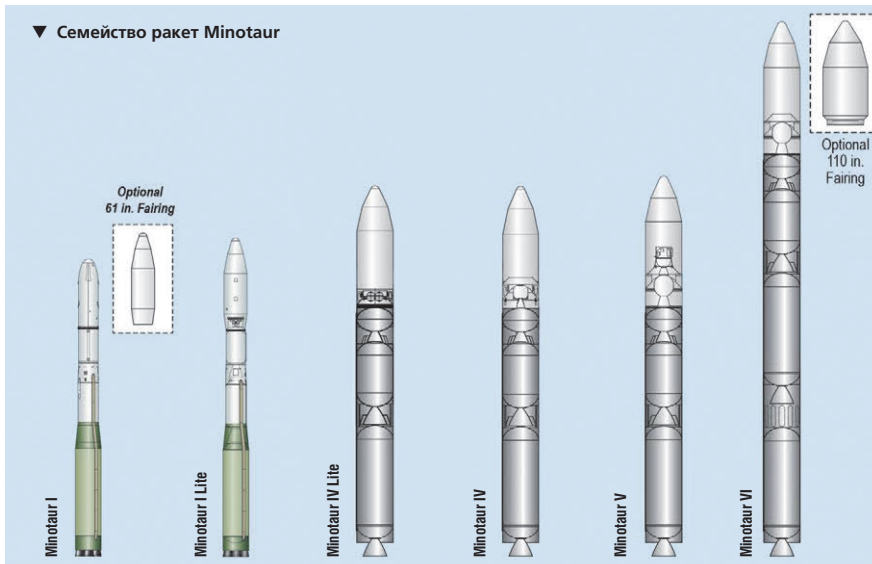
Компания Orbital ATK хотела бы конкурировать за коммерческие запуски с использованием PH Minotaur IV, но это официально запрещено законодательством США. Закон о коммерческом использовании космоса от 1998 г. (1998 Commercial Space Act) ограничивает применение для коммерческих пусков снятых с вооружения МБР, однако, судя по всему, скоро эти ограничения отменяют.

Возможные последствия изменения законодательства перечислены в опубликованном 16 августа отчете «Избыточные ракетные двигатели и потенциальное воздействие стоимости их продажи на Министерство обороны и поставщиков коммерческих пусковых услуг» Счетной палаты США GAO (Government Accountability Office). С одной стороны, использование двигателей американских МБР для коммерческих пусков снизит затраты на выведение МКА в космос и повысит конкурентоспособность национальных компаний на мировом рынке, с другой – расширит возможности заказчиков пусковых услуг в выборе средств выведения, обслуживании и графике стартов.

На сегодня ВВС США владеют примерно 720 двигателями снятых с вооружения МБР. Ежегодно на их обслуживание (хранение, поддержание и мониторинг) Пентагон выделяет около 17 млн \$. Все двигатели (в основном от ракет Minuteman 2 и Peacekeeper) хранятся в Аризоне и Юте.

В настоящее время в стране фактически только компания Orbital ATK занимается конверсией МБР в космические носители. Minotaur 1, впервые полетевший в 2000 г., использует два двигателя от Minuteman 2; на первых трех ступенях Minotaur 4, впервые стартовавшего в 2010 г., установлены три двигателя от Peacekeeper. Всего конверсионные носители данной фирмы (имеются в виду Minotaur I, II, IV, IV Lite, IV+ и V) запускались 26 раз, все старты признаны успешными.

В настоящее время Orbital ATK дорабатывает носитель Minotaur-C (Minotaur Commercial), представляющий собой глубоко модернизированную ракету Taurus. Этот носитель формально не считается конверсионным – он составлен из твердотопливных двигателей Castor-120 («гражданская» версия мотора первой ступени МБР Peacekeeper) и модифицированной («обескрыленной») ракеты Pegasus-XL. С 1994 по 2011 г. ракета выполнила девять полетов, три из которых закончились авариями (причем две подряд – по вине головного обтекателя). Последние две неудачи имели место в 2009 и 2011 гг., когда были потеряны спутники NASA общей стоимостью 700 млн \$, что сильно ударило по репутации Orbital ATK. Работы по модификации с целью повышения надежности и безотказности PH завершены, но пока запланирован единственный пуск, который должен состояться 18 октября с Ванденберга. Заказчиком шести спутников



SkySat, выводимых на орбиту, выступает частная компания Planet.

Чтобы удешевить свои пусковые услуги, Orbital ATK планирует вместо довольно дорогого двигателя Castor 120 монтировать на Minotaur-C ступени от Peacekeeper. Конкуренты полагают, что изменение законодательства, открывающее путь конверсионным ракетам в коммерческий космос, позволит компании еще опустить цены.

Счетная палата США указывает, что единственным выгодополучателем от изменения законодательства по использованию МБР для коммерческих пусков станет именно Orbital ATK. Такие компании, как Virgin Orbit, SpaceX, Blue Origin и ULA, вряд ли смогут конкурировать на внутреннем рынке с дешевыми конверсионными ракетами, выводящими малую нагрузку. Однако это не означает, что применение двигателей МБР для коммерческих пусков может быть экономически целесообразно в условиях всей страны. В отличие от Orbital ATK, которая фактически занимается небольшой доработкой старых ракет, SpaceX и Blue Origin создают не только продукты с высокой добавленной стоимостью, но и новые рабочие места.

Некоторые представители пускового бизнеса считают, что, если законодательство разрешит ВВС продавать двигатели от МБР Peacekeeper, они должны предлагать по установленной рыночной цене за Castor-120 – примерно 11.2 млн \$ за штуку. А по мнению Orbital ATK, «хозяин» должен продавать эти моторы за 1.3 млн \$, что значительно меньше суммы, которую он потратил бы на переоборудование и доставку двигателей в Orbital ATK.

И, хотя пока ВВС, скорее всего, не станут предлагать двигатели по такой заниженной цене, есть опасения, что любое ценообразование ниже себестоимости* нарушит международные торговые соглашения США. Конкурентов компании беспокоит, что любые попытки существовать в экономике, на которые способно пойти правительство, могут послать

неправильный сигнал вновь развивающейся коммерческой пусковой индустрии страны.

«Сейчас совершенно не то время, чтобы вмешиваться в коммерческую пусковую индустрию, – полагает Ричард ДалБелло (Richard DalBello), вице-президент по развитию бизнеса и правительственным программам калифорнийской компании Virgin Orbit, разрабатывающей PH воздушного старта, ориентированную на рынок малых нагрузок. – Особенно тем способом, который может разделить нас на победителей и проигравших».

В Orbital ATK отмечают, что согласны на индивидуальные условия покупки двигателей МБР у ВВС США, не нарушающие конкурентные условия на формирующемся национальном рынке коммерческих пусков. О каких индивидуальных условиях идет речь – не уточняется. В компании также заявили, что пуск носителя Minotaur-C** целесообразен, когда в качестве основной нагрузки выступает спутник массой порядка одной тонны – тогда головная часть может принять и вторичную нагрузку.

Вице-президент по корпоративным коммуникациям Orbital ATK Баррон Бенески (Barron Beneski) в качестве примера приводит состоявшийся в феврале 2017 г. (HK № 4, 2017, с.30-36) пуск индийской ракеты PSLV (Polar Satellite Launch Vehicle), когда на орбиту было выведено рекордное число спутников – 104. При этом в качестве основной нагрузки выступили три аппарата – Cartosat-2D (714 кг) и два INS-1 (суммарно 18 кг), а на все попутные полезные грузы (101 спутник) пришлось только 646 кг.

Тем не менее представители Министерства торговли предупреждают, что разрешение на широкую продажу двигателей МБР может нарушить конкуренцию за счет снижения затрат для избранной группы поставщиков услуг. Должностные лица NASA сообщили GAO, что продажа двигателей может «задушить» разработку коммерческих космических инноваций.

* В данном случае себестоимость блоков МБР Peacekeeper, по-видимому, априори приравнивается к ничтожно малой величине – ведь двигатели были созданы давно, находились в эксплуатации (на боевом дежурстве) и полностью «самортизировали» затраты на свое изготовление.

** Название носителя, который будет «напрямую» использовать двигатели МБР Peacekeeper, пока не определено. «Будет ли это Minotaur-C или что-то другое, что мы еще будем ребрендить, я не знаю», – поделился Баррон Бенески.

А. Красильников.
«Новости космонавтики»

В крепких объятиях головного обтекателя

Для «рабочей лошади» ISRO – носителя PSLV – данный пуск стал третьим аварийным в ее летной истории и первым нештатным после блестящей серии из 36 безаварийных стартов, начавшейся в 1999 г. В первом пуске PSLV в 1993 г. из-за нештатного разделения второй и третьей ступеней на орбиту не был выведен спутник IRS-1E, а в четвертом – в 1997 г. – вследствие аварии в четвертой ступени аппарат IRS-1D был доставлен на нерасчетную орбиту.

Авария застала врасплох

Трансляция запуска спутника IRNSS-1H велась на индийских телеканалах в прямом эфире из Центра управления полетами в Космическом центре имени Сатиша Дхавана. Для зрителей ее комментировал директор по пусковым услугам и миссиям компании Antrix – Д. Радхакришнан (D. Radhakrishnan), расположившись на застекленном балконе зала управления пуском. Для специалистов, находящихся в зале, и для лиц, приглашенных в застекленное помещение за ним, о ходе запуска информировал неназванный директор оперативного центра космодрома.

Полет ракеты PSLV-XL на этапе работы первой ступени и боковых ускорителей прошел почти точно по циклограмме. После включения двигателей второй ступени один из операторов в зале управления переключил картинку на мониторе на видео, поступающее с камеры, установленной на четвертой ступени носителя внутри головного обтекателя.

«Вторая ступень работает нормально», – сказал директор оперативного центра космодрома.

Однако ожидаемое объявление о сбросе ГО от него не последовало. Несмотря на то, что на мониторе был виден аппарат под обтекателем, директор продолжал сообщать о штатном функционировании второй ступени.

Судя по графику плановой и фактической траекторий выведения, несброс ГО массой 1150 кг почти не сказался на участке работы второй ступени. По крайней мере, ступень отделилась в расчетное время на заданной высоте и при нужной скорости.

Отклонения от штатной траектории полета стали видны на этапе работы третьей ступени: сначала по скорости, затем по высоте. Со временем они нарастали. Но факт неотделения ГО и нерасчетная траектория выведения на графике не помешали директору оперативного центра космодрома и дальше объявлять о нормальной работе третьей ступени.

При выключении двигателя третьей ступени набралась скорость 7.05 км/с вместо плановой 7.7 км/с. На этапе пассивного полета третьей ступени высота поднималась значи-

тельно медленнее, чем предполагалось. Третья ступень отделилась на 86.6 сек раньше плана. Соответственно на столько же раньше начала работу четвертая ступень. К этому моменту высота составляла чуть больше 150 км – вместо необходимых 187 км.

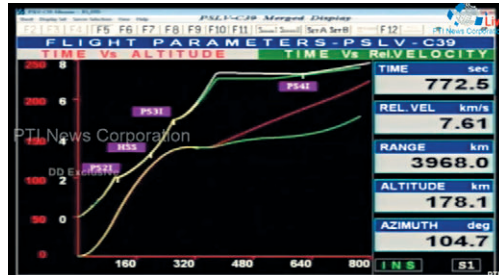
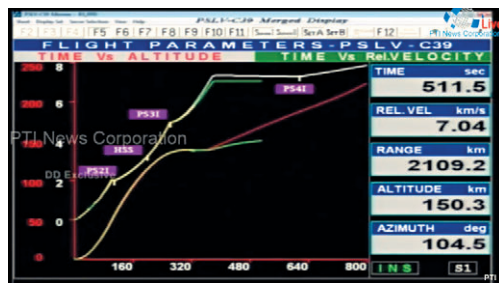
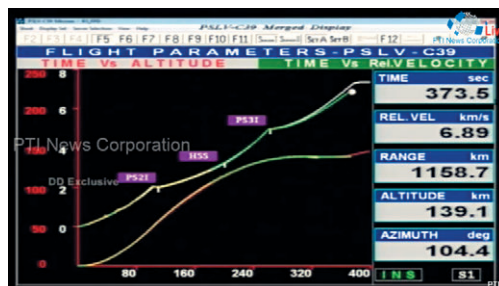
Комментатор стал говорить об отклонениях фактической траектории от расчетной, а директор оперативного центра космодрома попросту замолчал. Складывалось впечатление, что объявляющим, да и всем специалистам было все ясно с самого начала, но способ информирования неучастных к действию в данной ситуации не был отработан.

Между тем двигатели четвертой ступени выключились на 89.1 сек раньше плана, и на столько же раньше прошло отделение IRNSS. Набранная скорость составила 8.5 км/с –

Циклограмма запуска IRNSS-1H

Событие	Время от старта, сек	
	План	Факт
Включение двигателя первой ступени PS1	0.00	0.0
Включение двигателей боковых ускорителей №1 и №2	0.42	0.4
Включение двигателей боковых ускорителей №3 и №4	0.62	Нет данных
Включение двигателей боковых ускорителей №5 и №6	25.0	25.0
Отделение боковых ускорителей №1 и №2	69.9	69.9
Отделение боковых ускорителей №3 и №4	70.1	Нет данных
Отделение боковых ускорителей №5 и №6	92.0	92.0
Отделение первой ступени PS1	110.26	108.9
Включение двигателя второй ступени PS2	110.46	109.1
Сброс головного обтекателя	203.26	Не было
Отделение второй ступени PS2	263.08	263.5
Включение двигателя третьей ступени PS3	264.28	264.6
Отделение третьей ступени PS3	606.72	520.1
Включение двигателей четвертой ступени PS4	616.72	530.4
Выключение двигателей четвертой ступени PS4	1128.38	1039.3
Отделение спутника	1165.38	1076.3

▼ Полетные параметры пуска PSLV C39



31 августа в 19:00:00 по индийскому времени (13:30:00 UTC) со второго стартового комплекса SLP Космического центра имени Сатиша Дхавана специалисты Индийской организации космических исследований ISRO осуществили пуск ракеты-носителя PSLV-XL № C39 с космическим аппаратом IRNSS-1H для Индийской региональной навигационной спутниковой системы NavIC.

Носитель должен был доставить спутник на эллиптическую переходную орбиту, однако на 203-й секунде полета на участке работы второй ступени ракеты не сбросился головной обтекатель (ГО). Из-за перетяжеленной головной части траектория и орбита выведения оказались значительно ниже расчетных. На 1076-й секунде выведение завершилось, но отделившийся от 4-й ступени в соответствии с циклограммой КА так и остался внутри ГО и не может использоваться по целевому назначению.

По информации Стратегического командования США связка, состоящая из четвертой ступени и спутника под общим ГО, вышла на орбиту с параметрами (в скобках – расчетные значения по данным ISRO):

- наклонение – 19.16° (19.2±0.2);
- минимальная высота – 164.1 км (284±5);
- максимальная высота – 6554.5 км (20650±675);
- период обращения – 158.9 мин.

В американском каталоге связка получила номер 42928 и международное обозначение 2017-051A.

Это был 61-й орбитальный пуск индийских ракет-носителей, 41-й полет PSLV (из них 18-й – в конфигурации XL) и 21-й старт с комплекса SLP (включая один суборбитальный).

Случаи несбросов головных обтекателей при орбитальных пусках			
Дата пуска (UTC)	Спутники	Ракета-носитель	Примечание
05.11.1964	Mariner-3	Atlas-LV3/Agema-D	КА не отделился от РН, на нерасчетной орбите
19.01.1965	DMSF-1 F10	Thor-LV2D/Burner-1	КА не отделился от РН, на расчетной орбите
24.05.1966	Космос-119	Космос-2	КА не отделился от РН, на нерасчетной орбите
01.06.1966	ATDA	Atlas-SLV3	КА на расчетной орбите
16.08.1968	Групповой запуск	Atlas-SLV3/Burner-2	КА не вышли на орбиту
12.06.1970	STV-3	Europa-1	Несброс на 222-й секунде, макет не вышел на орбиту
30.11.1970	ОАО-В	Atlas-SLV3C/Centaur-D	КА не вышел на орбиту
21.05.1973	Групповой запуск	Diamant-B	КА не вышли на орбиту
23.01.1981	Космос	Циклон-3	Несброс на 211.5 сек, КА не вышел на орбиту
28.12.1985	Космос-1714	Зенит-2	Несброс на 268 сек, КА не отделился от РН, на нерасчетной орбите
16.07.1986	Космос-1763	Космос-3М	КА на нерасчетной орбите
27.04.1999	Ikonos	Athena-2	Несброс на 266.51 сек, КА не вышел на орбиту
24.02.2009	OCO	Taurus-3110	Несброс на 194-й секунде, КА не вышел на орбиту
25.08.2009	STSat-2A	Naro-1	Несброс одной створки на 215-й секунде, КА не вышел на орбиту
04.03.2011	Групповой запуск	Taurus-3110	Несброс на 176.98 сек, КА не вышли на орбиту
31.08.2017	IRNSS-1H	PSLV-XL	Несброс на 203.26 сек, КА на нерасчетной орбите

вместо нужных 9.5 км/с. На экранах высветились фактические параметры орбиты выведения: наклонение – 19.18° и высота 167.4×6554.8 км. Но это уже было не важно, так как на видеореаде с камеры было видно, что спутник болтается внутри обтекателя...

После долгого молчания в эфире председатель ISRO Алур Силин Киран Кумар (Alur Seelin Kiran Kumar) подошел к директору оперативного центра космодрома и, качая головой, попросил сообщить присутствующим об аварийном исходе пуска. «Во время полета не отделился головной обтекатель, – объявил директор. – Анализ ситуации будет выполнен в дальнейшем».

Затем трансляция прервали...

По логике вещей, после отделения от носителя IRNSS-1H должен был начать разворачивание крыльев солнечных батарей и построение ориентации на Солнце и Землю. Произошло это или нет – неизвестно.

В настоящее время аварийная комиссия, возглавляемая директором входящего в ISRO Космического центра имени Викрама Сарабхаи VSSC К. Сиваном (K. Sivan), разбирается с причинами несброса створок ГО. Уже известно, что команда на отделение обтекателя была вовремя выдана бортовым компьютером носителя PSLV-XL, однако пиропатроны почему-то не сработали.

К. Сиван отметил, что авария не отразится на сроках последующих пусков, однако будут предприняты корректирующие меры для всех индийских носителей, так как используемый в них механизм отделения обтекателя одинаковый.

По словам К. Сивана, специалистам удалось осуществить пассивацию (сравливание компонентов топлива и сжатых газов) как четвертой ступени, так и спутника – через зазор между ступенью и обтекателем. Возможно, в результате этого процесса 1–2 сентября появились два быстро снижающихся фрагмента, которые получили в американском каталоге обозначения 2017-051B и -051C.

Директор К. Сиван сообщил, что наземные станции получают время от времени

сигналы с аппарата. Он добавил, что связка из четвертой ступени, спутника и обтекателя войдет в плотные слои атмосферы примерно через 40–60 суток.

Швейцарские часы подвели

Орбитальная группировка Индийской региональной навигационной спутниковой системы NavIC, ранее носившая название IRNSS, была развернута в 2013–2016 гг. Она включает семь аппаратов: четыре на наклонных геосинхронных орбитах (по два в двух плоскостях) и три на квази-геостационарных орбитах. При этом для предоставления навигационных услуг достаточно всего четырех работающих спутников.

В июле 2016 г. стало известно о том, что на аппарате IRNSS-1A, находящемся на наклонной геосинхронной орбите наклонением 29° с прохождением экватора в точке 55° в. д., вышли из строя все три бортовых рубидиевых стандарта частоты RAFS. Попытки привести их в чувство закончились ничем. В результате спутник более не мог использоваться для определения местоположения и был способен только передавать навигационные сообщения. Вследствие этого ISRO решила готовить запуск запасного аппарата IRNSS-1H для замены неисправного.

Между тем в июне 2017 г. появились слухи, что на остальных шести спутниках IRNSS есть замечания к работе еще четырех стандартов RAFS, однако ISRO данную информацию официально не подтвердила. Тем не менее был изменен принцип использования стандартов на функционирующих аппаратах для продления их сроков службы. Если раньше на каждом IRNSS запрашивались два стандарта (при этом один работал, а другой пребывал в горячем резерве) и третий находился в холодном резерве, то теперь стал запрашиваться только один стандарт, а остальные два были в холодном резерве.

Стандарты RAFS были произведены швейцарской компанией SpectraTime по соглашению на сумму 4 млн евро, заключенному с ISRO в сентябре 2008 г. Такие же рубидиевые стандарты применяются на аппаратах европейской глобальной навигационной спутниковой системы Galileo и на части КА китайской глобальной навигационной спутниковой системы «Бэйдоу».

В январе 2017 г. Европейское космическое агентство сообщило об отказах трех стандартов RAFS на работающих спутниках системы Galileo. Расследование показало, что недорогой электронный компонент, использовавшийся в RAFS, вызывал короткое замыкание. Наземные испытания стандартов не позволили предотвратить данную ситуацию.

Специалисты SpectraTime были вынуждены доработать уже произведенные рубидиевые стандарты. Перед их установкой на IRNSS-1H были проведены несколько наземных испытаний в ISRO.

Для индийских навигационных аппаратов нового поколения ISRO рассматривает возможность применения собственных ру-

бидиевых стандартов. По крайней мере в мае 2015 г. председатель ISRO Алур Силин Киран Кумар отметил, что Центр космических приложений SAC в Ахмадабаде, входящий в структуру ISRO, совместно с Национальной физической лабораторией в Нью-Дели разрабатывает прототипы стандартов частоты.

Поменяются ли планы по запуску следующих спутников системы NavIC в связи с аварийным стартом IRNSS-1H – пока не известно. Перед аварией запасной аппарат IRNSS-1I намечалось изготовить к апрелю 2018 г.

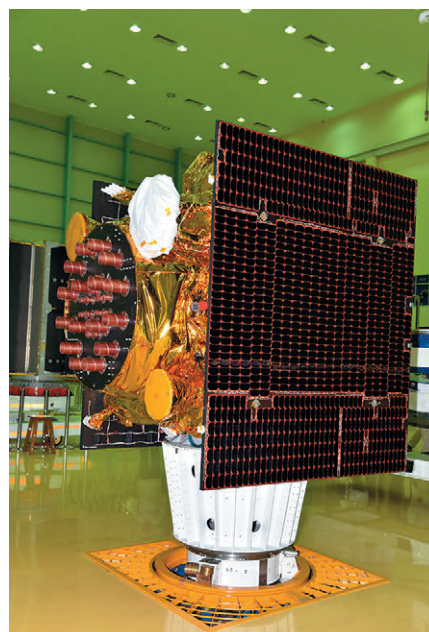
С помощью частных компаний

В декабре 2016 г. ISRO подписала контракт с компанией Alpha Design Technologies из Бангалора на изготовление спутников IRNSS-1H и IRNSS-1I. В соответствии с ним команда, включающая 70 специалистов из шести предприятий и возглавляемая председателем и управляющим директором Alpha Design Technologies Х.С. Шанкар (H. S. Shankar), приняла участие в создании данных аппаратов в бангалорском Спутниковом центре ISAC, входящем в ISRO.

