

«ФЁДОР» ВЗЯЛ КУРС НА МКС • «ПОЖАРЫ КОСМИЧЕСКОГО» РАЗМАХА • ФИНАЛ «КОСМИЧЕСКОЙ ОДИССЕИ»  
ИНДИЯ ЛЕТИТ НА ЛУНУ • TESS: ОХОТНИК ЗА ЭКЗОПЛАНЕТАМИ • КОЛЛЕКЦИЯ КОСМИЧЕСКИХ РАРИТЕТОВ

# РУССКИЙ КОСМОС

Сентябрь 2019

ГЛАВНЫЙ ЖУРНАЛ О КОСМОСЕ



**SKYBOT F-850**  
**ЛЕТИТ В КОСМОС**





## 2

«ФЁДОР» ЛЕТИТ НА МКС

## ГЛАВНОЕ

- 1 «СОЮЗ» ВПЕРВЫЕ СТАРТОВАЛ НА «СОЮЗЕ-2.1А»

## МКС

- 10 ХРОНИКА ПОЛЕТА ЭКИПАЖА МКС

## ПОДГОТОВКА КОСМОНАВТОВ

- 16 КОСМОНАВТЫ ПРИЗЕМЛЯЛИСЬ НА ПАРАШЮТАХ

## КОНФЕРЕНЦИИ

- 21 ГЛОНАСС НА ЛУНЕ? ЭТО НЕ ФАНТАСТИКА

## КОСМОС – ЗЕМЛЯНАМ

- 22 ПОЖАРЫ «КОСМИЧЕСКОГО» РАЗМАХА

## КОСМОДРОМЫ

- 28 КОСМОДРОМ ВОСТОЧНЫЙ. КАК ЭТО БЫЛО, КАК ЭТО БУДЕТ...

## ПРЕДПРИЯТИЯ ОТРАСЛИ

- 34 КОСМИЧЕСКИЕ ДВИГАТЕЛЕСТРОИТЕЛИ ОБЪЕДИНЯЮТСЯ

## КОСМОС И МОЛОДЕЖЬ

- 36 ФИНАЛ ПРОЕКТА «КОСМИЧЕСКАЯ ОДИССЕЯ»

- 38 МОЛОДЕЖНЫЕ ПРОЕКТЫ

- 42 ФОТО НОМЕРА

## НА ОРБИТЕ

- 44 ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

## МЕЖПЛАНЕТНЫЕ СТАНЦИИ

- 46 «ЧАНДРАЯН-2»: ИНДИЯ ЛЕТИТ НА ЛУНУ

## СРЕДСТВА ВЫВЕДЕНИЯ

- 54 «ГИПЕРБОЛА» – ПЕРВЫЙ УСПЕХ КИТАЙСКОГО «ЧАСТНИКА»

- 58 КТО НЕ СКАЧЕТ, ТОТ НЕ МАСК

## КОСМИЧЕСКАЯ НАВИГАЦИЯ

- 62 ЕВРОПА ОСТАЛАСЬ БЕЗ НАВИГАЦИИ

## ПЛАНЕТОЛОГИЯ

- 64 TESS: ОСОБЕННОСТИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ОХОТЫ ЗА ЭКЗОПЛАНЕТАМИ

## ПИЛОТИРУЕМАЯ ТЕХНИКА

- 66 «КИБО» РАЗМЕНЯЛ ДЕСЯТКУ НА ОРБИТЕ

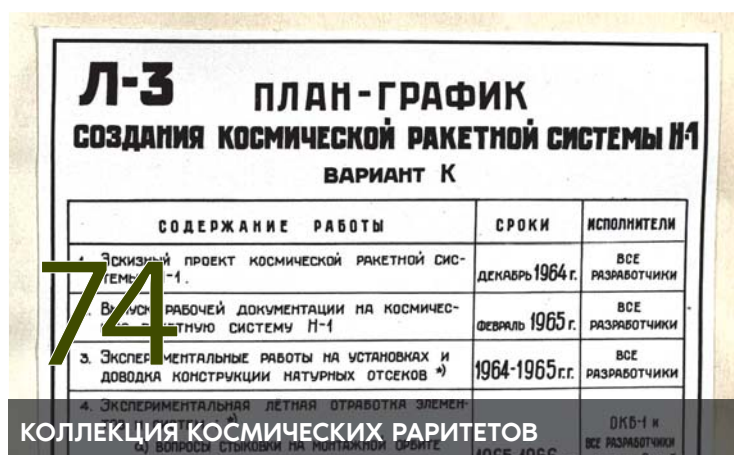
- 70 ПОЧЕМУ ВЗОРВАЛСЯ «ДРАКОН»?

## МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

- 71 НАБОР В ОТРЯД КОСМОНАВТОВ ПАКИСТАНА

## ИСТОРИЯ

- 72 ПЕРВАЯ «КОСМИЧЕСКАЯ». 55 ЛЕТ ПЕРВОМУ ПУСКУ «КОСМОСА-1»



КОЛЛЕКЦИЯ КОСМИЧЕСКИХ РАРИТЕТОВ

РУССКИЙ  
КОСМОС

ЖУРНАЛ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСКОСМОС»

Адрес учредителя: Москва, ул. Щепкина, д. 42

Редакционный совет: Игорь Бармин, Виктор Савиных, Николай Тестоедов, Владимир Устименко

Первый заместитель главного редактора: Игорь Маринин, заместитель главного редактора: Вадим Языков

Обозреватель: Игорь Лисов Редакторы: Игорь Афанасьев, Евгений Рыжков

Дизайн и верстка: Олег Шинькович, Татьяна Рыбасова

Литературный редактор: Алла Синицына

Администратор: Юлия Сергеева

Свидетельство о регистрации ПИ №ФС77-75948 от 30 мая 2019 года

Отпечатано в типографии «МЕДИАКОЛОР». Тираж – 800 экз. Цена свободная. Подписано в печать 13.09.2019

Издается  
ЦНИИ машиностроения

Адрес редакции:

141070,

Московская обл.,

г.Королёв,

ул. Пионерская, д. 4

ЦНИИмаш

Тел.: +7 (926) 997-31-39;

+7 (495) 513-46-13



# «СОЮЗ» ВПЕРВЫЕ СТАРТОВАЛ НА «СОЮЗЕ-2.1А»

Игорь АФАНАСЬЕВ

**22 АВГУСТА В 06:38:31.987 МСК (03:38:31.987 UTC) СО СТАРТОВОГО КОМПЛЕКСА ПЛОЩАДКИ №31 КОСМОДРОМА БАЙКОНУР УСПЕШНО СТАРТОВАЛА РАКЕТА-НОСИТЕЛЬ «СОЮЗ-2.1А», КОТОРАЯ ВПЕРВЫЕ ВЫВЕЛА НА ОРБИТУ ПИЛОТИРУЕМЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ КОРАБЛЬ.**

**КОРАБЛЬ «СОЮЗ МС-14» «ПИЛОТИРОВАЛ» АНТРОПОМОРФНЫЙ РОБОТ SKYBOT F-850 С НЕОФИЦИАЛЬНЫМ ИМЕНЕМ ФЁДОР. ВО ВРЕМЯ СТАРТА РАКЕТЫ РОБОТ ПРОИЗНЕС: «ПОЕХАЛИ!», КАК В СВОЕ ВРЕМЯ СКАЗАЛ ПЕРВЫЙ КОСМОНАВТ ПЛАНЕТЫ ЮРИЙ ГАГАРИН.**

Это был первый более чем за 30 лет пуск отечественного пилотируемого корабля без экипажа – последний раз 21 мая 1986 г. так стартовал тестовый «Союз ТМ».

Основной задачей запуска «Союза МС-14» стало тестирование взаимодействия аналоговых элементов системы аварийного спасения корабля и цифровой системы управления ракетой-носителем «Союз-2.1А», которая в следующем году придет на смену «Союзу-ФГ», применявшемуся для выведения на орбиту пилотируемых кораблей. Ранее «Союз-2.1А» уже использовался для запусков грузовых кораблей типа «Прогресс МС».

Старт, выведение на околоземную орбиту и отделение «Союза МС-14» от третьей ступени ракеты-носителя прошли в соответствии с графиком, после чего на корабле раскрылись все антенны и панели солнечных батарей. Специалисты Главной оперативной группы управления Российским сегментом Международной космической станции (ГОГУ РС МКС) в Центре управления полетами (ЦУП) приступили к управлению полетом корабля.

Кроме антропоморфного робота Skybot F-850, корабль доставил на МКС около 670 кг сухих грузов – научное и медицинское оборудование для проведения космических экспериментов («Биопленка», «Микровир», «Магнитный 3D-биопринтер», «УФ-атмосфера», «Каскад»), комплектующие для системы жизнеобеспечения, а также контейнеры с продуктами питания, медикаменты и средства личной гигиены, посылки для членов экипажа.



# «ФЁДОР» ЛЕТИТ НА МКС

Игорь АФАНАСЬЕВ

22 АВГУСТА ТРАНСПОРТНЫМ КОРАБЛЕМ «СОЮЗ МС-14» НА МКС ОТПРАВИЛСЯ ПЕРВЫЙ РОССИЙСКИЙ АНТРОПОМОРФНЫЙ РОБОТ SKYBOT F-850. ЕГО ИСПЫТАНИЯМИ В КОСМОСЕ БУДЕТ ЗАНИМАТЬСЯ РОССИЙСКИЙ КОСМОНАВТ АЛЕКСАНДР СКВОРЦОВ. СЕГОДНЯ МЫ РАССКАЖЕМ, КТО И ДЛЯ ЧЕГО СОЗДАЛ SKYBOT F-850.



1 августа во время рабочей встречи в Кремле глава Роскосмоса Дмитрий Рогозин рассказал Президенту РФ Владимиру Путину об одном из самых интересных проектов Госкорпорации – антропоморфном роботе, способном помогать экипажу Международной космической станции: «22 августа мы запускаем на корабле «Союз» космического робота. Мы назвали его «Фёдор»\*. Этот аппарат будет работать в режиме полного копирования действий космонавта, находящегося на станции (для начала), а потом им можно будет управлять непосредственно из Центра управления полетами. В будущем мы планируем, что эта машина будет обеспечивать у нас и покорение дальнего космоса».

### ОБЩИТЕЛЬНЫЙ «ФЁДОР»

Расположившись в спускаемом аппарате корабля в кресле в виде рамы – ведь мягкий ложемент для железного (алюминиевого) человека не нужен, – механический помощник космонавтов стартовал на корабле «Союз МС-14», который через двое суток пристыковался к Международной космической станции, и проведет на борту МКС две недели. Его возвращение планируется на 7 сентября.

Робот (а точнее, робототехническая платформа) «Фёдор» Skybot F-850 создан магнитогорским Научно-производственным объединением (НПО) «Андроидная техника» по заказу Фонда перспективных исследований (ФПИ) для отработки широкого спектра технологий (таких как техническое зрение, автономная навигация, адаптивное управление, высокоточные приводы и т.п.), носящих универсальный характер и применимых для широкого круга робототехнических комплексов: беспилотных самолетов, квадрокоптеров, автономных самоходных платформ, необитаемых подводных аппаратов. Цель проекта – реализация технологии комбинированного управления антропоморфной платформой на основе элементов сенсорики с обратными связями.

«Фёдор» – не просто дистанционный манипулятор, напоминающий по форме человека, имеющий сорок шесть степеней подвижности, две полноценные руки с пальцами, обла-

дающими уникальной чувствительностью и способными выполнять мелкие прецизионные движения. Skybot F-850 – в полной мере робот, то есть автоматическое устройство, действующее по заранее заложенной программе с элементами искусственного

**«Фёдор» очень общительный и с чувством юмора: может поддержать любой разговор, ответить на самые разные вопросы – начиная от приветственных и заканчивая философией космоса.**

интеллекта. Он способен самостоятельно выполнять такие задачи, как поддержание равновесия, декомпозиция общих движений на отдельные локомоторные функции.

Кроме того, в его обязанности входит экспертная поддержка экипажа. Отсюда и латинское название, отражающее второе – более современное – значение слова «робот», пришедшее из мира IT-технологий: специальная программа или устройство, выполняющее какие-либо действия автоматически и/или по заданному расписанию через аудио-, видео- и текстовые интерфейсы, предназначенные для людей.

Skybot F-850 способен поддерживать и развить любую тему разговора, начатую собеседником. Перед пуском он будет докладывать о предстартовой подготовке корабля, а уже во время старта и выведения опишет наблюдаемые события, назовет параметры полета, определит значение перегрузки и отметит момент наступления невесомости.

Разработчики уверяют: «Skybot F-850 очень общительный и с юмором. Он может поддержать любой разговор, ответить на самые разные вопросы – начиная от приветственных и заканчивая философией космоса».

**Робот может работать в режиме «аватара», то есть под полным дистанционным управлением оператора.**

Помимо этого, робот может работать в режиме «аватара», то есть под полным дистанционным управлением оператора. Слово, ставшее всемирно известным после блокбастера Джеймса Кэмерона, имеет древнеиндийское происхождение и на санскрите означает «нисхожде-

ние; тот, кто нисходит, воплощение, явление, реинкарнация». Космонавты или технические специалисты на Земле, подключившись к роботу по внешнему каналу связи и используя специальный «управляющий» костюм с 3D-очками, смогут видеть ситуацию

его глазами и ощутить «на кончиках пальцев» все то, до чего он дотронется или возьмет в свои механические руки. При этом аватар точно повторяет движения оператора.

Изначально предполагалось, что основной задачей «Фёдора» станет спасение людей в случае чрезвычайных ситуаций: например, из-под завалов. Затем решили расширить круг его обязанностей, и весьма существенно. Планировалось, что андроид сможет также работать в условиях высокой радиации, заниматься разминированием, быть помощником космонавта при внекорабельной деятельности.

Магнитогорские проектанты создали модели для имитаторов, на которых отрабатывали тактику применения, планирование сложных задач и обучение операторов, а также разработали библиотеку программ различных функциональных задач, типовых движений и приемов преодоления препятствий, выполняемых в различных режимах.

Гидропривод, испытанный на одном из прототипов, был отвергнут из-за дороговизны и низкой надежности и заменен на электроприводы. На ранних стадиях ряд проблем решался «на ходу»: роботу приделали подвижную голову (лежа он не видел про-

\* FEDOR (Final Experimental Demonstration Object Research) – Финальный экспериментальный демонстрационный объект исследований.



## СИЛЬНЕЕ, ЗОРЧЕ И ЛОВЧЕЕ

В 2011 г. в Центре подготовки космонавтов (ЦПК) начались тренировки лабораторной модели SAR-400, предназначенной для использования в космосе и обладающей хорошей мелкой моторикой для микроопераций и большим числом степеней подвижности. Тем временем, по словам главного конструктора НПО «Андроидная техника» Алексея Богданова, «оказалось, что ряд задач для робота невыполним. Например, он не мог открыть люк корабля, поскольку там нужно было приложить значительную физическую силу. Ахиллесовой пятой являлось большое количество нежных приводов. Мы выявили концептуальные ошибки и устранили их. А через два года сделали SAR-401... который мог выполнять типичные задачи кос-

монавтов: поднимать тяжести, открывать люк».

Робот стал гораздо сильнее, быстрее, а главное – оказался способен решать конкретные прикладные задачи. Специалисты утверждали, что с помощью SAR-401 можно выполнять порядка 50 различных видов действий в открытом космосе – при условии, что им управляет опытный оператор, одетый в задающее устройство с обратной связью. С этого момента в земных условиях началась отработка различных сценариев управления – с борта МКС или с Земли.

В январе 2015 г. прототип показали Президенту России, а в декабре того же года В.В. Путин подписал указ об образовании в структуре ФПИ «Национального центра развития технологий и базовых элементов ро-



Голова одного из ранних вариантов «Фёдора»

бототехники» для создания роботов военного, специального и двойного назначения. С этого момента координацию проекта вел этот Центр.

В августе 2016 г. НПО «Андроидная техника» завершило создание итоговой версии антропоморфного робота, представив демонстрационный образец высотой 180 см, весом около 160 кг и мощностью в 20 л.с.

Аватар оснащен двумя камерами, тепловизором, микрофоном, приемниками спутниковой системы навигации, пятнадцатью лазерными дальномерами и специальной системой для определения положения тела. Видеоканалы стереосистемы технического зрения робота могут работать как совместно, так и раздельно. Совместная работа позволяет определять расстояние до объектов, а раздельная – решать не менее двух функциональных задач одновременно: например, параллельно выполнять рабочие действия двумя разными инструментами.

Сенсорная система и обратная связь по силам и моментам обеспечивают оператору комфортное управление с реализацией эффектов «присутствия» в рабочей зоне робота, «компенсации веса» задающего устройства и собственного веса, а

также «дополненной реальности». Автономного аккумулятора, расположенного в «рюкзаке», хватает на час работы.

Прототип собран примерно из 15 тысяч деталей. Половина из них произведена в России, остальные изготавливаются за рубежом. 90% электроники собирается на российских предприятиях «Абрис-Технолоджи» и Silicium в Санкт-Петербурге. «Фёдор» работает под управлением операционной системы реального времени, разработанной в Санкт-Петербурге на базе Linux. Оператор управляет андроидом на расстоянии через канал связи.

По состоянию на 2017 г., робот умел открывать дверь, работать с дрелью, стрелять из пистолета с двух рук, садиться и водить автомобиль и квадроцикл в автономном режиме. Функционал «Фёдора» позволяет ему выполнять точные манипуляции с ручным инструментом и элементами инфраструктуры жизни и деятельности человека: в частности, он сможет управлять с «болгаркой» для резки арматуры, выполнять точную пайку, тушить пожар и даже ползать по-пластунски. «Фёдор» – первый в мире робот, научившийся садиться на шпагат.

Еще в октябре 2016 г. Д.О. Рогозин анонсировал использование андроида в космосе, где тот сможет исполнять разнообразные обязанности в условиях орбитального полета.

По словам исполнительного директора НПО «Андроидная техника» Евгения Дудорова, «логично применять робототехнические комплексы там, где человек ограничен в своих возможностях: в безвоздушном пространстве, в зоне повышенного уров-

**Робот «Фёдор» на МКС попробует протереть от пыли с помощью губки внутренние поверхности станции, включая иллюминаторы, подсветить фонариком рабочую зону одному из космонавтов, кусачками перекусить кабель, а также будет соединять и разъединять штекерные разъемы.**



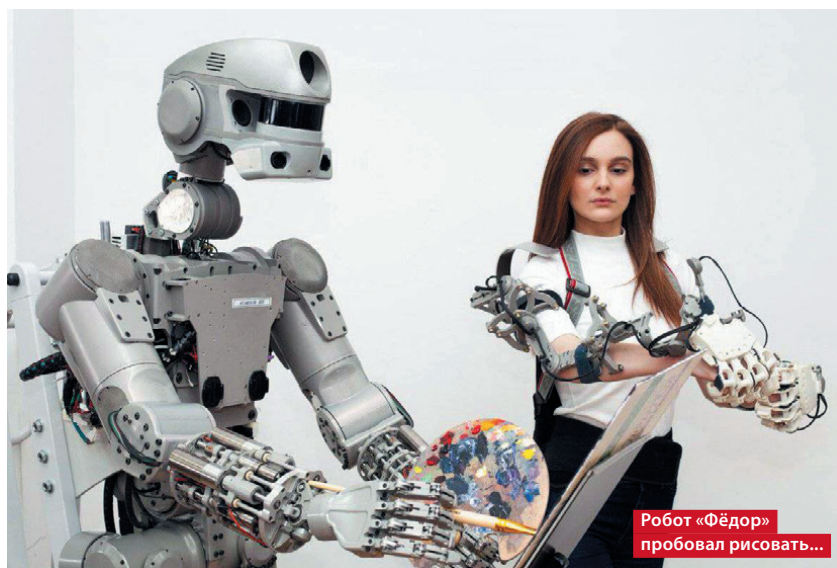
Сенсорная система и обратная связь по силам и моментам обеспечивают оператору комфортное управление с реализацией эффектов «присутствия» в рабочей зоне робота, «компенсации веса» задающего устройства и собственного веса, а

также «дополненной реальности». Автономного аккумулятора, расположенного в «рюкзаке», хватает на час работы.

Прототип собран примерно из 15 тысяч деталей. Половина из них произведена в России, остальные изготавливаются за рубежом. 90% электроники собирается на российских предприятиях «Абрис-Технолоджи» и Silicium в Санкт-Петербурге. «Фёдор» работает под управлением операционной системы реального времени, разработанной в Санкт-Петербурге на базе Linux. Оператор управляет андроидом на расстоянии через канал связи.

По словам исполнительного директора НПО «Андроидная техника» Евгения Дудорова, «логично применять робототехнические комплексы там, где человек ограничен в своих возможностях: в безвоздушном пространстве, в зоне повышенного уров-

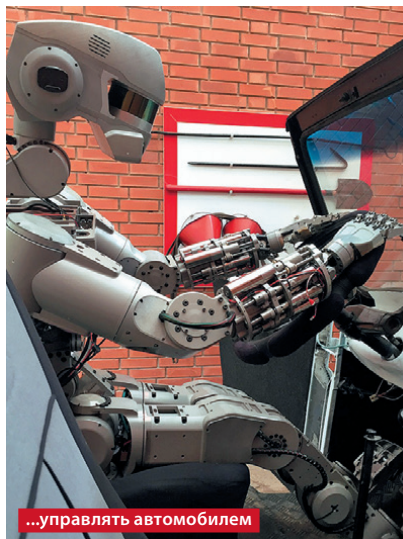




ня радиации». Он отметил: «Человек без скафандра в космосе не может существовать. А любое повреждение скафандра ведет к потенциальной гибели. Антропоморфные роботы могут найти применение при освоении Луны, Марса, пригодятся при работе на поверхности МКС. Каждый выход в открытый космос потенциально опасен, и тренировки и подготовка к [нему] могут занимать длительное время. Вместе с тем действиями робота можно будет управлять как со станции, так и с Земли в режиме копирования. Мы такой эксперимент проводили, управляя дистанционно роботом из одного города, когда сам он находился в другом».

Совместно со специалистами ЦПК было определено примерно восемь направлений возможного применения роботов в космосе: установка и снятие полезного груза, манипулирование с ним, перенос его на новое место, визуальная инспекция, стыковка/расстыковка электросоединителей, работа режущим инструментом, закрепление кабелей и другое.

«Каждое из этих направлений имеет сотни задач, – продолжает Евгений Дудоров. – До 90% операций, которые выполняет космонавт во время выхода в космос, могут быть произведены с помощью роботов в режиме копирования». По его мнению, аватары способны облегчить задачи исследования планет и строительства инфраструктуры для жизни и работы человека на Луне и Марсе. Как будут выглядеть такие машины – еще требуется проверять и моделировать; возможно, внешне они будут сильно отличаться от «Фёдора»».



### «ИСПЫТАТЕЛЬ» НА ОРБИТЕ

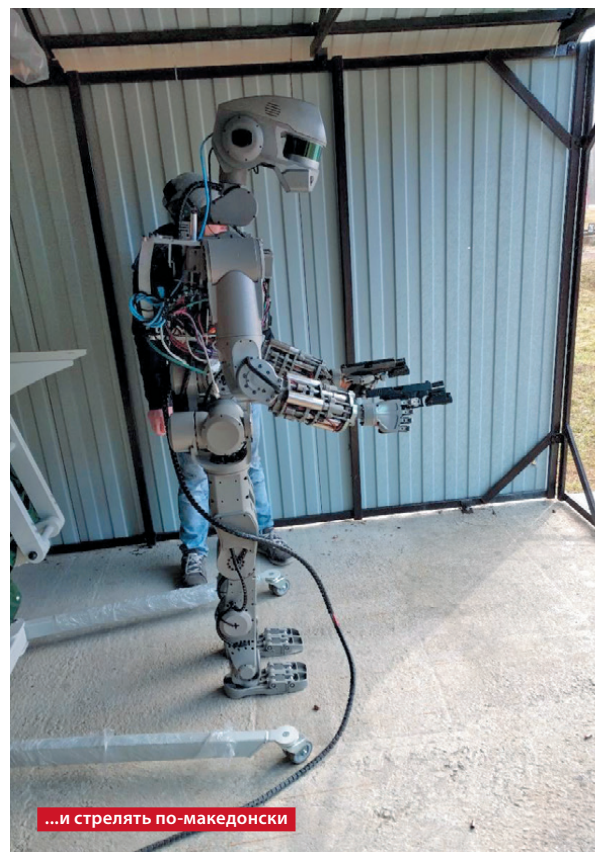
Так начался эксперимент «Испытатель», в рамках которого на базе «Фёдора» разработан робототехнический комплекс для полета на космических кораблях «Союз» и «Федерация». Исполнителями стали РКК «Энергия» и НПО «Андроидная техника». Обсуждалась возможность направить на МКС двух роботов, но в конечном счете остановились на одном. «Энергия» исследовала возможности его применения в пилотируемых программах, используя комплект, в который вошли мобильный робот, пульта управления, средства интеграции и наземный сегмент.

Подготовка к миссии шла скрупулезно. «Мы подходим к этой теме крайне осторожно. По сути это первый эксперимент на борту станции – это будет акцент в работе по дальнему космосу, – подчеркнул Д.О.Рогозин, отметив, что первостепенная задача

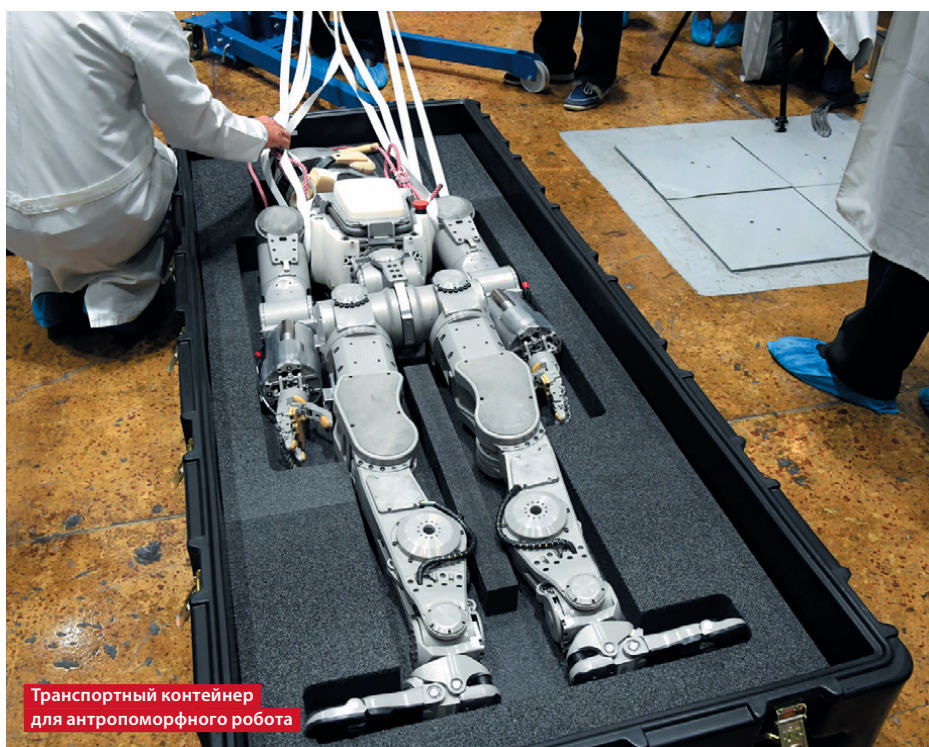
использования роботов в космосе – выполнение опасных для человека работ. – Это должна быть умная машина, с учетом того, что в будущем мы планируем, если удастся успешно провести испытания, использовать аналогичные машины для исследования дальних планет и дальнего космоса».

Дмитрий Олегович отметил, что российские специалисты – лучшие в вопросе тонкой моторики антропоморфных роботов. «Для того, чтобы работать с инструментами, в том числе в условиях невесомости, крайне важно, чтобы оператор чувствовал прикосновение робота к любому предмету. Эту возможность дает новый интерфейс».

Для полета на МКС антропоморфный робот был значительно модифицирован. По словам исполнительного директора по перспективным программам и науке Госкорпорации «Роскосмос» Александра Блошенко, «в новой версии изменены электронная компонентная база, материал пластиковых элементов и система управления. Все изменения, которые приходилось выполнять в короткий срок, тесно связаны с условиями эксплуатации и высокими требованиями к оборудованию, используемому в ракетно-космической отрасли.







Транспортный контейнер для антропоморфного робота

Поэтому конструкцию доработали: космический вариант «Фёдора» стал легче – 105 кг вместо 160 кг, слегка уменьшили плечевой пояс для увеличения зазора по диаметру люка (ранее он не превышал семи сантиметров, и робота было неудобно извлекать из корабля).

Из-за требований безопасности заменена аккумуляторная батарея, установлены новые приводы, а сама конструкция прошла испытания на вибростенде. Пришлось решать и проблему с креслом: штатное оказалось мало – вместо него изготовили специальную раму из алюминиевых сплавов.

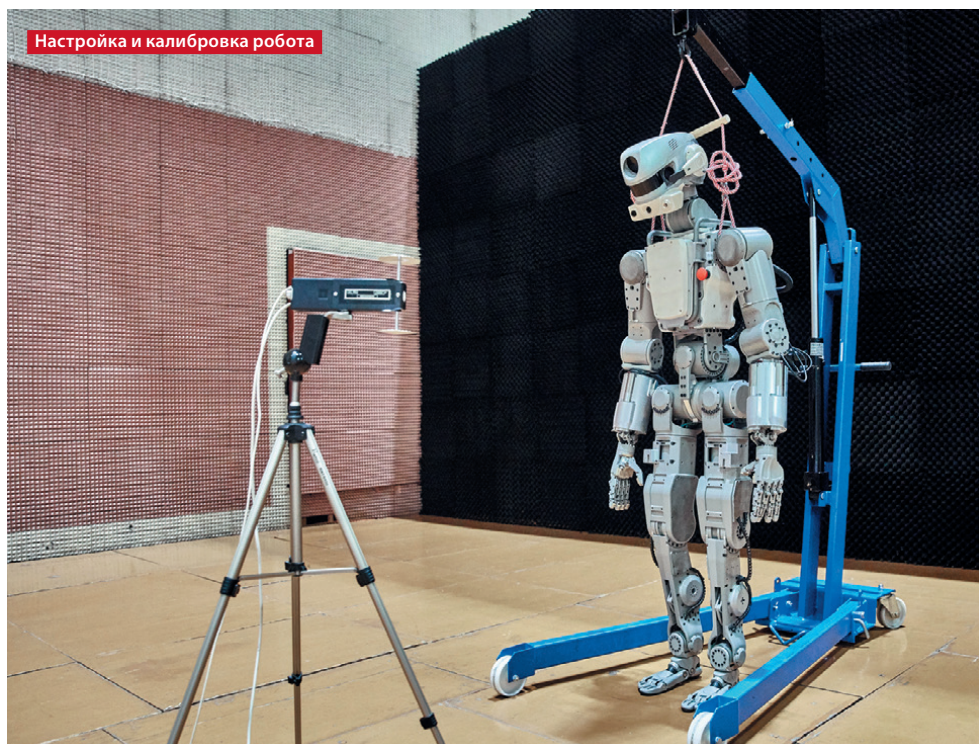
После дополнительных испытаний на электромагнитную совместимость робота на МКС будет предпринято тестирование канала связи и выполнение им комплекса команд, поступающих с Земли. Skybot F-850 пройдет проверку по оказанию помощи космонавтам внутри станции, работая в режиме копирования движений оператора.

Для обеспечения безопасного нахождения робота на борту МКС введены разного рода алгоритмы защиты на уровне системы управления. «Так, введено ограничение управляющего воздействия со стороны оператора по рывку, ускорению, угловой скорости и положению каждой степени подвижности, а также всевозможные электронные программные наблюдатели, сверяющие показания с математической моделью робота», – объясняет Александр Блошенко.

Заведующий лабораторией РЭУ имени Г.В. Плеханова Тимур Садыков: «Антропоморфный робот – это отличный способ в будущем снизить физическую нагрузку на космонавтов и риски их пребывания в открытом космосе. Такие роботы могут выполнять многие операции, используя те же инструменты, что и люди, – отвертку, дрель и т.д. Управлять им просто – достаточно надеть специальный костюм управления».

«У нас были с ним занятия. Эта задача появилась очень неожиданно – пришлось решать ее с ходу, – рассказывает космонавт Александр Скворцов, проходивший тренировку по работе с андроидом. – Есть некоторые замечания по подготовке... Это нюансы, я уверен, что они будут устранены, и надеюсь, что результат работы с «Фёдором» будет положительным и интересным... Вы это увидите по нашим съемкам».

При подготовке выявились проблемные вопросы. Поскольку «Фёдор» – не обычное научное оборудование, доставляемое на МКС в грузовом отсеке «Прогресса», его нужно было «усадить» в кресло космонавта в спускаемом аппарате «Союз МС-14», а на станции включить. Связано это с тем, что космонавты не обучены сборке такого сложного устройства. Конечно, они смогут собрать его по инструкциям с Земли, но это займет довольно много крайне дефицитного времени.



Настройка и калибровка робота





Для размещения в корабле «Союз МС-14» «Фёдор» изготовили специальный ложемент

После полета на станцию по результатам обработки данных по текущему эксперименту может быть принято решение о доработке робота и/или о последующих полетах на околоземную орбиту и его выходе в открытое космическое пространство. В случае успеха следующее поколение андроидов будет проверяться за пределами орбитальной станции. В перспективе это позволит свести к минимуму риск работы космонавта в космическом пространстве при организации внекорабельной деятельности, при ремонте на МКС и других космических аппаратах.

Если все пойдет по плану, то уже в 2021 г. аналогичный робот отправится в космос в качестве пилота нового корабля «Федерация», а в дальнейшем, возможно, облетит Луну.

## АВАТАРЫ В КОСМОСЕ

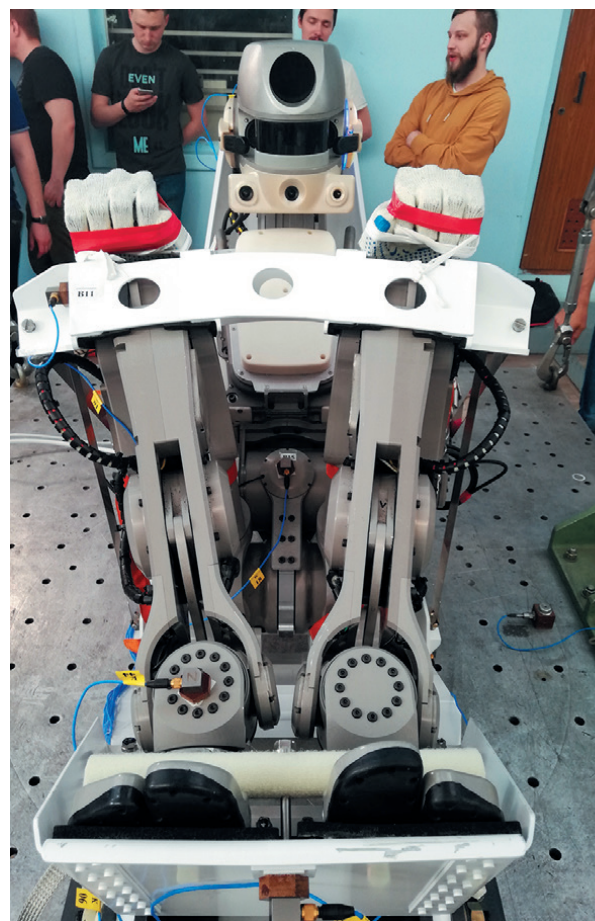
Планы отправки «Фёдора» на МКС вызвали оживленную дискуссию среди специалистов и публики. В необходимости роботизации опасной деятельности никто не сомневается: робот не устает, он гораздо в меньшей степени подвержен внешним воздействиям, таким как перепады температур, вакуум и радиация. У него никогда «не сдадут нервы», он будет стабильно (по крайней мере в пределах своего ресурса) выполнять работу. Андроид не жалко отправить и в безвозвратное путешествие. В конце концов именно роботы, путь и не человекоподобные, исследуют Луну, Марс, Венеру,

**Направление аватаров сейчас бурно развивается: в Америке ведутся работы по проекту Hermes и OceanOne, в Японии разрабатывается MELTANT-α и Model-H. И России как минимум необходимо сохранять паритет в этом перспективном направлении.**

системы планет-гигантов, выходят за пределы Солнечной системы. В этом отношении консенсус есть.

Предметом споров стала антропоморфность: насколько нужна она для механизма, работающего в космосе, в том числе в открытом?

Надо учесть, что «Фёдор» – не просто очередной дистанционный манипулятор – наподобие тех, что уже давно применяются в атомной промышленности или в космосе. Его антропоморфность – не случайность: большинство рукоятных предметов нашего мира, таких как рабочие инструменты, заточено под руку человека, ее функционал и механику. Именно из этих соображений исходили разработчики: предполагается, что в оптимизированной под людей инфраструктуре именно антропоморф обладает наибольшей эффективностью, оперируя уже известным и отработанным «человеческим» инструментом и различными устройствами. За счет человекоподобности у робота большая универсальность функционирования в системах, изначально спланированных под людей. При этом заложенные в аватара характеристики помогут со временем







Александр Скворцов перед полетом проходил тренировки по управлению роботом

**Космонавт Фёдор Юрчихин: «Результаты испытаний робота «Фёдора» на МКС покажут, насколько эффективна его антропоморфная платформа, а также то, в каком направлении российской робототехнике следует двигаться дальше».**

заменить им человека при выполнении сложных и опасных операций.

С другой стороны, антропоморфность никак не мешает менять робота под различные условия. Сохранив такой универсальный инструмент, как человекоподобные руки, неразрывно интегрированные с органами зрения и снабженные устройствами обратной связи, как говорилось выше, мож-

но заменить шагающую ходовую часть на колесную или гусеничную.

Наблюдательная публика задает вопрос: зачем на МКС нужен еще один робот, если их там побывало уже три? Это канадский SPDM «Декстр», созданный компанией MacDonald, Dettwiler and Associates по заказу Канадского космического агентства и работающий на станции уже одиннадцать лет; аме-

риканский R2 «Робонавт-2», построенный NASA совместно с General Motors (на станции с 2011 г. по май 2018 г.), а также американские Astrobee 2019.

«Декстр» – телескопический манипулятор с «руками» длиной по 3.35 м, захватывающий, перемещающий и устанавливающий грузы, блоки и агрегаты снаружи станции. Он единственный выполняет реальную работу, несмотря на то, что антропоморфным помощником астронавтов считался «Робонавт-2». В реальности же последний ничем не помогал, хотя имел четыре видеокамеры для ориентации в пространстве, умел писать, транслировать сигналы на мониторы диспетчеров, захватывать, удерживать и складывать увесистые вещи. Еще одним компаньоном экипажа с 2013 по 2015 г. являлся небольшой – «ростом» 34 см и массой менее килограмма – созданный в Японии «Киробо». Сейчас отрабатывают перемещение по МКС летающие кубики Astrobee 2019.

Ни один из этих роботов не является в полной мере антропоморфным. «Фёдор» станет первым в мире роботом-астронавтом, работающим в режиме «аватар». Эту концепцию в любом случае надо проверить, и краткосрочная экспедиция на МКС – наиболее экономичный способ это сделать.

В будущем антропоморфные роботы смогут заменить космонавтов при работе вне станции, а ведь один час внекорабельной деятельности, по некоторым оценкам, стоит от 2 до 4 млн \$. При этом антропоморф может быть гораздо более устойчив к радиации, чем оператор в скафандре. Отсюда, кстати, вытекает еще один плюс: если робот-андроид постоянно базируется вне космического аппарата или напланетной базы, его использование сокращает количество шлюзований, а значит снижает расход воздуха и продлевает ресурс шлюзовой камеры. Кроме того, в экстренной ситуации, требующей выхода за пределы герметичного объема, приведение в готовность робота займет гораздо меньше времени, чем подготовка к экстренному выходу экипажа.

В еще более отдаленной перспективе «аватары» могут использоваться для отработки групповых действий людей на Луне и планетах, а также для строительства баз. Вместе с тем понятно, что такой режим имеет ограничения на расстояние между оператором и роботом. И здесь аппарату совершенно необходимы элементы искусственного интеллекта: из-за огромных



Предварительная примерка робота в спускаемом аппарате



расстояний в дальнем космосе команды от оператора будут приходиться с большими задержками, и антропоморфу придется самому принимать решения на основе накопленного опыта.

В этой связи Д. О. Рогозин подчеркнул, что «к началу лунных экспедиций необходимо отработать элементы искусственного интеллекта, чтобы машина принимала определенные решения самостоятельно».

Развитие технологий искусственного интеллекта само по себе дает хороший «выхлоп», в том числе и для более «приземленных» приложений. Уже сегодня «Фёдор» обладает способностью к самообучению, и работы над проектом уже значительно продвинули российские исследования в области искусственного интеллекта.

По словам заведующего отделом оптико-физических исследований Института космических исследований (ИКИ) РАН, участника секции по робототехнике в научно-техническом совете Роскосмоса Романа Бессонова, пока рано говорить о полностью автономных устройствах, способных выполнять ремонт и обслуживание на орбите. «Космический аппарат закрыт так называемой экранно-вакуумной теплоизоляцией, обеспечивающей его тепловой режим, – объясняет он. – Чтобы добраться до неисправности, нужно сначала вскрыть эту изо-

ляцию, правильно диагностировать неисправность, раскрутить нужные гайки, отсоединить разъемы. Даже космонавту такое сложно выполнить, а уж роботу на сегодняшнем уровне технологий невозможно. Подобные ремонтные работы – это целая операция, которая тщательно готовится и отрабатывается заранее на Земле.

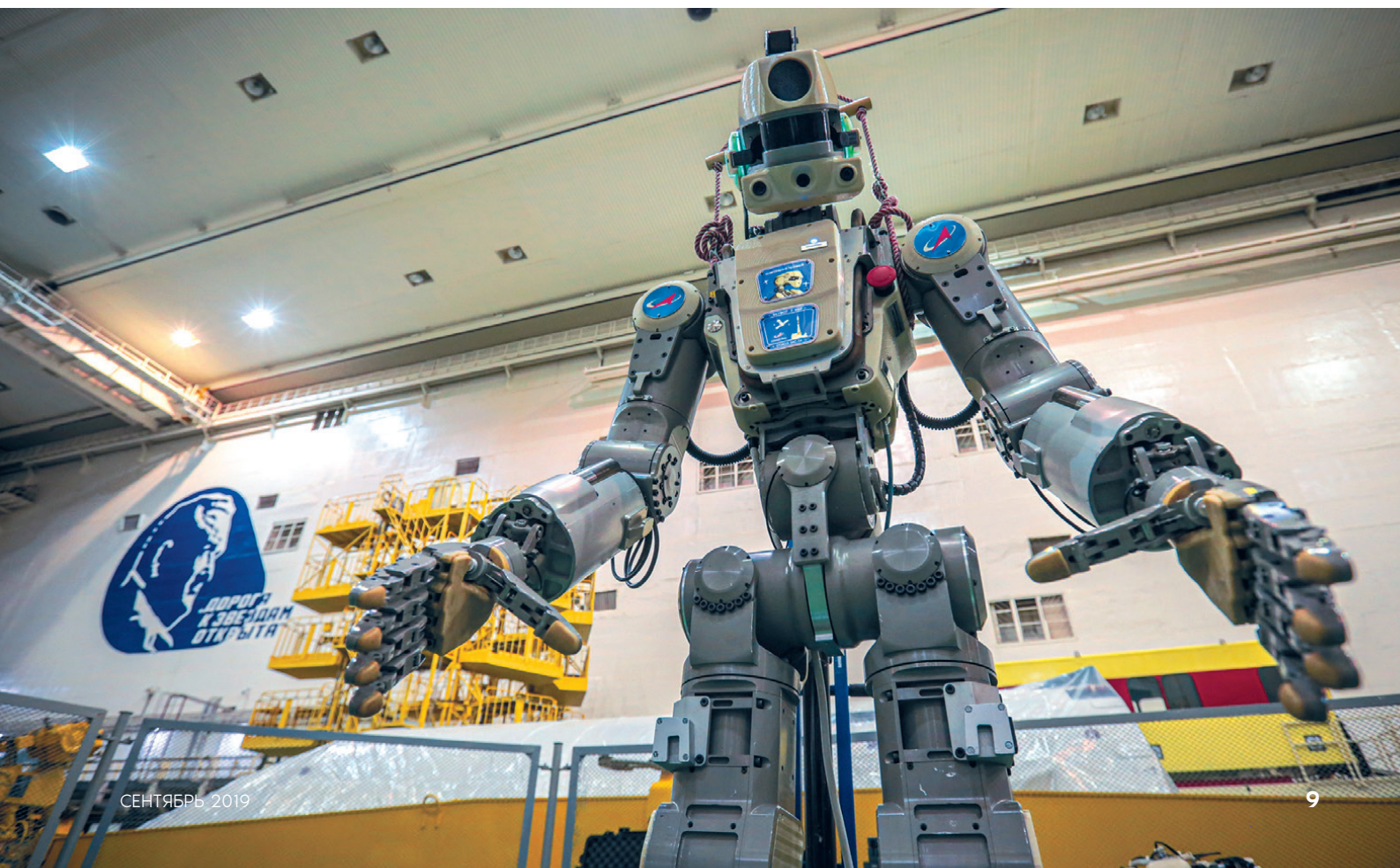
Да и самые современные роботы сегодня пока далеки от полностью автономных действий... Даже при управлении со стороны оператора могут быть проблемы. На низкой орбите, где летает МКС, это вполне осуществимо, но не на высоких орбитах, где есть задержки и помехи связи, да могут быть и проблемы с ощущениями оператора робота. В обозримом будущем мы к этому придем, но представить себе сейчас, что полностью автоматический робот сам прилетел и все починил – пока такое невозможно».

Другой случай – «Фёдор-Skybot». «Он ориентирован выполнять приказы оператора, одетого в 3D-очки, – говорит Роман Бессонов. – Это уже вполне рабочая схема, в отличие от полностью автономной работы. Но и здесь есть сложности, которые будут отрабатываться на орбите. Наша пилотируемая космонавтика всегда отличалась комплексным подходом, привлекая к подготовке врачей, которые следили за физическим и психическим здоровьем

космонавтов-операторов. Как будет чувствовать себя в невесомости человек, которому наденут костюм 3D-реальности, – это еще надо проверять».

По словам заместителя генерального директора – председателя научно-технического совета ФПИ Виталия Давыдова, Фонд завершил исследования по проекту, в рамках которого был создан «Фёдор», и полученные технологии передаются заинтересованным потребителям. «Теперь они должны определить, для решения каких задач целесообразно использовать сделанные разработки и каким требованиям должен соответствовать необходимый им робот. Поэтому облик перспективного робота для Росатома будет отличаться от облика его «товарища», работающего в Роскосмосе, и это отличие может быть весьма существенным».

Основные усилия ФПИ после завершения разработки будут сосредоточены на практической реализации ранее полученных результатов, на сохранении научных коллективов, сформированных в ходе реализации проектов. «Рассчитываем, что они примут самое активное участие во внедрении своих наработок, – полагает Виталий Давыдов. – Мы отнесемся с большим интересом к предложениям по новым работам, связанным с развитием антропоморфной робототехники». ■





# ХРОНИКА ПОЛЕТА ЭКИПАЖА МКС

Евгений РЫЖКОВ

РАБОТА 60-й ЭКСПЕДИЦИИ  
В ПЕРИОД 16 ИЮЛЯ – 15 АВГУСТА 2019 ГОДА

**ДО 20 ИЮЛЯ НА ОРБИТЕ ТРУДИЛСЯ ЭКИПАЖ МКС-60 В СОСТАВЕ КОМАНДИРА СТАНЦИИ КОСМОНАВТА РОСКОСМОСА АЛЕКСЕЯ ОВЧИНИНА И ДВУХ АМЕРИКАНСКИХ БОРТИНЖЕНЕРОВ – НИКЛАУСА ХЕЙГА И КРИСТИНЫ КУК. 20 ИЮЛЯ НА СТАНЦИЮ ПРИБЫЛИ КОСМОНАВТ РОСКОСМОСА АЛЕКСАНДР СКВОРЦОВ, АМЕРИКАНЕЦ ЭНДРЮ МОРГАН И ИТАЛЬЯНЕЦ ЛУКА ПАРМИТАНО – ЭКСПЕДИЦИЯ МКС-60 ПРОДОЛЖИЛА РАБОТУ В ПОЛНОМ СОСТАВЕ (ШЕСТЬ ЧЕЛОВЕК).**

## **«БУРЛАКИ» ВСТРЕТИЛИ «УТЕСОВ»**

Действующий экипаж старательно готовился к прибытию пополнения. 16 июля командир станции установил в Служебном модуле (СМ) «Звезда» видеокамеру для съемки встречи нового экипажа. А в камбузе было приготовлено шесть столовых ложек – по числу членов полного состава экспедиции.