Как отметил директор ISAC М.Аннадураи (M. Annadurai), специалисты из промышленности были задействованы в 25% работ по изготовлению IRNSS-1H, включая сборку, электрические испытания, тесты аппарата при различных режимах, термовакуумные и вибрационные испытания. Он выразил уверенность, что при создании IRNSS-1I эти специалисты под контролем ISRO смогут сделать 95% работ.

Х.С. Шанкар проинформировал председателя ISRO о том, что консорциум из шести предприятий, возглавляемый компанией Alpha Design Technologies, способен в два раза увеличить задействованный в данных работах персонал без удорожания контракта и построить еще два спутника за два месяца – вместо шести.

Как и предыдущие аппараты системы NavIC, спутник IRNSS-1H сделан на базе платформы I-1K. Он имеет стартовую массу 1425 кг (сухая – 598 кг), габариты 1.58×1.50×1.5 м и срок службы 10 лет.



Стратегическая баллистическая ракета «Хвасон-12» с достоинством и мощью чуждейской ядерной державы разом поднялась, окрашивая небо Пхеньяна красным блеском.

Из сообщения ЦТАК от 30 августа 2017 г.



И. Лисов.
«Новости космонавтики»

Длинная рука Ким Чон Ына

29 августа 106 года эры Чучхе в 05:27 пхеньянского времени (28 августа 2017 г. в 20:57 UTC) Стратегические войска Кореической народной армии осуществили с территории Международного аэропорта Сунан вблизи Пхеньяна пуск стратегической ракеты промежуточной дальности «Хвасон-12» (화성-12호). Точка падения головной части находилась на удалении 2700 км в Тихом океане, максимальная высота подъема составила 550 км. Вблизи апогея траектории ракета прошла над Японией – над южной оконечностью острова Хоккайдо, над полуостровом Осима и мысом Эримо. В районах по трассе полета была объявлена тревога, но японские и американские средства противоракетной обороны не предприняли попытки перехвата.

Это был первый преднамеренный пуск северокорейской боевой баллистической ракеты с пролетом над Японией, что принципиально отличает его от двух неудачных попыток запуска спутников в 1998 и 2009 гг. Ему предшествовали два успешных испытания межконтинентальной ракеты «Хвасон-14» 4 и 28 июля 2017 г., а сразу за ним последовало первое успешное испытание термоядерного боезаряда 3 сентября. Указанные события свидетельствуют о переходе КНДР в принципиально новый статус ракетно-ядерной державы глобального масштаба.

От «Эльбруса» до «Тэпходона»

Мы уже касались истории создания северокорейской ракетной техники в материалах о запусках первых спутников КНДР (НК № 6, 2012; № 2, 2013; № 4, 2016), однако не все содержащиеся в них оценки выдержали проверку временем. Лишь пару лет назад КНДР начала публиковать регулярные сооб-

щения о своих последних разработках, сопровождая пропагандистские по сути своей тексты довольно ценной фотоинформацией. В этот краткий промежуток времени уложились первые старты по крайней мере шести новых комплексов с баллистическими ракетами. Все это требует как нового обращения к событиям начального этапа ракетной программы КНДР, так и подробного освещения достижений двух последних лет.

Заметим сразу, что понимание истории и логики событий очень сильно затрудняет феерический разноречивый в наименованиях и обозначениях изделий северокорейской ракетной техники, а также множество устоявшихся, хотя ни на чем не основанных представлений и заблуждений. Читатель не должен удивляться тому, что мы иногда используем известные наименования в отношении иных, нежели обычно принято, систем: в некоторых случаях (как, например, в отношении ракеты средней дальности «Хвасон-7») правильное соответствие между ними было установлено лишь несколько месяцев назад.

Итак, все началось с того, что в середине 1960-х годов КНДР получила из СССР советский тактический ракетный комплекс малой дальности «Луна» с твердотопливными неуправляемыми ракетами, который скопировала под названием «Хвасон-1» («Марс-1»). Аналогичная судьба постигла и комплекс «Луна-М», полученный из Египта в середине 1970-х и превратившийся в «Хвасон-3».

Во второй половине 1970-х КНДР получила первый опыт создания ракет с ЖРД в ходе разработки совместно с КНР ракеты DF-61 на дальность 600 км. Однако эта попытка осталась незавершенной, поскольку Китай, опасаясь неконтролируемых амбиций режима Ким Ир Сена, вышел из совместного проекта.

Как раз в это время, в начале 1980 г., Египет поставил в Северную Корею несколько экземпляров советского оперативно-тактического комплекса «Эльбрус», включающего мобильную пусковую установку и ракету Р-17Э дальностью 300 км. Так КНДР получила альтернативный доступ к технологии жидкостных ракет дальнего действия и смогла повторить опыт копирования германской А-4 Советским Союзом и советской Р-2 Китаем. «На входе» у нее была ракета ОКБ В. П. Макеева со стартовой массой 5900 кг, оснащенная ЖРД 9Д21 разработки ОКБ А. М. Исаева с тягой 13,3 тс на высококипящих компонентах.

В ходе творческой переработки советского изделия, известного на Западе как Scud-B, был создан и принят на вооружение комплекс «Хвасон-5» с дальностью 340 км. Новое оружие было испытано в апреле-сентябре 1984 г. на полигоне на мысе Мусу вблизи деревни Мусудан (ныне хорошо известный Восточноморский ракетно-космический полигон Тонхэ), что, кстати, не укрылось от глаз американской разведки. Полевые испытания и необходимую доработку комплекс прошел в Иране в ходе войны с Ираком, который, кстати, применял «оригинальную» Р-17Э по городам Ирана.

В 1987–1990 гг. была разработана новая версия «Хвасон-6», в которой за счет некоторого изменения компоновки ракеты с увеличением топливной заправки, отдельных частных улучшений конструкции и снижения массы головной части с 1000 кг до 750 кг удалось увеличить дальность до 500 км и тем самым включить в зону поражения всю территорию Южной Кореи. Названные комплексы продавались или передавались Вьетнаму и ряду стран Ближнего Востока, включая Иран и Пакистан.



▲ Комплекс «Хвасон-7» на параде в Пхеньяне 15 апреля 2012 г.



▲ Высокоточный оперативно-тактический ракетный комплекс

Результатом дальнейшей модернизации уже в 2000-е годы стал комплекс «Хвасон-9», дальность которого достигла 800 км, а затем была увеличена до 1000 км. У западных аналитиков он проходит под именем Scud-ER (Extended Range, увеличенной дальности) и обозначением KN-04. Как и две первые разработки, комплекс базируется на четырехосном шасси типа МАЗ-543. Сразу три ракеты этого типа были пущены 5 сентября 2016 г. из района Хванчжу в ходе военных учений в присутствии главы партии и государства Ким Чон Ына, о чем было выпущено официальное сообщение агентства ЦТАК, но без упоминания наименования «Хвасон-9». Агентство Рёнхап сообщило позднее, что все три ракеты упали в море в радиусе 1 км на расстоянии 1000 км от места старта, подтвердив хорошую точность наведения.

Наконец, на большом военном параде в Пхеньяне 15 апреля 2017 г., посвященном 105-й годовщине со дня рождения основателя северокорейского государства Ким Ир Сена, была продемонстрирована последняя разработка, восходящая к Р-173, – высокоточный ракетный комплекс с пусковой установкой на гусеничном шасси, оснащенный ракетой с отделяющейся маневрирующей головной частью. Его северокорейское наименование неизвестно, а у южнокорейских и американских аналитиков после недолгой, но досадной неразберихи он получил код KN-18.

Этот комплекс был успешно испытан 29 мая в пуске из точки чуть севернее аэродрома Калма города Вонсан, на берегу Восточного (Японского) моря, опять же под личным контролем Ким Чон Ына. В подробном отчете ЦТАК было сделано ударение на высокоточную систему управления, обеспечившую попадание в цель с отклонением 7 м, и названы ее исполнительные органы – управляемые стабилизаторы головной части на активном участке полета, система коррекции скорости и стабилизации корпуса ракеты с использованием двигателей малой тяги на среднем участке и финальная система наведения на этапе полета в атмосфере. По данным южнокорейских СМИ, ракета пролетела около 450 км при апогее 120 км. В репортаже телевидения КНДР «засветились» точная величина дальности (450.007 км) и продолжительность полета (382.8 сек).

Обозреватели рассматривают KN-18 как аналог китайского «кубийцы авианосцев» DF-21С. Но поскольку КНДР не обладает средствами космической разведки, более вероятно, что его назначение состоит в уничтожении защищенных стационарных сухопутных объектов.

Эти две разработки представляют собой самостоятельные боковые ветви северо-корейской ракетной программы. На основном же направлении очередным достижением КНДР стал комплекс средней дальности «Хвасон-7», получивший у западных аналитиков наименование «Нодон» по месту первоначального обнаружения у деревни Нодон вблизи полигона Тонхэ в мае 1990 г. В первом успешном пуске в мае 1993 г. ракета пролетела 500 км – правда, по навесной (с высоким апогеем) траектории. Западные аналитики оценили радиус действия «Нодона» в 1000 км с боевой частью массой 1000 кг, либо 1300 км с грузом 700 кг. После принятия на вооружение в середине 1990-х годов он был поставлен в Иран, где ему дали наименование «Шахаб-3».

Пусковая установка комплекса «Хвасон-7» выполнена на пятиосном шасси типа МАЗ-547. Точные данные о ракете не публиковались, но она реконструируется по фотографиям как масштабно увеличенный примерно в полтора раза вариант «Хвасон-6» со стартовой массой около 16 т и тягой двигателя 26,6 тс.

Происхождение данного ЖРД достоверно не установлено, как и топливная пара, на которой он работает. Так называемая Комиссия Рамсфелда в представленном в Конгресс в июле 1998 г. отчете об угрозах США характеризовала его как «масштабированный вверх двигатель Scud». Чарльз Вик видел его предком С.713 аналогичной тяги с советской морской ракеты Р-13, однако это изделие ОКБ А. М. Исаева имеет маршевую и четыре рулевые камеры, а по появившимся с тех пор фотографиям иранских «Шахабов» известно, что на «Нодоне» стоит однокамерный ЖРД с газовыми рулями. Роберт Шмюккер и Маркус Шиллер считают и двигатель, и ракету в целом (!) неизвестной доселе советской разработкой конца 1950-х годов. Владимир Хрусталева, известный эксперт по ракетному оружию КНДР, характеризует двигатель «Хвасон-7» как «сильно переде-

ланный на базе «конструктора» из двигателей ракет Р-17», но не объясняет, кто и как сумел удвоить его тягу. Информационная сводка ТАСС от 4 июля 2017 г., согласно которой «Нодон» оснащен связкой из четырех двигателей от «Скада», указывает лишь на неосведомленность ее автора.

31 августа 1998 г. КНДР сделала попытку запуска спутника легким носителем «Пэктусан-1», первая ступень которого была выполнена на базе «Нодона». Западные аналитики долгое время представляли этот носитель как вариант двухступенчатой ракеты средней дальности «Тэпходон-1» (названной так по населенному пункту Тэпходон вблизи стартового комплекса на полигоне Тонхэ), однако никаких доказательств ее существования так и не появилось.

В отчете Комиссии Рамсфелда утверждалось также, что КНДР энергично работает над межконтинентальной ракетой «Тэпходон-2» дальностью около 7000 км, а с легкой головной частью – и до 10 000 км. Аналитики «рисовали» ее в виде двухступенчатой ракеты, новая первая ступень которой сходна с китайской «Дунфэн-3» и оснащена четырьмя двигателями типа «Нодон», а вторая ступень сделана на базе «Нодона». Сообщалось, что к июлю 1999 г. стартовый комплекс был перестроен с увеличением высоты башни обслуживания с 22 м до 33 м и что в августе ракета была якобы доставлена на полигон Тонхэ для пуска.

Ожидавшийся старт так и не состоялся – в сентябре 1999 г. Северная Корея согласилась на мораторий на летные испытания ракет большой дальности, а США в ответ в июне 2000 г. частично сняли наложенные на КНДР санкции. Это позволило стране выйти из тяжелейшего экономического кризиса, сопровождавшегося массовым голодом.

«Добровольный мораторий» продержался почти семь лет. КНДР возобновила ракетные испытания утром 5 июля 2006 г., преподнесла тем самым «подарок» США, где еще было 4 июля и праздновался День не-

▼ Залповый пуск северокорейских ОТР на дальность 1000 км 6 марта 2017 г.



зависимости. Из района Киттерён в горах южнее Вонсана были успешно запущены пять «Скадов» различных модификаций и один «Нодон», а с полигона Тонхэ – долгожданный «Тэпходон-2», который, однако, потерпел аварию на 42-й секунде полета. Истинная цель этого пуска осталась неизвестной: Северная Корея от представления своей версии воздержалась.

5 апреля 2009 г. с этой же стартовой позиции был запущен космический носитель «Ынха-2» со спутником «Кванмёнсон-2». Он потерпел аварию на этапе разделения 2-й и 3-й ступеней, однако КНДР объявила пуск успешным и опубликовала телевизионный репортаж с кадрами ракеты на старте и в полете. Надо сказать, что в целом «Ынха» оказалась похожей на выполненные десятью годами раньше реконструкции «Тэпходона». Впоследствии она была доработана и стартовала еще трижды с нового Западноморского ракетно-космического полигона Сохэ, причем третий и четвертый орбитальные пуски в 2012 и 2016 гг. оказались успешными. За последний из них, в феврале 2016 г., на КНДР были наложены масштабные санкции, которые остаются в силе и сегодня.

Что же касается МБР, то вряд ли КНДР когда-либо предполагала развертывать боевую ракету наземного старта, собираемую и испытываемую в течение нескольких недель на пусковой установке и полностью уязвимую для упреждающего удара. «Тэпходоны» остались в истории лишь пугалом, которым, однако, США успешно оправдали создание развитой системы ПРО.

«Мусудан»

Деревня Мусудан стала третьим населенным пунктом вблизи полигона Тонхэ, имя которого перешло к северокорейской ракете. Оно досталось системе «Хвасон-10», которая уже без всяких оговорок может претендовать на занесение в графу «средней дальности», так как даже по минимальным оценкам способна летать на 2500 км. Американские правительственные эксперты предпочитали указывать оценочную дальность «от 3200 км и выше», что позволяло им классифицировать «Мусудан» как ракету промежуточной дальности (БРПД). Из-за этого бывает неясно, какую именно ракету имели в виду американские и южнокорейские представители, сообщая об очередном пуске: «Хвасон-10» или значительно более дальнобойную «Хвасон-12».

«Мусудан», первый герой нашего рассказа, необычен продолжительным периодом «призрачного» существования – от первого его упоминания в прессе до первого пуска прошло 13 лет! – и странной историей названия. Вопреки обычаю, он вовсе не был назван по месту первоначального обнаружения.

В сентябре 2003 г. КНДР готовилась к параду по случаю 55-летия провозглашения северокорейского государства, и на нем предполагалось представить новую ракету большой дальности. «Реквизит» – пять пусковых установок и десять ракет (скорее всего, макетных) – привезли на поле аэроклуба «Мирым», где его и засекли – то ли спутники (по официальной версии), то ли агенты южнокорейской разведки (что более вероятно). В итоге «Мусудан» на параде так и не показали, но южнокорейская

газета «Чунан Ильбо» 9 сентября сообщила со ссылкой на представителя военной разведки о развертывании КНДР ракет нового типа, а также о том, что «представители разведки Японии, Южной Кореи и США вывели из уникальной формы головной части ракеты, которая напоминает верхушку детской соски, что [эта] версия была создана на базе советской ракеты для подводных лодок SS-N-6», разработанной в ОКБ В. П. Макеева и известной в России под именем Р-27.

Тремя днями позже Los Angeles Times уже без пикантных подробностей о форме соски, но со ссылкой на американского представителя сообщила, что новая северокорейская ракета основана на SS-N-6, которую КНДР якобы приобрела в промежутке между 1992 и 1998 г. Газета напомнила случившуюся в октябре 1992 г. скандальную историю, когда группу из 20 сотрудников оборонных предприятий России (с семьями – 64 человека), в том числе из КБ Макеева и Исаева,



▲ Комплекс «Хвасон-10» («Мусудан») на параде и в реальном пуске

уже в аэропорту Шереметьево сняли с рейса, направлявшегося в Пхеньян.

Вот на таких основаниях «Мусудан» с самого начала был объявлен северокорейским клоном Р-27. Из первых газетных публикаций информация о северокорейской БРПД нашла путь в заявления официальных лиц (в феврале 2004 г. о ней упомянул в выступлении перед Конгрессом глава Разведывательного управления Министерства обороны DIA вице-адмирал Лоуэлл Джейкоби), в публикации авторитетной службы Jane's (август 2004 г.), а затем и в официальные разведывательные оценки. В 2006 г. в отчете Национального центра аэрокосмической разведки NASIC перспективная северокорейская БР с предполагаемой дальностью более 3200 км все еще оставалась безымянной.

25 апреля 2007 г. в Пхеньяне прошел военный парад по случаю 75-летия создания Корейской народной армии, на котором, как утверждается, «призрак» впервые материализовался. Но так как на него не были приглашены иностранные корреспонденты, а в телерепортаж пусковые установки с этой ракетой не попали, экспертам пришлось принять на веру заявление японской газеты «Йомиури», что ее видели средства спутниковой разведки.

15 мая 2007 г. южнокорейское агентство Рёнхэп сообщило со ссылкой на источник в Вашингтоне, что новая северокорейская ракета была впервые испытана на территории союзника КНДР – Ирана*. Сделать это на

собственной территории Северная Корея в тот момент не могла, поскольку после проведенного 9 октября 2006 г. первого ядерного взрыва оказалась под новой серией санкций.

Интересно, что как раз в этом сообщении интересующая нас ракета с дальностью «около 4000 км» была впервые названа «Мусудан». Кто и когда придумал это название и как скоро оно стало официальным – не ясно. Выступая в феврале 2008 г., новый директор DIA генерал-лейтенант Майкл Мейплз опять упомянул «Тэпходон» и безымянную БРПД. А вот уже в октябре 2009 г. в телеграмме Госдепартамента за подписью Хиллари Клинтон говорилось о «новой мобильной БРПД, которую называют «Мусудан» в США», построенной на основе SS-N-6.

10 октября 2010 г. восемь ракет «Мусудан» прошли наконец по площади Ким Ир Сена в Пхеньяне. Транспортно-пусковые установки на шестиосных шасси сильно напоминали МАЗ-7916 советского комплекса

«Пионер», но ракеты лежали на них «голыми», без контейнеров, с подстыканным сзади пусковым столом.

Размеры ракеты заставили экспертов задуматься. Советская Р-27 была очень компактным изделием, имея при диаметре 1.50 м длину всего 8.89 м. Этого удалось достичь переходом на более эффективную топливную пару НДМГ+АТ, ликвидацией всех переходных и межбаковых отсеков и погружением двигателя 4Д10 в бак горючего. «Мусудан» при том же диаметре имел длину примерно 12 м. С одной стороны, это позволяло легко объяснить большую дальность, чем 2500 км у Р-27. С другой – удлинение отсеков и увеличение топливной заправки должны были повлечь увеличение стартовой массы с 14.4 т по крайней мере до 19 т. Оригинальный двигатель Р-27, имеющий в своем составе маршевый блок тягой 23 тс и рулевой блок из двух камер общей тягой 3 тс, поднял бы такую ракету с трудом. Общепризнанная версия о копировании Р-27 пошатнулась – до первого успешного пуска, которого, правда, пришлось ждать еще почти шесть лет.

15 апреля 2016 г. в 05:03 пхеньянского времени (14 апреля в 20:33 UTC), в День Солнца – день рождения Ким Ир Сена, который является в КНДР одним из главных

* 20 декабря 2005 г. германская газета Bild Zeitung сообщила о закупке Ираном у КНДР 18 комплектов ракеты ВМ-25. Считается, что это наименование расшифровывается как «баллистическая ракета с дальностью 2500 км».

Табл. 1. Основные типы ракет КНДР большой дальности

Наименование	Обозначение	Дальность	Базирование	Тип	Дальность, км
Хвасон-7	Nodong	Средняя	ПГРК	Жидкостный	1300
Хвасон-10	Musudan	Средняя	ПГРК	Жидкостный	2500
Хвасон-12	KN-17	Промежуточная	ПГРК	Жидкостный	4500
Хвасон-14	KN-20	Межконтинентальная	ПГРК	Жидкостный	10 000
Пуккыксон-1	KN-11	Средняя	БРПЛ	Твердотопливный	1000
Пуккыксон-2	KN-15	Средняя	ПГРК	Твердотопливный	1200

государственных праздников, из района города Вонсан был произведен пуск баллистической ракеты промежуточной дальности, который завершился аварией. Об этом сообщил представитель Минобороны США, а агентство Рёнхп дообавило, что накануне в этом районе были замечены две пусковые установки «Мусудан», указав тем самым на конкретный тип ракеты.

20 апреля американское издание Washington Free Beacon сообщило подробности: ракета взорвалась через 5–6 секунд после старта на высоте примерно 100 метров, превратившись в огромный огненный шар, который повредил пусковую установку. Вторая машина использована в этот день не была.

28 апреля из района Вонсана были последовательно запущены два «Мусудана». Первая ракета стартовала в 06:10 пхеньянского времени и потерпела аварию вскоре после этого. Второй старт был выполнен в 18:56, но, «по всей видимости, и этот пуск закончился неудачей». Об этом сообщили южнокорейские и американские СМИ, в то время как северокорейские промолчали: подарка к началу VII съезда Трудовой партии Кореи, намеченному на 6 мая, не получилось.

Испытания возобновились 31 мая: как сообщило Рёнхп, пуск состоялся в районе Вонсана в 04:50 пхеньянского времени и был оценен как неудачный, подробности не сообщались.