20 июля в 22:48 UTC «Союз МС-13» пристыковался к стыковочному узлу «Звезды». 21 июля в 01:04 люк между «Союзом» и МКС был открыт, и члены экипажа корабля – Александр Скворцов, Лука Пармитано и Эндрю Морган – вплыли на станцию. Немного позже состоялся первый сеанс связи МКС-60 с Землей: космонавты и астронавты пообщались с коллегами, с родными и близкими.

После отдыха вновь прибывших длительная экспедиция МКС-60 в составе шести человек заработала на полную мощь. Первым делом «Утесы» ознакомились (а тот, кто уже летал на МКС, освежил информацию в памяти) с инструкциями по технике безопасности на станции, осмотрели камбуз, каюты, медицинские шкафчики, галюны.

26 июля Алексей Овчинин собрал всех новичков и рассказал о расположении аварийного инвентаря, а также напомнил порядок действий в соответствующих случаях. Вечером 8 августа «Утесы» учились оказывать срочную медпомощь: практиковали сердечно-легочную реанимацию, проверяли медицинское снаряжение, просматривали порядок взаимодействия в экстренной ситуации.

## **АДАПТЕР, МОХ И НЕ ТОЛЬКО. ПРИБЫТИЕ «ДРАКОНА»**

27 июля к станции подлетел 18-й грузовой «Дракон». В 13:11 UTC Кристина и Ник схватили его при помощи «канадской руки» и в 16:01 пристыковали к модулю Harmony. Тем временем Эндрю на «сторожевом посту» следил за телеметрией корабля.

Интересный факт: на прибывшем «Драконе» стоит возвращаемый аппарат, ранее уже отработавший в космосе в 6-м и в 13-м полетах «Дракона».

Коммерческий грузовик доставил на орбиту более 2,5 т грузов – провиант, приборы и материалы для научных экспериментов. Среди оборудования для экспериментов:

- Biorock – аппаратура для исследования влияния меняющейся гравитации на каменные, микробные и жидкостные системы. Результаты помогут в будущем самостоятельно добывать ресурсы на Луне или на Марсе, что сократит зависимость от поставок с Земли и увеличит автономность пилотируемых полетов на другие небесные тела или, возможно, напланетных поселений;
- BioFabrication – 3D-принтер для печати органоподобных тканей в ус-



ловиях микрогравитации. Суть в том, что земная гравитация препятствует созданию и развитию органических структур, так что этим решили заняться в космосе;

- Goodyear Tire – аппаратура для исследования взаимосвязи между структурой кремнезёма (диоксид кремния) и его свойствами, результаты которого с большой вероятностью пригодятся на Земле для повышения эффективности производства автомобильных шин.

Астронавты попытаются изучить степень влияния невесомости на рост мха. Его образцы также привезены на МКС. Предполагается, что в далеком будущем это поможет в выращивании различных культур в напланетных поселениях на Селене или Красной планете.

Вместе с прочими грузами доставлен стыковочный адаптер IDA-3 разработки РКК «Энергия» – еще один механизм, наряду с IDA-2 (установлен на МКС в августе 2016 г.), к которому в будущем будут пристыковываться коммерческие пилотируемые корабли компаний Boeing и SpaceX. По плану за 2 дня до выхода астронавты с помощью станционной руки-манипулятора отсоединят IDA-3 от «Дракона» и временно поместят его на зенитной стороне модуля Harmony (Node 2). А во время работы в открытом космосе Хейг и Морган закрепят IDA-3 на гермоадаптере PMA-3 модуля Harmony. После этого новый адаптер будет полностью готов к приему коммерческих пилотируемых кораблей.

Среди оборудования орбитального дома с прилетом «Дракона» появился миниатюрный прибор SAM (Spacecraft Atmosphere Monitor) для контроля состава атмосферы на борту корабля или станции. В настоящее время состояние воздуха на МКС определяется путем забора проб и удаленного наземного анализа с использованием сложной аппаратуры. Между тем в автономных полетах на более далекие от Земли расстояния такие «малыши» будут просто незаменимы для межпланетных кораблей, околорунных станций или лунных баз.

Стоит отметить, что выемкой из «Дракона» срочных грузов занимались Александр Скворцов и Лука Пармитано: научные образцы, не терпящие промедления, они поместили в станционные морозильники и инку-



«Прогресс МС-12» подходит к станции

Сближение «Прогресса МС-12» с МКС проходило по сверхбыстрой двухвитковой схеме. В результате «грузовик» долетел до станции всего за 3 часа 18 мин 30 сек. Тем самым был побит рекорд «Прогресса МС-11», который 4 апреля 2019 г. достиг цели за 3 часа 20 мин 52 сек.

#### «ПРОГРЕСС МС-11» УБЫЛ – «ПРОГРЕСС МС-12» ПРИБЫЛ

29 июля в 10:44 UTC «Прогресс МС-11» в соответствии со штатной программой расхождения объектов отделился от стыковочного узла модуля «Пирс». В 13:50 того же дня включилась его двигательная установка на торможение – и «Прогресс МС-11» начал снижаться. В 14:23 корабль вошел в плотные слои атмосферы, и уже в 14:32 несгоревшие

фрагменты конструкции затонули в расчетном квадрате несудоходной акватории Тихого океана.

Тем временем, в преддверии запуска к станции «Прогресса МС-12», российские члены экипажа 24 июля проверили автоматическую систему стыковки, а 29 числа тренировались по ТОРУ – телеоператорному режиму управления сближением и стыковкой грузового корабля.



Александр Скворцов за пультом системы ТОРУ – тренировка на случай ручной стыковки «Прогресса»





Помимо стандартных наборов питания, «Прогресс МС-12» привез космонавтам яблоки, грейпфруты, лимоны, хрен и горчицу, а astronautам – кое-какую российскую еду.

31 июля в 15:29 UTC новый грузовой «Прогресс МС-12» успешно пристыковался к стыковочному отсеку «Пирса» в автоматическом режиме. ТОРУ не понадобился. Таким образом, произошла своеобразная «пересменка»: МС-11 передал полномочия МС-12.

В укладке грузового отсека находилось около 2,5 т различных грузов, в том числе 1,2 т сухих грузов, более тонны топлива в баках системы дозаправки, 420 кг воды в баках системы «Родник», 50 кг сжатого газа в баллонах, оборудование для техобслуживания станции, а также контейнеры

с едой, одеждой, медикаментами, средствами личной гигиены, посылки для членов экипажа и комплектующие для системы жизнеобеспечения (СОЖ).

Помимо стандартных наборов питания, МС-12 привез космонавтам яблоки, грейпфруты, лимоны, хрен и горчицу, а astronautам – кое-какую российскую еду: говядину с пряным рисом, мясо цыплят с рисом (или с перловой кашей), компот из груш, молоко, ряженку, творог с орехами, свинину рубленую с яйцом, карбонад, телятину с овощами, сыр «южный»

и соки – абрикосовый, персиковый, яблочный, виноградный и сливовый.

Следует пояснить, что российская еда для astronautов – это бонусные продукты, доставляемые на американский сегмент вдобавок к основным рационам питания, которые получают astronautы, когда на станцию прибывают европейские, японские и американские корабли. Точно так же на российский сегмент с иностранными кораблями иногда приходит японское, европейское, американское и иное питание – в дополнение к основному рациону космонавтов. Так сказать, «коренные жители» обоих сегментов стремятся разнообразить свой стол на орбите и с удовольствием вкушают заграничную пищу.

## СYGNUS ПОКИНУЛ СТАНЦИЮ

6 августа в 16:15 UTC Canadarm2 отпустил «Лебедя» (корабль производства компании Northrop Grumman) в космическое пространство. Команду на отстыковку дали Хейг и Кук, после чего двигатели «грузовика» проработали три минуты, чтобы отвести его на безопасное расстояние от МКС.

«Лебедь» останется на околоземной орбите вплоть до середины декабря с целью вывода кубсатов на орбиту при помощи устройства для запуска малых спутников SlingShot, а также для дополнительных экспериментов. Это будет первый рейс данного «грузовика» с увеличенной продолжительностью автономного полета: задача – продемонстрировать возможность управлять одновременно двумя грузовиками в течение длительного времени. (В октябре к МКС стартует следующий Cygnus.) Ориентировочно он сгорит в плотных слоях атмосферы 11 декабря.

## ДВУХЭТАПНАЯ КОРРЕКЦИЯ ОРБИТЫ

15 августа в 05:53 UTC включилась двигательная установка пристыкованного к модулю «Пирс» грузового корабля «Прогресс МС-12» в целях первого маневра плановой коррекции орбиты МКС. После работы двигателей в течение 585 сек орбитальная станция получила приращение скорости в 0,58 м/с.

В 08:55 состоялось повторное включение двигателей «Прогресса» для второго маневра коррекции орбиты. Двигатели снова включились на 585 сек, и станция опять получила





приращение скорости в 0.58 м/с. Два отдельных корректирующих маневра потребовались, чтобы соблюсти технические условия обеспечения безопасного режима работы двигателей «Прогресса».

Цель этих двух маневров – формирование баллистических условий с учетом планируемого на 22 августа запуска беспилотного «Союза МС-14» (с антропоморфным роботом Skybot F-850 на борту), а в последующем и его возвращения на Землю (план – 7 сентября).

Параметры орбиты МКС после двухэтапной коррекции (согласно данным службы баллистико-навигационного обеспечения ЦУП-М) составили:

|                                            |           |
|--------------------------------------------|-----------|
| Наклонение                                 | 51.66 °   |
| Минимальная высота над поверхностью Земли  | 415.0 км  |
| Максимальная высота над поверхностью Земли | 428.7 км  |
| Период обращения                           | 92.82 мин |

## НАУКА, МЕДИЦИНА, БИОЛОГИЯ

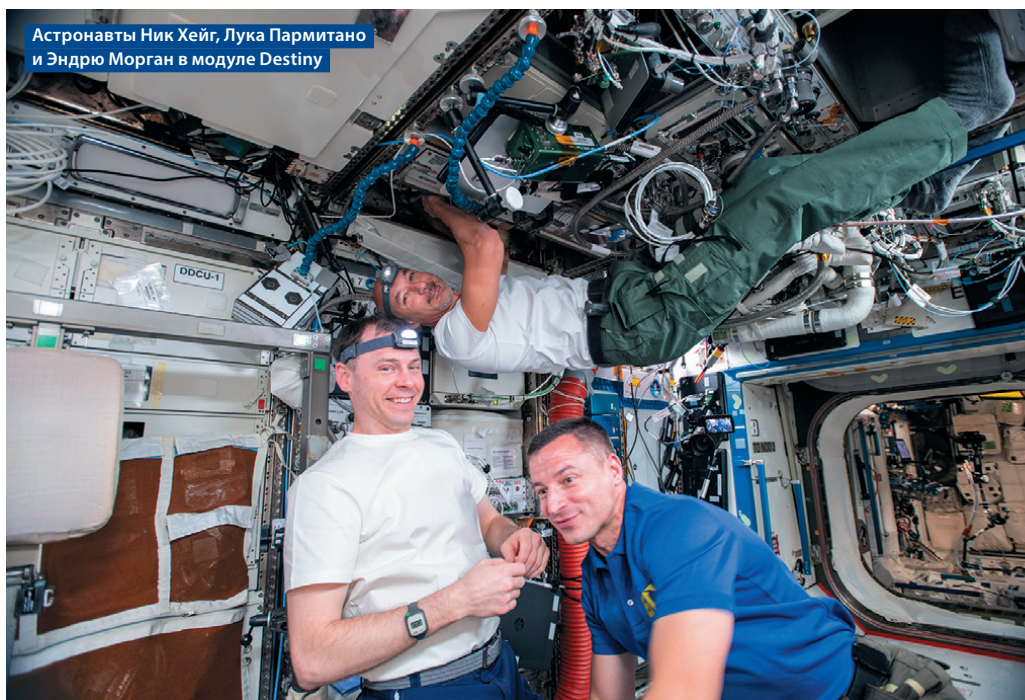
День 16 июля Кристина Кук и Ник Хейг начали с того, что сняли антропометрические показатели для исследования мышечного тонуса в рамках эксперимента Myotones. Он призван помочь выработать эффективные методы восстановительного лечения для astronauts и многих жителей Земли.

Кристина перенесла биологическую установку Veggie PONDs в Лабораторный модуль Columbus – неделей ранее в Узловом модуле Unity был выращен салат.

25 июля все шесть членов экипажа спозаранку измеряли массу тела пружинным прибором SLAMMD. Затем Эндрю и Лука, участвуя в эксперименте Vection, надели очки виртуальной реальности и воочию убедились, что пребывание в космосе влияет на зрительное восприятие и ориентацию в пространстве. Россияне же в этот день исследовали сердечную деятельность.

30 июля Хейг и Пармитано включили перчаточный бокс LSG в целях Cell Science-02 – нового исследования ускоренных методов сращивания переломов кости.

Лука сфотографировал образцы биоматериалов в инкубаторе Kubik. Обуздав энергию микробов, люди справятся и с извлечением драгоцен-



Астронавты Ник Хейг, Лука Пармитано и Эндрю Морган в модуле Destiny

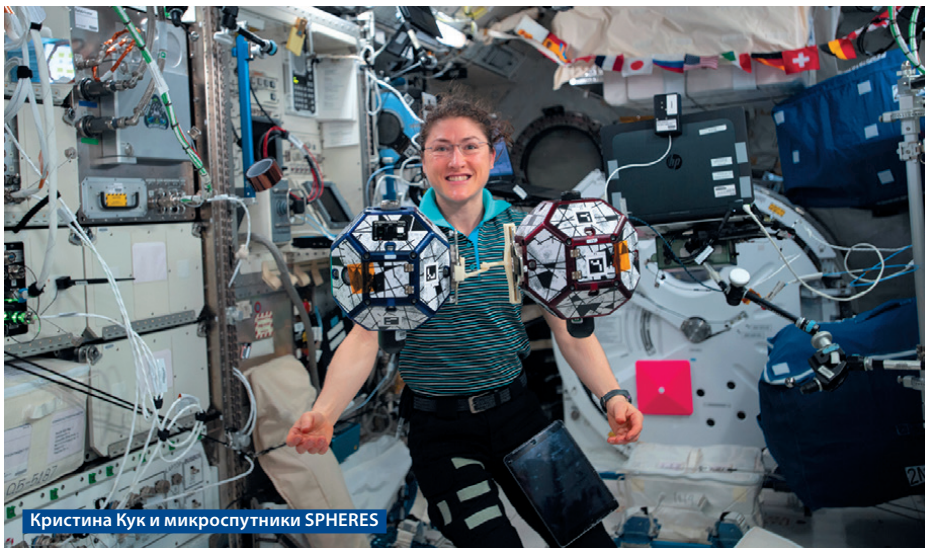
Эндрю и Кристина решили «квартирный вопрос» для мышей, доставленных кораблем Маска: выдали им «временную прописку» в станционных жилищах для грызунов.

ных минералов с лунной и марсианской поверхностей.

В это время Кук и Морган разбались с «квартирным вопросом» в отношении доставленных кораблем Маска мышей: выдали им «временную прописку» в станционных жилищах для грызунов. Временную – потому что уже в конце лета они вернутся на родную планету на «Дракон». Сравнивая «земных» мышей с «космическими», ученые пытаются понять, как влияет микрогравитация на биологические процессы.

2 августа Кристина проверила рабочее состояние новой установки BioFabrication. А Эндрю и Лука проводили европейский эксперимент Grip (изучение работы нервной системы в гравитационных условиях при манипулировании объектами).

5 августа Дрю настроил BioFabrication на пробную «печать» – образцы тканей затем будут помещены на несколько недель в терморегулируемый инкубатор ADSEP для стимулирования процесса клеточного роста.



Кристина Кук и микроспутники SPHERES





Лука Пармитано работает в перчаточном ящике

Александр Скворцов в тот день занимался «Альгометрией» (МБИ-35) – исследованием болевой чувствительности у человека в условиях космического полета. Это тот самый тест, который он непременно хотел пройти в космосе.

7 августа итальянец участвовал в исследовании, направленном на выявление возможных причин нейродегенеративных заболеваний (то есть нервной системы), в частности болезни Альцгеймера.

9 августа Лука в европейском модуле Columbus установил на стойку изучения жидкостей FSL аппаратуру для нового эксперимента RUBI по наблюдению процесса кипения, который в космосе замедляется.

12 августа Ник Хейг напечатал еще несколько образцов человеческих тка-

ней и поместил их в ADSEP. Лука Пармитано настроил бокс LSG в модуле «Кибо» и исследовал свойства стволовых клеток для эксперимента Micro-15.

Наши космонавты делали УЗИ желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) до и после завтрака по эксперименту «Спланх» (МБИ-13), в котором исследуются особенности структурно-функционального состояния отделов ЖКТ для выявления изменений в космосе. 13 августа Алексей и Александр проводили легочно-сердечное исследование.

### ОБСЛУЖИВАНИЕ ТЕХНИКИ И ЭКСПЕРИМЕНТЫ

16 июля Алексей Овчинин проверил воздушные и температурные датчики, а также заменил воздушные фильтры на российском сегменте.

17 июля Кристина установила научное оборудование Hermes для первой серии экспериментов по изучению механизма появления и свойств поверхностного материала (включая реголит) небольших астероидов. Помимо обновления знаний, это позволит улучшить существующие модели малых небесных тел, что жизненно необходимо для пилотируемых и автоматических полетов к таким объектам.

19 июля Алексей работал «в облегченном режиме», в основном занимаясь чисткой оборудования на российском сегменте. А вечером вместе с Ником и Кристиной командир станции освежил в памяти порядок действий в аварийной ситуации – на тот случай, если по прибытии экипажа Скворцова таковая возникнет (к счастью, все прошло штатно).

После пристыковки «Союза МС-13» российская часть экипажа

### Результаты японского эксперимента по метаболизму кости

15–20 мая 2010 г. в японском лабораторном модуле «Кибо» на научной установке по культивированию клеток CBEF проводился эксперимент Fish Scales по контролю костного метаболизма в условиях космоса. В качестве костной модели изучалась культивированная чешуя золотых рыбок (*Carassius auratus*).

Спустя более чем 9 лет (!) – 19 июля 2019 г. – результаты космического исследования были опубликованы в международном научном издании *Journal of Pineal Research* (научная область – эндокринология). В итоге выяснилось, что в космосе резорбция костной ткани сдерживается благодаря мелатонину. По этой причине ожидается использование мелатонина для профилактики снижения костной массы астронавтов, либо для лечения.

станции увеличилась до двух человек, и уже 22 июля компанию Алексею в обслуживании станции и проведении экспериментов на МКС составил Александр. В то время как Овчинин фотографировал стыковочный узел «Звезды», исследуя его на предмет рабочего состояния, а также снимал показания уровня радиации, вновь прибывший Скворцов занимался инвентаризацией доставленных на «Союзе» грузов.

23 июля командир станции контролировал качество воздуха в российском сегменте, а бортинженер Скворцов – уплотнение люка на «Союзе МС-13». 24 июля российские космонавты вместе проверяли системы «Союза».

25 июля Ник Хейг занимался сантехнической канализацией: менял в модуле Tranquility баки, перерабатывающие урину. Овчинин работал с оборудованием связи, а Скворцов продолжил разгрузку «Союза», попутно обновляя инвентаризационные данные станции.

26 июля командир перенес отработавшее оборудование и прочие ненужные предметы в «Прогресс МС-11»: 29 июля они сгорели в земной атмосфере при сведении «грузовика» с орбиты.

5 августа Овчинин проверил детекторы дыма в российском сегменте



Экипаж МКС поздравил человечество с 50-летием посадки «Аполлона-11» на Луну



и состояние своего амортизационного кресла «Казбек» в спускаемом аппарате «Союза МС-12», а также занимался обслуживанием оборудования, на котором проводятся эксперименты по «космической» биологии. Скворцов тем временем инспектировал видеоаппаратуру.

8 августа Александр проверил медоборудование и ознакомился с резервными каналами связи.

9 августа Эндрю и Александр расположились в модуле «Кибо», где наблюдали за школьным состязанием Zero Robotics, в котором учащиеся средних школ соревнуются в разработке алгоритмов автономного управления микроспутниками SPHERES («Сферы») размером с баскетбольный мяч внутри станции. По сценарию конкурса, «Сферы» должны выполнить маневры сближения и стыковки, допустим, для эвакуации вышедшего из строя спутника.

Алексей Овчинин подготовил научное оборудование для возвращения в земные лаборатории, затем провел техобслуживание СОЖ и проконтролировал аппаратуру для биологических экспериментов.

12 августа Алексей уложил в «Союз» оборудование для возврата на Землю на беспилотном «Союзе МС-14», а Александр проверил работоспособность фото- и видеоаппаратуры.

13 августа Овчинин и Скворцов были заняты демонтажем блока очистки воздуха на российском сегменте.

15 августа российские космонавты продолжили разгрузку «Прогресса МС-12», а также проводили инвентаризацию оборудования для возвращения на Землю на беспилотном «Союзе МС-14».

## НОВОСТИ РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА

Директор ИМБП Олег Орлов сообщил, что специалисты института и РКК «Энергия» планируют испытать в космосе центрифугу для создания искусственной гравитации. Центрифугу предстоит установить на разработанном в «Энергии» трансформируемом модуле, который может войти в состав «наследницы» российского сегмента МКС – российской орбитальной станции, если будет принято решение о ее создании.

Из интервью генерального директора – главного конструктора НПП «Звезда» Сергея Позднякова стало известно, чем будет отличаться ска-



**Более 3000 пассажиров морского круизного лайнера Norwegian Pearl, ставшего на якорь у берегов испанского острова Ибица в Средиземном море, услышали 12-минутный сет итальянца, выполненный им на околоземной орбите.**

фандр для выхода в открытый космос следующего поколения, разрабатываемый на замену «Орлану-МКС». Планируются к реализации следующие идеи:

- увеличение размера дверного проема для входа в скафандр с целью расширения допустимых антропометрических параметров «выходящих» космонавтов;
- перекомпоновка систем СЖО в ранце для облегчения процесса ремонта и обслуживания;
- создание легкоъемных и разноразмерных рукавов;
- создание при помощи трехмерного сканирования рук индивидуальных, точно подогнанных под кисти космонавтов, перчаток;
- создание информационного экрана или проецирование информации на стекло шлема;
- демонтаж некоторых органов управления с пульта на груди скафандра и передача их функций бортовому компьютеру;
- создание более легкой комбинированной кирасы;
- внедрение аналога американского SAFER – реактивного ранца для спасения космонавтов, потерявших физический контакт со станцией и удаляющихся от нее.

Вместе с тем Сергей Сергеевич заверил, что подобные новшества не изменят общую концепцию нового скафандра для внекорабельной деятельности (ВКД): неизменной останется

жесткая кираса с люком для входа сзади и мягкие оболочки для рук и ног. Он добавил, что и американцы, тоже разрабатывающие новый скафандр для ВКД, пошли по российскому пути – вход в скафандр будет располагаться сзади.

## ПЕРВЫЙ «КОСМИЧЕСКИЙ ЖОКЕЙ»

13 августа Лука Пармитано стал первым «космическим диск-жокеем», впервые в истории отыграв DJ-сет (несколько музыкальных произведений, включаемых последовательно) в космосе. Почему «жокеем»? Конечно, итальянский астронавт не имеет ни малейшего отношения к лошадиным скачкам, равно как и к серии научно-фантастических фильмов о «Чужом», где появляется раса «космических жокеев». Все просто: в 1930–1940-х годах, на заре появления диджеинга, представителей этой профессии называли «диск-жокеями» (disc jockey). Так что Луку смело можно назвать первым «диск-жокеем» в космосе.

Более 3000 пассажиров морского круизного лайнера Norwegian Pearl, ставшего на якорь у берегов испанского острова Ибица в Средиземном море, услышали 12-минутный сет итальянца, выполненный им на околоземной орбите. С этой целью предварительно в планшет синьора Пармитано были загружены треки, а также специальная программа для диджеинга. ■



Евгений РЫЖКОВ

# КОСМОНАВТЫ ПРИЗЕМЛЯЛИСЬ НА ПАРАШЮТАХ

**В ПРОГРАММЕ ТРЕНИРОВОК РОССИЙСКИХ КОСМОНАВТОВ ВАЖНОЕ МЕСТО УДЕЛЯЕТСЯ ПАРАШЮТНЫМ ПРЫЖКАМ. В ХОДЕ ТАКОЙ ПОДГОТОВКИ КАНДИДАТЫ В КОСМОНАВТЫ-ИСПЫТАТЕЛИ УЧАТСЯ УПРАВЛЯТЬ СВОИМ ТЕЛОМ, ВЫПОЛНЯТЬ ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ В СТРЕССОВЫХ УСЛОВИЯХ, ВЕСТИ РЕПОРТАЖ В СВОБОДНОМ ПАДЕНИИ, А ОПЫТНЫЕ КОСМОНАВТЫ СОВЕРШЕНСТВУЮТ СВОИ НАВЫКИ. ТАКОГО СЛОЖНОГО И, НЕСОМНЕННО, ПОЛЕЗНОГО ЭТАПА ПОДГОТОВКИ К ПОЛЕТАМ НЕТ НИ У АМЕРИКАНСКИХ, НИ У ЕВРОПЕЙСКИХ АСТРОНАВТОВ, НИ У КИТАЙСКИХ ХАНТЯНЬЮАНЕЙ.**

Очередная сессия специальной парашютной подготовки космонавтов для новобранцев прошла с 1 июля по 9 августа в Мензелинском филиале Центрального аэроклуба Республики Татарстан ДОСААФ России. В этом же аэроклубе тренируются сборные России по парашютному спорту.

Обычно каждый год в этом Аэроклубе для поддержания тренированности выполняют парашютные прыжки бывалые космонавты-испытатели. В этом году кроме «ветеранов» на парашютные сборы прибыла группа кандидатов в космонавты набора 2018 г., проходящая общекосмическую подготовку.

Парашютные прыжки всегда выполняются под руководством и наблюдением опытной испытательно-тренировочной бригады Центра подготовки космонавтов имени Ю.А.Гагарина, в состав которой входят инструкторы Управления по

экстремальным видам подготовки, а также врач и психолог.

Для прыжков, совершаемых новичками, сначала используются круглокупольные парашюты типа «Д», а позже и парашюты типа «крыло». Ветераны прыгают только с «крыльями».

## ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Как показывает практика, при отборе в отряд космонавтов почти треть соискателей «отсеивается» по причине низких оценок по стрессоустойчивости. Между тем безопасность космических полетов и эффективность работы космонавтов во многом зависят от степени развитости их психофизиологических качеств.

Парашютная подготовка, начиная с тренировок первого отряда (СССР, 1960 г.), является важной частью специальной подготовки космонавтов. Уникальная методика

была разработана и испытана специалистами 3-го управления ЦПК по экстремальным видам подготовки специально для космонавтов еще в 1980-е годы.

Парашютную подготовку в ЦПК можно разделить на три этапа: первые два проводятся в период общекосмической подготовки и направлены на приобретение профессиональных навыков парашютиста, а на третьем этапе, уже в статусе космонавтов-испытателей, порядком поднаторевшие в «космической науке», космонавты поддерживают приобретенные навыки.

Основные задачи специальной парашютной подготовки:

- развитие профессиональных качеств, необходимых для принятия решений в экстремальных условиях полета и продуктивного поведения в условиях стресса;

- укрепление и совершенствование навыков визуальной простран-



ственной ориентации, восприятия и обобщения информации;

- специальная психологическая подготовка на реакцию и действия в нештатных ситуациях и в условиях космического полета.

Парашютная подготовка включает простые и затяжные прыжки, ведение репортажа во время свободного падения до открытия купола, управление парашютом с параллельным выполнением разноплановых заданий, таких как решение математической задачи, информационный поиск и другие... В свободном падении, кроме ведения репортажа, космонавты выполняют упражнения по управлению своим телом, по сближению с инструктором, а опытные космонавты отрабатывают приемы групповой акробатики для взаимодействия и взаимопомощи в команде.

Для парашютиста жизненно необходимо постоянно контролировать высоту, поэтому вся методика направлена на формирование психологической модели действий в условиях стресса и дефицита времени.

Психологи оценивают профессиональные качества космонавтов-парашютистов, анализируют их настроение и самочувствие, особенности взаимодействия с инструкторской бригадой, следование предписанному алгоритму, временные и физические затраты.

Стоит отметить, что методика парашютной подготовки не стоит месте. Вот уже более тридцати лет инструкторы, врачи и психологи Центра совершенствуют программу начальной парашютной подготовки космонавтов, а также программу усовершенствования уже полученных навыков.

## ИСПЫТАНИЕ... ПОГОДОЙ

Для более качественной подготовки восемь кандидатов в космонавты были разбиты на две группы. Первыми 1 июля приехали в Мензелинский аэроклуб Константин Борисов, Александр Горбунов, Кирилл Песков и Евгений Прокопьев. Завершив на земле теоретическую подготовку в ЦПК, кандидаты в космонавты получили допуск на прыжки с парашютом, но из-за неподходящей погоды (усиление ветра до 20 м/с) Константин, Александр, Кирилл и Евгений получили «бонусное» испытание – длительное и нудное ожидание на земле.

Наконец природа позволила им подняться в воздух. Невзирая на труд-

**Герой России Виктор Рень: «Мы единственные во всем мире, кто владеет такими методиками. По отработанной методике «новобранцы», имевшие еще вчера нулевую подготовку, с первого прыжка начинают выполнять различные задачи на всех этапах – от начала надевания парашюта и до приземления: в самолете, во время свободного падения, под куполом. Таких результатов мы достигаем благодаря профессионализму и мастерству наших инструкторов и правильному руководству процессом подготовки».**

ности, первая группа планомерно осваивала первый этап парашютной подготовки на круглокупольной модели парашюта Д-1-5у (или просто «Дуб»). Прежде всего перед кандидатами ставилась главная задача – научиться устойчиво падать. В случае же нештатной ситуации (попадание в штопор или беспорядочное падение) требовалось умело выйти из нее и вернуться к основной задаче. Во время падения нужно было вести репортажи, комментируя свои действия, рассказывая о местоположении относительно точки приземления, о самочувствии, окружающей обстановке и т.п.

При последующих прыжках задачи усложнялись: требовалось решать по карточкам задания, в числе которых информационный поиск, работа с секундомером, математические и логические задачи. Кандидатам в космонавты предписывалось в первую очередь решить карточку в свободном

падении. Если же оставалось время, то выполнить подходы, сальто, развороты влево-вправо, спирали и другие фигуры в воздухе.

Освоив «Дуб», новички перешли на парашютную систему «Арбалет» (купол типа «крыло»). За три с лишним недели каждый кандидат выполнил 40 прыжков.

«Думал, будет сложнее заставить себя прыгнуть первый раз, – откровенно признался Кирилл Песков. – Но инструкторы все очень хорошо нам объяснили... Я отнесся к этому не как к прыжку с самолета, а как к процессу управления техническим средством, в данном случае – парашютом, в полной уверенности, что все сработает штатно».

Константин Борисов рассказал о необычном задании, полученном в завершающем прыжке: «Если обычно мы решаем карточки в свободном падении (то есть ты отделился от само-



На парашютной подготовке:  
Евгений Прокопьев, Александр Горбунов, Константин Борисов и Кирилл Песков





**Константин Борисов: «За прошедшие три недели я научился доверять оборудованию, коллегам и себе. Здесь нужно уметь одновременно и расслабляться, и концентрироваться».**



Константин Борисов во время наземной отработки парашютных прыжков

лета, зафиксировал свое положение и решаешь задачу, причем должен ответить до момента открытия купола – за 20–40 секунд), то сегодня нам дали карточку, которую нужно было выполнить под куполом. Предлагалось ответить за 3–4 минуты до приземления на вопрос: «Что мне дала парашютная подготовка?» За прошедшие три недели я научился доверять оборудованию, коллегам, себе. Здесь нужно уметь одновременно и расслабляться, и концентрироваться».

Компанию первой группе новичков составил вернувшийся в декабре 2018 г. из своего первого космического «рейса» Сергей Прокопьев. Он проходил третий этап подготовки и показал четверке новичков, в которой был и его младший брат Евгений, пример грамотного прыжка с парашютом. Хотя его второй этап парашютной подготовки окончился в далеком 2012 г., после наземной подготовки опытный космонавт не растерялся и выполнил блестящий прыжок, придя точно в точку приземления – два полотнища, выложенные крестом. Знания и навыки, полученные семь лет назад, не подвели уральского космонавта.

25 июля Сергей вместе с группой ОКП завершил парашютную подготов-

ку. «Все мои родственники – парашютисты, – объясняет Сергей Валерьевич. – Папа был мастером спорта по парашютному спорту. Все прыгали с парашютом, включая маму, трех моих братьев и сестру. В нашей семье есть даже четырехкратный чемпион мира по парашютному спорту в классике: это мой брат Валентин, профессионал высокого класса, на которого можно равняться. Так что для меня прыжки с парашютом – большой пласт жизни, и я рад, что в нашу [космическую] подготовку они включены».

### ГРУППЫ ВСТРЕТИЛИСЬ НА СБОРАХ

Из-за нелетной погоды в программу подготовки новобранцев внесли корректировку. Пришлось совмещать подготовку задержавшейся на земле из-за непогоды первой группы и прибывшей 22 июля второй группы в составе: Александр Гребёнкин, Алексей Зубрицкий, Сергей Микаев и Олег Платонов. Вместе с ними в Татарстан прилетели выполнивший два космических полета Герой России, летчик-космонавт РФ Александр Мисуркин и космонавт-испытатель Денис Матвеев из набора 2010 г.

Вторая группа ОКП, не отстав от первой, качественно выполнила программу парашютной подготовки и завершила ее 9 августа.

### На стайерской дистанции

«Все кандидаты в космонавты – прекрасные парни, – отметил Виктор Рень. – Работают великолепно, с полной отдачей. Самое тяжелое для них – это ожидание прыжка. Мы приступаем к подготовке в 7 утра и из-за плохих погодных условий порой переносим прыжки на 7 вечера. Я бы сравнил такое бремя с ожиданием первого полета. Вот они пришли в отряд в 2018 г., а совершат свою дебютную космическую экспедицию через 7–12 лет.

Это такая стайерская дистанция, на которой нужно постоянно держать себя в форме, следить за собой и быть готовым в любую минуту к выполнению боевой задачи. Та же история и сейчас, только вместо лет – часы, минуты. В целом же это психологически закаляет ребят».





Алексей Зубрицкий в свободном полете

Секрет преодоления волнения раскрыл Сергей Микаев: «Существенную роль сыграла команда инструкторов, которые знают все нюансы и умеют научить грамотным действиям во время прыжка. Предварительный тренаж на земле, подробный разбор действий формируют устойчивые навыки, и с каждым разом волнение перед покиданием самолета становится меньше. С ростом числа прыжков начинает приходить понимание, как действовать, а страх отодвигается на задний план».

«Спасибо инструкторской бригаде! Они кладезь информации и опыта, – благодарит всех причастных к парашютной подготовке Алексей Зубрицкий. – Книги и методические указания не заменят инструкторов, изучивших всю необходимую литературу и испытавших на себе методику подготовки. Данный ими совет отложится на всю жизнь».

Алексей добавил, что во время прыжков вырабатывается такое полезное качество, как соревновательный дух: «В первую очередь – внутри себя самого, когда хочешь полностью и правильно выполнить поставленную инструктором задачу. Естественно, присутствует и азарт между товарищами, который отражается на качестве выполнения прыжка».

Вдохновленные мастер-классом опытных космонавтов и душевной поддержкой инструкторской бригады, обе группы кандидатов в космонавты успешно и в полном объеме выполнили программу тренировок. За время подготовки в Мензелинске они научились правильно отделять-

**Алексей Зубрицкий: «Книги и методические указания не заменят инструкторов, изучивших всю необходимую литературу и испытавших на себе методику подготовки. Данный ими совет отложится на всю жизнь».**

ся от летательного аппарата, уметь действовать в свободном падении. Все участники быстро перешли с круглого купола на «Арбалет», научились грамотно им управлять и безопасно приземляться.

Очередной этап общекосмической подготовки завершен, кандидатов в космонавты ждут новые испытания. Осенью им предстоит так называемые «водные выживания» – тренировки по действиям при посадке спускаемого аппарата на вод-

ную поверхность, которые пройдут в Сочи (в 2018 г. тренировки были в Ногинске). К группе «новобранцев» присоединятся космонавты-испытатели набора 2010 г. Денис Матвеев и Сергей Кудь-Сверчков. Впереди у них еще и тренировки по подъему на борт вертолета, находящегося в режиме зависания (с суши и с водной поверхности), а также подготовка к операторской деятельности в условиях кратковременной невесомости на самолете-лаборатории Ил-76 МДК.

### День парашютиста

В этом году на период парашютных сборов в Татарстане пришелся День парашютиста – неофициальный праздник советских и российских профессионалов и любителей парашютизма, ежегодно отмечаемый 26 июля.

В этот день в 1930 г. впервые в СССР был осуществлен групповой прыжок с парашютом. Группу возглавлял Борис Мухортов, а руководил прыжком комбриг авиации Леонид Минов.

Мастер спорта по парашютному спорту Ирина Баяновна Соловьёва, дублер Валентины Терешковой на КК «Восток-6», участвовавшая в разработке методики

парашютной подготовки, поздравила новичков с праздником: «В День парашютиста хочется поздравить первую группу ОКП с успешным завершением программы. Они большие молодцы, потому что на их долю выпали неблагоприятные погодные условия. Ребята пережили большое эмоциональное и физическое напряжение, но справились с заданием. А второй группе ОКП, которая сейчас в Мензелинске, хочу пожелать хорошей погоды и радости от прыжков. Пусть оценят, что могут дать каждому парашютные прыжки как личности и как будущему космонавту-профессионалу».





Сан Саныч Мисуркин в своем двухсотом полете

## ДВУХСОТЫЙ ПРЫЖОК САН САНЫЧА

Хотя многие парашютисты стараются «подогнать» юбилейный прыжок к Дню парашютиста (с.19), Александру Мисуркину выпало прыгать в двухсотый раз 25 июля. Таким образом, он выполнил свой праздничный прыжок в день 35-летия первого выхода женщины в открытый космос, осуществленного Светланой Савицкой.

Отдавая дань многолетней традиции, инструктор в свободном падении подарил Александру мягкую игрушку – льва, который ассоцииру-

ется с силой, мужеством и справедливостью.

«На мой взгляд, парашютная подготовка – один из важнейших видов нашей подготовки, – отметил юбиляр, – потому что другого действенного способа выходить, как сейчас говорят, из зоны комфорта, кроме как погружать себя в такие экстремальные условия, я не знаю». Он с благодарностью вспомнил тех, кто в 1960-е годы закладывал первые методики парашютной подготовки: С.А.Киселёва, И.Б.Соловьёву, А.М.Шубина и других инструкторов практического обучения. ■

## Под руководством профессионалов

Испытательно-тренировочная бригада – это команда настоящих профессионалов: начальник поисково-спасательной и парашютно-десантной службы Сергей Бойко (9000 прыжков с парашютом), мастера спорта по парашютному спорту Алексей Хоменчук, Алексей Шорошев и Василий Коршиков.

«Методика специальной парашютной подготовки позволяет нам всем интенсивно развиваться, – подчеркнул начальник отдела подготовки космонавтов к экстремальным факторам космического полета А.В.Забрусков, на счету которого 2500 прыжков с парашютом. – В Мензелинске мы пересеемся со сборными командами России, у них что-то черпаем. Местные инструкторы, которые выполняют не по одной сотне прыжков в год с разными людьми, тоже дают полезные советы».

# ДНИ КОСМИЧЕСКОЙ НАУКИ В ИКИ РАН

4 октября 1957 г. в космос был введен Первый искусственный спутник Земли. Началась Космическая эра человечества. В память об этом событии Институт космических исследований РАН каждый год в начале октября организует Дни космической науки – серию научных и образовательных мероприятий для исследователей, учащихся и всех интересующихся космосом.

Дни космической науки проводятся при поддержке Российской академии наук и зарегистрированы как мероприятие ежегодной Всемирной недели космоса ООН 4–10 октября.

Научная сессия, посвященная важнейшим недавним результатам космических исследований, – обязательная часть ежегодных Дней космической науки. В 2019 г. она состоится 1–4 октября в форме Первой всероссийской конференции по космическому образованию «Дорога в космос». Ее название – дань памяти

первому космонавту планеты Юрию Алексеевичу Гагарину, которому в этом году исполнилось бы 85 лет.

В рамках конференции предполагается обсудить следующие темы:

- Космическое образование и освоение космоса: от наноспутников до пилотируемых станций
- Научно-образовательные космические аппараты. Малые спутники
- Опыт и перспективы использования МКС в интересах космического образования
- Роскосмос: программы повышения квалификации
- Взаимодействие государства и бизнеса в космическом образовании школьников и студентов
- Международное сотрудничество в области космического образования
- Базовые кафедры и университетские лаборатории
- Космическое образование для школьников: кружки и уроки астрономии



- Популяризация в СМИ и космическое просвещение
- Мобильность космического образования
- Электронные и дистанционные формы космического образования
- История космического образования. Космические музеи
- Образование в российских университетах в области космического права.

Журнал «Русский космос» является информационным партнером конференции.

**РЕГИСТРАЦИЯ:** <https://dni.cosmos.ru/conference>

**АДРЕС:** Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН), Москва, ул. Профсоюзная, 84/32, подъезд А-4.



# ГЛОНАСС НА ЛУНЕ? ЭТО НЕ ФАНТАСТИКА

**7 АВГУСТА ФЕДЕРАЦИЯ КОСМОНАВТИКИ РОССИИ (ФКР) ПРОВЕЛА 17-Й ВЫЕЗДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СИМПОЗИУМ. ПРОЗВУЧАЛО МНОГО ИНТЕРЕСНЫХ ДОКЛАДОВ: О ВОЕННЫХ СТАНЦИЯХ СЕРИИ «АЛМАЗ», О НАВИГАЦИИ НА ЛУНЕ, ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТОЧЕК ЛИБРАЦИИ И ДРУГИЕ. РЕДАКЦИЯ РК ПЛАНИРУЕТ НА ОСНОВАНИИ ЭТИХ ДОКЛАДОВ ПОДГОТОВИТЬ НЕСКОЛЬКО СТАТЕЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ОЧЕРЕДНЫХ НОМЕРАХ.**

Иван ИЗВЕКОВ

В симпозиуме участвовали более 120 специалистов Роскосмоса, ЦПК имени Ю.А.Гагарина, ВКС, организаций и предприятий космической отрасли, вузов космической направленности, ветеранов и молодых специалистов предприятий отрасли, а также представители ПАО «Ингосстрах».

По традиции симпозиум открыл президент Федерации дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт, генерал-полковник Владимир Васильевич Ковалёнок.

Исполнительный директор ФКР В.И. Кузнецов напомнил участникам историю создания в нашей стране орбитальных станций, а Л.Д. Смирчевский, специалист НПО машиностроения, подчеркнул основные отличия станций ДОС (разработка ЦКБЭМ, главный конструктор – В.П. Мишин) от станций ОПС (разработка ЦКБМ, генеральный конструктор – В.Н. Челомей). Он также рассказал о нереализованных пилотируемых полетах на много-разовом корабле ТКС, о возможностях фотоаппаратуры, размещенной на



ОПС «Алмаз», а также о пушке Нудельмана, предназначенной для обороны станции от возможной инспекции вероятного противника.

О новой перспективной системе одновременного управления полетом большого числа космических аппаратов, разрабатываемой «Российскими космическими системами» (РКС), доложил И.Н. Пантелеймонов.

Очень интересный доклад сделал А.А. Чубыкин из НПК СПП: он поведал о проблемах навигации на поверхности Луны и о способах их решения, в том числе с применением лазерных средств. У слушателей создалась полная уверенность, что, когда строительство обитаемой базы на Луне станет актуальным, проблем с навигацией благодаря ученым НПК СПП не возникнет.

Доктор биологических наук Г.С. Нечитайло рассказала о множестве приоритетных экспериментов, исследований и даже открытий, которые были сделаны в области

космической биологии на наших орбитальных станциях. Галина Семёнова выразила сожаление, что многие приоритеты по прошествии времени забыты или же оспариваются зарубежными учеными, пришедшими к таким же выводам намного позже.

Тему точек Лагранжа затронул доктор технических наук А.О. Жуков из КБ МЭИ: он осветил перспективы использования точки либрации L2 в космической деятельности.

Действительный член Российской академии космонавтики имени К.Э.Циолковского И.А. Маринин рассказал о роли и месте российской космонавтики в мировых исследованиях космического пространства. Оказалось, что, несмотря на санкции, наложенные на Россию Соединенными Штатами и объединенной Европой, международное сотрудничество России довольно значительное. Вместо США и Европы ее стратегическими партнерами постепенно становятся другие страны: КНР, Индия, ОАЭ, ЮАР, Мексика, Бразилия, Южная Корея и другие. Этот доклад вызвал особенно активное обсуждение в кулуарах. А именно такому общению была посвящена вторая часть симпозиума. ■





Вадим ЯЗЫКОВ

# ПОЖАРЫ «КОСМИЧЕСКОГО» РАЗМАХА

ЛЕТНИЕ ПОЖАРЫ В СИБИРИ И НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ СТАЛИ САМЫМИ МАСШТАБНЫМИ ЗА ВСЮ СОВРЕМЕННУЮ ИСТОРИЮ НАБЛЮДЕНИЙ В РОССИИ. УЧИТЫВАЯ МАСШТАБ КАТАСТРОФЫ И ОБЩЕСТВЕННЫЙ РЕЗОНАНС, ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИИ СТАЛА ОБЩЕНАЦИОНАЛЬНОЙ ЗАДАЧЕЙ. В НАЧАЛЕ АВГУСТА ПРАВИТЕЛЬСТВО ПОРУЧИЛО МЧС, МИНОБОРОНЫ И МИНПРИРОДЫ УСИЛИТЬ ГРУППИРОВКУ СИЛ И СРЕДСТВ, ЗАДЕЙСТВОВАННЫХ В СПАСАТЕЛЬНОЙ ОПЕРАЦИИ. СВОЮ ЛЕПТУ В БОРЬБУ С ПОЖАРАМИ ВНЕСЛИ И КОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ.

Пожар в Иркутской области. 21 июля 2019 года.  
Снимок выполнен аппаратурой КШМСА-ВР аппарата «Ресурс-П»





## СПАСИТЬСЯ ОТ ДЫМА

Жители Сибири уже давно привыкли, что с наступлением лета здесь начинают полыхать леса, но в этом году ситуация действительно оказалась патовой: на пике активности площадь горения составляла рекордные 4 млн гектаров. Основной удар пришелся на Якутию, Красноярский край и Иркутскую область, где огонь стремительно распространялся благодаря сухой и ветреной погоде. Но это еще полбеды: пожары вызвали образование гигантского дымового «колпака». Шлейф от сибирского смога растянулся на миллионы квадратных километров, накрыв территорию от Уральских гор до Аляски.

«Две недели было очень плохо. Смог в окна, температура под 30°, выйти на улицу нельзя. Сегодня поменялся ветер: дышать стало возможно и небо голубое увидели. Но это нам повезло – в других регионах, похоже, иначе», – безрадостно делится впечатлениями жительница Мирного (Якутия) Влада Симонова.

«На Алтае серое небо, дымка, мгла. Нет солнца, нет ветра, нет дождя. Нет лета... Только серость и дымка», – жалуется в социальной сети пользователь podskazochka.

«Ехала на поезде Новосибирск – Омск: на протяжении всего пути в воздухе стоит дым. Иногда горизонт не

видно. В Омске дыма меньше. Многие думают, что это какой-то локальный пожар в городе. Не верят, когда говорю им, что дым с Красноярска», – сокрушается студентка Лида.