22 июня из окрестностей Вонсана вновь были выполнены два пуска – в 05:26 и в 07:33 пхеньянского времени. Первый, по данным Рёнхп, был неудачным: ракета «развалилась на части», пролетев 150–160 км. Второй из них прошел успешно – была достигнута дальность 400 км при максимальной высоте порядка 1000 км.

23 июня об этом пуске сообщило северокорейское агентство ЦТАК, начав его фразой: «Председатель ТПК, Первый председатель ГКО КНДР, Верховный Главнокомандующий КНА Ким Чон Ын руководил на месте ходом испытательного запуска стратегической БР «земля–земля» средней и большой дальности “Хвасон-10”». Далее в тексте говорилось, что старт был выполнен с самоходной пусковой установки при большом угле возвышения, чтобы имитировать полет на максимальную дальность. Ракета поднялась на высоту 1413,6 км и «точно попала в заданную акваторию-цель, отдаленную на 400 км».

В отчете ЦТАК далее указывалось: «В результате испытания утверждены динамические характеристики полета по-корейски модернизированной баллистической раке-

ты, ее устойчивость и контроль, технические характеристики по-новому спроектированной конструкции и динамической системы, а также подтверждены характеристика устойчивости боеголовки к нагреву и устойчивость полета в этапе входа в атмосферу. Очередной испытательный запуск дал надежную научно-техническую гарантию для дальнейшей разработки системы стратегического оружия»*.

Итак, успешным пуском 22 июня лично руководил Ким Чон Ын – и это был не первый и не последний случай в большой серии стартов 2016–2017 гг. Неужели «уважаемый высший руководитель» приезжает на все важные пуски, в том числе и на те, о которых не сообщает ЦТАК вследствие аварийного исхода? Логично считать, что так. Другое дело, что не всем сообщением американской и южнокорейской стороны об авариях северокорейских ракет следует верить. Так, из шести перечисленных пусков «Мусудана» только для первого есть конкретное описание случившегося. Что планировалось и что реально произошло 28 апреля и 31 мая – неизвестно, а что касается первого пуска 22 июня, то 7 июля Japе’s сообщила со ссылкой на прессу КНДР, что эта ракета была ликвидирована преднамеренно. Отличить же по сообщениям Рёнхп аварию от преднамеренного прекращения полета, разумеется, невозможно.

Фотографии из репортажа за 23 июня и видеоряд с концерта, посвященного пуску первой МБР год спустя, позволили наконец сделать выводы о конструкции «Мусудана». Ракета одноступенчатая, с отделяемой головной частью цилиндрической формы. Двигательная установка действительно выглядит как копия 4Д10 – маршевый блок выступает соплом из днища бакового отсека, а два рулевика установлены отдельно – но должна быть форсированным вариантом советского двигателя, чтобы обеспечить достаточную тяговооруженность более тяжелой ракете. Компоненты, судя по цвету продуктов сгорания при старте, – НДМГ и четырехокись азота, как и у прототипа. В отличие от советской ракеты, «Мусудан» использует для стабилизации восемь решетчатых крыльев в хвостовой части.

Заявленные ЦТАК параметры траектории по оценочному расчету соответствуют начальной скорости около 4400 м/с. При пуске по оптимальной траектории, когда максимальная высота вчетверо меньше дальности,

«Хвасон-10», вероятно, способен преодолеть порядка 3200 км.

7 июля США и Республика Корея сделали совместное заявление о решении развернуть на территории Южной Кореи в районе города Сёнджу батарею ПРО THAAD с американским боевым расчетом. 6 марта 2017 г. первые ее компоненты прибыли в Южную Корею.

БРПА «Хвасон-12»

На параде 15 апреля 2017 г. был впервые представлен наш второй и главный герой – новый комплекс грунтового базирования промежуточной дальности «Хвасон-12». Четыре пусковые установки походили на машины комплекса «Хвасон-10» с дополнительной защитой с боков шестиосного шасси. Ракета, опять же «голая», была намного длиннее предшественницы, так что головная часть с хорошо читаемой маркировкой «전투8-지» выступала впереди за габарит.

Аналитики не успели предложить свою реконструкцию новой ракеты, так как период от демонстрации в Пхеньяне до первого успешного пуска оказался предельно коротким. 15 мая агентство ЦТАК сообщило, что Ким Чон Ын накануне непосредственно руководил на месте испытательным запуском стратегической баллистической ракеты «Хвасон-12» средней и большой дальности класса «земля–земля». Дата пуска, вероятно, была приурочена к встрече на высшем уровне в Пекине с участием Си Цзиньпина и В. В. Путина, а заодно и к вступлению 10 мая в должность нового президента Южной Кореи Мун Чжэ Ина.

Согласно официальному сообщению, пуск состоялся по приказу Ким Чон Ына 14 мая 2017 г. в 04:58 пхеньянского времени (13 мая в 20:28 UTC). Он был произведен под максимально высоким углом с целью обеспечения безопасности окружающих стран. Ракета с бортовым номером X11831851 поднялась на максимальную высоту 2111,5 км и достигла заданной точки в акватории Японского моря на дистанции 787 км. Место падения находилось в международных водах примерно в 150 км к юго-востоку от Находки.

Заявленной целью испытательного пуска явилось подтверждение тактико-технических данных стратегической баллистической ракеты, способной нести тяжелую ядерную боеголовку высокой мощности. В результате была полностью подтверждена надежность работы систем наведения, стабилизации и

▼ Первый испытательный пуск БРПА «Хвасон-12» 14 мая 2017 г.



* Цитируется по русскоязычному варианту сообщения с исправлением терминологических опечаток перевода.

всех других систем «ракеты корейского образца, совершенно по-новому спроектированной учеными и техниками оборонной области». В частности, была повторно подтверждена надежность нового двигателя ракеты», а также системы наведения и точность действия системы подрыва ядерной боеголовки при входе в плотные слои атмосферы.

Обращаясь после старта к создателям комплекса, Ким Чон Ын высоко оценил результаты их работы, заявив, что они совершили великое дело. Северокорейский вождь сфотографировался на память с участниками испытания и объявил им благодарность.

Американское Тихоокеанское командование, в зоне ответственности которого находится Корея, уже в день пуска сообщило, что он состоялся примерно в 20:30 UTC в районе города Кусон. Агентство Рёнхалп назвало время старта в 20:27 и сообщило, что ракета пролетела примерно 700 км. Японское правительство, в свою очередь, заявило о дальности 700–800 км, высоте свыше 2000 км и продолжительности полета около получаса. Как видим, описания, данные КНДР и ее противниками, вполне совпали.

Приведенные ЦТАК траекторные данные по оценочному расчету соответствуют начальной скорости 5170 м/с – для одноступенчатой ракеты результат более чем достойный и обеспечивающий стрельбу на дальности порядка 4500 км.

15 мая американские разведывательные службы идентифицировали новое изделие как KN-17 – ракету промежуточной дальности, способную доставить ядерную боеголовку на расстояние 5500 км, то есть вплоть до Аляски. В материале издания Washington Free Beacon говорилось также, что пуск был произведен не с мобильной установки, а с отдельного стартового стенда. Фотографии, опубликованные ЦТАК, подтверждают это заявление: непосредственно в момент включения двигательной установки транспортной машины рядом с ракетой не было.

Билл Гертц, обозреватель Washington Free Beacon, относит на счет KN-17 список из трех аварий на протяжении предыдущего месяца (5, 16 и 29 апреля), каждая из которых была объявлена американцами или южнокорейцами без надежной идентификации. Есть основания считать, что в действительности «Хвасон-12» потерпел аварию лишь однажды, а именно 5 апреля. Известно, что этот пуск состоялся с наземной установки в порту Синпхо, причем ракета пролетела 60 км, поднявшись при этом на 189 км, что соответствует пуску по навесной траектории, и в процессе полета начала кувыркаться. Пуск «Хвасон-12» с берега действительно был показан в одном северокорейском документальном фильме, и слова Ким Чон Ына о повторном использовании нового ЖРД сюда хорошо ложатся.

Одно известно точно: старт 14 мая определенно не стал последним.

29 августа, в траурный день 107-й годовщины аннексии Кореи Японией, Ким Чон Ын «руководил на месте учениями по запу-



▲ Комплекс «Хвасон-12» на параде за месяц до первого пуска

ску стратегической баллистической ракеты средней и большой дальности Стратегических войск КНА», заявленными как ответ американо-южнокорейским учениям Ulchi Freedom Guardian. Примерно в 05:27 пхеньянского времени с территории Международного аэропорта Сунан в 40 км к северу от центра Пхеньяна был произведен успешный пуск ракеты «Хвасон-12» с бортовым номером ≈ 11831805 . Траектория полета прошла через территорию Японии в акваторию Тихого океана на дальности около 2700 км, точка падения находилась в 1180 км от мыса Эримо на острове Хоккайдо.

Ким Чон Ын выразил большое удовлетворение успешным пуском ракеты «Хвасон-12» и «оценил способность к использованию ракеты в реальном бою артиллерийской частью Стратегических войск и боееспособность новой стратегической баллистической ракеты средней и большой дальности как совершенные». Он также подчеркнул, что учения явились «началом военной операции нашей армии на Тихом океане и многозначительной прелюдией для сдерживания нападения с острова Гуам – передовой базы агрессии».

15 сентября 2017 г. около 06:27 пхеньянского времени с территории аэропорта Сунан был проведен еще один учебно-боевой пуск «Хвасон-12», на следующий день подтвержденный ЦТАК. На этот раз ракета с бортовым номером ≈ 11831896 стартовала без отвода транспортно-пусковой установки. Северокорейское агентство сообщило, что ракета пролетела по намеченной траектории через воздушное пространство острова Хоккайдо и точно попала по указанной цели в Тихом океане. Дальность и высота не были названы официально, но на экране полетных параметров в левом столбце расчетных значений можно было увидеть числа 3724 и 778.

По данным южнокорейского Объединенного комитета начальников штабов, в этом пуске была достигнута дальность 3700 км при максимальной высоте 770 км. В период с 06:34 до 06:36 пхеньянского времени (соответственно 07:04 и 07:06 токийского) ракета прошла над территорией Японии и в 06:46 упала примерно в 2200 км восточнее мыса Эримо. Впрочем, более вероятно, что в этот момент цель ушла за горизонт и японские РЛС ее потеряли.

Таким образом, КНДР впервые практически продемонстрировала возможность удара по Гуаму, отдаленному от ее территории примерно на 3250 км. На этом острове, который является ближайшим к КНДР владением США, находится крупная стратегическая авиабаза. Его упоминание в контексте испытательного пуска изделия «Хвасон-12» косвенно указывает на то, что предыдущая система до Гуама все-таки не добивает. Перед сентябрьским пуском северяне уже пригрозили запустить по острову четыре ракеты «Хвасон-12», но заявили, что подождут с реализацией этого плана и «еще немного» посмотрят на поведение США.

МБР «Хвасон-14»

15 апреля 2012 г. в военном параде в Пхеньяне впервые приняли участие северокорейские МБР. Точнее – шесть пусковых установок подвижного грунтового комплекса с макетами, обозначенными американскими и южнокорейскими экспертами индексом KN-08. К макетам их отнесли по совокупности понятных только специалистам деталей – например, по отсутствию твердотопливных двигателей разведения ступеней. Новая восьмиосная транспортно-пусковая установка была очень похожа на китайскую WS51200 с грузоподъемностью 80 т при собственном весе 42 т и являлась ею в действительности: КНДР заказала их предприятию Hubei Sanjiang Space Wanshan Special Vehicle Co. Ltd. «для промышленной эксплуатации» и получила две машины в мае и четыре в октябре 2011 г.

10 октября 2015 г. по Пхеньяну вновь прошли WS51200 с ракетами иного вида – верхнюю ступень меньшего диаметра и головную часть заменили коротким коническим обтекателем со сферическим затушением. Этот вариант, заявленный северокорейской стороной как «Хвасон-13», получил на Западе условное обозначение KN-14 и описывался как двухступенчатый и (почему-то) более совершенный. В обоих случаях ракета транспортировалась «голой» с пристыкованным стартовым столом.

Реальное межконтинентальное изделие имеет наименование «Хвасон-14». Его впервые показали после первого успешного пуска, который состоялся 4 июля 2017 г. и стал очередным «подарком» к национальному празднику США, а заодно и ко встрече в Москве лидеров России и Китая.

Табл. 2. Важнейшие испытательные пуски КНДР в 2015–2017 годах

Дата	Ракета	Место	Дальность, км	Высота, км	Комментарий
09.05.2015	Пуккыксон-1	Синпхо	Бросковое испытание с погруженного стенда
07.02.2016	Ынха-3	Сохэ	–	500	Орбитальный пуск
23.04.2016	Пуккыксон-1	Синпхо	30	...	Бросковое испытание с подводной лодки
22.06.2016	Хвасон-10	Вонсан	400	1414	Навесная траектория
24.08.2016	Пуккыксон-1	Синпхо	500	...	Навесная траектория
12.02.2017	Пуккыксон-2	Кусон	500	575	Навесная траектория
14.05.2017	Хвасон-12	Кусон	787	2112	Навесная траектория
20.05.2017	Пуккыксон-2	Пукчжан	500	560	Навесная траектория
29.05.2017	...	Вонсан	450	...	Высокоточный комплекс
04.07.2017	Хвасон-14	Пханхён	933	2802	Навесная траектория
28.07.2017	Хвасон-14	Мупхён	998	3725	Навесная траектория
29.08.2017	Хвасон-12	Сунан	2700	550	Штатная траектория
15.09.2017	Хвасон-12	Сунан	3700	770	Штатная траектория

Табл. 3. Сравнение пусков

МБР «Хвасон-14» 4 и 28 июля 2017 года		
Параметр	04.07	28.07
Продолжительность работы ДУ 1-й ступени, сек	145	151
Высота выключения ДУ 1-й ступени, км	...	130
Апогей траектории 1-й ступени, км	585	703
Продолжительность работы ДУ 2-й ступени, сек	233	224
Высота выключения ДУ 2-й ступени, км	...	750

Агентство ЦТАК сообщило, что 3 июля Ким Чон Ын отдал приказ собственноручной подписью о проведении испытательного пуска МБР «Хвасон-14», а 4 июля «по стратегическому решению Председателя Трудовой партии Кореи, Председателя Государственного Совета КНДР, Верховного Главнокомандующего КНА, высшего руководителя нашей партии, государства и армии товарища Ким Чон Ына, ученые и технические сотрудники Академии национальной обороны успешно провели испытательный пуск». Старт был произведен в 09:00 по пхеньянскому времени (00:30 UTC) по навесной траектории, полет продолжался 39 минут. Ракета с бортовым номером \times 36311771 достигла высоты 2802 км и «точно поразила указанную акваторию цели» на дальности 933 км.

Еще одно сообщение северокорейского агентства описывало цели и результаты проведенного испытания в подчеркнуто деловом стиле и заслуживает подробного цитирования:

«Этот испытательный запуск проведен с целью подтверждения тактико-технических данных и технической специфики вновь разработанной межконтинентальной баллистической ракеты, способной нести большую тяжелую ядерную боеголовку, и окончательно подтверждения всех технических деталей входа в атмосферу, в том числе теплостойкости и стабильности структуры передней части боеголовки МБР, сделанной из разработанных нами сложных углеродных материалов...

Через испытательный запуск ракеты подтверждены специфика отрыва от пусковой установки ракеты, системы наведения и стабилизации по ступеням на активном участке полета и технические спецификации конструкции системы во время запуска МБР.

Еще раз подтверждена специфика пуска и остановки сверхмощного реактивного двигателя первой ступени и подтверждены специфика пуска, остановки и работы вновь разработанного двигателя второй ступени с еще более мощной двигательной силой (?) в реальных условиях полета.

Вместе с этим проверена точность действия и надежность вновь спроектированной системы разделения ступеней, еще раз подтверждена специфика управления ориентацией тяжелой боевой части на среднем участке траектории после отделения и подтверждена специфика последнего наведения и стабильность конструкции в условиях обстановки жесточайшего повторного вхождения в атмосферу.

Особенно важно, что, несмотря на высокую температуру, достигающую несколько

* Генеральный секретарь кабинета министров Японии заявил, что старт состоялся в 00:39 UTC.

** Заметим, что она достигается на высоте порядка 600 км, что сопряжено с большими гравитационными потерями.

тысяч градусов, и жесткую перегрузку и вибрацию, оказывающую влияние на боеголовку во время входа, внутренняя температура боеголовки стабильно сохранялась в пределах 25–45°. Имитатор подрыва ядерной боеголовки нормально действовал, боеголовка без какого-либо разрушения конструкции достигла и точно поразила указанную акваторию цели.

Доказано, что способность маневров передвижной пусковой машины, несущей МБР, и все технические спецификации подготовительного процесса запуска соответствуют тактико-техническому требованию системы оружия».

Успешный пуск 4 июля был назван «окончательным ключом для совершенствования ядерных сил государства» и «крутой демонстрацией непобедимой государственной силы и неиссякаемой мощи самостоятельной оборонной промышленности чуждейской Кореи». «КНДР как величественная ядерная держава, обладающая вместе с ядерным оружием могущественнейшей межконтинентальной баллистической ракетой, способной нанести удар в любую точку мира, будет пресекать в корне угрозу и шантаж ядерной войны со стороны США и надежно защищать мир и стабильность Корейского полуострова и региона», – объявило ЦТАК.

По данным американских источников, пуск ракеты типа KN-20 был выполнен в 00:40 UTC* с бетонированной площадки вблизи Пханхёнского авиазавода в 100 км к северо-северо-западу от Пхеньяна. Он не был неожиданным, так как США смогли обнаружить пусковую установку примерно за 70 минут до пуска. Полет наблюдался в течение 37 минут с падением в акватории Японского моря, в пределах исключительной экономической зоны Японии, на расстоянии 930 км от места старта. Южная Корея заявила, что максимальная высота траектории «существенно превысила 2500 км», и повторила указанную северянами продолжительность полета – 39 минут.

Таким образом, США и Южная Корея подтвердили траекторные данные, содержащиеся в сообщении ЦТАК. Максимальная высота 2802 км при дальности 933 км соответствуют начальной скорости порядка 5250 м/с**, что подтверждает возможность достижения комплексом «Хвасон-14» межконтинентальной дальности – как минимум 7000 км.

При обсуждении 6 июля проекта резолюции Совета безопасности ООН с осуждением северокорейского испытания Российская Федерация не согласилась с определением его как испытания МБР, поскольку «параметрические данные полета баллистической цели соответствовали тактико-техническим характеристикам баллистической ракеты средней дальности». 9 июля Российская Федерация направила в ООН подтверждающие документы со следующей информацией: «Четвертого июля 2017 года радиолокационной станцией типа «Воронеж», размещенной в Иркутской области, отслеживался пуск баллистической ракеты средней дальности класса «Хвасон» КНДР с ракетного полигона Тончандон (100 километров северо-западнее Пхеньяна)... Полетное время ракеты составило около 14 минут, максимальная высота полета – 535 км, дальность полета – 510 км».

13 июля Ким Чон Ын наградил разработчиков МБР «Хвасон-14». Особо отличившиеся при разработке были удостоены ордена Ким Ир Сена и Ким Чон Ира, званий Героев КНДР или Героев труда КНДР с вручением золотой медали «Серп и молот», а также ордена Государственного флага первой степени. Все награжденные также получили памятные часы с изображением имен бывших лидеров страны Ким Чон Ира и Ким Ир Сена, а также сборники цитат действующего лидера КНДР Ким Чон Ына.

В ночь с 28 на 29 июля под личным руководством Ким Чон Ына в КНДР в северо-западном районе страны был выполнен второй испытательный пуск МБР «Хвасон-14» с задачей «провести его в кратчайшее время, имитировать максимальную дальность полета МБР «Хвасон-14» и еще раз продемонстрировать надежность ракетной системы». Целью испытания было «окончательное подтверждение общих технических характеристик системы вооружения, включая максимальную дальность полета МБР «Хвасон-14», способной нести большую и тяжелую ядерную боеголовку».

Изделие с бортовым номером \times 36311772 стартовало (как и в первый раз) с отдельно стоящего стола. По данным ЦТАК, ракета поднялась до 3724.9 км в высоту, пролетела 998 км за 47 мин 12 сек и точно поразила указанную точку в открытом море. Необходимая для этого скорость на высоте 750 км была примерно 5770 м/с. «В ходе полета

▼ МБР «Хвасон-14» готовится к первому пуску



были подтверждены характеристики работы двигателей, тяга которых была увеличена для обеспечения максимальной дальности полета, точность и надежность улучшенной системы наведения и стабилизации. Еще раз подтверждены характеристики управления тяжелой боевой частью после ее отделения. Осуществлено точное наведение и управление боеголовкой при вхождении в плотные слои атмосферы под максимально высоким углом в более жестких условиях, чем при полете на максимальную дальность. Структурная стабильность боеголовки сохранилась, имитатор взрыва ядерной боеголовки действовал нормально», – сообщило ЦТАК.

Ким Чон Ын выразил большое удовлетворение результатами второго пуска «Хвасона-14», «достигшего великого успеха без малейшей погрешности», высоко оценил усилия ученых, техников и работников отрасли по испытанию ракеты и объявил им особую благодарность от имени ЦК ТПК. «Продемонстрирована способность внезапного запуска МБР в любом месте и в любое время, – подчеркнул он и добавил: – Ясно доказано, что вся материковая часть США теперь попала под прицел ракетно-ядерного оружия КНДР».

Представитель Минобороны США заявил, что пуск МБР был обнаружен 28 июля в 23:11 пхеньянского времени (14:41 UTC) и что ракета стартовала с территории военного завода в населенном пункте Мухён-ни вблизи Чончхона, в 183 км к северо-северо-востоку от Пхеньяна, где ранее ракетные пуски не фиксировались. Место падения находилось в Японском море в 165 км от берега о-ва Хоккайдо. Японские СМИ сообщили, что полет продолжался около 45 минут, а максимальная высота полета была порядка 3000 км. Как следствие, западная оценка максимальной дальности «Хвасона-14» поднялась до 10000 км, и в зону ее поражения действительно попадает большая часть территории США.

▼ Старт МБР «Хвасон-14»



Минобороны России вновь классифицировало запущенную ракету как БРСД: «Пуск баллистической ракеты, запущенной 28 июля около 17:40 ДМВ с ракетного полигона Тончандон (КНДР), отслеживался средствами российской СПРН. Запуск был произведен в направлении от границ России и опасности для Российской Федерации не представлял». По данным МО РФ, ракета поднялась на высоту 681 км и пролетела 732 км, упав в центральной части Японского моря. Опубликованное сообщение противоречило информации обеих Кореи, Японии и США как по части параметров полета, так и по месту пуска.