## КОСМИЧЕСКАЯ ФОТОЛАБОРАТОРИЯ

Несмотря на отпускной сезон, в ситуационном центре МЧС России на улице Ватутина в Москве в эти дни кипела

работа. Поступающая информация о бушующих в Сибири пожарах напоминала сводки с линии фронта.

«Особенность нынешних пожаров не только в их масштабе, но и в том, что большая их часть находится в труднодоступных районах, серьезно удаленных от населенных пунктов и аэродромов, – говорит начальник отдела тематической обработки и анализа Национального центра управления

**Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ)** – это получение информации о земной поверхности с помощью регистрации приходящего от нее электромагнитного излучения. Доступ к данным ДЗЗ регулируется Политикой «открытого неба» (Open Sky Policy). В соответствии с ней каждому потребителю гарантируется свободный доступ ко всем имеющимся данным на недискриминационной основе.

Основным международным консультативным органом служит Комитет по спутникам ДЗЗ CEOS (Committee on Earth Observation Satellites), созданный в 1984 г. для обмена информацией, координации и обсуждения политики в области ДЗЗ.

В Систему получения и распространения данных оперативного мониторинга входят:

- носители съемочной аппаратуры – искусственные спутники Земли;
- собственно аппаратура дистанционного зондирования;
- бортовые средства передачи данных на Землю по радиоканалу;
- наземные комплексы приема этой информации, ее обработки и предоставления потребителям.

В Системе космического мониторинга МЧС России используются данные ДЗЗ с отечественных КА «Ресурс-П» №1, «Канопус-В-ИК», «Канопус-В» №3,4,5,6, «Метеор-М» №1, «Метеор-М» №2, «Электро-Л» №2.



в кризисных ситуациях (НЦУКС) МЧС Георгий Королёв. – Как в такой ситуации получить полную и точную информацию о масштабе бедствия? Использование авиации и «беспилотников» с их небольшим радиусом действия бессмысленно. Остаются только инструменты космического мониторинга. К примеру, один снимок со спутника позволяет увидеть, что происходит на площади до 250 тыс км<sup>2</sup>».

Использование данных космического мониторинга, дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) началось в системе МЧС более 20 лет назад. Лесные пожары, паводки, техногенные аварии – опасные и непредсказуемые чрезвычайные ситуации, наносящие огромный вред экономике и ведущие к гибели людей. Между тем снимки, передаваемые со спутников в ежедневном режиме, позволяют максимально достоверно отслеживать масштабы и динамику бедствия и своевременно принимать защитные меры.

«В систему космического мониторинга МЧС России входят шесть комплексов приема информации, расположенные во Владивостоке, Красноярске, Москве, Вологде, Мурманске и Дудинке, – отмечает Г.М. Королёв. – В 2019 г. планируется открытие еще одного филиала – в Анадыре, для работы в Арктической зоне. География центров специально выбиралась так, чтобы обеспечить покрытие всей территории России. После обработки изображений эти центры загружают отчеты о происходящих бедствиях в геоинформационный портал, к которому подключены территориальные подразделения МЧС. По электронной почте и локальной сети данные становятся доступны для местных органов власти и собственников земель».

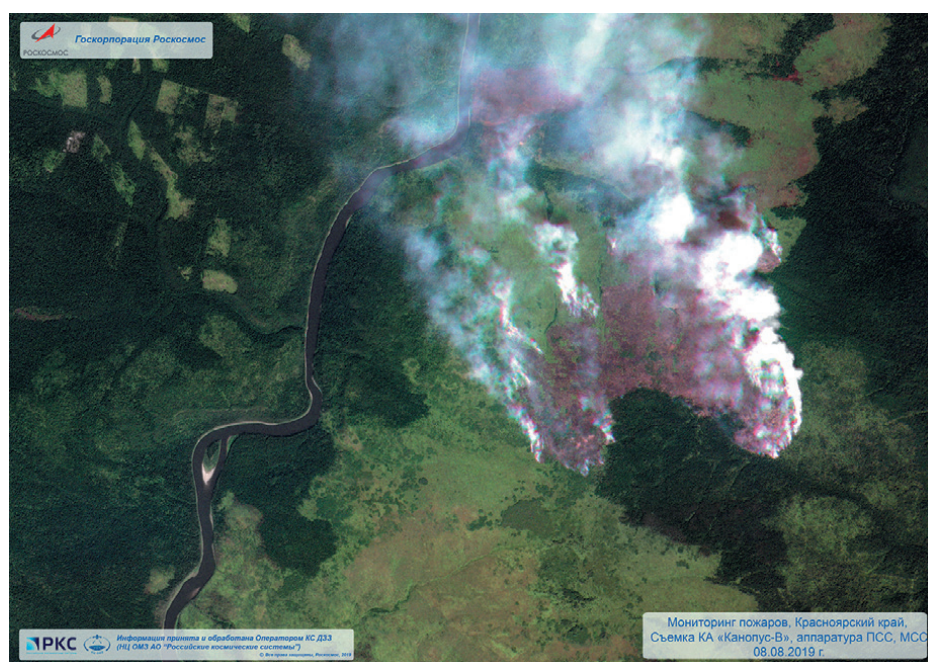
Изображения в систему мониторинга поступают не только со спутников российской орбитальной группировки, но и с космических аппаратов других стран, в частности Белоруссии и США. В особых случаях активизируется Международная хартия по космосу и крупным катастрофам, участником которой МЧС России является с 2013 г. Это отраслевое соглашение объединяет 17 космических агентств, в чьем ведении находится более 40 оптических и радиолокационных спутников. С момента присоединения МЧС России активировало Хартию более 10 раз – как в целях ликвидации чрезвычайных ситуаций, так и в рамках решения специальных задач.

**Снимки, передаваемые со спутников в ежедневном режиме, позволяют максимально достоверно отслеживать масштабы и динамику бедствия и своевременно принимать защитные меры.**

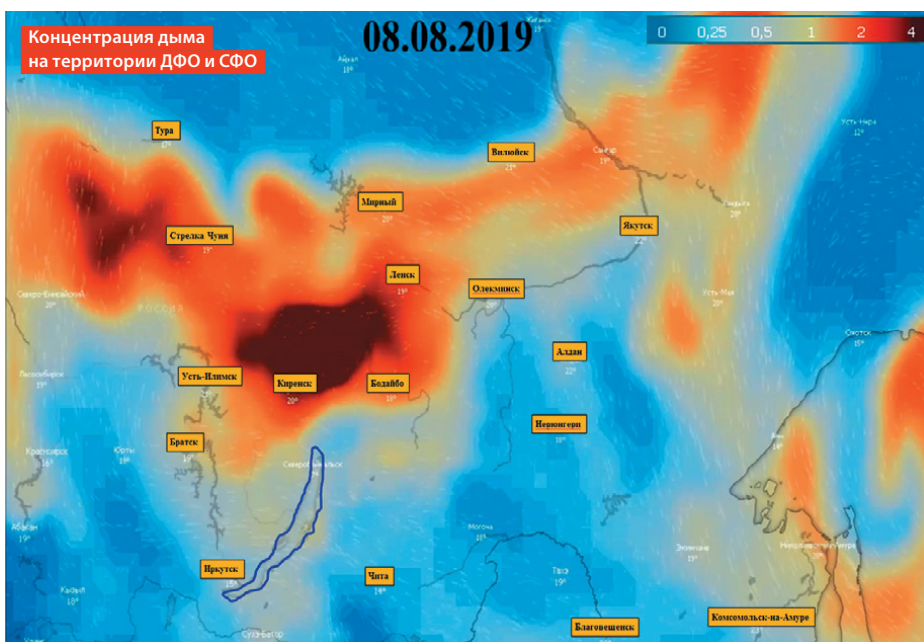
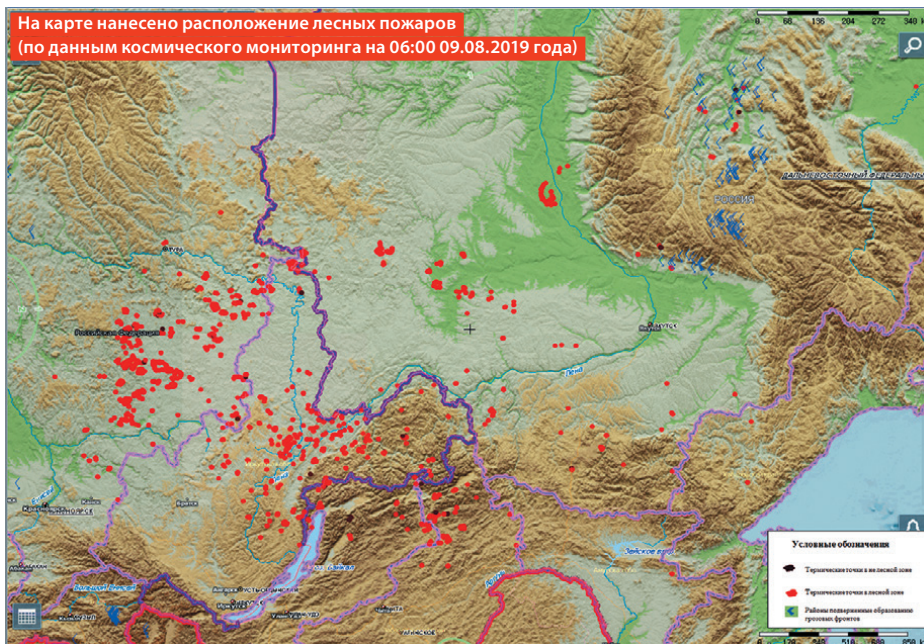
### НАМ СВЕРХУ ВИДНО ВСЕ

На экране монитора появляется насыщенная цветами карта Дальневосточного и Сибирского федеральных округов. На ней густой россыпью красных точек отображены охваченные огнем лесные площади. Начальник отдела пространственных данных НЦУКС МЧС Сергей Леденцов комментирует изображение: «Вы можете видеть лесопожарную обстановку на терри-

тории Иркутской области, Якутии и Красноярского края, где в настоящее время складывается самая тяжелая ситуация. Ежедневно до 4 раз в сутки, благодаря изображениям из космоса, мы можем наблюдать объективную картину происходящего. Наши специалисты оперативно проводят обработку поступающей информации, определяют координаты, динамику и направление распространения пожа-







Основное требование, предъявляемое к космическому мониторингу, – оперативность предоставления снимков. Хорошим считается результат, при котором время между обращением и получением изображения составляет не более 20 часов.

ров. По наиболее сложным случаям проводится дополнительная космическая съемка с высоким пространственным разрешением – до 1 метра. На основе полученных данных спасатели на местах принимают решение о локализации или ликвидации пожаров».

Основное требование, предъявляемое к космическому мониторингу, – оперативность предоставления снимков. Хорошим считается резуль-

тат, при котором время между обращением и получением изображения составляет не более 20 часов. Заявки подаются в Научный центр оперативного мониторинга Земли Роскосмоса.

В МЧС отмечают, что в среднем на обработку в мониторинговые центры поступает около двух тысяч снимков в месяц. Количество разнится в зависимости от времени года: весной и летом, когда появляется опасность возникновения паводков и лесных

Международная хартия по космосу и крупным катастрофам – международное неправительственное соглашение, заключенное в 2000 г. космическими агентствами стран Европы, Америки и Азии. Цель – оказание помощи государственным организациям, занимающимся оценкой и ликвидацией последствий глобальных бедствий, с использованием спутниковых данных. Хартия предполагает обмен космической информацией, поступающей с действующих спутников членов Хартии. Участие членов осуществляется на добровольной основе и без обмена финансовыми средствами. С момента своего присоединения МЧС России активировало Хартию более десяти раз. Предоставлялась информация как с оптических, так и с радиолокационных космических аппаратов, а также архивные данные.

Случаи активации Хартии в интересах МЧС России в 2018 г.

В феврале: крушение лайнера авиакомпании Aseman Airlines в Иране; данные космического мониторинга запрашивались у Венесуэлы (ABAE), Франции (CNES), Китая (CNSA), Канады (CSA), Германии (DLR), Японии (JAXA), Кореи (KARI), России (Роскосмос) и США (USGS). С иностранных КА получены данные ДЗЗ в объеме почти 15 тыс км<sup>2</sup>.

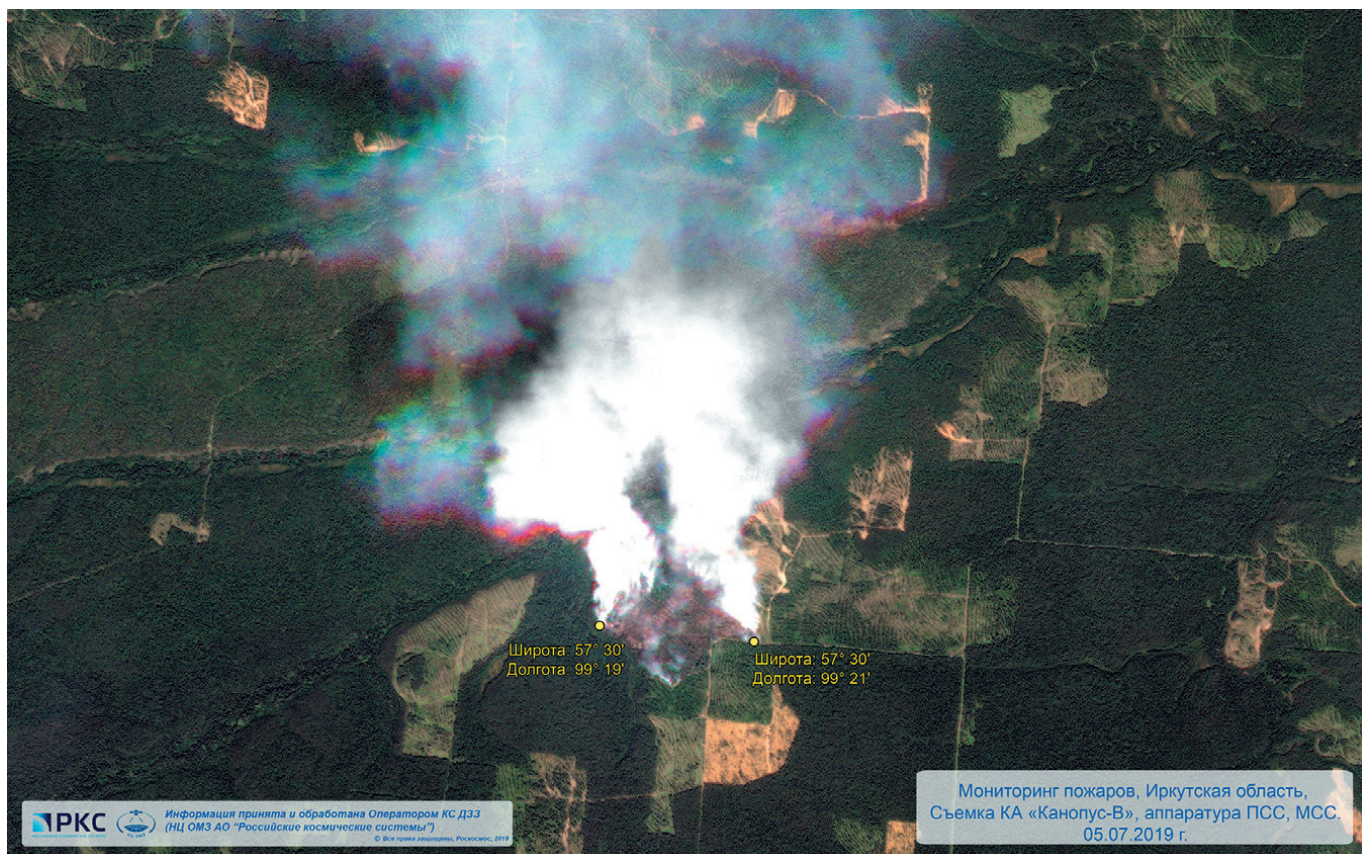
В апреле: наводнение в Волгоградской области; для мониторинга пострадавшей территории с иностранных спутников получены данные ДЗЗ в объеме 1.7 млн км<sup>2</sup>.

В октябре: наводнение в Краснодарском крае; в целях мониторинга с иностранных спутников получены данные ДЗЗ в объеме более 1 млн км<sup>2</sup>.

пожаров, объем запрашиваемой информации возрастает. В то же время работу идут не все снимки.

«Если исследуемая местность затянута плотными облаками, то соответствующие изображения окажутся просто бесполезными, – поясняет Георгий Королёв. – При получении снимков мы оцениваем такой параметр, как процент облачности. Если пороговое значение превышено, то снимки в обработку не идут. Такие си-





туации нередко случаются во время мониторинга разливов рек и наводнений, вызванных обильными осадками. Тогда мы пользуемся информацией с радиолокационных спутников».

Густое задымление, вызываемое сильными пожарами, тоже мешает точно определить площадь пораженных участков. С другой стороны, по направлению дыма можно отследить, в какую сторону идет распространение огня.

## МОДЕЛИ БУДУЩЕГО

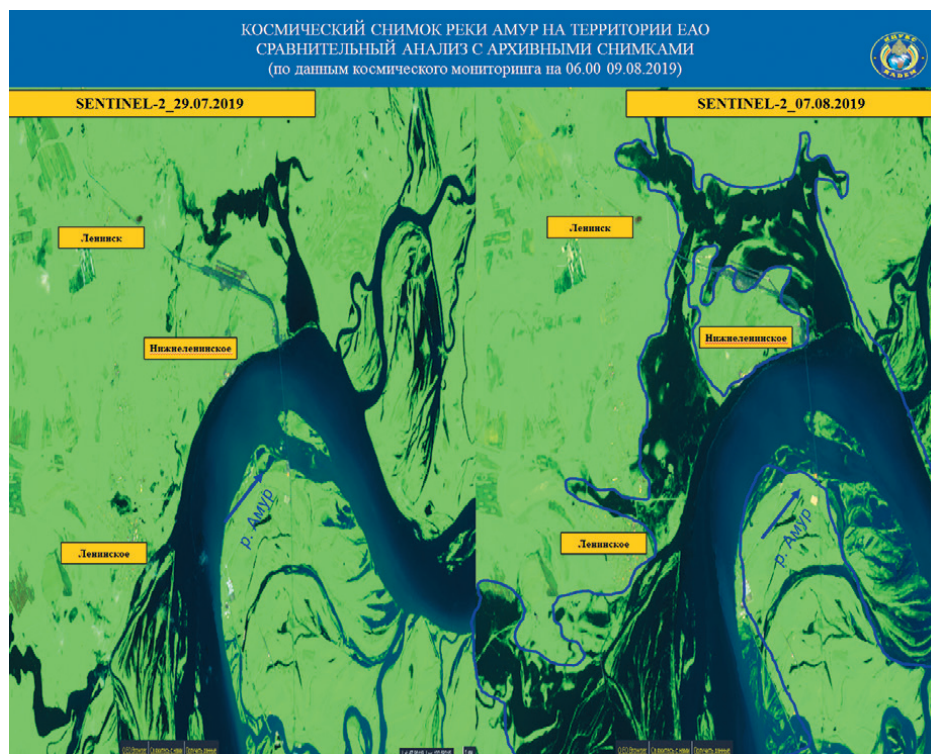
Современные цифровые технологии позволяют МЧС не только своевременно диагностировать масштаб и динамику природных катаклизмов, но и прогнозировать чрезвычайные ситуации. Для этого разработан специальный программно-аппаратный модуль, который анализирует и сводит воедино сразу несколько потоков информации, в том числе спутниковые и геопространственные данные.

«Если мы говорим о лесных пожарах, то по имеющемуся возгоранию наши специалисты могут построить модель распространения огненной стихии, учитывая рельеф местности, прогноз погоды и существующие естественные преграды – реки, дороги и т.д., – рассказывает Георгий Королёв. – Примерно такой же алгоритм

позволяет нам спрогнозировать динамику наводнения, спровоцированного паводком».

Специалист подчеркивает, что сейчас МЧС совместно с зарубежными партнерами разрабатывает технологию, которая на основе космической съемки и других информационных

методов даст возможность проводить трехмерное моделирование возникновения чрезвычайной ситуации. Это поможет перейти в будущем к практике предупреждения и профилактики природных и техногенных катастроф, а также снизить ущерб от разгула стихии. ■





# КОСМОДРОМ ВОСТОЧНЫЙ

## КАК ЭТО БЫЛО, КАК ЭТО БУДЕТ...

Игорь МАРИНИН

ПОСЛЕДНЕЕ ВРЕМЯ В РОССИЙСКИХ СМИ ВНОВЬ СТАЛА ОБСУЖДАТЬСЯ ТЕМА ВОСТОЧНОГО КОСМОДРОМА: НУЖЕН ЛИ ОН НАМ, СТОИТ ЛИ НА НЕГО ТРАТИТЬ ДЕНЬГИ? МЫ РЕШИЛИ ВЕРНУТЬСЯ К ЭТОМУ ВОПРОСУ И ОБРАТИЛИСЬ ЗА РАЗЪЯСНЕНИЯМИ К ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН, ПРЕЗИДЕНТУ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ КОСМОНАВТИКИ ИМЕНИ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО, ПРОФЕССОРУ, ДОКТОРУ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК ИГОРЮ ВЛАДИМИРОВИЧУ БАРМИНУ. В ТО ВРЕМЯ, КОГДА ПРИНИМАЛОСЬ РЕШЕНИЕ О СТРОИТЕЛЬСТВЕ, ОН БЫЛ ГЕНЕРАЛЬНЫМ ДИРЕКТОРОМ — ГЛАВНЫМ КОНСТРУКТОРОМ КБ ОБЩЕГО МАШИНОСТРОЕНИЯ (КБОМ), ГДЕ РАЗРАБАТЫВАЛИСЬ СТАРТОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ, В ТОМ ЧИСЛЕ И ДЛЯ НОВОГО КОСМОДРОМА.



**Игорь Маринин:** Игорь Владимирович, зачем России понадобился новый космодром?

**Игорь Бармин:** После развала Советского Союза наш основной космодром Байконур оказался на территории другого государства. Остался единственный космодром – Плесецк. Но с него невозможно осуществлять пилотируемую программу, выводить на геостационарную орбиту массивные спутники, в том числе и в интересах обороны. Россия попала в серьезную зависимость от другой, пусть и дружественной, страны. Временно эту проблему решили двумя способами: заключили с Казахстаном договор об аренде Байконура и построили стартовый комплекс (СК) для РН «Ангара» в Плесецке. Тем не менее проблема оставалась.

В середине первого десятилетия XXI века, когда экономика России стала понемногу расти, решили вернуться к этому вопросу. В 2007 г. Федеральным космическим агентством (руководитель – А.Н.Перминов. – *Ред.*) при участии Космических войск России (командующий – В.А.Поповкин. – *Ред.*) была разработана Система взглядов на осуществление Россией независимой космической деятельности со своей территории во всем спектре решаемых задач на перспективу до 2040 г. с обоснованием необходимости и целесообразности создания нового космодрома. Правительство России поддержало эту идею.

**И.М.:** Как проходил выбор места для строительства?

**И.Б.:** В Роскосмосе для выбора места возведения космодрома под председательством заместителя руководителя Роскосмоса В.П.Ремишевского была сформирована рабочая группа. Были также разработаны Методика сравнительной оценки возможных мест расположения космодрома и Программный комплекс на основе технологий геоинформационных сетей для выбора новых трасс запусков и районов падения... с учетом фактора безопасности и характеристик наземных объектов. В них были зафиксированы критерии, которым должен отвечать новый космодром.

По географическому расположению:

- не севернее 60° северной широты;

По безопасности:

- начальный участок полета ракет-носителей (РН) не должен проходить над густонаселенными районами России;

- поля падения отделяемых частей при запуске РН на орбиты наклонением 51.8°, 63.0°, 83.0° и 98.0° должны быть в малонаселенных районах России или в нейтральных водах;

- «место должно быть обеспечено оперативным прикрытием с суши, моря, воздуха и возможностями парирования непреднамеренного воздействия техногенного характера»;

По природным условиям:

- максимальное количество солнечных дней, малое количество осадков, короткий зимний период;
- наличие источников воды;
- наличие равнинных мест, скальных грунтов и обрывистых берегов;



Игорь Владимирович Бармин

- наличие полезных ископаемых: песок, гранит и т.д.;

- низкая сейсмическая активность или ее полное отсутствие;

По инфраструктуре:

- наличие незаселенной или малонаселенной площадки размером 25×30 км;

- место расположения должно находиться вблизи от развитых железных и автомобильных дорог, аэродромов;

- наличие высоковольтной линии 110 кВ и выше;

- наличие жилого городка не дальше 5–10 км.

Комиссия рассмотрела множество вариантов, в том числе предложения руководства Республики Калмыкия. Были выбраны шесть потенциальных мест для нового космодрома (см. таблицу).

Рассмотрев указанные места по приведенным выше критериям, комиссия составила акт, в котором рекомендовала для рассмотрения 5-й и 6-й вариан-

**Игорь Бармин: «Комиссия рассмотрела множество вариантов, в том числе предложения руководства Республики Калмыкия. Были выбраны шесть потенциальных мест для нового космодрома»**

#### Потенциальные места строительства космодрома

| Населенный пункт    | Область                               | Координаты |        |
|---------------------|---------------------------------------|------------|--------|
|                     |                                       | с. ш.      | в. д.  |
| Капустин Яр         | Астраханская область                  | 48.7°      | 45.8°  |
| п. Березняки        | Пермский край                         | 59.7°      | 58.1°  |
| п. Тара             | Омская область                        | 56.8°      | 73.4°  |
| г. Усть-Кут         | Иркутская область                     | 57.2°      | 105.7° |
| г. Свободный        | Свободненский район, Амурская область | 51.8°      | 128.3° |
| п. Советская Гавань | Ванинский район, Хабаровский край     | 49.2°      | 139.7° |



ты перечня. Варианты с 1-го по 4-й были исключены, поскольку трассы вывода оттуда проходили над густонаселенными районами, крупными городами или районами интенсивного освоения природных ресурсов.

Правительство РФ сформировало рекогносцировочную комиссию во главе с руководителем Роскосмоса А.Н. Перминовым и командующим Космическими войсками В.А. Поповкиным. В комиссию были включены представители заинтересованных министерств (Минобороны, МИД, Минюст и др.), Амурской области и Хабаровского края, предприятий отрасли (ЦНИИмаш, «ЦСКБ-Прогресс», РКК «Энергия», Центр имени М.В.Хруничева, КБОМ и др.).

Члены комиссии осмотрели указанные районы. Была проведена комплексная оценка выбранных мест возможного строительства космодрома по основным показателям:

- геологическая характеристика местности и сейсмичность;
- климат;
- дорожно-транспортная сеть;
- электроснабжение;
- водоснабжение;
- наличие стройматериалов;
- наличие строительных предприятий и рабочей силы;

- возможность строительства газопроводов, нефтепроводов;

- возможность доставки блоков ракет и космических аппаратов (КА) различными видами транспорта и др.

Конечно, была оценена стоимость возведения космодрома. Комиссия сделала выводы по преимуществам и недостаткам Ванинского и Свободненского районов.

**И.М.: Каковы были основные характеристики Ванинского района?**

**И.Б.:** Были свои преимущества и свои недостатки.

Преимущества:

- при запусках на наклонения 51.63° и 83° отделяемые части первой ступени падают в Охотское море, так что не надо выделять земельные участки в субъектах Федерации;

- удаление более чем на 500 км от границы способствует стабильности социально-политической обстановки в регионе;

- холмистая местность позволяет снизить затраты на строительство стартовых комплексов на 3–5 %;

- наличие незамерзающего Ванинского порта;
- близость функционирующего аэродрома Май-Гатка при минимальной его реконструкции.

Недостатки:

- при запуске пилотируемых кораблей на наклонение 51° отсутствует система поиска и спасения космонавтов при падении на воду;

- Ванинский район приравнен к регионам Крайнего Севера, что потребовало бы дополнительной оплаты и льгот как на этапе строительства, так и при эксплуатации;

**Игорь Бармин: «Конечно, была оценена стоимость возведения космодрома. Комиссия сделала выводы по преимуществам и недостаткам Ванинского и Свободненского районов».**







Технический комплекс космодрома Восточный

- строительство на базальтовом плато могло увеличить стоимость земляных работ на 7–10 %;
- наличие частых туманов, дождей, ветровая нагрузка почти в 2 раза больше, а снеговой покров почти в 3 раза выше, чем в Свободненском районе;
- наличие Кузнецовского туннеля, не позволяющего провозить по железной дороге негабаритный груз 4-й степени;
- сеть автодорог не имеет выхода на федеральные трассы;
- отсутствие резерва электрической мощности и независимых генерирующих источников энергии;
- повышенная сейсмичность, что влечет более строгие требования к конструкциям зданий и сооружений и могло привести к удорожанию строительства в 1.3 раза;
- месторождения песка, гравия, гранита и других полезных ископаемых не разработаны;
- почти полностью отсутствуют жилье, школы, больницы;
- необходимость вывода из района двух военных арсеналов;
- отсутствие возможности размещения на траекториях выведения средств измерения и ограничения в использовании существующих командно-измерительных пунктов в районе Якутска и Петропавловска-Камчатского.

**И.М.: А как оценили активы Свободненского района?**

**И.Б.:** Конечно, тоже имелись и плюсы, и минусы. Преимущества:

- равнинная местность с супесчаной почвой, что удешевляет земляные работы;
- ветровая нагрузка почти в 2 раза меньше, а снеговой покров почти в 3 раза ниже, чем в Ванинском районе;
- выходы на Забайкальскую, Дальневосточную и Байкало-Амурскую железнодорожные магистрали;
- близкое расположение сети федеральных автодорог;

• избыточность электроэнергии, кроме того, имеется два независимых внешних генерирующих источника;

• слабая сейсмичность;

• близкое расположение поселка Углегорск с имеющейся инфраструктурой, необходимой на начальном этапе работ;

• на закрытом Минобороны космодроме Свободный имеется функционирующий комплекс средств приема, регистрации и обработки телеметрической информации для РН легкого класса типа «Стрела-3»;

**Игорь Бармин: «По итогам комплексного анализа рекогносцировочная комиссия пришла к выводу, что Свободненский район имеет преимущество по главным параметрам».**

• можно полностью использовать функционирующую систему спутниковой связи в районе Усурийска, Якутска, Петропавловка-Камчатского и Воркуты;

• существовала возможность организовать две привязки к сети национального оператора «Транстелеком». К станции «Ледяная» подведена оптико-волоконная линия. Имеется спутниковая станция «Приморец НЦ-01» системы спутниковой связи «Приморка» для передачи больших объемов информации.

Недостатки:

• районы падения отделяющихся частей расположены на суше, что приводит к необходимости заключения договоров и обеспечения безопасности населения;

• удаление всего в 100 км от границы;

• глубина промерзания почвы до 3.2 м, что могло увеличить стоимость земляных работ в зимний период на 3–4 %;

• сложность организации доставки грузов водным путем;



- значительная удаленность аэропорта г. Благовещенска, специфика эксплуатации военного аэродрома «Украинка» и его нахождение от Свободного в 117 км, что вызывало необходимость строительства нового аэродрома на удалении не более 5–10 км от космодрома.

Таким образом, для обоих районов в целях обеспечения эвакуации экипажа в Охотском море и Тихом океане в случае аварии РН необходимо было создание дополнительных сил и средств.

По итогам комплексного анализа рекогносцировочная комиссия пришла к выводу, что Свободненский район имеет преимущество по главным параметрам, а именно:

- наличие развитой транспортной инфраструктуры – близость Забайкальской железной дороги и федеральной автотрассы «Амур» (Чита–Хабаровск);
- наличие избыточной электроэнергии (Зейская и Новобурейская ГЭС и др.);
- умеренная сейсмическая обстановка;
- удобная геология.

**И.М.:** Когда и как началось реальное строительство?

**И.Б.:** 6 ноября того же 2007 г. вышел Указ Президента «О космодроме Восточный», в котором были определены сроки его строительства:

2008–2010 гг. – конструкторские и изыскательские работы;

2015 г. – ввод в эксплуатацию первой очереди обеспечивающих запуск аппаратов научного, социально-экономического, двойного и коммерческого назначения, транспортных грузовых кораблей и модулей орбитальных станций;

2018 г. – ввод в эксплуатацию второй очереди для выполнения программ пилотируемых полетов.

Строительные работы начались. Но 23 сентября 2011 г. состоялось оперативное совещание Совета безопасности РФ, по итогам которого 24 ноября 2011 г. было принято решение № ВП-174:

### Параметры района строительства космодрома Восточный

#### Характеристики:

- протяженность с юго-запада на северо-восток – 18 км, с юго-востока на северо-запад – 36 км.
- общая площадь около 700 км<sup>2</sup> (для сравнения: Байконур – 6717 км<sup>2</sup>; Плесецк – 1762 км<sup>2</sup>), площадь землеотвода для строительства около 100 км<sup>2</sup>;
- среднегодовая температура -2.2°C (максимально -52°C и +40°C);
- среднее количество осадков в год – 644 мм;
- средний снежный покров – 18 мм.

#### Удаленность:

- от Москвы – 7993 км;
- от Владивостока – 1424 км;
- от Хабаровска – 800 км;
- от Благовещенска по старой дороге – 180 км, по федеральной трассе – 240 км;
- от границы – 100 км;
- от аэродрома «Украинка» Минобороны – 90 км;
- от станции «Ледяная» – 6 км.

- работы по созданию космического ракетного комплекса среднего класса повышенной грузоподъемности прекратить;

- на первом этапе осуществить ввод в эксплуатацию комплекса на базе всех трех модификаций РН «Союз-2»;

- на втором этапе – на базе модификаций РН «Ангара» на площадях, предназначавшихся для ракетно-космического комплекса «Русь-М» с максимальным использованием наработок по этой теме.

В результате 31-м Государственным проектным институтом специального строительства Минобороны (31-й ГПИСС) был разработан новый генплан



Монтажно-испытательный корпус ракеты-носителя  
технического комплекса космодрома



стартового комплекса для РН «Союз-2», а Научно-исследовательский институт стартовых комплексов имени академика В.П. Бармина (НИИСК; в него вошли КБОМ имени В.П. Бармина и КБ транспортного машиностроения. – Ред.) выполнил проект зданий и сооружений. По техническому комплексу разработку проекта сделало КБ «Мотор», по заправочно-нейтрализационной станции – КБ транспортно-химического машиностроения, по восточному командному пункту – АО «Российские космические системы».

Для форсирования работ Указом Президента РФ от 1 сентября 2009 г. № 562-рп ОАО ИПРОМАШПРОМ было определено единственным исполнителем проектных работ, а Спецстрой России – единственным исполнителем подрядных работ.

Строительство 23 объектов первой очереди началось в 2012 г., включая жилой фонд. В пиковые периоды количество привлекаемых субподрядных организаций доходило до 50, а число строителей – до 8000 человек. Кроме них, на космодроме работали студенческие строительные отряды: в 2013 г. – 169 отрядов, в 2015–2016 гг. – 59 отрядов общей численностью 1048 человек.

К сожалению, по ряду объективных причин сроки исполнения указа сдвинулись вправо. В октябре 2015 г. Президент В.В. Путин разрешил перенести срок первого запуска на весну 2016 г. По его предложению принято решение переименовать поселок Углегорск в город Циолковский.

28 апреля 2016 г. был произведен первый старт с нового космодрома. Ракета «Союз-2.1А» с разгонным блоком «Волга» вывела на орбиту КА «Ломоносов», «Аист-2Д» и «Наноконтакт».

В 2014 г. началось проектирование, а в этом году началось строительство объектов 2-й очереди для РКК «Ангара-А5». После 2025 г. планируется начать 3-й этап строительства по созданию инфраструктуры для ракеты сверхтяжелого класса.

**И.М.: Чем отличается стартовый комплекс для «Союза-2» на Восточном от стартового комплекса для такой же ракеты во Французской Гвиане?**

**И.Б.:** Стартовый комплекс на Восточном был разработан с учетом всех новшеств, которые были применены при разработке СК в Гвианском космическом центре. Сам стартовый стол не изменился. Вместе с тем, в отличие от СК на Байконуре и в Плесецке, на космодроме Восточный, как и в Гвианском центре, применена подвижная башня обслуживания, закрывающая стартовую команду и РН от воздействия неблагоприятных погодных условий. Правда, в Гвианском центре на башню возложены еще и функции интеграции ракеты с головной частью и космическим аппаратом. На Восточном же полная сборка РН производится в монтажно-испытательном корпусе, затем РН вывозится и устанавливается на стартовый стол, и только потом на нее наезжает башня обслуживания. Кроме того, на Восточном заправка топливом третьей ступени РН производится не с подвижного заправщика, как в Гвиане, а из стационарных подземных хранилищ, находящихся в том же сооружении, что и заправочные баки первой и второй ступеней. Других серьезных отличий нет.



**Игорь Бармин: «В 2014 г. началось проектирование, а в этом году началось строительство объектов 2-й очереди для РКК «Ангара-А5». После 2025 г. планируется начать 3-й этап строительства по созданию инфраструктуры для ракеты-носителя сверхтяжелого класса».**

**И.М.: А чем будет отличаться стартовый комплекс для РН «Ангара-А5», строительство которого началось на Восточном, от уже функционирующего на космодроме Плесецк?**

**И.Б.:** В Плесецке СК для «Ангары» строился на недостроенном стартовом комплексе РН «Зенит». Там не хватало площадей для размещения оборудования, поэтому пришлось их строить. Из-за того, что газоотводный канал в Плесецке был рассчитан на менее мощную РН «Зенит», пришлось его укреплять для запуска более мощной «Ангары». На Восточном же сразу заложено необходимое количество помещений, кроме того, газоотводный канал оптимизирован под «Ангару» по профилю и размерам. Но, наверное, самое существенное отличие в том, что на Восточном СК предусматривает возможности запуска тяжелой «Ангары» с водородной третьей ступенью. Для этого имеются специальные заправочно-дренажные системы и криогенные емкости для хранения сжиженного водорода. Ну и башня обслуживания из-за применения водородной ступени существенно выше.

И последнее. Если «Ангара» будет использоваться в качестве носителя для пилотируемого корабля, то будет создана специальная стационарная башня для посадки экипажа. Ее окончательного проекта пока нет. Это, пожалуй, основные отличия.

**И.М.: Большое спасибо за интересный рассказ.**





Игорь АФАНАСЬЕВ

# КОСМИЧЕСКИЕ ДВИГАТЕЛЕСТРОИТЕЛИ ОБЪЕДИНЯЮТСЯ

**6 АВГУСТА ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР (ГКНПЦ) ИМЕНИ М.В.ХРУНИЧЕВА СООБЩИЛ, ЧТО АКТИВЫ ЕГО ВОРОНЕЖСКОГО МЕХАНИЧЕСКОГО ЗАВОДА (ВМЗ) БУДУТ ПЕРЕДАНЫ КОНСТРУКТОРСКОМУ БЮРО ХИМИЧЕСКОЙ АВТОМАТИКИ (КБХА), ВХОДЯЩЕМУ В СОСТАВ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ «ЭНЕРГОМАШ» ИМЕНИ АКАДЕМИКА В. П. ГЛУШКО.**

Ожидается, что практический процесс реорганизации ВМЗ и КБХА, осуществляемый во исполнение решения Наблюдательного совета Госкорпорации «Роскосмос» о создании интегрированной структуры ракетного двигателестроения (ПК №6, 2019, с.5-6), в целях создания единой научно-производственной площадки ракетного двигателестроения в Воронеже, должен завершиться к концу 2019 г.

Воронежский механический завод производит продукцию для различных отраслей промышленности: ракетно-космической, авиационной, железнодорожной и нефтегазовой. Основными изделиями для Роскосмоса являются серийно выпускаемые ракетные двигатели, разработанные

КБХА для второй и третьей ступеней ракеты-носителя «Протон-М», для третьей ступени «Союза-У» и «Союза-2.1А», а также рулевой двигатель первой ступени «Союза-2.1В». Кроме того, несколько лет назад завод наладил серийное производство камер сгорания для двигателей «Ангара» и американского носителя Antares.

По программе импортозамещения с 2018 г. ВМЗ выпускает несколько типов титановых шар-баллонов и ресиверов, используемых на ракетах «Протон-М», «Ангара», в разгонном блоке «Бриз» и в новом кислородно-водородном разгонном блоке тяжелого класса КВТК для «Ангара».

КБХА не только разрабатывает, но и изготавливает двигатели для по-

следних ступеней ракет «Союз-2.1Б» и «Ангара».

Впервые идея объединения двух воронежских предприятий была высказана еще в 2012 г. Предлагалось создать одну организацию, обеспечивающую полный цикл производства – от проектирования до испытаний и поставок серийной продукции. К этой идее вернулись в 2017 г., когда Д. О. Розин предложил создать в Воронеже Объединенный центр ракетного двигателестроения. В ноябре 2018 г. два воронежских предприятия наряду с рядом других профильных заводов было решено перевести в российский холдинг ракетного двигателестроения под управлением НПО «Энергомаш».



Ракетный двигатель РД-0110 в цехе ВМЗ



Объединение ВМЗ и КБХА должно благотворно сказаться на сокращении производственных издержек и общем росте эффективности. «Мы будем двигаться по разработанной схеме объединения: она... включает в себя оптимизацию параллельных производственных цепочек, которые есть в КБХА и на ВМЗ», – отметил еще два года назад генеральный директор НПО «Энергомаш» И.А. Арбузов.

В мае 2019 г. они вместе с губернатором Воронежской области А.В. Гусевым обсудили создание акционерного общества «Воронежский центр ракетного двигателестроения» (ВЦРД). Глава региона и руководитель НПО «Энергомаш» подписали соглашение о сотрудничестве между правительством Воронежской области и химкинским предприятием. А.В. Гусев отметил, что правительство области окажет проекту всестороннюю поддержку. Появление единой научно-производственной площадки на базе активов двух предприятий позволит выполнить их техническое перевооружение и модернизацию, диверсифицировать выпуск продукции, снизить издержки, повысить производительность труда и увеличить среднюю заработную плату персонала. По словам губернатора области, до 2027 г. на объединенной площадке должны быть созданы новые производственные мощности, реконструирована испытательная база и создана система цифрового проектирования и управления.

Кроме того, обсуждалась возможность перевода на территорию области других предприятий. «Воронежская площадка станет одной из

главных в холдинге, поэтому можно было бы какие-то предприятия смежных отраслей разместить у нас, например территориально приблизить производство комплектующих», – отметил губернатор.

Консолидация активов двигателестроителей особенно важна с учетом идущих изменений в парке отечественных средств выведения. Как известно, к 2025 г. должна быть прекращена эксплуатация «Протона-М» – ему на смену придет «Ангара-А5». В связи с этим к концу 2019 г. завершится производство двигателей для ракеты-ветерана. Сейчас стоит задача загрузить производителей другими заказами, которые могут быть связаны с продукцией топливно-энергетического комплекса, испытаниями газотурбинных установок, сборкой и испытаниями газотурбинных электростанций, производством деталей насосов для нефтегазовой отрасли.

### Игорь Арбузов: «Все работы по двигателям, которые находились в переборке, завершены, и, надеюсь, к этой проблеме мы больше не вернемся»

В декабре 2018 г. И.А. Арбузов сообщил: «...за [прошедшие] годы мы серьезно нарастили объемы по гражданской [некосмической] продукции, увеличив их практически в два раза. Сегодня соотношение объемов продукции... с учетом перспективных контрактов 60 к 40, в 2020 г. стоит задача выйти на 50/50. И самое главное – что усилиями наших специалистов удалось переломить негативную тенденцию тотального снижения уровня качества. Был проведен боль-

шой объем разъяснительной работы с коллективом, и, думаю, даром это не прошло... Все работы по двигателям [второй и третьей ступеней «Протона-М»], которые находились в переборке, завершены, и надеюсь, что к этой проблеме мы больше не вернемся. Сегодня также стоит задача найти оптимальное решение по загрузке производства. И одним из таких решений может стать создание единой научно-производственной площадки на базе активов КБХА и ВМЗ – акционерного общества «Воронежский центр ракетного двигателестроения»...

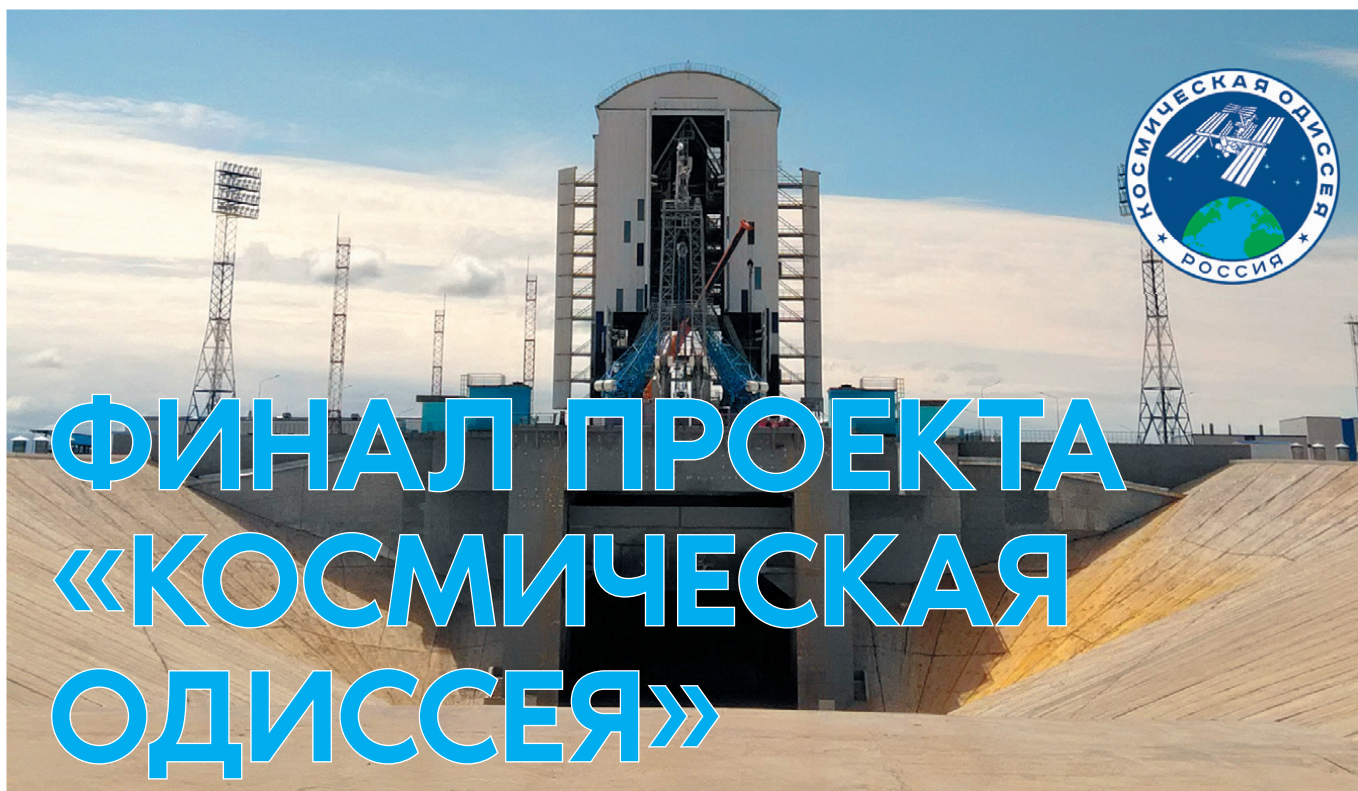
Что касается двигателей для [первой ступени] РН «Протон-М», то по заключенным договорам [Пермское производственное объединение] «Протон-ПМ» изготовит четыре комплекта в 2019 г. Дальнейшее изготовление двигателей для «Протонов» зависит от получения коммерческих заказов...