В ответ на июльские испытания 5 августа СБ ООН единогласно принял резолюцию № 2371, которая полностью запрещает экспорт из Северной Кореи полезных ископаемых (уголь, железная руда и железо-свинцовая руда и свинец) и морепродуктов, запрещает наем северокорейской рабочей силы и ставит вне закона совместные предприятия КНДР с другими странами.

Проведенные испытания показали среди прочего, что сделанные ранее попытки «реконструировать» северокорейскую МБР имели мало общего с действительностью. Эксперты отталкивались от «понятного» им «Мусудана» и компоновали первую ступень МБР двумя 4Д10, чтобы обеспечить необходимую стартовую тягу. Им даже удалось найти снимок объявленного испытания двигателя для МБР в апреле 2016 г., на котором вроде бы угадывались два отдельных факела из двух камер. Не все, правда, верили, что тяги двух 4Д10 хватит, чтобы поднять МБР.

На фотоснимках стартов «Хвасона-12» и «Хвасона-14», однако, совершенно ясно видны большое сопло маршевого двигателя и четыре рулевых. Такая же картина наблюдается и на фотографиях наземного испытания на полигоне Сохэ 18 марта 2017 г., официально названного большим скачком в развитии космической индустрии страны и историческим событием, которое запомнится как «революция 18 марта». (Такой же высокой оценки удостоился и первый пуск МБР, названный «революцией 4 июля».)

Чем же тогда отличалось предыдущее испытание, о котором сообщалось 9 апреля 2016 г. как о тесте «нового сверхмощного реактивного двигателя МБР»? На большинстве снимков этого события видны три факела – от основного сопла и от двух рулевых. Само же испытываемое изделие отличается внешне от испытанного в марте 2017 г. ЖРД и представляет собой достаточно объемный блок. И по дате события, и по виду оно отлично подходит на роль испытания двигательной установки ракеты «Хвасон-10».

Что же касается «Хвасона-14», то Анкит Панда из издания The Diplomat привел со ссылкой на осведомленные американские источники интересные данные, подчеркивающие различие циклограммы и баллистики двух ее стартов (табл. 3). Он также сообщил, что во втором пуске было замечено преднамеренное отклонение на несколько градусов влево на этапе работы второй ступени и что головная часть дошла на спуске без разрушения до высоты около 1 км.

С опубликованием снимков двух новых ракет стало понятно, что, хотя их объединяет ДУ первой ступени, они, тем не менее, замет-

Табл. 4. Приблизительная реконструкция

Параметр	БРПД «Хвасон-12»	МБР «Хвасон-14»
Длина, м	17	18
Диаметр, м	1.5	1.7
Стартовая масса, т	24–25	33–34
Тяга ДУ 1-й ступени, тс	41+4х1.5	41+4х1.5

но различаются: «Хвасон-14» не является просто «Хвасоном-12» с дополнительной ступенью.

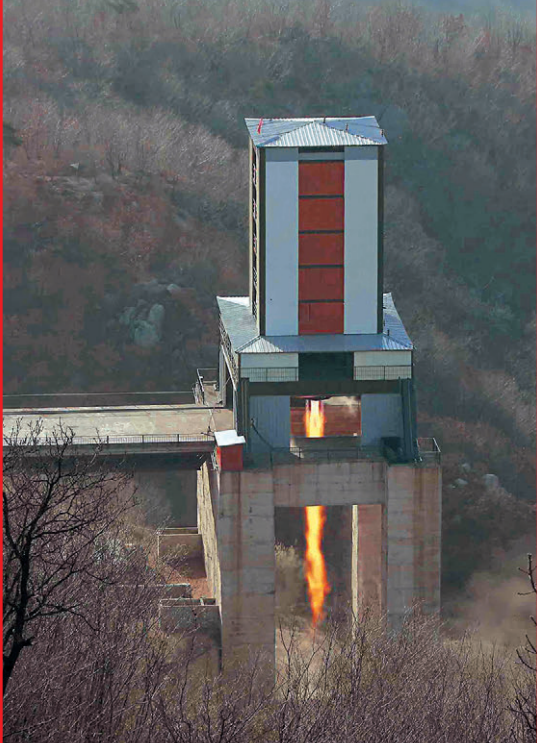
Длина МБР оценивается по фотографиям в 18 м при диаметре 1.7 м, стартовая масса при таких данных должна быть 33–34 т. Ускорение в начале подъема вычисляется по видеозаписи пуска и, по оценке Майкла Эллемана из Международного института стратегических исследований в Лондоне, составляет 4.0–4.5 м/с², что соответствует тяге ДУ около 47 тс, из них примерно 6 тс приходится на четыре рулевые камеры и 41 тс – на маршевый двигатель. За 150 секунд работы со средним удельным импульсом 290 сек двигатель первой ступени израсходует более 24 тонн топлива – выглядит разумно, учитывая, что вторая ступень очень маленькая и вряд ли управляется более чем 2.5 тоннами.

Аналогично для БРПД выводятся диаметр 1.5 м, длина 17 м и стартовая масса 24–25 т; при той же ДУ получается ускорение 8.5–9.0 м/с² в соответствии с видеодокументами. Хвостовая юбка обеих ракет примерно на 15% шире, чем баковый отсек; диаметр сопла на снимках получается одинаковым – примерно 0.73 м.

Никакой официальной и достоверной информации о параметрах и происхождении ЖРД для северокорейских БРПД и МБР нет. Он вполне может быть самостоятельной разработкой – за 30 лет КНДР уже накопила богатый опыт форсирования и модернизации двигателей, пусть даже полученных из зарубежных источников.

Тем не менее 14 августа 2017 г. respectable New York Times выдала сенсационную версию: КНДР смогла создать МБР благодаря тому, что якобы приобрела «на черном рынке» двигатели РД-250, спроектированные в России на «Энергомаше» и выпускавшиеся в Днепропетровске на ПО «Южмаш». Собственно, идею о таком заимствовании выдвинули 11 августа Теодор Постол, Маркус Шиллер и Роберт Шмукер, затем ее подхватил упомянутый выше Майкл Эллеман, а уже на него сослалась New York Times. «Вероятно, эти двигатели поступили [в КНДР] с Украины, возможно, незаконно», – заявил Эллеман.

Не очень интересно, с какой целью New York Times взялась «топить» украинский режим, как откешивались от обвинений сам «Южмаш», КБ «Южное» и стоящее над ними ГКАУ, как «Южмаш» переводил стрелки на КБ «Южное», а его генеральный конструктор Александр Дегтярев зачем-то признавал, что ракетные двигатели, произведенные в его КБ (?!), могли быть скопированы для нужд КНДР, как опровергал статью в New York Times секретарь Совета национальной безопасности и обороны Украины Александр Турчинов и как затем он же поштучно перечислял три возвращенных на Украину из России «Циклона-2» и девять РД-250 в их составе. Само исходное предположение американской статьи не выдерживает критики.



▲ Испытания двигательной установки МБР

Получив в результате своей реконструкции приведенные выше характеристики, включая тягу маршевого двигателя порядка 40 т, М. Эллеман заметил, что двухкамерный блок РД-250* имеет тягу 80 тс, так что на одну камеру приходится 40 тс. По геометрической форме и размерам одиночной камеры РД-250 оказался весьма сходен с рассматриваемым северокорейским двигателем, компоненты топлива также совпали. Значит – он!

Эксперт понимает, конечно, что главное в ЖРД не камера, а турбонасосный агрегат. И если ТНА РД-250 рассчитан на две камеры тягой по 40 тс, то для одной такой камеры он будет просто непригоден и должен быть заменен другим. Следует блестящий вывод: раз так, то кто-то из разработчиков РД-250, то есть либо «Энергомаш», либо «Южмаш», и сделали для КНДР «половинку» РД-250 с новым ТНА. Не то чтобы в мире не было примеров такого решения, но напрочь непонятно, что такого нашли северокорейцы в камере РД-250. Не проще было сразу подобрать «на черном рынке» другой ЖРД с подходящими параметрами, не требующий дорогостоящей переделки?

Кстати, 20 сентября 2016 г. ЦТАК сообщило о проведенных на полигоне Сохэ стендовых испытаниях двигателя перспективной ракеты-носителя «Ынха-9» для запуска геостационарных спутников. Судя по заявленной тяге (80 тс) и времени работы (200 сек), двигатель предназначен для установки на первую ступень носителя, причем для получения приемлемой грузоподъемности логично оснастить ее четырьмя такими ЖРД с управлением за счет качания сопла. Вполне возможно, что на легких северокорейских МБР стоит его предшественник с меньшей тягой.

Добавим в заключение «межконтинентальной» темы, что на параде 15 апреля 2017 г. был представлен перспективный комплекс на базе WS51200 с ракетой в транспортно-пусковом контейнере. Какая ракета будет стартовать из этого контейнера – мы, очевидно, узнаем позже.

* Разработан для использования в составе тяжелой МБР Р-36, первая ступень которой имела три таких двухкамерных блока.

Корейский термояд

Для того, чтобы у потенциального противника не было сомнений в серьезности северокорейских заявлений, за рассматриваемый период в КНДР было проведено еще два ядерных испытания – пятое и шестое по общему счету.

9 сентября 2016 г. в 09:00 пхеньянского времени на Северном полигоне вблизи деревни Пхунгэ-ри в провинции Хамгён-Пукто был произведен подземный ядерный взрыв, мощность которого западные эксперты оценили в 15–25 килотонн тротилового эквивалента.

Институт ядерного оружия КНДР сообщил через ЦТАК, что испытательный ядерный взрыв имел целью определение мощности недавно созданной ядерной боеголовки. Испытание определило и подтвердило конструкцию и особенности ядерной боеголовки, стандартизированной с целью возможности ее установки на стратегических баллистических ракетах Стратегических сил Корейской народной армии, а также ее работоспособность и мощность. Измеренные значения, включая мощность взрыва и коэффициент использования ядерного материала, соответствовали расчетным значениям. Утечки радиоактивных материалов во время испытания не было.

3 сентября 2017 г. в 12:00 пхеньянского времени там же был проведен мощный подземный взрыв, который был зарегистрирован мировыми сейсмостанциями как землетрясение в 6.1–6.4 балла – кстати, оно вполне ощущалось во Владивостоке, в 320 км от места событий. Тротильовый эквивалент ядерного заряда был от 50 до 250 кт; «умеренная» оценка из американского правительственного источника составила 140 кт, а максимальная соответствовала одной мегатонне.

ЦТАК сообщило, что под руководством Ким Чон Ына на ядерном полигоне в северном районе страны было проведено испытание термоядерной бомбы, созданной в Институте ядерного оружия и предназначенной для установки в качестве боевой части новой МБР. На одну из трех опубликованных фотографий «случайно» попала схема размещения заряда в головной части МБР «Хвасон-14», а ее узнаваемый головной обтекатель стоял рядом.

Как утверждает, испытанное устройство представляет собой боезаряд собственного производства с регулируемой

мощностью в пределах от десятков до сотен килотонн, который, помимо большой разрушительной силы, способен поразить большую зону стратегической цели «сверхмощным электромагнитным импульсом» при взрыве на большой высоте.

В заявлении Института ядерного оружия КНДР говорилось, что показатели мощности ядерной боеголовки, в том числе соотношение мощности деления и мощности синтеза, и все физические показатели, отражающие качественный уровень термоядерного оружия с двумя ступенями, достигли проектных значений. Продемонстрировано симметричное обжатие иницирующего ядерного заряда, взрывное деление, запуск ядерного синтеза при высокой температуре и быстро разворачивающийся процесс взаимной поддержки между реакциями деления и синтеза, за счет чего увеличивается мощность ядерного синтеза второй ступени. В результате испытания не произошло утечек радиоактивных продуктов в окружающую среду.

В связи с проведенным испытанием 11 сентября СБ ООН наложил на КНДР дополнительные санкции.

«Полярная звезда»

Завершая рассказ о современных боевых ракетах КНДР, упомянем о твердотопливных изделиях большой дальности. Первым из них является ракета «Пуккыксон-1» (북극성-1호), что в переводе означает «Полярная звезда» и соответствует английскому *Polaris*. И это явно не случайно, поскольку, подобно американской тезке, она предназначена для вооружения северокорейских подводных сил.

В январе 2015 г. на берегу в районе города Синпхо на восточном побережье страны, где находится предприятие по производству подводных лодок и их база, состоялась броское испытание ракеты «Пуккыксон-1» – отработывался выход из ракетной шахты. Вскоре после этого на специализированном ресурсе 38north.org сообщалось о съемке со спутника процесса встраивания такой шахты в корпус одной из подводных лодок.

9 мая 2015 г. в присутствии Ким Чон Ына состоялся успешный пуск «Пуккыксон-1» с погруженного стенда, в ходе которого был осуществлен выход из-под воды с включением двигателя. По сообщениям южнокорейских СМИ, испытание прошло в акватории порта Синпхо. Новому изделию присвоили обозначение KN-11.

▼ Ким Чон Ын с создателями северокорейского термоядерного заряда накануне испытания





▲ Запуск маршевой ДУ БРПЛ «Пуккыксон-1» после выхода из-под воды 23 апреля 2016 г.

Следующий тест 28 ноября оказался неудачным. Как сообщило Рёнхп, ракета была запущена с подводной лодки «Горэ» («Кит») в Японском море вблизи города Вонсан, но не перешла в полет, а ее фрагменты позднее наблюдались на поверхности моря. Билл Гертц заявил 8 декабря со ссылкой на данные спутниковой разведки, что в ходе аварийного испытания единственная лодка класса «Синпхо», и в частности ее рубка, внутри которой смонтирована шахта, получила повреждения.

Испытание 21 декабря 2015 г. в районе Синпхо, по северокорейским данным, было успешным, а по южнокорейским – аварийным. Утверждалось, что ракета нормально вышла из шахты подводной лодки и перешла в полет, однако затем взорвалась. Вполне возможно, однако, что самоликвидация была предусмотрена программой. Видеозапись, показанная по телевидению КНДР 8 января, не содержала момента взрыва и была смонтирована: за выходом из-под воды была вставлена известная запись полета ракеты малой дальности в июне 2014 г.

24 марта 2016 г. северокорейские СМИ опубликовали репортаж о стендовых испытаниях твердотопливного двигателя большого диаметра и тяги.

23 апреля примерно в 18:00 пхеньянского времени в районе северо-восточнее Синпхо был осуществлен первый успешный пуск ракеты «Пуккыксон-1» со стратегической подводной лодки. Целью испытания было подтвердить устойчивость системы «холодного» старта с максимальной глубины и динамические характеристики вертикального полета с использованием вновь разработанного мощного РДТТ, надежность тепловода, а также точность действия ядерного инициирующего устройства боеголовки на установленной высоте. ЦТАК сообщило, что надежность системы запуска полностью подтверждена, а все технические показатели в полной мере отвечали требованиям и условиям для нанесения удара из подводной позиции. Фоторепортаж о событии включал кадры открытия крышки ракетной шахты, выход ракеты из лодки и из-под воды, включение двигателя и начало вертикального полета, ну и, разумеется, реакцию Ким Чон Ына на происходящее.

Агентство Рёнхп со ссылкой на Объединенный комитет начальников штабов Вооруженных сил Республики Кореи сообщило, что двигатель ракеты запустился, но она пролетела не более 30 км. Это не противоречит заявленным КНДР целям испытательного пуска.

Следующий пуск с подводной лодки состоялся 9 июля около 11:00 пхеньянского времени из района Синпхо в юго-восточном направлении. ЦТАК его не объявило, а южнокорейские СМИ сообщили, что ракета взорвалась на высоте около 10 км. Кадры этого старта впоследствии были включены в репортаж о следующем, успешном.

24 августа 2016 г. под руководством Ким Чон Ына из акватории в районе Синпхо был выполнен пуск ракеты «Пуккыксон-1» по навесной траектории на дальность около 500 км. Испытание подтвердило основные технические параметры ракеты, в том числе работу системы управления и наведения и точность функционирования боеголовки на этапе входа в атмосферу.

Предполагается, что для размещения ракет этого типа КНДР построит подводную лодку значительно большего размера, чем «Синпхо», водоизмещение которой не превышает 2000 тонн. 2 сентября южнокорейские источники сообщили, что Ким Чон Ын распорядился построить к 2018 г. атомную подводную лодку, длина которой составит 80 м, а ширина 8 м, с проектным максимумом погружения на 300 м.

11 февраля 2017 г. примерно в 07:25 пхеньянского времени с территории учебного центра Иха-ри в Кусоне под руководством Ким Чон Ына было успешно проведено испытание твердотопливной БРСД «Пуккыксон-2», являющейся новейшим комплексом стратегического ракетного вооружения. Он был посвящен 75-летию со дня рождения Ким Чон Ира, которое отмечалось 16 февраля.

В отличие от всех остальных описанных выше изделий, ракета «Пуккыксон-2» была вывезена на старт на гусеничной транспортно-пусковой установке с восемью катками, в контейнере, из которого и была пущена по методу минометного старта, то есть выброшена пороховым аккумулятором давления с включением двигателя в полете.

Пуск был проведен по навесной траектории на дальность 500 км, максимальная высота была около 575 км. По заявлению ЦТАК, в ходе испытания были подтверждены надежность и устойчивость системы наземного пуска в холодном режиме, характеристики мощного РДТТ, характеристики наведения и управления БРСД во время полета на активном участке, а также разделения ракетной ступени и головной части. Были проверены динамические характеристики управления ориентацией, наведением и маневрированием управляемой боеголовки, способной нести улучшенный по мощности ядерный заряд, во избежание перехвата на промежуточном участке и при входе в атмосферу. Проверили также маневренность и работоспособность новой самоходной ПУ. Все технические характеристики подтверждены полностью.

Сухопутной твердотопливной ракете присвоено западное обозначение KN-15.

Ее название и фотографии в полете не оставляют сомнений в том, что «Пуккыксон-2» является модификацией ракеты подводных лодок «Пуккыксон-1». Таким образом, КНДР повторяет опыт Китая, который в свое время на базе БРПЛ «Цзюйлан-1» сделал твердотопливную БРСД «Дунфэн-21». Известно также, что переход от жидкостных ракет дальнего действия к твердотопливным – это общемировая тенденция. Ракета с РДТТ не содержит высокотоксичных компонентов топлива, проще в эксплуатации и имеет высокий коэффициент боеготовности.

В списке необъявленных северокорейских пусков, для которых тип ракеты не был надежно установлен, обращают на себя внимание испытания 15 и 20 октября 2016 г., которые проводились на авиабазе Пханхён вблизи Кусона. В обоих случаях южнокорейские СМИ объявили, что ракета взорвалась вскоре после старта, и отнесли ее на счет «Мусуданов». Исходя из места действия, логичнее, однако, считать, что это были первые испытания комплекса «Пуккыксон-2». О событии 15 октября сообщается, что, судя по оставшимся на полосе следам пуска, ракета взорвалась в момент включения двигателя и уничтожила свою транспортно-пусковую установку. К числу подозреваемых можно также добавить неудачные пуски 16 апреля 2017 г. в районе Синпхо и 29 апреля с авиабазы Пукчхан, которые не получили удовлетворительного объяснения.

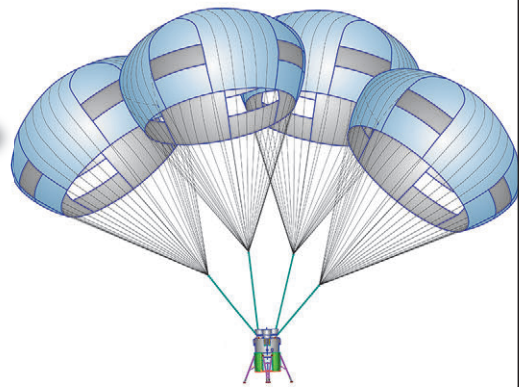
Так или иначе, 21 мая 2017 г. примерно в 16:29 пхеньянского времени с берега озера Ёнпхун в районе Пукчхана был произведен успешный пуск ракеты «Пуккыксон-2» средней и большой дальности с целью окончательно подтвердить технические показатели полной системы оружия. По южнокорейским данным, дальность составила 500 км при максимальной высоте 560 км, что позволяет стрелять примерно на 1200 км при штатном использовании. По итогам пуска Ким Чон Ын выразил огромное удовольствие его безупречностью, отметил полное достижение заданных партией тактико-технических данных и распорядился принять систему на вооружение, начать ее массовое производство и вооружить Стратегические войска КНА.

▼ Старт БРСД «Пуккыксон-2» 12 февраля 2017 г.



Спасение от «Атмосферы»

Успехи компании SpaceX возродили интерес к теме спасения и повторного использования ракетной матчасти. Blue Origin, как и фирма Маска, намерена спасать целиком первую ступень носителя New Glenn, Объединенный пусковой альянс ULA и Arianespace в будущем планируют возвращать на землю двигательные отсеки ракет Vulcan и Ariane 6 соответственно. Аналогичное решение для перспективной РН «Союз-5» предлагает и резидент фонда «Сколково» ООО «Научно-внедренческий центр (НВЦ) «Атмосфера».



СРЕДСТВА ВЫВЕДЕНИЯ

В. Чижухин, Ю. Мехоношин специально для «Новостей космонавтики»

Основным средством спасения первой ступени носителя, или ее наиболее дорогостоящего элемента – двигателя РД-171МВ стоимостью порядка 14 млн \$ (НК № 9, 2017), должна стать воздушно-космическая парашютная система (ВКПС), работающая на высотах 60–150 км (Научно-технические отчеты по минигранту Фонда «Сколково» и патенты РФ от 17.03.2011 № 2495802 и от 17.03.2011 № 113240)*.

Различные типы ВКПС рассматривались для спасения отделяемого двигательного отсека (ОДО) или ракетного блока (РБ) целиком. Для мягкого приземления матчасти при массе спасаемых элементов не более 12 т на конечной стадии снижения с высоты 3 км предлагался вертолетный подхват, обеспечивающий ее полную сохранность. Но ОДО первой ступени носителя типа «Зенит», прототипа РКН «Союз-5», имеет массу до 20 т, что исключает вертолетный подхват, поскольку для последнего требуется двукратный запас по несущей способности на внешней подвеске. Самый грузоподъемный в мире Ми-26Т2 способен нести на внешней подвеске 17-тонную нагрузку. При условии демонтажа элементов ВКПС с ОДО обеспечивается только вертолетная эвакуация ОДО с места приземления в режиме полета с минимальной динамикой.