Если говорить о двигателях для универсальных ракетных блоков нижних ступеней ракет перспективного семейства «Ангара», то еще в 2008 г. было принято решение о переходе предприятия «Протон-ПМ» на их производство. В соответствии с утвержденным графиком в 2020 г. в Перми планируется завершить освоение закрепленной за предприятием номенклатуры деталей и сборочных единиц и приступить к серийному производству основных агрегатов двигателя. ■

На пермском производственном объединении «Протон-ПМ»







**ЖУРНАЛ «РУССКИЙ КОСМОС» НЕ РАЗ ПИСАЛ О МОЛОДЕЖНОМ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЕКТЕ «КОСМИЧЕСКАЯ ОДИССЕЯ», ОСУЩЕСТВЛЯЕМОМ В КРАСНОЯРСКЕ ПО ИНИЦИАТИВЕ ГЕРОЯ РОССИИ АЛЕКСАНДРА ЛАЗУТКИНА. СЕЗОН 2018–2019 гг. ЗАВЕРШИЛСЯ ПОЕЗДКОЙ ФИНАЛИСТОВ – ЛИДЕРОВ ПО УСПЕВАЕМОСТИ И ПОБЕДИТЕЛЕЙ КОНКУРСОВ НА КОСМОДРОМ ВОСТОЧНЫЙ, ГДЕ ОНИ СТАЛИ СВИДЕТЕЛЯМИ СТАРТА РН «СОЮЗ-2.1Б». ОБ ЭТОМ СОБЫТИИ РАССКАЗЫВАЕТ ВНЕШТАТНЫЙ КОРРЕСПОНДЕНТ ЖУРНАЛА В КРАСНОЯРСКЕ ГАЛИНА ЯКОВЛЕВА.**

Группа молодых сотрудников ЦКБ «Геофизика», АО «Красмаш», АО «Информационные спутниковые системы» (ИСС) и студентов СибГУ имени М. Ф. Решетнёва, Аэрокосмического колледжа СибГУ и Красноярского техникума промышленного сервиса (всего 48 человек) за учебный сезон 2018–2019 гг. прошла все этапы проекта: теоретическую и физическую подготовку, медицинское обследование, тренировки по выживанию, парашютную подготовку, психологическое тестирование. На каждом этапе проводился конкурсный отбор, по результатам которого определились шесть финалистов.

Перелет из Красноярска в Благовещенск показался недолгим. Наш самолет мягко приземлился. Благовещенск встретил затяжным холодным дождем. Для жителей Амурской области это довольно привычное явление, но мы расстроились: ведь сегодня с космодрома Восточный стартует ракета-носитель «Союз-2.1Б», запуск которой мы прилетели наблюдать. Путь до космодрома неблизкий – 230 км. Он расположен вблизи города Циол-

ковский, ставшего новой космической гаванью России. Это будет пятый пуск с нового космодрома (первый состоялся 28 апреля 2016 г.).

К обеду дождь прекратился, и – о, счастье! – ветер попытался разогнать тучи. Нас привезли на смотровую площадку, расположенную в 4 км от стартового комплекса. В ожидании старта здесь уже собралось множество зрителей. Мы с удовольствием участвуем в акции, организованной ЦЭНКИ и Почтой России: отправляем с космодрома специальные почтовые открытки с изображением стартующей ракеты.

В 14:40 по местному времени объявлена минутная готовность. Все замерли, боясь пропустить волнующий момент, ради которого преодолели несколько тысяч километров. И вот со стороны стартового стола раздается мощный рокот. Яркое пламя поднимает ракету – и она медленно, словно нехотя, уходит ввысь. Через несколько мгновений «Союз» растворяется в тучах, слышен только рев его работающих двигателей.

**Научно-образовательный проект «Космическая одиссея», моделирующий все этапы подготовки космонавтов, реализуется в Красноярском крае с 2004 г. Его автором является летчик-космонавт Александр Лазуткин.**

**Организатор проекта – Красноярское региональное отделение Союза машиностроителей России, его партнеры – ФИЦ Красноярский научный центр СО РАН, Центр подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина, Сибирский федеральный научно-клинический центр ФМБА России, Сибирский региональный поисково-спасательный отряд МЧС России, Красноярский авиационно-спортивный клуб ДОСААФ, Центр экстренной психологической помощи МЧС России. Проект реализуется при поддержке Правительства Красноярского края и Госкорпорации «Роскосмос».**



Носитель успешно выводит на орбиту российский метеорологический спутник «Метеор-М» №2-2 и еще 32 малых космических аппарата. Зрители аплодируют, работники ракетно-космической отрасли поздравляют друг друга, представители СМИ рассылают свои репортажи... Глаза участников «Космической одиссеи» светятся счастьем.

«Когда ты видишь конечный результат своего труда, труда своих коллег, испытываешь невероятное волнение и гордость за сопричастность к космической отрасли», – делится впечатлениями финалист проекта, инженер ИСС Алина Лесковская.

Замечательная экскурсия ожидала «одесситов» на следующий день после старта. Нам разрешили посетить стартовый комплекс космодрома, откуда накануне ушла в космос ракета. Здесь еще пахли гарью закопченный стартовый стол и газоотводный канал, еще «дымилась» остатками азота цистерна на заправочном блоке...

Наш гид – симпатичная девушка из ЦЭНКИ Екатерина Глущенко – рассказала о строительстве космодрома, о первом пуске с него, об уникальной мобильной башне обслуживания – единственном в России сооружении, созданном для предстартовой подготовки ракеты. Вес башни – 1600 тонн, высота – 52 м. Она «накатывается» на установленный на стартовом столе носитель, позволяя специалистам космодрома работать в любых погодных условиях. А дожди здесь идут часто. Вокруг стартового стола расположены 27-метровые мачты-молниеотводы.

Посетили мы и монтажно-испытательный комплекс космодрома, где производится сборка ракеты. Это огромное здание высотой в несколько этажей, где одновременно могут собираться две ракеты-носителя.

После космодрома едем в городок Циолковский. Там находится музей космонавтики. Катя Глущенко спешит рассказать как можно больше о родном городе. Его история началась в 1961 г. – с основания поселка Углегорск, где располагалась 27-я Краснознаменная ракетная дивизия РВСН. В силу ее высокой секретности была создана легенда о разработке здесь угольных шахт (отсюда и название поселка). Вечером на машинах вывозился якобы добытый уголь, который ночью возвращался обратно. В 1996 г. на базе расформированной ракетной дивизии был образован



**Алина Лесковская, финалист проекта: «Когда ты видишь конечный результат своего труда, труда своих коллег, то испытываешь невероятное волнение и гордость за сопричастность к космической отрасли».**

2-й Государственный испытательный космодром Минобороны России. 4 марта 1997 г. отсюда состоялся первый пуск РН «Старт-1» с космическим аппаратом «Зенит». С него началась история космодрома Свободный – по названию ближайшего крупного города. До 2006 г. отсюда было произведено пять запусков. С закрытием космодрома Углегорск стал приходить в упадок.

Второе рождение город получил, когда в 2007 г. Президент России В. В. Путин подписал указ о строительстве космодрома Восточный. Сегодня ЗАТО Циолковский состоит из двух ча-

стей: старый микрорайон Углегорск и строящийся Звездный.

Множество фотографий, впечатлений, новых знаний – таков результат нашего путешествия. Оно стало лучшей наградой за месяцы подготовки в рамках проекта «Космическая одиссея».

Организаторы и участники проекта благодарят руководство Роскосмоса, ЦЭНКИ, а также руководителей предприятий ЦКБ «Геофизика», «Красмаш», ИСС, СибГУ имени М.Ф. Решетнёва, Аэрокосмического колледжа СибГУ, при содействии которых стала возможной эта поездка. ■







**МНОГИЕ ИЗ ТЕХ, КТО ПОСВЯТИЛ СВОЮ ЖИЗНЬ ОСВОЕНИЮ КОСМОСА, НАЧИНАЛИ УВЛЕКАТЬСЯ ЭТОЙ ТЕМОЙ ЕЩЕ В ДЕТСТВЕ. СЕГОДНЯ У ШКОЛЬНИКОВ И СТУДЕНТОВ ЕСТЬ ГОРАЗДО БОЛЬШЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СДЕЛАТЬ ПЕРВЫЙ ШАГ В ПРОФЕССИЮ, ЧЕМ У ПРЕДЫДУЩИХ ПОКОЛЕНИЙ. ДЛЯ ЭТОГО ВО МНОГИХ РЕГИОНАХ СУЩЕСТВУЮТ РАЗЛИЧНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПЛОЩАДКИ, ГДЕ РЕБЯТА МОГУТ НА ПРАКТИКЕ ПОЗНАКОМИТЬСЯ С КОСМИЧЕСКИМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ. НАИБОЛЕЕ ИНТЕРЕСНЫЕ ПРОЕКТЫ СОБРАЛ В СВОЕЙ ПУБЛИКАЦИИ КОРРЕСПОНДЕНТ «РУССКОГО КОСМОСА» АРТЕМ МИНИН. В КАЧЕСТВЕ ЭКСПЕРИМЕНТА МЫ РАЗМЕЩАЕМ QR-КОДЫ, ПО КОТОРЫМ ЧИТАТЕЛИ СМОГУТ ПОЛУЧИТЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНУЮ ИНФОРМАЦИЮ О ПРОГРАММАХ, ОТМЕЧЕННЫХ В СТАТЬЕ.**

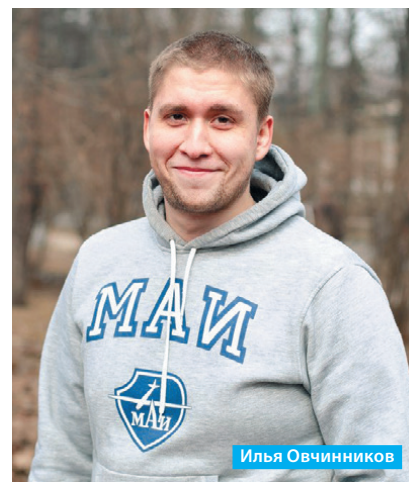
### **ОТ КАЛИНИНГРАДА ДО ВЛАДИВОСТОКА**

К числу самых многообещающих современных форматов для профориентации молодежи, несомненно, относятся технопарки «Кванториум». Это совместный проект Минобрнауки РФ и Агентства стратегических инициатив (АСИ). Чтобы узнать о нем подробнее, я отправился в город Королёв, где встретился с **Ильей Овчинниковым**, куратором Фонда новых форм развития образования и координатором работы преподавателей в «Кванториумах» по всей России.

«Кванториум» – это образовательная площадка с современным оборудованием для практических занятий ребят под руководством наставников, – объясняет суть проекта Илья Овчинников. – Обучение проходит в разных кружках-«квантумах»:

IT-квантум, космоквантум, биоквантум или даже промдизайнквантум, всего около 20 направлений. Занятия проходят в группах по 12 детей. Сначала ученики в течение 3 месяцев осваивают вводный модуль продолжительностью 60 часов. Затем составляются команды из трех-шести человек для работы над проектами, которые потом участвуют в конкурсах и «кванториадах». Возраст учащихся – 11–18 лет.

В подмосковном наукограде Королёве закономерно было принято решение организовать «Космоквантум». Его антураж сразу же погружает в атмосферу высокотехнологичного научного центра. Взгляд то и дело застывает на каком-либо чуде современной инженерной мысли – от паяльных станций и плат Arduino до станков лазерной резки и 3D-прин-



теров. Есть и наборы робототехники Lego Mindstorms EV3. Особенно понравился «лунодром» для испытаний планетоходов, а также оборудование для связи со спутниками.



«В королёвском «Кванториуме» регулярно организуются сеансы связи с экипажем МКС с помощью расположенного неподалеку Центра управления полетом, – продолжает Илья Овчинников. – В основном занятия проводятся во время учебного года, а летом организуются «смены» – курсы по несколько дней на определенную тематику. В начале августа прошла космическая смена. За несколько дней ребята прослушали тематические лекции по истории космонавтики, познакомились с работой спутника CubeSat, узнали конструкцию и смоделировали свою 2D модель корпуса спутника в программе Inkscape. Далее, распределившись по командам, ребята приступили к сборке спутника. Финальный экземпляр испытали на вибростенде, доработали и презентовали перед солидной аудиторией – родителями и администрацией технопарка».

Среди участников этого практикума были восьмиклассник Артем и десятиклассник Саша, которые работали над проектом для «Кванториады» – ежегодного турнира, в котором соревнуются «Кванториумы».

Суть разработки заключается в создании прототипа трансформируемого обитаемого модуля космической станции, способного менять свой объем механическим способом (цилиндр, который раскрывается как зонтик и становится похожим на колесо с шиной). Пока модуль представляет собой несколько набросанных на столе плат Arduino с датчиками и сервоприводами, подключенных к компьютеру и управляемых со смартфона. Я сам несколько лет преподавал робототехнику в частном центре, и мне было интересно обсудить с ребятами их проект. Для меня было очевидно, что они делают, причем делают это самостоятельно, без непосредственного контроля руководства.

Илья Овчинников говорит, что в «Кванториуме» работают два штатных психолога, которые помогают ребятам, если у них, например, не получается найти общий язык в команде.

На данный момент в России функционируют 89 «Кванториумов» в 62 регионах. Однако возможности для начинающего ракетостроителя получить ценные практические знания на этом не заканчиваются.



Космонавт Александр Полишук выступает с лекцией перед слушателями «Кванториума» в городе Королёве

На данный момент в России функционируют 89 «Кванториумов» в 62 регионах.

## ЧЕРЕЗ ТЕРНИИ К ЗВЕЗДАМ

Воздушно-инженерная школа при МГУ имени М.В. Ломоносова организует выездные командные соревнования по конструированию космических аппаратов CanSat.

Во время соревнований команды из предоставленного им конструктора собирают модель космического аппарата типа CanSat, программируют ее и испытывают на работоспособность. Затем самодельной ракетой она забрасывается на высоту 1–2 км. Во время спуска аппарат должен измерить распределение температуры и давления в атмосфере и передать данные об этом на Землю по радиоканалу, а также выполнить свою собственную уникальную задачу, которую придумает сама команда.

Главное условие: аппарат должен влезть в жестяную банку объемом 0.5 л и весить не более 350 г.

Обычно команды работают над своими моделями у себя дома (в школе, в «папином гараже») в течение всего учебного года. Летом прошедшие отбор коллективы со всех регионов на неделю съезжаются на финал, где и запускают свои «спутники» своими ракетами. В этом году финал проходил в июле в г. Владимире. В нем участвовали 63 команды из 150 регио-



Воздушно-инженерная школа (CanSat в России) – это образовательный проект, который осуществляется при поддержке Роскосмоса для школьников 7–11-х классов и студентов 1–2-го курса МГУ в формате ежегодного чемпионата. Его организаторами являются НИИ ядерной физики МГУ и Лаборатория аэрокосмической инженерии МГУ.







В «Артеке» дети занимаются сборкой кубсатов на базе модели-конструктора Самарского университета

стрированных на старте в сентябре. По итогам все команды получили сертификаты участника, а победители – ценные призы от Роскосмоса.

### НА ВОЛЖСКИХ БЕРЕГАХ

Учебную модель-конструктор, только уже наноспутника, разработали сотрудники межвузовской кафедры космических исследований Самарского университета имени С.П. Королёва. Используемые в модели конструктивные решения идентичны летным образцам космических аппаратов формата CubeSat 2U. Начинку учебной модели составляют: бортовой компьютер, система электропитания, блок аккумуляторных батарей, система связи с навигационным приемником, система управления магнитными катушками и

блок управления маховиком, отладочный дисплей.

При Самарском университете на базе Института ракетно-космической техники и Института авиационной техники организована Молодежная аэрокосмическая школа, предназначенная для обучения школьников 7–11-го классов и студентов младших курсов, интересующихся авиационной и ракетно-космической тематикой. Занятия в школе бесплатные и проходят по субботам с сентября по май. Одна из задач школы – профориентация и помощь в выборе подходящей кафедры по космической тематике, если учащийся решит продолжить обучение в Самарском университете.



### ПЛАН НА КАНИКУЛЫ

Если вы заметили, что ваш ребенок все каникулы проводит время за Kerbal Space Program (компьютерный имитатор космических полетов), то, возможно, стоит предложить ему поехать на космическую смену в лагерь – на свежий воздух или даже к морю. Благо, есть всем известные лагеря – «Орленок» и «Артек», а также современный «Сириус», где можно попасть на смены по космической тематике: послушать лекции профессионалов отрасли, посетить соответствующие музеи и занятия.

Кстати, Центр «Сириус» является одним из организаторов проекта «Дежурный по планете». Эта программа объединяет технологические конкурсы и проекты для школьников и студентов в области космоса и реализуется при поддержке Роскосмоса. Финалы соревнований обычно проходят в образовательном центре «Сириус».

**В ходе конкурса «Бельки 2019» ребята учились расшифровывать космические снимки Земли, находя косяки рыб. Обнаружение лежек гринландских тюленей на льдах Белого моря – важная и ответственная задача. Дело в том, что бельки – детеныши тюленей – в первые недели после рождения не умеют хорошо плавать и гибнут при повреждении льдин судами. Собранные данные о лежках передаются в администрацию портов Западной Арктики для планирования маршрутов проводки судов ледоколами в обход для спасения уязвимых млекопитающих.**



Существует и чисто региональный проект «Космический десант». Это конкурс для образовательных площадок сельских районов и поселков городского типа с населением до 50 тыс человек. Его победители никуда не едут – наоборот, к ним в поселок приезжают лекторы с мастер-классами по космонавтике, чтобы «продемонстрировать педагогам, активным представителям сообщества, родителям и школьникам, что космонавтика – огромная сфера, в которой каждый может найти для себя интересную деятельность, участвовать в масштабных проектах и конкурсах».





## ТАМ ЖИЛ И ТВОРИЛ ЦИОЛКОВСКИЙ

Помимо центров «Орленок», «Артек» и «Сириус», где все мероприятия проходят на собственной территории, есть и выездной проект – Летняя космическая школа (ЛКШ). Она открыта для всех желающих и проводится энтузиастами космонавтики – сообществом «Твой сектор космоса». На сайте проекта говорится, что никто из организаторов не получает зарплату, в спонсорах не состоят фонды или корпорации, а сотрудники делают именно то, что нравится им самим.



В июле 2019 г. ЛКШ проводилась в детском поселке «Орион» в Калужской области. За одну неделю участники из разных регионов страны смогли пообщаться с интересными гостями: летчиками-космонавтами, представителями корпораций космической отрасли, экспертами и популяризаторами космонавтики, послушать их лекции. В один из дней была организована поездка в калужский Музей истории космонавтики и Дом-музей К.Э. Циолковского. Вечерами участники либо наблюдали астрономические объекты в телескоп, либо смотрели новейшие фильмы о космонавтике – в зависимости от погодных условий. Венцом смены стало моделирование сложной космической миссии с использованием движка Kerbal Space Program.

Помимо насыщенной событиями жизни за городом в компании энтузиастов, ЛКШ проводит экскурсии в космические места с ограниченным доступом, открытые лекции и тренировки-имитации.

Сообщество «Твой сектор космоса» проводит еще массу интересных мероприятий в разных городах: кинопоказы с живыми комментариями космонавтов и экспертов, астрономические наблюдения и многое другое. Помимо организаторской и образовательной работы, участники сообщества разрабатывают реальные космические аппараты («Маяк», 435 nm) и снимают научно-популярные и художественные фильмы о космосе.

Чтобы уследить за всеми космическими мероприятиями, есть специальный календарь.



На бесплатной образовательной платформе Stepik можно пройти 15-часовой курс «Современная космонавтика» по основам проектирования космических аппаратов с видеоматериалами и тестовыми заданиями, а по результатам получить сертификат.

## ГЛАВНОЕ – ЖЕЛАНИЕ

Для тех же, кто предпочитает оставаться дома, Интернет предлагает массу интересных вариантов погружения в космонавтику, не вставая с дивана.

На бесплатной образовательной платформе Stepik можно пройти 15-часовой курс «Современная космонавтика» по основам проектирования космических аппаратов с видеоматериалами и тестовыми заданиями, а по результатам получить сертификат. Я этот курс прошел, он мне понравился. Примечательно, что многие задания там являются не просто банальной проверкой усвоенного материала. Нужно продумать объемную работу, чтобы, например, найти



в Интернете тот или иной интересный факт для решения нетривиальной задачи по физике.

Цель упомянутых проектов – не столько обучить детей конкретным специальностям, сколько дать им возможность на практике познакомиться с современной космонавтикой, помочь понять свои интересы и осознать, что при желании и настойчивости можно из наблюдателя превратиться в участника истории освоения космоса.

Так, благодаря новым образовательным программам, формируются будущие потенциальные кадры в стратегически важных областях, таких как космонавтика. И если есть интерес, почему бы этим не воспользоваться? ■







## 2.1A + «СОЮЗ» + SKYBOT F-850

22 августа 2019 года с 31-й площадки космодрома Байконур транспортный пилотируемый корабль «Союз МС-14» стартовал к Международной космической станции в беспилотном режиме. Пуск проходил в рамках испытаний взаимодействия систем ракеты-носителя «Союз-2.1А» и пилотируемого корабля. Кресло командира занимал антропоморфный робот Skybot F-850.





# ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Павел ПАВЕЛЬЦЕВ

**ЗА ПЕРИОД С 16 ИЮЛЯ ПО 15 АВГУСТА 2019 г. В МИРЕ БЫЛО ВЫПОЛНЕНО 12 КОСМИЧЕСКИХ ПУСКОВ, ВСЕ УСПЕШНЫЕ. НА РАСЧЕТНЫЕ ОРБИТЫ ВЫВЕДЕНО 18 АППАРАТОВ. ЕЩЕ ДВА СПУТНИКА ОТДЕЛЕНЫ ОТ ЗАПУЩЕННОГО РАНЕЕ И НАХОДЯЩЕГОСЯ В АВТОНОМНОМ ПОЛЕТЕ ГРУЗОВОГО КОРАБЛЯ CYGNUS NG-11.**

Сводная информация о состоявшихся пусках дана в таблице. В первой графе указаны дата и время старта по Гринвичу (UTC). Во второй приведено международное обозначение, далее идут наименование КА, место старта и носитель. В четырех последних графах приведены четыре стандартных параметра начальной орбиты (наклонение, перигей, апогей и период обращения), рассчитанные по орбитальным элементам Стратегического командования США.

| Дата и время старта, UTC | Международное обозначение | Наименование    | Место старта   | Носитель      | Параметры начальной орбиты |        |        |        |
|--------------------------|---------------------------|-----------------|----------------|---------------|----------------------------|--------|--------|--------|
|                          |                           |                 |                |               | i                          | Нр, км | На, км | P, мин |
| 20.07.2019, 16:28        | 2019-041A                 | Союз МС-13      | Байконур       | Союз-ФГ       | 51.59°                     | 200    | 211    | 88.60  |
| 22.07.2019, 09:13        | 2019-042A                 | Chandrayaan-2   | Шрихарикота    | GSLV Mk.III   | 17.97°                     | 136    | 45206  | 821.2  |
| 25.07.2019, 05:00        | 2019-043A                 | BP-1B (CAS-7B)  | Цзюцюань       | SQX-1         | 42.73°                     | 280    | 298    | 90.29  |
|                          |                           | Цицю вэйсин     |                |               | Не был обнаружен           |        |        |        |
| 25.07.2019, 22:01        | 2019-044A                 | Dragon SpX-18   | Канаверал      | Falcon 9      | 51.63°                     | 204    | 388    | 90.43  |
| 26.07.2019, 03:57        | 2019-045A                 | Яогань-30 05 01 | Сичан          | CZ-2C         | 35.00°                     | 588    | 605    | 96.62  |
|                          | 2019-045B                 | Яогань-30 05 02 |                |               | 35.00°                     | 589    | 605    | 96.62  |
|                          | 2019-045C                 | Яогань-30 05 03 |                |               | 35.00°                     | 589    | 604    | 96.62  |
| 31.07.2019, 12:10        | 2019-047A                 | Прогресс МС-12  | Байконур       | Союз-2.1A     | 51.66°                     | 184    | 227    | 88.60  |
| 06.08.2019, 19:30        | 2019-049A                 | EDRS-C          | Куру           | Ariane 5      | 4.48°                      | 232    | 35808  | 632.1  |
|                          | 2019-049B                 | Intelsat IS-39  |                |               | 4.49°                      | 234    | 35783  | 631.7  |
| 06.08.2019, 23:23        | 2019-050A                 | AMOS-17         | Канаверал      | Falcon 9      | 26.01°                     | 217    | 35735  | 630.4  |
| 07.08.2019, 13:00        | 2019-022C                 | Aerocube-10a    | (Cygnus NG-11) | Нет           | 51.65°                     | 469    | 482    | 94.11  |
|                          | 2019-022D                 | Aerocube-10b    |                |               | 51.64°                     | 472    | 485    | 94.16  |
| 08.08.2019, 10:13        | 2019-051A                 | AEHF-5          | Канаверал      | Atlas V (551) | 9.99°                      | 14365  | 35286  | 914.2  |
|                          | 2019-051B                 | TDO             |                |               | 26.42°                     | 207    | 35259  | 621.0  |



#### **2019-041:** **«СОЮЗ МС-13»**

20 июля с Байконура стартовал к МКС пилотируемый корабль «Союз МС-13» с экипажем в составе Александра Скворцова, Луки Пармитано и Дрю Моргана. Спустя 6 час 19 мин корабль успешно пристыковался к Служебному модулю «Звезда».