НВЦ «Атмосфера» провел оценку возможностей создания и применения ВКПС для ракеты «Союз-5М» («Сункар») и блоков первой ступени ракеты-носителя сверхтяжелого класса (РН СТК), создаваемой на ее базе, а также сравнение массогабаритных параметров различных систем спасения ОДО первых ступеней этих РКН.

Предпосылки к безопасному приземлению

Парашютные системы (ПС) как таковые считаются наиболее эффективным и экономичным средством для спасения и безопасного приземления различных объектов. Наиболее ярко и полно этот способ прорабатывался в проекте РКН «Энергия». В рамках данной программы в Советском Союзе к 1987 г. для спасения блоков А (первой ступени) сверхтяжелого носителя была разработана и изготовлена двухкаскадная многокопильная ПС со специальным парашютным тормозным устройством (СПТУ) из синтетического высокомолекулярного материала (СВМ**). Для уменьшения массы и объема каркаса и строп основных парашютов (площадью по 1800 м²) также использовался СВМ.

Двигатель РД-170/171, установленный на блоке «А» РКН «Энергия» и первой ступени РКН «Зенит», создавался с учетом возможности не менее 20-кратного использования в составе средства выведения, включая межполетные огневые проверки. Гарантированные запасы его работоспособности по ресурсу и числу включений сверх потребных в эксплуатации для одного полета составляют не менее 15. Двигатель отработан с учетом обеспечения гарантированных запасов работоспособности по основным параметрам сверх требуемых по техзаданию.

Средства, вложенные в реализацию многогоразовости двигателя, обусловили необходимость спасения и многократного использования РД-170/171 с целью обеспечения необходимого количества пусков РКН, при ограниченном выпуске ДУ, изготавливаемых на опытном производстве НПО Энергомаш.

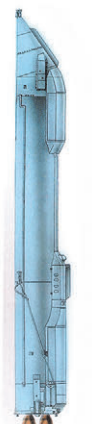
Циклограмма работы ПС блоков «А» РКН «Энергия» представлена справа. Режим

работы СПТУ характеризовался одновременным воздействием температуры более 400°C и силовым нагружением элементов (перегрузка $n \approx 7$), близким к предельным для применяемого материала. СВМ теплоустоек до указанной температуры, но при этом существенно теряет в остаточной прочности. Для снижения влияния высокой температуры гиперзвукового потока на СПТУ (ткань, ленты каркаса и строп, соединяющие их шивные нити) наносилась сублимирующая пропитка этих элементов. Она обеспечивала температуру элементов СПТУ не более 330°C без ощутимой потери прочности СВМ.

БЛОК А

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

СТАРТОВАЯ МАССА, т	372,6
РАБОЧИЙ ЗАПАС ТОПЛИВА, т	307,0
МАССА В КОНЦЕ РАБОТЫ 1-й СТУПЕНИ, т	65,6
В ТОМ ЧИСЛЕ	
– СРЕДСТВ ВОЗВРАЩЕНИЯ	14,7
МАССА КОНСТРУКЦИИ, т	59,1
В ТОМ ЧИСЛЕ	
– СРЕДСТВ ВОЗВРАЩЕНИЯ	13,3
МАССА ПОСЛЕ ПРИЗЕМЛЕНИЯ, т	59,2
КОМПОНЕНТЫ ТОПЛИВА, т	
ЖИДКИЙ КИСЛОРОД	221,7
РГ-1	85,3
ДВИГАТЕЛЬ 1Д501 РАЗРАБОТКИ КБЭМ ТИПА ДВИГАТЕЛЯ:	
– У ЗЕМЛИ, тис	740
– В ПУСТОТЕ, тис	806
УДЕЛЬНЫЙ ИМПУЛЬС:	
– У ЗЕМЛИ, ссв,с	308,5
– В ПУСТОТЕ, ссв,с	336,2

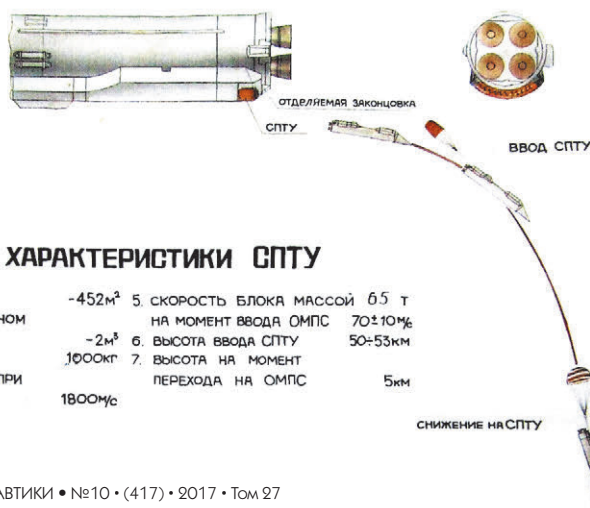


БЛОК А ПОСЛЕ ПОСАДКИ



* Оценка возможности создания системы спасения ОДО РКН «Зенит» проводилась в 2009 г. по согласованному с заказчиком (ОАО «Международные космические услуги») параметрам в КБ «Южное». Материалы проработки были представлены заказчику в виде раздела из комплексного отчета по развитию РКН «Зенит».

** Отечественный аналог зарубежного материала «кевлар».



ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПТУ

1. ПЛОЩАДЬ В РАСКРОЕ	-452 м ²	5. СКОРОСТЬ БЛОКА МАССОЙ 65 Т НА МОМЕНТ ВВОДА ОМПС	70±10%к
2. ОБЪЕМ В УПАКОВАННОМ СОСТОЯНИИ	-2 м ³	6. ВЫСОТА ВВОДА СПТУ	50±53 км
3. МАССА	1000 кг	7. ВЫСОТА НА МОМЕНТ ПЕРЕХОДА НА ОМПС	5 км
4. СКОРОСТЬ БЛОКА ПРИ ВВОДЕ СПТУ	1800 м/с		

Система спасения ракетных блоков «А» проектировалась и отработывалась для успешного сохранения тонкостенной конструкции блока с общей массой около 65 т. В связи с высоким риском при использовании системы, как вполне допустимый рассматривался вариант несущественных повреждений корпуса блока при посадке. Демонтаж спасенного РД-170 для последующего применения по назначению обеспечивал сроки проведения последующих пусков РКН «Энергия», а также экономии средств.

Как недостаток указанной ПС следует отметить то, что эффективное рассеивание кинетической энергии блока «А» при его полете на нисходящей траектории производилось на высоте менее 40 км за счет относительно малой площади СПТУ (452 м²) при большой массе спасаемого блока. Это объясняется короткими сроками разработки и традиционным подходом к решению поставленной задачи, который заключается в использовании низкотемпературных текстильных капроновых материалов и СВМ. Применение иных, более термостойких, материалов в ПС системы спасения не рассматривалось. Система спасения ракетного блока «А» предполагала применение с третьего пуска РКН. Однако система не была реализована ввиду закрытия программы «Энергия-Буран».

Что предлагается

Еще во времена реализации программы «Энергия-Буран» советская промышленность освоила производство высокотемпературных текстильных материалов (ВТМ)* с высоким (до 99,98%) содержанием окиси кварца и температурой статической термостойкости до 2000°C. При сопоставимой прочности диапазон рабочих температур ВТМ существенно выше, чем у СВМ и стеклотканей, особенно при температурах свыше 400°C. Применение ВТМ в составе ПС позволяет исключить СПТУ и на основании опыта применения ПС советских метеорокетов на высотах до 100 км и более реализовать эффективное торможение ракетного блока на восходящем участке траектории, сразу после разделения первой и второй ступеней РКН.

Исходя из этих предпосылок, при благоприятных условиях отделения блока на высоте порядка 55 км все эффективное торможение следовало бы отнести на верхнюю часть траектории, начиная на восходящем участке и заканчивая переходом на дозвуковую скорость на нисходящем участке уже к высоте 50 км. При этом максимальная величина перегрузки не превосходит трех единиц.

Для уменьшения рисков по работе системы в режиме СПТУ необходима замена СВМ на ВТМ. Но такая замена возможна после более глубокого изучения свойств ВТМ как парашютных материалов. Подобные исследования для стеклотканей проводились в 1970-х годах в Научно-исследовательском институте автоматических устройств (ныне – Акционерное общество «Научно-исследовательский институт парашютостроения»). При создании ПС спускаемого аппарата автоматической станции «Венера-7» были

* В ВТМ основу ткани, нитей, лент и шнуров составляют моноволокна из двуоксида кремния диаметром 3–6 мкм.

успешно решены следующие технические и технологические вопросы, которые можно считать первым шагом к применению ВТМ в рассматриваемых системах:

- ◆ пошив с малой потерей прочности нити и ткани в соединении;
- ◆ степень запрессовки в контейнер без потери прочности основы каркаса и строп;
- ◆ высокотемпературная прочность при кратковременном (20–30 сек) воздействии воздушного потока с температурой до 500°C.

Для разрабатываемых ныне средств выведения, оснащенных двигателями РД-171МВ, таких как «Союз-5» и РКН СТК, предлагается создание отделяемого двигательного отсека ракетного блока первой ступени с системой спасения, вводимой в действие сразу после разделения ступеней, на восходящем участке траектории полета РБ.

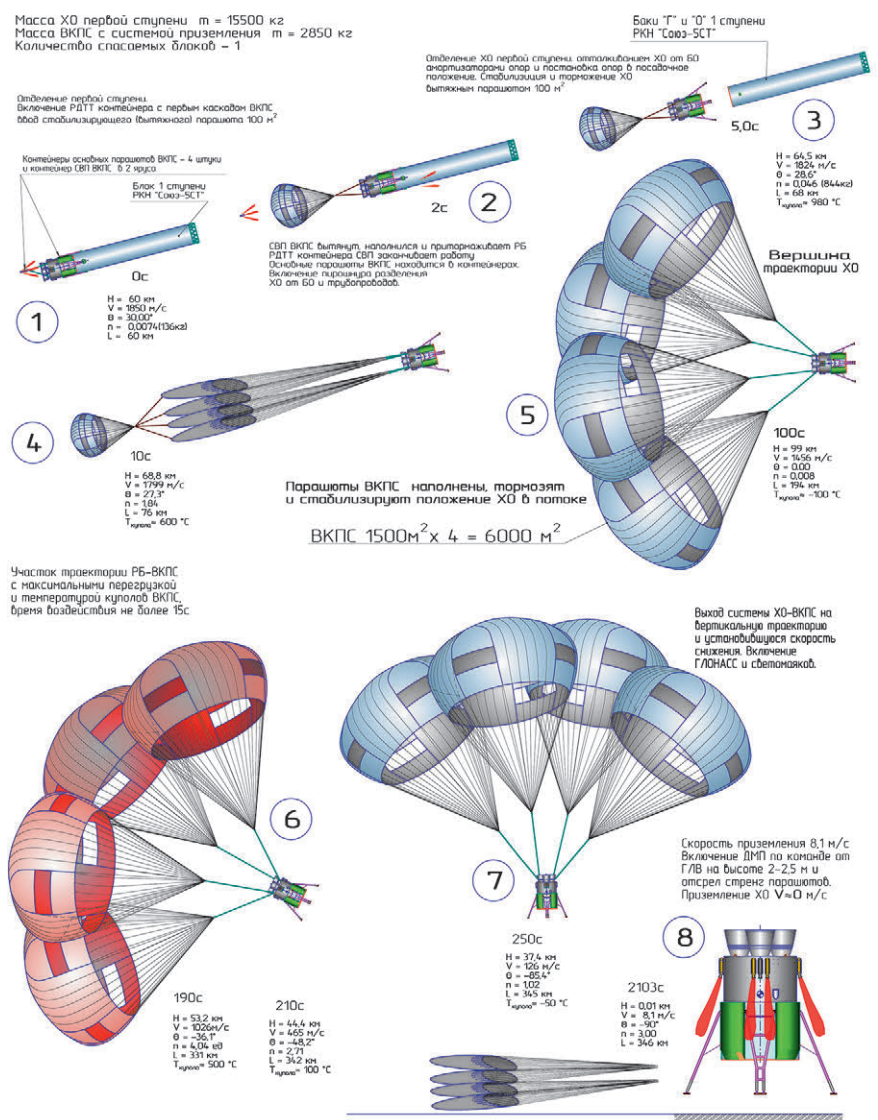
Высокотемпературное силовое нагружение на ВКПС заканчивается на нисходящем участке траектории на высотах порядка 50 км. Предварительные расчеты показывают, что даже 15% остаточной прочности ВТМ при кратковременном воздействии температуры порядка 1200°C, подтвержденной испытаниями материалов НВЦ «Атмосфера» в ВИАМЕ, достаточно для успешного выпол-

Сравнение траекторных параметров полета ОДО РКН			
Параметры ВКПС	«Энергия» Блок А	«Союз-5М» ОДО	РКН СТК ОДО
Тип ПС	СПТУ + ОМПС	ВКПС	ВКПСн
Число куполов / общая площадь, м ²	1/453 + 4/7200	4/6000	4/6000
Масса ПС, кг / % РБ	2400 / 4.1%	1560 / 5.6%	1390 / 5.0%
Масса системы спасения, кг / %	14700 / 22.4%	2850 / 10%	2680 / 9.4%
Высота ввода Н, км	80	83	60
Скорость ввода V, м/с	2785	2768	1800
Максимальная расчетная температура	1200°C	1200°C	1000°C
Перегрузка nmax, ед	7.1	9.7	3
Скорость приземления V, м/с	0	0	0
Масса РБ / ОДО, кг	65600	30000 / 18000	30000 / 18000
Удельная нагрузка, кг/м ²	145 / 9.1	180 / 3.00	180 / 3.00

нения ВКПС поставленных задач по спасению ракетного блока. Далее система быстро остывает и подвергается уже воздействию двух новых факторов при снижении ОДО в стратосфере: низкой температуры – минус 50–60°C – и воздушных струйных течений с высоким градиентом нарастания горизонтальной скорости.

Основное преимущество ВКПС из ВТМ заключается в простоте применения и выполнении поставленной задачи на одних и тех же парашютах – от немедленного ввода после отделения ОДО для его последующей стабилизации и торможения на траектории полета и вертикального снижения, вплоть до приземления или вертолетного подхвата блока.

Схема последовательности ввода и работы ВКПС XO РБ 1 ступени РКН «Союз-СТК» для компоновки в варианте прямой посадки на грунт



Технология спасения блока первой ступени РН Falcon 9 на основе реактивной посадки снижает выводимую массу полезного груза на 30–35%. При спасении блока или ОДО с помощью ВКПС показатель потерь составит не более 8–10%. Таким образом, рассматриваемый способ спасения ракетных блоков с помощью ВКПС обходит систему спасения с использованием ракетно-динамического метода возвращения РБ в точку старта по критерию стоимости выведения единицы массы КА на орбиту.

В таблице на с. 62 приведено сравнение траекторных параметров полета блока «А» первой ступени РКН «Энергия», ОДО РКН типа «Зенит» («Союз-5М») с ВКПС и ОДО блока первой ступени РКН СТК.

Видно, что при вводе ВКПС на высоте менее 60 км более чем втрое снижается величина максимальной перегрузки, уменьшается максимальная температура. Эти параметры позволяют уменьшить массу основных парашютов ВКПС за счет применения более тонких тканей на куполе и более легких каркасов и строп. Также снижается величина температуры нагрева – и соответственно увеличивается прочность.

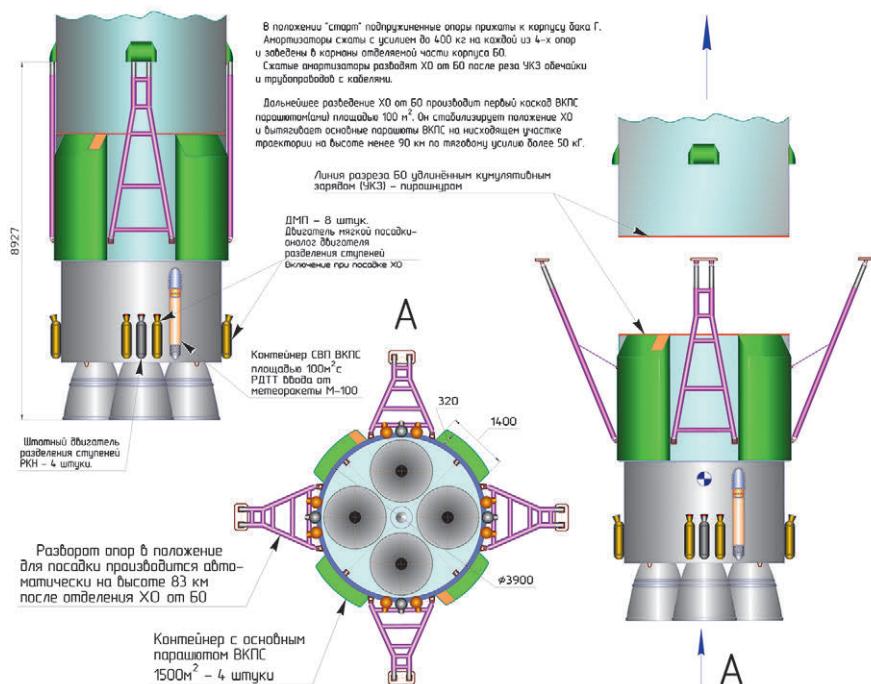
Массивный ОДО требует применения многокупольной ВКПС с парашютами площадью до 1500 м². Время наполнения таких парашютов превышает время полета ОДО до высоты 90 км – условной границы атмосферы.

Практическая неизученность процессов введения и наполнения больших парашютов на высоте 90 км и их поведения в связке существенно увеличивает риски по спасению дорогого, тяжелого и многоразового двигателя РД-171М в составе ОДО «Союз-5М». Для этого случая предлагается введение первого каскада ВКПС в однокупольном варианте с относительно малой площадью парашюта – до 200 м². Это обеспечивает быстрое и надежное наполнение купола до высоты 90 км и последующую стабилизацию ОДО на верхнем участке траектории до 150 км. Этот же каскад способствует вводу в действие второго каскада – основных парашютов ВКПС на высоте менее 90 км на нисходящей части траектории, где скоростного напора вполне достаточно для их наполнения.

Введение второго каскада основных парашютов ВКПС на высотах порядка 80 км нисходящего участка траектории обеспечивает гашение гиперзвуковой скорости снижения до дозвуковой, выход на вертикальное снижение и посадку ОДО с последующим срабатыванием двигателей мягкой посадки и отстрелом парашютов ВКПС для уменьшения вероятности опрокидывания ОДО на земле.

Как аналог ВКПС следует отметить парашютные системы для метеорокетов, работающих на числах Маха до $M=2.5$. Своей многолетней успешной работой на метеорокетах ММР-06 и М-100 по снижению отделяемой головной части массой до 80 кг (более 5000 пусков!) они доказали наполняемость и работоспособность на больших высотах. Парашютные системы метеорокетов выполнены из капроновых тканей, лент и шнуров. Они наполняются на скорости, соответствующей $M=2.5$, на высотах 60...80 км (при апогее траектории до 102 км), обеспечивают дозвуковую скорость снижения на высоте менее 50 км и приземление ГЧ со скоростью 5–7 м/с. Площадь ПС для ГЧ метеорокетов составляет от 20 до 100 м².

Схема расположения контейнеров ВКПС и опор на ХО РКН «Союз-5М» в момент отделения на ВКПС первого каскада



При использовании в составе РН СТК отделение блока первой ступени происходит на меньшей высоте (до 60 км) и меньшей скорости (1.85 км/с). В этом случае вспомогательный каскад стабилизирует и слегка притормаживает ОДО после его отделения от бакового отсека РБ, а затем сразу же вводит в действие основные парашюты второго каскада. Торможение ОДО происходит более равномерно по всей траектории, и величина перегрузки и кратковременной температуры на куполах ВКПС также в три раза меньше, чем при вводе системы на высоте около 90 км.

Таким образом, предлагаемый способ решает проблему спасения ОДО РБ массой до 20 т для последующего многократного использования РД-171МВ по прямому назначению. Это позволяет полностью реализовать его потенциал и ресурс. Одновременно при многократном использовании двигательной установки уменьшается стоимость выведения груза на орбиту.

Схема действия ВКПС для блока первой ступени РКН СТК (условно названа «Союз-5СТ») со спасением и многоразовым использованием РД-171М приведена на рисунке на с. 62, общий вид ОДО РБ первой ступени РКН «Союз-5», доработанной для мягкой посадки, представлен на рисунке сверху.

Результаты расчетов

Расчеты показали принципиальную возможность применения ВКПС с площадью 6000 м² с целью обеспечить для спасаемого ОДО массой 18 т конечную скорость приземления около 8 м/с. При такой скорости можно применить двигатели мягкой посадки среднего импульса и уменьшить перегрузки в момент гашения скорости.

Для суммарной площади парашютов ВКПС 6000 м² величина максимальной расчетной температуры в точке полного торможения потока составляет около 1200°C при перегрузке в 9 единиц, причем ввод осуществляется на высоте 83 км при скорости 2768 м/с.

При вводе ВКПС на высоте менее 60 км и скорости 1850 м/с величина максимальной расчетной температуры в точке полного торможения потока – около 1000°C при перегрузке в 4 единицы (РН СТК типа «Энергия»).

Полученные расчетные данные по температуре и длительности процесса интенсивного торможения 25–30 сек очертили круг проблем, которые необходимо преодолеть в несколько этапов.

Кроме того, успешное применение спортивных и грузовых парашютов-крыльев позволяет рассмотреть вариант приземления ОДО или ракетного блока на конечном участке с применением ПС с аэродинамическим качеством вместо вертолетного подхвата. При этом общая масса системы спасения может уменьшиться при использовании планирующего парашюта с качеством, обеспечиваемым за счет потребных начальных условий для его ввода в действие. Основное торможение и снижение спасаемой части будет происходить на ВКПС с уменьшенной на 70% площадью. Относительно малая площадь ВКПС и повышенная скорость снижения позволяют существенно понизить величину ветрового отбоя от траектории полета.

Применение системы управления для парашюта-крыла обеспечивает приведение спасаемого ОДО на заданную площадку, спуск против ветра с уменьшением горизонтальной составляющей скорости и управление аэродинамическими характеристиками в момент приземления ОДО практически с нулевой скоростью (явление динамического «подрыва») и с последующим отстрелом ПС. Образцы таких управляемых парашютных грузовых систем были разработаны в начале 1990-х годов в СССР для грузов массой от 0.2 до 2 т и в США – до 12 т. Летные испытания полностью подтвердили концепцию управляемого спуска на заданную площадку с заходом против ветра и приземлением платформы практически с нулевой скоростью.

Год работы «Мо-цзы»: Успехи Китая в спутниковой квантовой связи

10 августа агентство Синьхуа выпустило серию сообщений об успехе первого в мире эксперимента по передаче квантового ключа со спутника на Землю, заложившего основу для создания глобальной сети квантовой связи, которая будет полностью защищена от хакеров. Поводом для этого стала публикация в ведущем научном журнале Nature, счастливо приуроченная к годовщине запуска китайского спутника для квантовых экспериментов «Мо-цзы», который стартовал 16 августа 2016 г. (НК № 10, 2016). Указывалось также, что аппарат выполнил все свои задачи досрочно, за один год из двух запланированных.

Ранее, 15 июня, группа китайских ученых сообщила об успехе в передаче информации с использованием «запутанных» фотонных пар из космоса на Землю на расстояние 1200 км. Так утверждало агентство Синьхуа, на этот раз со ссылкой на публикацию в журнале Science, назвав полученный результат важным техническим прорывом на пути к квантовой коммуникации на большие расстояния. Редакция американского издания сочла достижение команды Пань Цзяньвэй настолько важным, что вынесла изображение китайского аппарата на обложку. Правда, сущность его изложена в сообщении Синьхуа не совсем точно и далеко не в полном объеме. Что же удалось сделать китайским специалистам на самом деле?

Напомним, что разработчики эксперимента на спутнике «Мо-цзы» (он же «Миций», Micius и QSS) поставили перед собой серию взаимосвязанных целей:

❶ Квантовое распределение ключей в направлении КА – наземная станция. Обеспечивается высокоскоростное формирование на борту и передача на наземную станцию квантового ключа – длинной последовательности единичных фотонов со специальными свойствами.

❷ Осуществление сети квантовой связи в глобальном масштабе. Организуется квантовая связь с использованием спутникового квантового повторителя, двух наземных станций и связанных с ними местных волоконно-оптических квантовых сетей.

❸ Распределение квантовой запутанности со спутника на две наземные станции. Пара запутанных фотонов направляется на

две наземные станции на расстоянии свыше 1000 км друг от друга для проверки сохранения на таких масштабах состояния запутанности и нелокальности квантовой механики.

❹ Осуществление квантовой телепортации в направлении наземная станция – КА. С использованием высококачественного наземного источника проводятся эксперименты по телепортации квантового состояния фотона.

В статьях в Science и Nature в июне и августе постановщики отчитались об успехе в достижении не одной, а трех из этих целей, и хорошо представляют себе путь к четвертой. Соответствующие публикации были в первых числах июля выложены на сайте arXiv.org, что позволяет кратко осветить полученные результаты.

Начнем с последней по времени публикации, где описывается успешная демонстрация генерации и передачи квантового ключа (последовательности фотонов в некоторых квантовых суперпозициях, составляющих основу невскрываемого шифра) со спутника на наземную станцию.

Бортовая аппаратура КА представляет собой квантовый передатчик с поляризационным кодированием по протоколу Беннетта–Брассара BB84 с четырьмя направлениями поляризации, одним сигнальным состоянием и двумя ложными. Фотоны излучаются восемью лазерными диодами с длиной волны 848.6 нм, рабочей частотой 100 МГц и продолжительностью импульса 0.2 нс. Кодирование обеспечивают полупроводниковая плата, два поляризатора и расщепитель пучка. Оптическая часть представляет собой телескоп по схеме Кассегрена с главным зеркалом диаметром 300 мм. Фотоны направляются на наземную станцию Синлун в окрестностях Пекина, оснащенную телескопом Ричи-Кретьена с апертурой 1000 мм.

Следует учитывать, что весь смысл передачи квантового ключа состоит в том, чтобы принимающая сторона получила значительную долю адресованных ей фотонов. Это требование налагает жесткие ограничения на точность наведения оси бортового прибора на телескоп наземной станции и ее сопровождения по мере перемещения КА по небу со скоростью около 7600 м/с. В данном случае необходимо регулярно попадать в метровое зеркало приемника, невзирая на

нестабильность ориентации КА и привода наведения передатчика, а также турбулентность приземной атмосферы и поглощение в ней, а кроме того – корректно обработать разворот источника поляризованных квантов относительно линии визирования.

Для первичного нацеливания на наземную станцию использовался луч лазерного маяка (частота около 10 кГц, продолжительность импульса – 0.9 нс), регистрируемый бортовой CMOS-камерой с частотой 40 Гц, и ориентируемое зеркало с двухступенным приводом, а для тонкого наведения – узкоугольная камера с частотой 2 кГц и зеркало быстрой подстройки с пьезокерамическим приводом. Контур обратной связи обеспечил наведение передатчика с ошибкой порядка 1.2 мкрад, существенно меньшей, чем естественная дивергенция луча. (Аналогичные средства наведения на спутник применялись на наземной станции.)

Эксперименты на «Мо-цзы» начались в сентябре 2016 г. и проводились в ночное время при высоте КА над горизонтом в 15° и выше. Продемонстрирована скорость передачи около 12 кбит/с на дальности 645 км и порядка 1 кбит/с на дальности 1200 км, что в итоге соответствует усредненной скорости передачи квантового ключа примерно в 1.1 кбит/с. Наземная станция имеет эффективность порядка 16%, причем атмосферные потери оцениваются в 3–8 дБ, а потери за счет ошибок наведения – не более чем в 3 дБ. Средний поляризационный контраст, обеспечивающий различение квантовых состояний на регистрирующем устройстве, составляет 280:1.

В аналогичных экспериментах по передаче квантов по воздушному каналу или по оптоволокну дальность не превышала пары сотен километров ввиду неустранимых помех, достигающих примерно 0.2 дБ на 1 км пути, и принципиального физического запрета на усиление сигнала. Таким образом, реализованный на базе «Мо-цзы» спутниковый источник даже на дальности 1200 км и при суммарных потерях около 40 дБ имеет эффективность на 20 порядков лучше, чем можно было бы теоретически получить на наземных линиях.

Пань Цзяньвэй с соавторами завершают статью планами на будущее. Они видят спутник «Мо-цзы» в роли доверенной ретрансля-

ционной станции, которая может соединить любые два пункта на Земле, обеспечив их квантовым ключом для передачи невскрываемого сообщения. «Мо-цзы» может провести сеанс передачи квантового ключа на станцию Синлун, сохранить его на борту и через несколько часов передать его на другую наземную станцию (например, в Наньшане вблизи Урумчи), что позволит установить невскрываемый канал связи между ними.

К моменту публикации эксперимент по передаче квантового ключа на станцию Наньшань уже состоялся, и научные группы Пань Цзяньвэй и Антона Цайлингера экспериментировали с квантовым распределением ключей на наземную станцию в Граце (Австрия). К концу августа, как ожидается, с этой станции можно будет совершить «невскрываемый» межконтинентальный квантовый звонок на китайскую станцию, проинформировал китайский специалист. Наземные станции в Германии и Италии будут готовы к экспериментам по межконтинентальному квантовому распределению ключей к концу 2017 г.

Спутник «Мо-цзы», обращающийся по солнечно-синхронной орбите высотой около 500 км, виден с конкретной наземной станции лишь около 10 минут, и за это время может передать на нее квантовый ключ длиной около 300 кбит. Для шифрования больших документов, а тем более для засекречивания телефонной линии этого недостаточно. Чтобы увеличить продолжительность сеанса и длину ключа, необходимо будет выводить последующие спутники на более высокие орбиты, а для увеличения скорости генерации ключа – использовать телескопы с большими апертурами, более точным наведением и коррекцией волнового фронта средствами адаптивной оптики. Потребуется также реализовать передачу фотонов в дневное время.

«Если у нас есть спутник на орбите на высоте 10 000 км, время для квантового распределения ключей может составить несколько часов, а если спутник находится на высоте 36 000 км, то он может постоянно покрывать треть Земли, – пояснил административный руководитель проекта «Мо-цзы» Ван Цзяньвэй. – Для увеличения охвата мы планируем запустить спутники на более высокие орбиты и сформировать спутниковую группировку. Для этого необходима разработка множества новых технологий».

«Квантовое распределение ключей при помощи спутника можно соединить с городскими квантовыми сетями, которым достаточно оптических волокон для эффективного соединения между многочисленными пользователями, находящимися в пределах города, – заявил 10 августа Пань Цзяньвэй. – Таким образом, мы можем представить себе интегрированную квантовую систему космос–Земля, позволяющую квантовой криптографии стать полезной на глобальном уровне, в частности в сфере коммерческого применения зашифрованной информации».

«Мы рассчитываем создать наземную и космическую интегрированную сеть квантовых коммуникаций в течение примерно

десяти лет и широко применять ее в таких сферах, как национальная оборона, правительственные дела, финансы и энергетика, а также содействовать формированию новых отраслей стратегического значения», – сказал руководитель проекта «Мо-цзы».

Статья в Science за 16 июня на самом деле была посвящена распределению квантовой запутанности со спутника на две наземные станции, удаленные друг от друга на 1203 км. Квантовая запутанность – это состояние двух квантов, описываемое единой волновой функцией в силу общего происхождения, которое теоретически сохраняется при разлете их на любое расстояние. Соответствующие наземные эксперименты сталкиваются с теми же проблемами, как и в случае распределения квантового ключа, так что до сих пор сохранение запутанности было проверено лишь до расстояния 102 км.

Космический эксперимент с выдачей двух запутанных квантов через два передатчика на «Мо-цзы» (с телескопами апертурой 300 мм и 180 мм) и с приемниками на наземных станциях Дэлунха в провинции Цинхай, Наньшань в Синцзяне вблизи Урумчи и Лицзян в провинции Юньнань*, показал, что кванты остаются запутанными, пройдя в общей сложности от 1600 до 2400 км. Соответствующий критерий, известный как неравенство Белла $S < 2$, нарушается на уровне $S=2.37 \pm 0.09$, причем речь идет о пространственно-подобном интервале с исключением лазеек локальности и свободы выбора.

Несложно догадаться, что приведенные выше коэффициенты потерь для одного канала передачи в случае двух линий и двух приемников перемножаются, а если они выражены в децибелах – складываются, достигая 64–82 дБ. И если бортовой источник генерирует 5.9 млн запутанных пар фотонов в секунду, средний темп их регистрации на наземных станциях, удаленных на 1203 км друг от друга, составляет лишь 1.1 Гц при уровне достоверности 0.869 ± 0.085 . Но даже в таких условиях эффективность канала оказывается на 12 порядков лучше, чем при использовании наилучшего оптоволокна с потерями на уровне 0.16 дБ/км.

Эксперимент с распределением квантовой запутанности демонстрирует возможность передачи квантового ключа на две наземные станции в зоне видимости КА одновременно, исключая необходимость в весьма сложной технологии доверенного повторителя (ретранслятора). Пань Цзяньвэй надеется, что соответствующий эксперимент будет выполнен к концу 2017 г.

В будущем при размещении передатчиков на высокоэллиптическом или геостационарном КА будет возможно распределение ключей на любую пару станций в пределах видимого полушария Земли.

В-третьих, реализована и описана в номере Nature за 10 августа квантовая телепортация в направлении от наземной станции на спутник на расстояние до 1400 км. Как известно, это название описывает передачу не физического объекта, а лишь его квантового состояния через механизм

запутывания. В данном случае источником является обсерватория Нгари, построенная в Тибете на высоте 5100 м над уровнем моря, а передаваемым состоянием – неизвестная заранее поляризация фотона, который выступает в качестве квантового бита информации (кубита).

Помимо фотона 1, состояние которого должно быть передано, создается пара запутанных фотонов 2 и 3, один из которых передается на спутник. В обсерватории Нгари производится совместное измерение фотонов 1 и 2, по которому однозначно восстанавливается состояние удаленного фотона 3: в зависимости от результата измерения оно либо соответствует исходному состоянию фотона 1, либо переводится в него поворотом поляризации на 180° .

В реальности – для надежности обнаружения – генерируются и затем регистрируются на спутнике четырехфотонные события в пределах временного интервала 3 нс. За их регистрацию отвечают пары кремниевых лавинных фотодиодов, охлажденных до -50°C для снижения темнового тока, и анализатор поляризации.

Всего в 32 сеансах продолжительностью по 350 секунд было зарегистрировано 911 четырехфотонных событий с усредненной по вариантам поляризации достоверностью 0.80 ± 0.01 , что существенно выше классического предела 0.67 и подтверждает квантовый характер телепортации.

Оцениваемый уровень потерь в канале находится на уровне от 41 до 52 дБ в зависимости от расстояния (500–1400 км). В наземных экспериментах максимальная реализованная дальность телепортации составила около 100 км, а передача одного кубита на расстояние порядка 1000 км потребовала бы времени, сопоставимого с возрастом Вселенной.

Данный эксперимент является первым принципиальным шагом по направлению к глобальному квантовому интернету. Вторым должно стать пространственное и временное разнесение места создания квантовой запутанности и места совместного измерения.

Пионерские эксперименты академика Пань Цзяньвэй в области квантовой коммуникации обещают коренной прорыв в развитии информационных систем в ближайшие 20–30 лет.



* Расстояния между ними составляют 1203 км (Дэлунха – Лицзян) и 1120 км (Дэлунха – Наньшань), апертуры телескопов – 1800 мм в Лицзяне и 1200 мм на двух остальных станциях. Типичная продолжительность сеанса одновременной передачи на две станции – 250 секунд.



Новый российский спутник-инспектор

И. Лисов.

«Новости космонавтики»

23 августа Департамент информации и массовых коммуникаций Министерства обороны (МО) Российской Федерации объявил, что «с космического аппарата, запущенного в интересах Минобороны 23 июня, выведен в космос малый спутник-инспектор».

Пресс-служба МО РФ напомнила, что КА, выведенный 23 июня и объявленный как «Космос-2519», разработан в интересах Минобороны России и представляет собой космическую платформу, на которой могут размещаться различные варианты полезной нагрузки.

23 августа с этой платформы произошло отделение малого космического аппарата (МКА), предназначенного для инспекции состояния отечественного спутника. В дальнейшем планируется провести научный эксперимент по исследованию МКА этого спутника по его внешнему виду.

Это сообщение беспрецедентно сразу по двум причинам. Во-первых, это первая официальная информация об отечественном спутнике-инспекторе: ранее лишь однажды, в 2010 г., командующий Космическими войсками России Олег Остапенко обмолвился о том, что Россия вновь разрабатывает спутники-инспекторы и ударные аппараты. Во-вторых, оно было выпущено непосредственно в день отделения МКА и задолго до выполнения заявленного эксперимента. Подобная открытость – абсолютно правильный шаг, так как снимает основную часть потенциальных претензий к России и не позволяет обвинить нашу страну в тайной и опасной космической деятельности.

Предшественники

Напомним, что история спутников-инспекторов насчитывает уже более полувека. Соответствующие проекты в США разрабатывались еще в начале 1960-х, а в 1965–1966 гг. испытывался суборбитальный (!) комплекс космической инспекции AFP-437AP (НК №10, 2000). Начиная с 1998 г. эксперименты по сближению и встрече на орби-

те беспилотных КА провели все ведущие и ряд второстепенных космических держав (Япония, Британия, США, Швеция, Китай). На низких околоземных орбитах инспекцию КА отработывали американский аппарат XSS-11 и китайские «Шицзянь-12» и «Шицзянь-15», на геостационаре – американские спутники MiTeX и GSSAP (подробнее – в НК №1, 2015).

Россия, бывшая в 1967 г. родоначальником идеологически близких систем автономного сближения и стыковки на орбите с помощью радиотехнических средств, занялась экспериментами в области орбитальной инспекции позже других. 25 декабря 2013 г. носителем «Рокот» на орбиту было выведено три спутника ведомственной связи и МКА «Космос-2491», проявивший себя на радиоловительских частотах 435.465 и 435.565 МГц с позывным RS-46 (НК №1, 2015). В аналогичном запуске 23 мая 2014 г. на околокруговую орбиту высотой около 1500 км был доставлен «Космос-2499», использующий те же частоты с позывным RS-47. Оба они, как обнаружили западные радиоловители, передавали также в S-диапазоне на частоте 2280 МГц.

В отличие от предшественника, «Космос-2499» продемонстрировал способность менять орбиту, хорошо видимую по двусторонним орбитальным элементам Стратегического командования США. В период с июня по ноябрь 2014 г. он отработал сложную последовательность маневров, включавшую временное снижение перигея на 555 км, в результате которой сблизился с разгонным блоком «Бриз-КМ» на орбите высотой 1152×1503 км до расстояния менее 1 км. Интенсивное маневрирование в районе цели продолжалось до февраля 2015 г. и сменилось более спокойным периодом, когда МКА по несколько месяцев оставался на сотню-другую метров выше или ниже «Бриза», медленно удаляясь на расстояние до 2000 км назад или вперед вдоль орбиты, а потом переходил «на другую сторону улицы» и возвращался к цели. Последний подобный маневр был отмечен в начале июня 2017 г.; после него МКА имеет среднюю высоту на 660 м больше, чем у разгонного блока, и к 31 августа отстал от него на 6600 км.

31 марта 2015 г. ракетой «Рокот» на орбиту были доставлены три КА «Гонец-М» и еще один МКА, запущенный в интересах МО РФ и получивший наименование «Космос-2504». На этот раз спутник-попутчик был отделен от РБ «Бриз-КМ» не вместе с тремя основными аппаратами, а после ухода блока на орбиту захоронения высотой 1173×1506 км. В середине апреля «Космос-2504» вернулся к нему и, судя по орбитальным элементам, осуществил контактное взаимодействие с РБ, в результате которого орбита последнего претерпела небольшие, но вполне фиксируемые изменения (НК №8, 2015).

После серии маневров в близкой окрестности цели 3 июля 2015 г. «Космос-2504» снизился до 1120×1452 км, одновременно изменив наклонение с 82.49° до 82.68°, чтобы скорость прецессии орбитальной плоскости осталась прежней. Обогнав РБ на 13 витков, МКА в период с 29 сентября по 8 октября вернулся к прежним параметрам орбиты и вышел в точку примерно в 50 км от цели. Смысл этого цикла экспериментов не вполне понятен, хотя можно предположить, что он состоял в отработке наведения аппаратуры и съемки РБ с расстояния порядка 100 км в те периоды, когда два объекта в ходе движения вокруг Земли с различной средней угловой скоростью сближались между собой.

До января 2016 г. «Космос-2504» маневрировал вокруг цели, опускаясь не более чем на 1 км относительно нее и поднимаясь до 2 км, а затем полностью уравнивал высоту и в период с 21 января по 3 апреля совершал исключительно медленный «танец» с «Бризом», в ходе которого – в самом первом приближении – дистанция между ними изменялась от -5 км до +5 км и вновь до -5 км. В последующие месяцы МКА сохранял и даже иногда чуть-чуть поднимал свою высоту (в общей сложности на 100 м к началу декабря), а «Бриз» постепенно «проседал», так что дистанция росла все быстрее и к концу марта 2017 г. превысила 2300 км.

27 марта спутник начал быстрый ступенчатый спуск с орбиты высотой 1172.1×1507.1 км и к 19 апреля достиг параметров 626.8×1502.2 км. На сей раз наклонение практически не изменилось, так что плоскости орбит двух объектов начали расходиться, и к 31 августа 2017 г. «Космос-2504» сместил свою плоскость на 14° к западу. Совершенно очевидно, что это делается с целью совмещения плоскостей с орбитой новой цели, но с какой именно – пока не понятно.

Июньский попутчик

Аппарат-носитель «Космос-2519» был выведен на орбиту 23 июня 2017 г. целевым пуском легкого носителя «Союз-2.1В». Изучение открытых источников – материалов сайта госзакупок, выложенных в Сеть данных о закупках предприятий и корпоративных отчетов – позволяет предполагать, что данный КА разработан и изготовлен АО «НПО имени С. А. Лавочкина» (Химки, Московская область), имеет индекс 14Ф150 и, возможно, создан в рамках темы «Нивелир» (НК №8, 2017, с.53-54).

Начальная орбита КА имела наклонение 98.05° и высоту 654.0×669.2 км по элемен-

Дата	Параметры орбиты КА «Космос-2519»		
	i	Hp, км	Ha, км
26.07.2017	98.045°	652.3	670.7
29.07.2017	98.036°	650.6	670.8
02.08.2017	98.011°	649.6	670.4
03.08.2017	97.998°	649.3	668.6
04.08.2017	97.981°	648.9	668.5
05.08.2017	97.946°	649.2	668.5
14.08.2017	97.918°	649.3	668.7

там Стратегического командования США (здесь и далее мы будем использовать результаты экспресс-оценки по орбитальным элементам объекта 42798 с отнесением к сфере радиусом 6378.14 км). В течение первой недели полета фиксировались не вполне понятные изменения орбитальных элементов, но к 30 июня аппарат «успокоился» на чуть более низкой орбите 653.6×669.3 км. Это была практически идеальная солнечно-синхронная орбита с прохождением нисходящего узла в 09:54:24 по местному времени.

В материале о запуске было отмечено, что плоскость орбиты «Космоса-2519» очень близка к плоскости орбиты другого российского КА с официальным наименованием «Космос-2486», который после запуска 7 июня 2013 г. был единодушно идентифицирован аналитиками как второй спутник оптико-электронного наблюдения «Персона». По состоянию на 30 июня, этот КА находился на орбите наклонением 98.14° и высотой 705.3×722.9 км, весьма близкой к солнечно-синхронной: местное время прохождения узла составляло 09:56:20 и уменьшалось со скоростью примерно в 3 секунды за сутки полета. Совпадения плоскостей можно было ожидать примерно 3 августа.

Американские орбитальные элементы показывают, что 26 июля аппарат-носитель выполнил первый заметный маневр, снизив среднюю высоту орбиты на 0.8 км. Этот и последующие маневры 1–5 августа сопровождалось уменьшением наклонения орбиты. Изменения параметров (в основном наклонения) продолжались и в период с 7 по 13 августа, но не носили характера видимых скачков, а были постепенными и плавными. Как видно из графиков, целью маневров было «подстраивание» к орбите «Космоса-2486» – синхронизация скорости прецессии при сохранении различий в высоте и наклонении.

Таким образом, первоначальная догадка о том, что запуск почти в плоскость орбиты КА «Космос-2486» не был случаен, получила подтверждение.

Малый КА-инспектор был обнаружен американскими средствами в день выпуска сообщения пресс-службы МО РФ и получил каталожный номер 42919 и международное обозначение 2017-037D. Момент отделения, рассчитываемый как время минимального расстояния между объектами с каталожными номерами 42798 и 42919, получается 23 августа в 06:46 UTC.

После разделения «Космос-2519» совсем немного понизил свою орбиту – с 649.4×668.5 км до 649.6×668.1 км. МКА начал свой самостоятельный полет на орбите 649.9×669.6 км. Вследствие небольшой разницы в высотах (на 0.94 км) и периодах обращения (на 0.02 мин) он стал отставать от КА-платформы, и к 27 августа дистанция достигла 600 км.

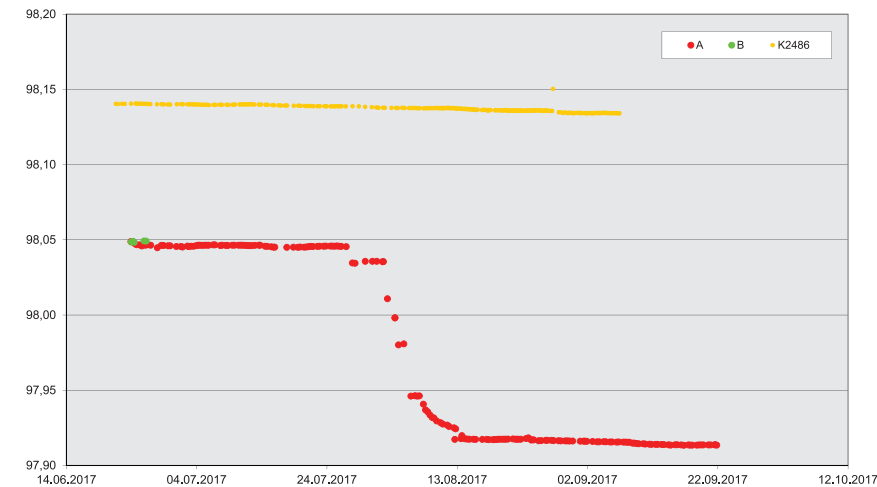
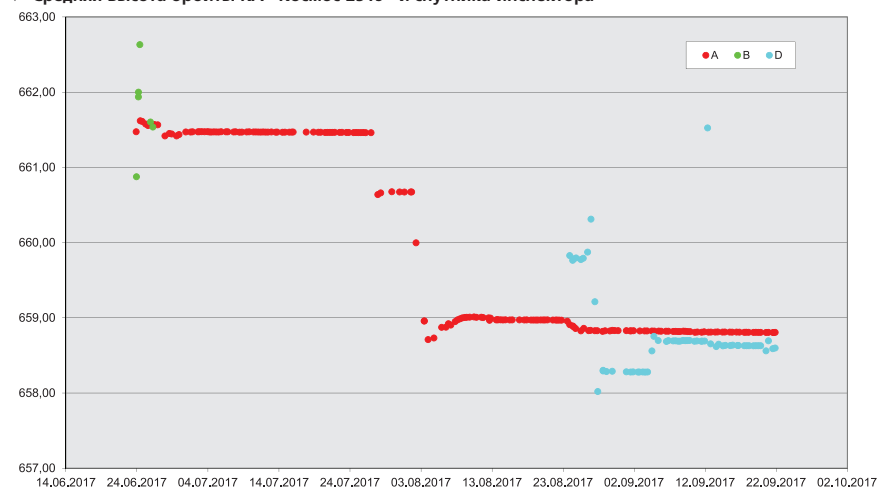
Орбитальные элементы показывают, что, прежде чем заняться инспекцией назначенной цели, операторы МКА решили «потренировать» его на собственном аппарате-носителе. В период с 26 по 28 августа инспектор опустился на 0.53 км ниже цели, к 4 сентября нагнал отставание и поднялся примерно до высоты полета «Космоса-2519», а 6 сентября сблизился с ним до расстояния в несколько сотен метров при относительной скорости менее 0.5 м/с.

О том, почему для следующего этапа эксперимента – инспекции ранее запущенного и уже находящегося на орбите КА – выбран именно «Космос-2486», никаких данных нет. Маловероятно, что предстоящая инспекция

связана с неисправностью на борту спутника-цели: «Космос-2486», как и третий в серии аппарат «Космос-2506», в июле 2015 г. сманеврировали на одинаковую высоту и с тех пор тщательно согласовывают свои маневры, очевидно, поддерживая определенную взаимную конфигурацию. Последний такой маневр «Космос-2486» провел 27 августа 2017 г., что как минимум доказывает работоспособность основных систем служебного борта.

Неизвестна также компания – разработчик малого КА-инспектора, но было бы логично считать, что это та же фирма, которая изготовила и три предыдущих спутника подобного назначения.

▼ Средняя высота орбиты КА «Космос-2519» и спутника-инспектора



Маневр КА «Космос-2519» по высоте и наклонению (сверху) позволил ему совместить свою плоскость с плоскостью орбиты «Космоса-2486» (внизу)

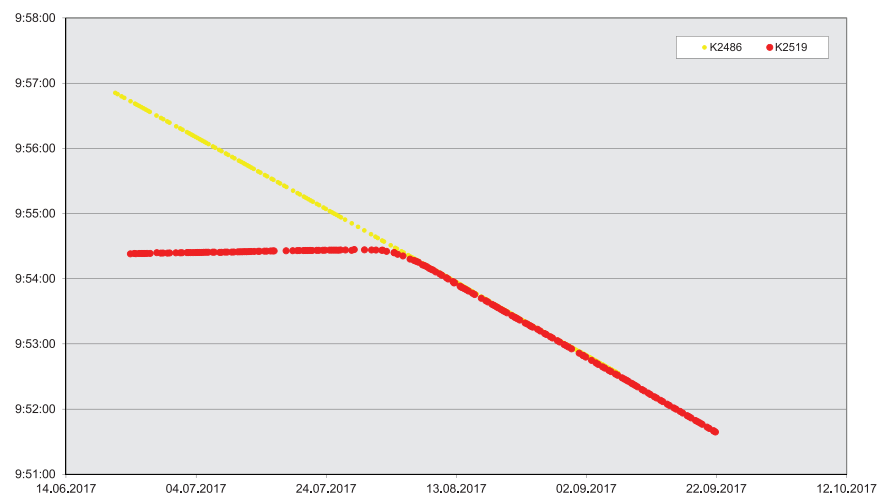




Фото: Роскосмоса

IV Афанасьевские чтения

Е. Рыжков.
«Новости космонавтики»

30 августа 2017 г., в день 99-летия со дня рождения первого министра общего машиностроения СССР, дважды Героя Социалистического Труда Сергея Александровича Афанасьева, в Госкорпорации (ГК) «Роскосмос» состоялось расширенное заседание секции № 10 НТС Роскосмоса и Президиума НТС ФГУП НПО «Техномаш», посвященное подготовке к празднованию 100-летия со дня рождения С. А. Афанасьева.

Открывая четвертые Афанасьевские чтения, глава ГК «Роскосмос» Игорь Комаров отметил исключительный вклад первого министра в современную ракетно-космическую отрасль (РКО) и выразил уверенность, что «эффективная работа на Чтениях, содержательные доклады, интересные дискуссии будут способствовать укреплению потенциала и росту возможностей отечественной РКО, а также повышению эффективности и продолжению нашей общей работы на благо страны».

Участникам чтений был показан отрывок фильма о С. А. Афанасьева. Заместитель гендиректора по РКП ГК «Роскосмос» Юрий Ве-

ниаминович Власов напомнил, что в 2016 г. была учреждена медаль Афанасьева, вручение которой начнется со дня 100-летнего юбилея министра. Он также рассказал о формировании новой научно-производственной системы Роскосмоса. С этой целью реализуется проект «Школа главного технолога», получит развитие институт главных технологов РКО, будет создан отраслевой центр прорывных технологий имени С. А. Афанасьева на территории «Техномаша», планируются конкурсы молодых инженеров-технологов. Кроме того, Ю. В. Власов сообщил, что журнал «Российский космос» перейдет под юрисдикцию «Техномаша», получит статус «ваковского» и будет рассказывать на своих страницах о работниках отрасли.

Юрий Власов напомнил о щедром научно-технологическом наследии Афанасьева в РКО и о важности его сохранения. В честь 100-летия со дня рождения ученого пройдут юбилейные расширенные Афанасьевские чтения, будет обновлен мемориал памяти Афанасьева и памятная экспозиция в Клинском краеведческом музее, будут организованы публичные праздничные мероприятия на его малой родине (г. Клин Московской области).

Министр общего машиностроения СССР (1983–1985), председатель Совета директоров ОАО «Корпорация Рособщесмаш» Олег Дмитриевич Бакланов отметил тот позитивный факт, что в школы возвращаются уроки астрономии, а также рекомендовал молодежи изучать труды Циолковского. Будучи учеником Афанасьева, он посетовал на то, что

Сергей Александрович Афанасьев (30.08.1918 – 13.05.2011) – советский государственный деятель, министр общего машиностроения СССР (1965–1983), заместитель Председателя Совета Министров РСФСР – председатель Совета народного хозяйства РСФСР, дважды Герой Социалистического Труда (в 1975 и 1978 гг.), лауреат Ленинской, Сталинской и Государственной премий СССР. Депутат Верховного Совета СССР (1962–1989). Член ЦК КПСС (1961–1989).

В 1941 г. С. А. Афанасьев окончил МВТУ имени Н. Э. Баумана, во время учебы работал старшим наладчиком станков-автоматов на ЗИСе. С начала Великой Отечественной войны был эвакуирован в Пермь на Мотовилихинский артиллерийский завод, где проработал всю войну, последовательно пройдя ступени от инженера-конструктора, старшего инженера-конструктора, начальника технического отдела, заместителя начальника цеха до заместителя главного механика завода. Член КПСС с 1944 г.

В 1946 г. приказом министра вооружения СССР переведен в Главное техническое управление Министерства вооружения СССР, где работал старшим инженером, начальником отдела и заместителем начальника управления. В 1955 г. стал начальником Технического управления Министерства оборонной промышленности СССР.

В 1957 г. был назначен заместителем председателя совнархоза (СНХ) Ленинградского экономического административного района по оборонной промышленности, а с 1958 г. возглавил его. С 1961 по 1965 гг. – председатель СНХ РСФСР и заместитель председателя Совета Министров РСФСР.

В 1965–1983 гг. – министр общего машиностроения СССР. На этом посту С. А. Афанасьеву пришлось организовывать работу «с нуля», объединяя под единым началом

многие НИИ и КБ различного ведомственного подчинения, работавшие над созданием ракетно-космической техники (РКТ).

В 1983–1987 гг. – министр тяжелого и транспортного машиностроения СССР, а с 1988 г. – консультант в Группе генеральных инспекторов Минобороны СССР.

Под руководством С. А. Афанасьева была решена ключевая государственная задача – достигнут паритет ракетно-ядерных сил в мире. MOM сумело в короткие сроки организовать создание и наладить производство лучших образцов МБР и баллистических ракет для подводных лодок (БРПЛ). На боевое дежурство встали около 1000 МБР и 500 БРПЛ. Все приводные рычаги такого необъятного хозяйства находились в MOM. Министр как-то признался, что мысль о возможном сбое или технических неполадках, которые привели бы к взрыву ракеты в шахте или непредвиденному запуску, беспокоила его на протяжении всей карьеры.

MOM отвечало за создание орбитальных станций, в том числе станции «Мир». Под руководством MOM находились КБ выдающихся конструкторов, как С. П. Королёв, В. Н. Челомей, М. К. Янгель, В. П. Макеев, В. П. Бармин, В. П. Глушко и других.

Важность задач, стоящих перед ракетно-космической отраслью, позволяла Сергею Афанасьеву выходить для их решения на лидеры страны: Л. И. Брежнев, Ю. В. Андропова, К. У. Черненко и М. С. Горбачева. Будучи на протяжении 23 лет депутатом Верховного Совета СССР от Свердловской области, С. А. Афанасьев был близко знаком с первым секретарем обкома Б. Н. Ельциным (будущим президентом России).

Сергей Александрович – один из немногих, кто осмелился послушать Берия. На совещании в Кремле в начале 1950-х годов Л. П. Берия поставил задачу наладить выпуск военных



ракет в Днепропетровске в рекордно сжатые сроки. 32-летний Афанасьев ответил, что это нереальная задача, и потребовал больше времени. После совещания лишь один из присутствовавших заступился за упрямого инженера, пояснив, что, если Афанасьева «уберут», начало производства затянется больше, чем на год, так как реальной замены ему нет.

До последних дней жизни Сергей Александрович являлся главным научным консультантом РКК «Энергия» имени С. П. Королёва.

19 февраля 2016 г. Городская межведомственная комиссия по наименованию территориальных единиц, улиц, станций метрополитена, организаций и других объектов города Москвы дала согласие на присвоение имени Сергея Александровича Афанасьева ФГУП НПО «Техномаш».

сейчас «нет системы контроля», и посоветовал Роскосмосу «внедрить афанасьевский контроль», а также «совместно с ГК «Роскосмос» предложить Президенту России контроль систем управления ракетой возложить на плечи Госкорпорации». Он напомнил, что прежде существовал контроль со стороны руководителя завода, структуры, управляющей космической отраслью страны (сегодня это ГК), и обязательно военно-технический контроль. Реализовывался контроль ежедневно, ежемесячно, ежеквартально и т. д.

О. Д. Бакланов рассказал, что Афанасьев 50% своего рабочего времени уделял науке, а 50% – подготовке кадров и созданию бытовых условий для них. «Каждый год выделялось 500 квартир... в ракетно-космической отрасли должны быть льготы», – пояснил он.

Глава Клинского муниципального района Московской области Алена Дмитриевна Сокольская рассказала, что коллеги Афанасьева называли его Большой. «Конечно, не из-за роста, а за его внутренние душевные качества», – подчеркнула она.

На чтениях выступил депутат Госдумы, заместитель председателя Комитета по экономической политике, промышленности, инновационному развитию и предпринимательству Денис Борисович Кравченко. Прозвучали доклады представителей ГК «Роскосмос», головных научно-исследова-

тельских организаций и предприятий РКО – НПО «Техномаш», Организации «Агат», РКЦ «Прогресс», НПО Энергомаш, НПЦ АП имени Н. А. Пилюгина, НПО имени С. А. Лавочкина, РКК «Энергия», Центра Келдыша, АО «Композит», ГРЦ имени В. П. Макеева, НИЦ РКП и ИСС имени М. Ф. Решетнёва.

Люди, лично знавшие министра либо знакомые с ним по воспоминаниям коллег, поделились интересными подробностями о его личности, жизненном пути и особенностях работы.

И. С. Рубцов, первый заместитель гендиректора «Техномаша», рассказал о коллегиально-командном стиле работы министра, подразумевавшем высокий профессионализм; личную ответственность за порученное дело; одинаково высокие требования к себе и подчиненным; умение собрать команду единомышленников и ценить людей; воспитание кадров на личном примере. Он также отметил, что в ходе работы не было ожидания учеников, а происходило формирование «школы», и напомнил о цели Афанасьева: не останавливаться на достигнутом!

Директор «Агата» Д. В. Хомаза поднял проблему ценообразования в отрасли, заметив, что она является главным тормозом для развития отрасли и ее предприятий.

Директор департамента стратегического планирования и организации космической

деятельности ГК «Роскосмос» Ю. Н. Макаров заявил, что нужно внедрять инновации в новую продукцию: «...пусть на первом этапе это большой риск и на горизонте успеха не выдать... У руководителей предприятий должно быть право на ошибку, иначе в долгосрочной перспективе не будет развития».

Гендиректор НПО Энергомаш И. А. Арбузов процитировал Сергея Александровича: «У нас в отрасли не было периода застоя».

Заместитель генконструктора по технологическому обеспечению ГРЦ имени В. П. Макеева С. С. Чернов констатировал, что и сегодня в высшей степени актуальны слова С. А. Афанасьева: «Одной из главных задач научно-технологического развития отечественной промышленности и ее ведущих отраслей является занятие лидирующих позиций на мировом рынке».

В заключительном слове О. Д. Бакланов подвел итог: «Сегодняшние Чтения прошли на уровне». Это то понятие, которым оперировал министр, утверждая, что «уровень» должен быть во всем.

В рамках конференции всем желающим была доступна для посещения мобильная выставка научно-технических достижений отрасли.

Пятые Афанасьевские чтения, приуроченные к столетию со дня рождения С. А. Афанасьева, состоятся в 2018 г.



SPACE: космическая парфюмерия

В этом году исполняется 60 лет со дня начала Космической эры человечества. 4 октября 1957 г. впервые в мире изделие, созданное руками человека, не только вышло за пределы земной атмосферы, но и, набрав первую необходимую скорость, стало – наряду с Луной – спутником планеты Земля.

Этим искусственным объектом стал Первый спутник (ПС-1). ПС-1 и средство его доставки на орбиту – ракета-носитель Р-7 «Спутник» – были созданы советскими конструкторами, инженерами и рабочими на Подмосковном предприятии ОКБ-1 под руководством великого С. П. Королёва. Запуск был произведен с 5-го Испытательного полигона Минобороны (позже получившего название Байконур) артиллерийскими боевыми расчетами. Выход на орбиту Первого спутника послужил началом освоения и использования космического пространства и исследования дальнего космоса.

Памятная дата отмечается не только в России, но и во всем мире. Российский тор-

говый дом «Юнитоп» тоже решил отметить данное событие и выпустил линейку подарочной парфюмерии Space под брендом Sergio Nero. В комплект вошли мужской Sputnik и женский Red Moon (так называли в зарубежной прессе наш Первый спутник) ароматы. При создании новых ароматов сотрудники компании работали с особым настроем, трепетно выверяя каждый шаг и используя лучшие сорта импортных парфюмерных компонентов.

Проект создания новых ароматов Space к юбилею запуска Первого спутника поддержала Госкорпорация «Роскосмос», а также ветеран космической отрасли, летчик-космонавт, дважды Герой Советского Союза Г. М. Гречко. Он непосредственно причастен к запуску Первого спутника: лично отвечал за координацию расчета траектории его выведения и орбиты.

К сожалению, Георгий Михайлович не дожил полгода до знаменательной даты. В память о космонавте «по зову сердца мы

посвящаем линейку выдающемуся человеку, космонавту-испытателю Георгию Гречко и всем тем, кто уже внес существенный вклад и внедряет новые разработки сейчас, продолжая путь инноваций и прогресса. Это решение о посвящении проекта согласовано с его семьей и друзьями», – рассказал президент компании «Юнитоп» Сергей Нерушай.

Проект выпуска этих ароматов не коммерческий, а тираж очень небольшой. В свободную продажу парфюмерия Space не поступит – это принципиальная позиция руководства ТД «Юнитоп». Тираж будет распространен среди организаций и людей, внесших существенный вклад в развитие космической отрасли России. Подарочный комплект сопровождается именным дипломом с изображением Первого спутника и портретом Георгия Гречко.

Такой подарочный комплект станет приятным памятным подарком для любого человека, связавшего жизнь с космосом.

И. Извеков



КОСМОНАВТЫ – АСТРОНАВТЫ – ЭКИПАЖИ

Фото NASA/Bill Ingalls

Комплексные экзаменационные тренировки экипажей МКС-53/54

Е. Рыжков.
«Новости космонавтики»

Основной экипаж (позывной «Альтаир»):

Александр Мисуркин – командир ТК, бортинженер МКС-53, командир МКС-54, космонавт Роскосмоса

Марк Ванде Хай – бортинженер-1 ТК, бортинженер МКС-53/54, астронавт NASA

Джозеф Акаба – бортинженер-2 ТК, бортинженер МКС-53/54, астронавт NASA

Дублирующий экипаж (позывной «Астрея»):

Антон Шкаплеров – командир ТК, бортинженер МКС-53/54, космонавт Роскосмоса

Скотт Тингл – бортинженер-1 ТК, бортинженер МКС-53/54, астронавт NASA

Шеннон Уолкер – бортинженер-2 ТК, бортинженер МКС-53/54, астронавт NASA

31 августа в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина завершились двухдневные комплексные экзаменационные тренировки (КЭТ) экипажей МКС-53/54. КЭТ подвели итог предполетной подготовки космонавтов и астронавтов и доказали их готовность к выполнению программы полета на МКС в целом.

Основной и дублирующий экипажи 53/54-й длительной экспедиции на МКС приступили к экзаменационным тренировкам в ЦПК 9 августа. В тот же день командир дублирующего экипажа ТК «Союз МС-06» А. Н. Шкаплеров успешно прошел экзаменационную тренировку на тренажере «Телеоператор». Тренажер предназначен для подготовки к реализации режима ручного телеуправления (с борта МКС) сближением и стыковкой беспилотных объектов (таких как грузовые корабли «Прогресс», модули дооснащения и др.). Несмотря на то, что в норме стыковка беспилотных объектов с МКС проходит в автоматическом режиме, космонавтам необходимо в полном объеме обладать навыками ручного управления сближением и стыковкой. В случае нештатной ситуации космонавты должны быть готовы произвести их вручную.

10 августа пресс-служба ЦПК сообщила о заседании Главной медицинской комиссии (ГМК), которая проанализировала данные

медобследований космонавтов обоих экипажей за период предполетной подготовки. В состав ГМК вошли представители Министерства здравоохранения РФ, Федерального медико-биологического агентства, ИМБП, а также специалисты Медицинского управления ЦПК.

18 августа стало известно, что участники дублирующего экипажа А. Н. Шкаплеров и Скотт Тингл сдали экзамен по причаливанию и перестыковке ТК «Союз МС» к МКС – операции выполнялись в ручном режиме на специализированном тренажере «Дон-Союз 2». Экзаменуемые продемонстрировали устойчивые навыки ручного причаливания корабля «Союз МС», необходимые в случае отказа автоматики при причаливании к орбитальному комплексу, а также умение выполнять перестыковку – штатную операцию, которая применяется для перевода корабля с одного стыковочного узла на другой.

Несколькими днями ранее экипажи также прошли тренировку «Типовые полетные сутки», имитирующую условия работы на российском сегменте (РС) МКС и задания, которые изо дня в день решают космонавты для поддержания нормального функционирования станционных систем. Помимо экзаменов, космонавты и астронавты продолжали плановые тренировки на тренажерах транспортного корабля и РС МКС, занятия по выполнению научных и медицинских экспериментов, а также проходили физподготовку.

22 августа командир дублирующего экипажа МКС-53/54 А. Н. Шкаплеров и бортинженер Скотт Тингл сдали экзамен по ручному сближению ТК «Союз МС» к МКС. Операции выполнялись на специализированном тренажере «Дон-Союз». По условиям тренировки, командир корабля (Шкаплеров) находился в спускаемом аппарате (СА), а бортинженер (Скотт Тингл) – в вытовом отсеке (БО). На следующий день у этих членов экипажа была экзаменационная тренировка по ручному управляемому спуску «Союза МС» на тренажере ЦФ-7. Вращаясь, центрифуга имитирует штатные перегрузки, возникающие при

возвращении СА на Землю. Управляя СА в ручном режиме, пилот должен привести его в заданную точку посадки, не превысив допустимых перегрузок. Шкаплеров и Тингл сдали экзамен на «отлично».

25 августа основной и дублирующий экипажи МКС-53/54 сдали зачеты по программе полета ТК «Союз МС», программе полета РС МКС и особенностям укладки возвращаемых грузов в СА корабля «Союз МС».

27 августа космонавты и астронавты экипажей 53/54-й длительной экспедиции на МКС отправились на подмосковный аэродром Чкаловский, откуда двумя спецбортами вылетели в Казахстан. Через несколько часов самолеты благополучно приземлились на аэродроме Крайний неподалеку от г. Байконур. Экипажи и прибывшие с ними сотрудники разместились в гостинице «Космонавт» Байконурского филиала ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю. А. Гагарина».

На следующий день в МИКе 254-й площадки космодрома Байконур основной и дублирующий экипажи провели «примерку» «Союза МС-06». Под контролем специалистов космонавты и астронавты ознакомились с порядком работы экипажей, проверили оборудование, с которым им предстоит работать в ходе космического полета, а также проверили герметичность скафандров. После «примерки» экипажи вернулись в Звезд-

▼ Джозеф Акаба, Александр Мисуркин и Марк Ванде Хай



Фото NASA/Bill Ingalls

ный городок для прохождения заключительного этапа подготовки. Стоит отметить, что подобный краткий визит на космодром ранее не практиковался.

В последние два дня лета – 30 и 31 августа – в ЦПК завершились комплексные экзаменационные тренировки основного и дублирующего экипажей МКС-53/54.

30 августа космонавт Роскосмоса Александр Мисуркин, астронавты NASA Марк Ванде Хай и Джозеф Акаба (основной экипаж) прошли экзаменационную тренировку на тренажере российского сегмента МКС, а Антон Шкаплеров, Скотт Тингл и Шеннон Уокер (дублиры) отработали элементы программы полета на корабле «Союз МС».

31 августа основной экипаж МКС-53/54 сдавал экзамен на тренажере ТК «Союз МС», а дублирующий – на тренажере РС МКС. В планы комплексных тренировок экипажей были введены как штатные, так и нештатные ситуации.

Действия космонавтов и астронавтов были высоко оценены экзаменационной комиссией. Профессионализм, прочные теоретические знания и практические навыки, слаженность и правильность работы участников тренировки подтвердили их готовность к выполнению космического полета.

1 сентября 2017 г. состоялось заседание Межведомственной комиссии (МВК), по результатам которого экипажи МКС-53/54 были рекомендованы к продолжению предполетной подготовки на космодроме Байконур.

Сразу после МВК состоялась пресс-конференция с участием экипажей МКС-53/54, в начале которой журналисты поздравили экипажи с успешной сдачей экзаменов и назначением основного экипажа в полет.

Следует заметить, что усиленному шквалу вопросов подвергся в основном А. А. Мисуркин – порой казалось, что это его личная пресс-конференция. Вместе с тем никоим образом не умалялись и заслуги остальных участников, в том числе астронавтов NASA, которые давали вполне четкие, бодрые ответы на вопросы журналистов.

На первый вопрос – о талисмани – Александр Мисуркин дал развернутый ответ: «С течением времени у нас происходит смена понятий. Главное то, что талисман – это не индикатор невесомости, и мы берем индикатор невесомости, который по совместительству со временем для кого-то становится талисманом. И нам очень повезло: мы стартуем в год 60-летия запуска первого спутника Земли, поэтому нашим индикатором станет небольшая модель первого спутника».

Большой интерес представителей СМИ вызвали предстоящие выходы в открытый космос, запланированные по российской и американской программам. «Основная цель [нашего] выхода – восстановление и улучшение связи с Землей на российском сегменте. Мы с Антоном [Шкаплеровым] займемся установкой широкополосной системы связи, которая позволит существенно увеличить информационный обмен с нашего сегмента. Это позволит совершенно в новом качестве проводить эксперименты и оперативно «сбрасывать» результаты и большой объем данных на Землю», – объяснил Александр. Американские астронавты, в свою очередь, пояснили, что по программе NASA

планируется четыре ВКД (внекорабельная деятельность) для поддержания работоспособности станции, починки и перемещения внешнего оборудования.

Не прошел незамеченным нарушенный порядок предстартовых мероприятий – экипажи слетали на Байконур до сдачи экзаменов. Мисуркин пояснил, что ему всегда нужно, чтобы что-то было «не так», поэтому в данном случае он доволен такой «перестановкой».

У Александра также поинтересовались, планирует ли он увеличить активность на своей страничке в сети «ВКонтакте», где рассказывает о своих полетах, и будет ли выйдя на пенсию писать мемуары? Ответ был таков: «Надеюсь, на пенсии займусь исправлением того, чего не успел в юности: буду много читать и заниматься теми хобби, которым мало уделял времени или не занимался вообще ввиду нехватки времени. Мемуары пока не планирую, а вот что касается соцсетей, то в общении со школьниками, студентами я довольно часто вижу две вещи, которые меня очень сильно расстраивают: первое – ребята не знают, чего хотят, и движутся в своей жизни просто по течению, а второе – многие из них не верят, что стать космонавтом реально. Поэтому я пытаюсь, как могу, объяснить [молодежи]: надо понять, чего ты хочешь в жизни, поставить себе цель и двигаться к ней. В результате достичь можно гораздо большего, чем изначально кажется возможным. Я очень рад, что это кого-то трогает и, надеюсь, поддерживает».

Отвечая на вопрос, почему, закончив Армавирский военный авиационный институт с отличием и золотой медалью, отлетав 1100 часов и имея в дальнейшем большие «авиационные» перспективы, он принял решение стать космонавтом, Мисуркин рассказал, что не бросил «небо», потому что летная подготовка у космонавтов обязательно присутствует, и жалеет только о том, что этого вида подготовки мало. А стать космонавтом он мечтал с достаточно юного возраста, поэтому служба летчиком была определенным этапом на пути к достижению цели.

Александр рассказал про трудности первого полета: «Знаете, в первом выходе я был ребенком, который должен учиться плавать в воде. Во втором мы поставили рекорд по длительности ВКД в российских скафандрах, и поэтому третий казался уже простым. Но эту мысль я отmel от себя... Надо сказать, похожие мысли возникали на тренировках в пещерах, которые стали для меня самым потрясающим фантастическим путешествием на нашей планете: мы находились под землей, но, имея альпинистское снаряжение, карабкались относительно уровня моря вверх и иногда плавали под водой. Так вот, когда я увидел выход из пещеры, инструктор-спелеолог мне объяснил, что последний шаг самый опасный... И так получилось, что в процес-

се третьей ВКД нам пришлось внепланово фиксировать экранно-вакуумную изоляцию антенн на РС МКС. Изоляция представляет собой папочки из тканей, которые прикручены очень маленькими винтиками диаметром М5. У нас не было специнструмента, поэтому приходилось прикручивать винтики маленькими шажками и делать большое количество оборотов. Необходимы были две руки, поэтому нашли такое решение: Федор Юрчихин держал меня за ноги, а я передними конечностями закручивал винты. С технической точки зрения это был самый неожиданный и интересный вызов».

Антон Шкаплеров поведал, что обычно космонавты берут на орбиту мало личных вещей – так установлено регламентом. В этот раз он возьмет с собой «живые» фотографии близких, а также какие-нибудь индикаторы невесомости: иногда друзья просят взять в космос, например, кулончик на полгода, а потом вернуть.

На вопрос об отношении к частным компаниям Мисуркин ответил, что приветствует частные начинания в космонавтике, поскольку когда-нибудь полеты в космос из сказки или мечты должны войти в обычный уклад жизни людей.

И напоследок журналисты поинтересовались: как экипаж будет отмечать на орбите памятную дату – 4 октября? Александр пообещал: как ранее метко подметил Джо Акаба, «мы много работаем, но и отдыхаем хорошо», поэтому «сымпровизируем что-нибудь на ходу исходя из наших возможностей и, конечно, постараемся сделать это весело».

По завершении пресс-конференции космонавты и астронавты традиционно зашли в музей ЦПК, где находится в точности воспроизведенный кабинет Юрия Алексеевича Гагарина. Там они оставили автографы и записи в памятной книге. Отправившись на Красную площадь, экипажи возложили цветы и почтили память С. П. Королёва, Ю. А. Гагарина и других космонавтов, захороненных у Кремлевской стены, посетили исторические памятники, расположенные на Красной площади.

Командир ТК Александр Мисуркин летит в космос второй раз, у Джозефа Акаба – третий полет, а «новичок» Марк Ванде Хай отправится в космос впервые.

На космодром экипажи вернутся 6 сентября. Старт ТК «Союз МС-06» с космодрома Байконур запланирован на 13 сентября 2017 г. Планируемая продолжительность полета – 167 суток.

▼ Дублиры: Шеннон Уокер, Антон Шкаплеров и Скотт Тингл





Астронавты ЕКА на подготовке в Китае

Е. Рыжков.
«Новости космонавтики»

21 августа завершились первые в истории совместные тренировки космонавтов КНР и ЕКА. Со стороны Европы в них участвовали астронавты Италии и Германии Саманта Кристофоретти и Маттиас Маурер, которые вместе с 16 космонавтами Китая собрались в китайском порту Яньтай на Шаньдунском полуострове для девятидневных морских сборов.

Курс выживания и спасения на воде был организован Центром космонавтов КНР совместно со Службой спасения района Бэйхай, подведомственной Министерству транспорта КНР, и проводился на специально созданной тренировочной базе по выживанию на море в Яньтае. Это были первые тренировки китайских космонавтов в открытом море (до сих пор они проводились в бассейне и на озере), а самое главное – первый случай в истории, когда к ним примкнули коллеги из других стран.

Китайская пресса не называет всех участников поименно, но несложно догадаться, что в морских сборах участвовали девять космонавтов первого китайского набора и семеро из второго. Вместе с двумя представителями ЕКА они образовали шесть условных экипажей. Первый космонавт Китая Ян Ливэй, который уже давно занимает административную должность, тем не менее лично возглавил первый экипаж, в который также вошли Ван Япин и Чжан Сюяган. Маттиас Маурер и Е Гуанфу, хорошо ему знакомый по «пещерному» эксперименту CAVES (НК № 12, 2016), работали под командой Лю Бомина. В последнюю группу, тренировавшуюся 21 августа, вошли Лю Ван, Чэнь Дун и Саманта Кристофоретти.

По заданию члены экипажа садились в макет спускаемого аппарата «Шэньчжоу» и переодевались из полетных в оранжевые спасательные костюмы, после чего макет опускали с корабля в море. Они должны были выбраться из СА, надуть две рези-

новые лодки, одноместную и двухместную, сесть в них и подать сигнал спасателям с помощью спутникового телефона системы Iridium. После двух часов ожидания подходил большой спасательный корабль, прилетал вертолет и проводилась эвакуация.

Маттиас Маурер позднее так описал «Шэньчжоу»: «Китайская капсула намного больше «союзовской», так что было намного проще переодеться и не было так жарко, как в российском корабле. Были, разумеется, факторы морской болезни, однако к концу тренировок мы их преодолели». Он добавил, что аварийно-спасательные средства отличались от тех, что используются на российских «Союзах».

Поделилась своими впечатлениями и Саманта: «Тренировки были прекрасно подготовлены и проведены. Представилась хорошая возможность вспомнить собственные навыки, и я [скажу вам], что впервые отработала покидание капсулы в условиях, когда на океане были волны приличной амплитуды. Самое главное, что астронавты и инструкторы из КНР приняли нас как собратьев и друзей. Языковые и культурные различия – безусловно, вызов [для нас], однако, раз уж мы сфокусировались на общем деле – пилотируемом освоении космоса, это добавило значимости нашим тренировкам».

Слова итальянки подтвердил ее коллега, германский астронавт: «Прием был теплым. Мы действительно ощущали сопричастность к единой астронавтической семье, разделяли общие ценности, цели и взгляды». И добавил: «Как и ожидалось, язык стал главным, самым тяжелым препятствием, которое мы преодолевали при помощи большого энтузиазма и командного духа, используя для коммуникаций смесь китайского и английского языков».

Для репортеров стало неожиданностью, что европейские гости неплохо говорят по-китайски и даже придумали себе новые имена: Матянь (马天) и Шаша (莎莎). Как выяснилось, Саманта начала учить китайский еще в университете, а Маурер и французский астронавт Тома Песке приступили к занятиям в 2012 г.

Китай плюс Европа

Совместные тренировки проводятся на основании соглашения между ЕКА и Канцелярией программы пилотируемой космонавтики Китая о долгосрочных целях и конкретных шагах сотрудничества в пилотируемой области, подписанного в мае 2015 г. На этапе обмена технологиями (2015–2017) стороны договорились о совместных тренировках космонавтов. В результате Е Гуанфу стал участником проекта CAVES, а двое астронавтов ЕКА прошли в КНР двухмесячную подготовку, финалом которой стали морские тренировки.

В китайской поездке Саманту и Маттиаса сопровождали бортовой врач и инструктор ЕКА, старавшиеся вникнуть в нюансы чужой культуры и местные подходы к работе. Главный человек, ответственный за подготовку астронавтов ЕКА, д-р Рюдигер Зайне (Rüdiger Seine) делится своим мнением: «Я думаю, эти тренировки являются вехой на пути установления дружественных отношений с КНР как с партнером по космической деятельности».

«Я с большим удовольствием жду расширения сотрудничества в области космоса с нашими китайскими друзьями, – предвкушает Маурер. – Они могут стать отличными, идеальными партнерами, поскольку наряду с нашими коллегами из США, России, Японии и Канады заинтересованы и мотивированы осуществлять пилотируемые полеты в космос».

Конечной целью совместной программы являются полеты европейских астронавтов на орбитальной станции КНР начиная с 2022 г. На пресс-конференции в Китае Саманту спросили, хочет ли она полететь туда, и итальянка ответила: «Я очень надеюсь на это». Маурер, в свою очередь, добавил, что генеральный директор ЕКА настойчиво продвигает идею обязательного участия Китая в международном пилотируемом полете к Луне.

Открытая космическая политика Китая

Выступая по завершении морских тренировок, заместитель руководителя CMSA Ян Ливэй сообщил, что Китай готов оказывать другим странам помощь в отборе и подготовке астронавтов, а также сотрудничать с иностранными партнерами по программе отечественной космической станции. По словам Ян Ливэй, уже более десяти стран, в основном развивающиеся, обратились к КНР с просьбой о содействии в отборе и подготовке своих астронавтов.

«Обычно у нас тренировки китайского космонавта занимают четыре года, – рассказывает Ян Ливэй. – Сроки подготовки иностранного кандидата на полет могут варьироваться в зависимости от личных данных. Поскольку примерно через четыре года у нас будет собственная станция «Тяньгун» (НК № 6, 2017, с.42), то для государств, заинтересованных в совместной работе на ее борту, настала пора готовиться».

Ян Ливэй добавил, что в настоящее время китайская сторона приступает к проработке условий и стандартов по отбору и подготовке иностранных космонавтов, при этом окончательное решение будет приниматься высшим руководством КНР. Подготовка иностранных космонавтов может начаться уже в текущем году.

На страницах журнала мы не рассказывали о проекте долгоживущей венерианской станции «Венера-Д» (см., например, *НК* № 6, 2017, с. 62–64). Возможность ее осуществления в части посадочного модуля критически зависит от наличия высокотемпературной электроники, способной работать при температуре почти +500°C в агрессивной среде. Ясно, что создание такой элементной базы будет стоить очень дорого. Но нельзя ли обойтись без электроники вообще?

Именно такую безумную идею исследует коллектив Джонатана Содера (Jonathan Sauder) в Лаборатории реактивного движения Калифорнийского технологического института. Имя ей – механический венероход, наследник Антикитерского механизма, механических автоматов Средневековья и вычислительных устройств XIX века – разностной машины Бэббиджа, табулятора Холлерита и «железного Феликса». Как сообщила 25 августа пресс-служба JPL, поисковые работы финансируются NASA из средств программы инновационных перспективных концепций NIAC, они были начаты в 2015 г. и в настоящее время находятся на втором этапе. Официальное наименование проекта – AREE (Automaton Rover for Extreme Environments, rover-автомат для экстремальных условий).

На поверхности Венеры кратковременно работали девять посадочных аппаратов советских АМС «Венера» и «Вега» и один американский зонд с КА Pioneer Venus 2. Срок их жизни определялся временем прогрева теплоизолированной и предварительно захлажденной конструкции, и самый стойкий зонд продержался 127 минут. На планете были выполнены черно-белые и цветные съемки ландшафта, измерены плотность, температура и состав атмосферы, проведен анализ грунта; никакие долгосрочные наблюдения, однако, не были возможны. Нынешние проработки посадочного аппарата с газожидкостной системой охлаждения обещают сутки работы, или, может быть, чуть больше.

«Венера слишком негостеприимна для сложных систем управления того рода, которые мы имеем на марсоходе, – говорит Содер. – Но с механическим ровером окажется возможным прожить целый год». А это значит – изучить образцы грунта из многих геологических слоев и проследить изменения погоды в зависимости от текущей высоты Солнца, что даст информацию для динамических моделей и сравнительной климатологии.

Источником вдохновения Содера были уникальные ходячие механизмы нидерландского художника Тео Янсена, передвигающиеся по пляжу под действием силы ветра и известные как Strandbeests, а также распространенные до середины XX века, а теперь уже почти забытые аналоговые механические компьютеры, реализующие вычисления за счет вращения зубчатых колес и работы рычагов. Между прочим, их аналоги использовались и в ракетно-космической технике: достаточно назвать программно-временные механизмы с вращающимся барабаном и кулачками или аналоговый компьютер «Глобус», указывавший место посадки гагаринского «Востока».

Венероход в стиле стимпанк



И. Лисов.
«Новости космонавтики»

Первоначально Дж. Содер рассматривал долгоживущую венерианскую конструкцию в виде шагающего механизма, похожего на паука, который поочередно переставляет многочисленные ножки. Однако на неровной каменной поверхности механизмы Янсена оказались бы неустойчивыми, и американец взял за образец танки Первой мировой войны, у которых гусеницы охватывали весь корпус снизу и сверху. Они легко перекатывались через траншеи и воронки.

Ветры в плотной атмосфере Венеры несут достаточно энергии, чтобы обеспечить движение ровера и работу его систем. Оптимальным генератором энергии команда Содера видит ветряную турбину Савониуса, размещенную в центре ровера и способную работать даже при перевороте его на 180°. Хотя она выдает всего 3.2 Вт, зато весит только 16 кг и может быть сделана за короткое время. Запасать энергию можно с помощью устройства из композитного материала, аналогичного часовой пружине.

Постоянный расход энергии будет идти только на внутреннюю сигнализацию. Продвижение на 100 метров обойдется в 10.7 Вт·ч; разработчики предлагают чисто механическую передачу от турбины к двигателю, так как электромеханический вариант с генератором и аккумуляторной батареей приводит к 50-процентным потерям. За сутки ровер сможет пройти 300 метров и три раза передать метеоданные. Исследования в области геологии и атмосферной химии потребуют дополнительного питания от солнечных батарей, так как на забор образца грунта нужно 77.5 Вт·ч, а на его анализ – 252.5 Вт·ч.

Механический компьютер и механические часы задают общий цикл систем ровера. Для обмена сигналами между удаленными частями ровера могут использоваться пневматические магистрали, давление в которых создается газовым компрессором.

Логика автономного движения и работы сводится к нескольким уровням принятия решений. На самом низком уровне автомат избегает препятствий, на следующем обретает способность к случайному движению, на еще более высоком пытается выдерживать заранее заданное направление. Такая архитектура не требует ни центрального процессора, ни модели мира, не полагается на алгоритмы планирования пути и реализуется простыми вычислительными элементами и реактивными механизмами.

Еще одна проблема – хранение данных и связь. Вращающийся счетчик может определить количество событий за определенное время, но как передать на Землю информацию без радиоконтекста? Нашлось решение и для нее. На ровер устанавливается пассивный радиолокационный отражатель – угловой рефлектор с высоким коэффициентом усиления, а небольшой спутник-ретранслятор с орбиты облучает его радиосигналом. Перед отражателем ставится затвор с механическим приводом, который то открывает его, то закрывает. Есть сигнал – нет сигнала, единица – ноль. Авторы проекта показывают, что в случае установки нескольких отражателей с различными скоростями вращения затвора можно передать за один

виток значения двух переменных из общего числа 1680, а за сутки – примерно 1000 бит.

Немалую проблему представляет создание научной аппаратуры, и в особенности – замена обычной электронной «обвязки», обеспечивающей оцифровку и передачу данных, на специальную. Здесь без электропитания и высокотемпературной электроники не обойтись, и лишь само буровое устройство можно запитать от механической части.

Предварительная массовая
сводка ровера

Система	Масса, кг
Генерация энергии	30
Хранение энергии	26
Движение	327
Сигнализация и связь	79
Датчики и механизмы управления	46
Конструкция	147
Полезная нагрузка	150
Итого	805

Первый этап контракта по программе NIAC был посвящен снижению максимальных рисков, к числу которых отнесены совместимость ровера со средствами доставки на поверхность Венеры, сбалансированность энергетического бюджета и демонстрация пассивной системы передачи информации. Было показано, что ровер на высокотемпературной электронике при современных технологиях невозможен, а чисто механический хотя и возможен, но не является практичным решением; в то же время гибридный ровер, сочетающий «умные» механизмы и высокотемпературную электронику, представляется весьма перспективным.

В настоящее время, на втором этапе контракта, проводится анализ вариантов в части осуществления движения и систем передачи информации, уточнение концепций отдельных частей проекта AREE и создание прототипов. В частности, Джонатан Содер и его помощник Эван Хилгеманн (Evan Hilgemann) готовят к тепловым испытаниям прототипы механических устройств ровера, чтобы проверить воздействие теплового расширения на движение частей. Между прочим, это тоже наследие советской венерианской программы – уже тогда инженеры изготавливали определенные детали в высокотемпературном исполнении, потому что при комнатных условиях они просто не могли работать.

Результатом этого этапа работы должны стать полный проект ровера и демонстрация измерения параметров венерианской среды на прототипе.