#### **2019-042:** **ИНДИЯ ЛЕТИТ НА ЛУНУ**

22 июля индийским носителем GSLV Mk.III запущен индийский лунный комплекс, включающий орбитальный аппарат «Чандраян-2» и посадочный аппарат «Викрам» с мини-ровером «Прагьян». Посадка на Луну планируется 7 сентября (с.46-53).

#### **2019-043:** **УСПЕХ КИТАЙСКОГО «ЧАСТНИКА»**

25 июля с Цзюцюаня выполнен первый орбитальный пуск носителя SQX-1 китайской частной фирмы «Синци жунъюа» (товарная марка i-Space). Два спутника были успешно доставлены на солнечно-синхронную орбиту высотой около 300 км; один из них был сведен вскоре после этого, второй сошел с орбиты 6 августа (с.54-57).



#### **2019-044:** **ВОСЕМНАДЦАТЫЙ ГРУЗОВОЙ «ДРАКОН»**

25 июля с Канаверала стартовал 18-й грузовой корабль Dragon компании SpaceX с грузами для МКС. 27 июля он успешно пристыковался к станции. Первая ступень ракеты спасена.

#### **2019-045:** **ТРИ КИТАЙСКИХ «УХА»**

26 июля с Сичана ракетой CZ-2C выведена очередная тройка китайских спутников разведывательного назначения, заявленная как «Яогань-30, группа 05». Аппараты доставлены в

новую, четвертую, плоскость, из чего можно заключить, что полный состав группировки может состоять из 72 КА – по 12 штук в шести плоскостях; запущено же пока лишь 15.

На межступенчатом переходнике, который устанавливается вместе со второй ступенью, но после разделения остается на первой, были впервые размещены четыре решетчатых стабилизатора. С их помощью удалось стабилизировать падение первой ступени и привести ее в зону падения малой площади.

#### **2019-047:** **САМЫЙ БЫСТРЫЙ «ПРОГРЕСС»**

31 июля российский грузовой корабль «Прогресс МС-12» был успешно запущен с Байконура и спустя 3 часа 19 мин пристыковался к МКС, установив новый рекорд скорости на маршруте Земля – орбитальная станция. Это был пятый за календарный месяц пуск носителя семейства «Союз», чего не случалось с 1992 г.

#### **2019-049:** **СВЯЗНИК И РЕТРАНСЛЯТОР**

6 августа европейский носитель Ariane 5 стартовал из Куру и доставил на геопереходную орбиту телекоммуникационный спутник Intelsat 39 и специализированный аппарат ретрансляции данных EDRS-C.

Спутник Intelsat 39 стартовой массой 6600 кг изготовлен компанией Maxar Technologies (бывшая SS/L) на платформе LS1300 с полезной нагрузкой С- и Ku-диапазона и должен заменить Intelsat 902 в позиции 62° в.д.

EDRS-C (European Data Relay Satellite, Европейский спутник передачи данных) предназначен для ретрансляции информации с низкоорбитальных КА и беспилотных разведывательных самолетов на наземные станции. Аппарат массой 3186 кг выполнен на платформе фирмы OHV System AG и оснащен блоком передачи по оптическому (лазерному) каналу с пропускной способностью 1.8 Гбит/сек. В качестве попутной установлена полезная нагрузка Ka-диапазона Hylas 3 компании Avanti Communications. Аппарат будет работать в точке 31° в.д.

#### **2019-050:** **КОМПЕНСАЦИЯ ЗА AMOS 6**

6 августа с космодрома на мысе Канаверал носитель Falcon 9 компании SpaceX доставил на стандартную гео-

переходную орбиту телекоммуникационный спутник AMOS 17, изготовленный на платформе Boeing 702MP и принадлежащий израильской фирме Spacenet. Аппарат массой 6500 кг оснащен высокопроизводительной полезной нагрузкой С-диапазона (зона покрытия – Африка) и Ka-диапазона с переменным покрытием и обычными ретрансляторами Ku-диапазона на Африку, Европу, Ближний Восток, Китай и Индию. В наименовании КА «зашифрована» его точка стояния – 17° в.д. Расчетный срок работы – 20 лет.

По заявлению заказчика, пуск был произведен без дополнительной оплаты в порядке компенсации за гибель спутника AMOS 6 во время пробной заправки аналогичного носителя 1 сентября 2016 г.

#### **С БОРТА «ЛЕБЕДЯ»**

7 августа из пускового устройства на грузовом корабле Cygnus NG-11 были выведены на орбиту два аппарата Aerocube-10 американской компании Aerospace Corp. Наноспутники типа «кубсат» выполнены в формате 1.5U и несут аппаратуру для измерения уровня космического излучения, повреждающего фотоэлементы, и сами фотоэлементы с разными степенями защиты, а также двигательные установки на воде.

Один КА несет широкоугольную камеру для создания круговых панорам и обстановки виртуальной реальности. На втором имеется пусковое устройство для 28 атмосферных зондов, отделяемых по одному по команде. Каждый зонд массой 16 г представляет собой комбинацию из трех перпендикулярных дисков диаметром 98 мм. Наблюдение за ними позволит «увидеть» вариации плотности термосферы Земли.

#### **2019-051:** **ВОЕННЫЙ СПУТНИК США**

8 августа с мыса Канаверал на ракете Atlas V (тип 551, номер AV-083) выведен на оптимизированную геопереходную орбиту спутник военной стратегической связи AENF-5, изготовленный компанией Lockheed Martin. Впервые за много десятилетий для подобного КА с момента старта выдавались открытые орбитальные элементы.

Попутно на обычную высокоэллиптическую орбиту был доставлен спутник TDO, заказанный Командованием космических и ракетных систем ВВС США для испытания систем кубсата формата 12U и технологий наблюдения за космическим мусором. ■



# «ЧАНДРАЯАН-2»: ИНДИЯ ЛЕТИТ НА ЛУНУ

СТАРТОВАВШАЯ 22 ИЮЛЯ ВТОРАЯ ИНДИЙСКАЯ ЛУННАЯ СТАНЦИЯ ДОСТИГЛА ЛУННОЙ ОРБИТЫ. 7 СЕНТЯБРЯ ПОСАДОЧНЫЙ АППАРАТ «ВИКРАМ» ДОЛЖЕН ОПУСТИТЬСЯ НА ПОВЕРХНОСТЬ ЛУНЫ В ЮЖНОЙ ПОЛЯРНОЙ ОБЛАСТИ И ДОСТАВИТЬ ТУДА ИНДИЙСКИЙ ЛУНОХОД «ПРАГЬЯН». ЕСЛИ ВСЕ ПОЙДЕТ ПО ПЛАНУ, ТО ВСКОРЕ НА ЛУНЕ БУДУТ РАБОТАТЬ УЖЕ ДВА РОВЕРА – ИНДИЙСКИЙ И КИТАЙСКИЙ.

## «ЭТО БЫЛА БЫ КАТАСТРОФА»

Первый индийский лунный аппарат «Чандраяан-1» (Chandrayaan-1; в переводе с санскрита означает «Лунная колесница») был запущен 22 октября 2008 г. и 8 ноября вышел на окололунную орбиту. Сбросив на поверхность ударный зонд MIP, орбитальный ап-

ного аппарата массой 1250 кг и маленького индийского ровера. Старт планировался на 2013 год.

К сожалению, этот проект не был реализован. В апреле 2010 г. первая ракета GSLV Mk.II потерпела аварию, что надолго заняло индийских инженеров доработкой ее верхней криогенной ступени.

Вместо двух лет по проекту «Чандраяан-1» проработал девять месяцев и вышел из строя 28 августа 2009 г. из-за проектной ошибки: разработчики не учли должным образом теплоизлучение лунной поверхности, и аппарат постоянно перегревался.

ппарат начал изучать Луну с помощью приборов Индии, США, ЕКА и Болгарии. Одним из самых важных его результатов стало обнаружение следов воды в поверхностном слое лунного грунта.

Вместо двух лет по проекту «Чандраяан-1» проработал девять месяцев и вышел из строя 28 августа 2009 г. из-за проектной ошибки: разработчики не учли должным образом теплоизлучение лунной поверхности, и аппарат постоянно перегревался.

Несмотря на проектный недостаток, полет аппарата был оценен как несомненный успех.

За месяц до старта первого аппарата, 18 сентября 2008 г., премьер-министр Индии Манмохан Сингх утвердил к реализации проект «Чандраяан-2». Главной целью проекта стало изучение грунта в неисследованной ранее полярной области Луны и поиск льда в нем.

В соответствии с подписанным 12 ноября 2007 г. соглашением между Индийской организацией космических исследований ISRO и Федеральным космическим агентством,

Второй и успешный старт GSLV Mk.II состоялся в январе 2014 г., но уже задолго до этого стало ясно, что грузоподъемность ракеты будет ниже расчетной и что нужно пересматривать проект «Чандраяан-2» с существенным снижением массы обоих аппаратов.

Далее, в ноябре 2011 г. потерпел аварию российский «Фобос-Грунт», что не позволило испытать в реальных условиях посадочную платформу НПО Лавочкина – а именно ее развитие закладывалось в совместный проект.

Пересмотр программы сопровождался сдвигом ожидаемого срока старта сначала на 2014 г., а затем и на 2015 г. В итоге же кооперация развалилась совсем: в конце 2012 г. Россия приняла решение о переносе своего лунного аппарата на российский носитель, а в январе 2013 г. стало известно, что Индия намерена осуществить проект «Чандраяан-2» самостоятельно, включая и разработку собственного лэндера. Формальное решение об этом было принято 14 августа 2013 г. с переносом старта на 2017 год.

Наибольшими трудностями сопровождалось создание лэндера. Сложную навигационную систему с оптическими датчиками обнаружения препятствий и ухода от них испытывали на вновь созданном «лунном полигоне» в Чаллакере (штат Карнатака).

он был задуман как совместная индийско-российская миссия. Комплекс стартовой массой 2650 кг создавался под запуск на индийском носителе GSLV Mk.II и состоял из индийского орбитального аппарата массой 1400 кг, создаваемого «по мотивам» первого «Чандраяана», российского посадоч-

В «чисто индийском» варианте стоимость проекта возросла с 4.5 до 6.0 млрд рупий (66 и 87 млн \$ соответственно, не включая цену носителя и запуска). Лунный комплекс потяжелел до 3250 кг, из которых на посадочный аппарат приходилось 935 кг, а на ровер – 25 кг. Новая конфигу-





Посадочный аппарат «Викрам» с ровером «Прагьян» на финальной сборке

рация заведомо не укладывалась в пределы грузоподъемности ракеты GSLV Mk.II. Пришлось «танцевать» от доступного и заложить в проект довольно низкую орбиту выведения – 170×19 500 км.

Наибольшими трудностями сопровождалось создание лэндера. Сложную навигационную систему с оптическими датчиками обнаружения препятствий и ухода от них испытывали на вновь созданном «лунном полигоне» в Чаллакере (штат Карнатака).

Посадочную систему с четырьмя ЖРД регулируемой тяги испытывали на основном двигательном полигоне ISRO в Махендрагири: сначала на стенде, а затем в подвесной системе с имитацией спуска на Луну с высоты 70–80 м.

Об этих тестах много и охотно писала индийская пресса – писала вплоть до февраля 2018 г., когда до объявленной даты старта оставалось всего два месяца. В это время все еще продолжались испытания посадочной системы, которые в норме должны были закончиться как минимум за год до старта, и еще только планиро-

и астрономическими условиями: до октября выбранная схема перелета якобы не обеспечивала посадку в начале лунного дня. Сообщения о ходе работ пропали как по волшебству.

Прошло еще несколько месяцев – и 4 августа д-р М. Аннадураи, директор Спутникового центра имени У.Р.Рао, где разрабатывался комплекс, объявил о переносе старта на январь 2019 г. и об использовании более грузоподъемной ракеты GSLV Mk.III.

Вот тут-то и выяснилось: к марту 2018 г. индийский посадочный аппарат был абсолютно не готов, что и подтвердила специально назначенная комиссия.

При испытаниях были выявлены проблемы с регулированием тяги четырех периферийных посадочных двигателей. Чтобы справиться с ними и заодно избежать засасывания и подъема лунной пыли, на техническом совещании 19 июня было решено добавить пятый, центральный, двигатель, а к нему – два топливных бака емкостью по 390 л и баллон системы наддува.

**При всех пересмотрах и переделках проекта Индия сумела полностью сохранить и даже усилить объявленный еще в августе 2010 г. приборный состав орбитального аппарата и ровера и оснастить своими приборами посадочный аппарат.**

валось начать (!) испытания летного лунного комплекса в разобранном и в собранном виде.

Новый, только что назначенный председатель ISRO К.Сиван клялся и божился, что пуск состоится по графику – 23 апреля 2018 г. При этом СМИ приводили конкретный номер ракеты GSLV Mk.II, выделенной для «Чандраяна-2», а именно F10, и называли специфические меры по ее модернизации для повышения грузоподъемности: форсирование двигателей Vikas на ускорителях и второй ступени, использование новой верхней ступени C15 с увеличенной с 12.8 т до 15 т заправкой и форсирование двигателя с 7500 кгс до 9500 кгс. Зачем были нужны эти доработки – казалось непонятным, потому что массы комплекса назывались почти такие же, как и раньше, – 3280–3290 кг.

23 марта ISRO официально объявило о переносе старта с апреля на октябрь, объяснив его незавершенностью испытаний («нужно еще 20 дней»)

Чтобы изделие было стабильнее в момент касания, увеличили разное посадочных опор – с 3.6 м до 4.34 м.

Далее, для большей вероятности успеха была изменена баллистическая схема посадки. Вместо того, чтобы идти на спуск сразу после расстыковки с орбитальным аппаратом на 100-километровой орбите, решили проверять лэндер в течение нескольких суток автономного полета на окололунной орбите высотой 30×100 км. А это потянуло за собой необходимость установки приемопередатчика для определения параметров орбиты, новой системы ориентации и стабилизации с двумя миниатюрными звездными датчиками и четырьмя управляющими маховиками, дублирования ряда блоков, доработки программного обеспечения.

В сентябре 2018 г. в интервью Times of India К.Сиван заявил: «Теперь проект можно переименовывать в «Чандраян-3», потому что он был полностью пересмотрен. Если бы мы продолжили с предыдущей конфигу-





Ракета GSLV Mk.III M1 транспортируется на стартовый комплекс

рацией, это была бы катастрофа. Они не продумали очень много вещей, которые теперь исправляются».

При всех пересмотрах и переделках проекта Индия сумела полностью сохранить и даже усилить объявленный еще в августе 2010 г. приборный состав орбитального аппарата и ровера и оснастить своими приборами посадочный аппарат.

В результате всех нововведений масса посадочного аппарата увеличилась до 1350 кг, а полного комплекса – до 3850 кг. Теоретически ракета типа Mk.II со всеми заявленными доработками все еще могла его вытянуть. На практике, однако, оказалось проще перейти на версию Mk.III – при условии, что второй орбитальный пуск нового носителя окажется столь же успешным, как и первый. Этот второй пуск состоялся 14 ноября 2018 г., открыв путь лунной ракете с уникальным обозначением GSLV Mk.III M1. Старт обошелся индийскому бюджету еще в 3.75 млрд рупий (54 млн \$).

В октябре 2018 г. в Махендрагири успешно закончились испытания посадочной системы «Чандраяана-2» и алгоритмов управления спуском. Но и на этом тяжелая дорога к старту не закончилась. Пришлось пропустить астрономическое окно с 3 января по 14 февраля 2019 г., как и следующее – с 25 марта до конца апреля. Как оказалось, при испытаниях посадочной системы на квалификационной модели лэндера в конце февраля 2019 г. были повреждены две опоры из четырех. Их усиление на летном экземпляре потребовало переноса старта на июль, о чем официально объявили 1 мая.

15 и 18 июня составные части «Чандраяана-2» доставили из Бангалора на космодром. 29 июня в Шрихариоте собрали лунный комплекс: луноход поместили в посадочный аппарат и состыковали его с орбитальным. 4 июля головную часть установили на ракету, которую через трое суток вывезли на старт.

Пуск был назначен на раннее утро 15 июля, но не состоялся из-за утечки из гелиевого баллона системы наддува верхней ступени за час до старта, и был отложен на неделю.

## ОТ ЗЕМЛИ К ЛУНЕ

Ракета GSLV Mk.III M1 массой 640 тонн стартовала 22 июля в 14:43:12 местного времени (09:13:12 UTC) и через 974 секунды доставила «Чандраяан-2» на геопереходную орбиту.

## Параметры орбиты

|                     |          |
|---------------------|----------|
| Наклонение          | 21.43°   |
| Минимальная высота  | 170 км   |
| Максимальная высота | 45475 км |
| Период обращения    | 821 мин  |

В план полета закладывалась орбита высотой 170×39060 км. Однако верхней ступени C25 позволили работать до истощения топлива, поэтому апогей получился более чем на 6000 км выше расчетного. За счет этого необходимый расход топлива на орбитальном аппарате снизился, но график последующих маневров пришлось переработать (см. с.51).

Утром 20 августа «Чандраяан-2» приблизился к цели. Бортовой двигатель был включен в 03:32:21 UTC и проработал 1738 сек. Израсходовав 241 кг топлива, он успешно погасил часть пролетной (гиперболической относительно Луны) скорости – примерно 246 м/с – и обеспечил выход на начальную полярную орбиту высотой 114×18072 км.

21 августа в 07:20 началось второе торможение у Луны. Двигатель отработал 1228 сек и снизил орбиту до 118×4412 км.

Состояние лунного комплекса на текущий момент штатное. Третий окололунный маневр намечен на 28 августа, еще два – на 30 августа и 1 сентября. В итоге должна быть построена круговая орбита высотой 100 км, на которой 2 сентября будет отделен посадочный аппарат; 3 сентября он снизит орбиту до 35×97 км.

Спуск с орбиты рассчитан на 15 минут. Прилунение намечено в ночь с 6 на 7 сентября в южной полярной области в точке с координатами 70.9° ю.ш., 22.7° в.д., между двумя небольшими кратерами Манзин С и Симпелий N.

## «ЧАНДРАЯАН», «ВИКРАМ» И «ПРАГЬЯН»

Суммарная масса индийского лунного комплекса – 3840 кг, из которых примерно 2369 кг приходится на орбитальный аппарат «Чандраяан-2», а 1477 кг – на посадочный аппарат «Викрам» вместе с лунным ровером «Прагьян». Вся конструкция в целом имеет высоту 5.8 м при диаметре 3.8 м. «Викрам» при старте стоял сверху на «Чандраяане» на мощном цилиндрическом адаптере, а ровер находился внутри лэндера.



**Орбитальный аппарат** построен в Спутниковом центре имени У.Р.Рао на платформе I-3К индийских геостационарных спутников связи и имеет размеры 3.2х5.8х2.1 м. Одна панель солнечной батареи дает 1000 Вт мощности. Маршевый двигатель обеспечивает все маневры вплоть до выхода на низкую окололунную орбиту, располагая для этого 1697 кг компонентов топлива. Бортовые системы КА рассчитаны на год работы, но остатков топлива должно хватить на два года.

#### **Состав научной аппаратуры орбитального аппарата:**

- Картографическая камера TMC-2 (Terrain Mapping Camera) – система из трех отдельных телескопических камер с пространственным разрешением 5 м в полосе шириной 20 км для создания трехмерной модели лунной поверхности, изучения геологии и минералогии;
- Двухчастотный радиолокатор с синтезированием апертуры DFSAR (Dual Frequency Synthetic Aperture Radar) – радар L- и S-диапазонов для картирования полярных регионов с разрешением от 2 до 75 м, зондирования верхнего пятиметрового слоя лунной поверхности, измерения толщины реголита и его распределения и оценки количества льда в грунте;
- Видовой ИК-спектрометр IIRS (Imaging IR Spectrometer) для глобального картирования минерального состава Луны и летучих компонентов, включая подтверждение наличия льда. Прибор работает в спектральном диапазоне 0.8–5.0 мкм, имея спектральное разрешение 20 нм (256 каналов) и пространственное разрешение 80 м;
- Спектрометр мягкого рентгеновского излучения CLASS (Chandrayaan Large Area Soft X-ray Spectrometer) для картирования элементного состава лунной поверхности (Na, Mg, Al, Si, Ca, Ti, Fe) по рентгенофлуоресцентному спектру с разрешением 12.5 км;
- Солнечный рентгеновский монитор XSM (X-ray Solar Monitor) – вспомогательный инструмент, измеряющий спектр приходящего солнечного рентгеновского излучения в диапазоне 1–15 кэВ для интерпретации данных CLASS;
- Анализатор состава атмосферы CHACE-2 (Chandra's Atmospheric Composition Explorer) – квадрупольный масс-спектрометр для регистрации компонентов нейтральной экзосферы Луны;

#### **Перелет**

##### **«Чандраяана» к Луне**

24 июля в 09:22 UTC в четвертом апогее двигатель был включен на 48 секунд, чтобы поднять перигей до 230 км и обезопасить аппарат от воздействия земной атмосферы.

25 июля в 19:38 UTC в шестом перигее был проведен первый разгонный маневр продолжительностью 883 сек. Новая орбита имела перигей 251 км и апогей 54 829 км.

Третий маневр начался еще через пять витков, 29 июля в 09:42 UTC. Двигатель был включен на 989 сек, орбита поднялась до 276х71 792 км, период обращения достиг одних суток.

Четвертое включение 2 августа в 09:57 UTC продолжалось 646 сек, была получена орбита 277х89 472 км. После этого, 3 августа, с помощью бортовой камеры LI4 состоялась съемка Земли вблизи перигея.

Пятый импульс был выдан 6 августа в 09:34 UTC по окончании 18-го витка. Двигатель проработал 1041 сек и поднял орбиту до 276х14 2975 км.

Шестой маневр имел в плане полета отдельное название – Trans Lunar Insertion (TLI), то есть старт к Луне. По существу, однако, это был еще один разгонный импульс, выданный в 21-м перигее 13 августа в 20:51 UTC. Двигатель отработал 1203 сек и довел апогей примерно до 413 600 км, что и обеспечило перелет к Луне и сближение с ней.



Лэндер и орбитальный аппарат (внизу)







Центр управления полетом «Чандраяна-2» во время коррекции орбиты

• Двухчастотный радиозонд DFRS (Dual-frequency Radio Science) для просвечивания лунной ионосферы на частотах 8496 и 2240 МГц.

Камера высокого разрешения OHRC (Orbiter High-Resolution Camera) является обеспечивающим прибором для разведки расчетного района посадки, имея пространственное разрешение 0.32 м в полосе 3x12 км. Ее снимки, сделанные с двух ракурсов на двух витках, позволят создать цифровую модель местности

и убедиться в отсутствии опасных кратеров или камней. Более того, эти данные будут переданы на борт «Викрама» для управления посадкой. После отделения зонда она может использоваться для научных исследований, правда, в ограниченном объеме из-за невысокой пропускной способности радиоканала передачи информации.

**Посадочный аппарат** был создан в Центре космических приложений в Ахмедабаде и получил свое имя в честь основателя индийской космической программы д-ра Викрама Сарабхаи и 100-летнего юбилея со дня его рождения, который отмечался 12 августа 2019 г.

Изделие выполнено в виде четырехугольной усеченной пирамиды с четырьмя посадочными опорами и имеет размеры 2.54x2.0x1.2 м. Солнечные батареи, смонтированные на боковых гранях корпуса, вырабатывают 650 Вт мощности. Запас топлива составляет 845 кг.

Пять посадочных двигателей тягой по 800 Н, установленных на нижней плоскости лэндера, обеспечивают прилунение со скоростью 2 м/с. Восемь двигателей тягой по 50 Н отвечают за ориентацию и стабилизацию. Системы «Викрама» рассчитаны на один лунный день – 14 земных суток.

#### Состав научной аппаратуры посадочного аппарата:

• Набор инструментов RAMBHA (Radio Anatomy of Moon Bound Hypersensitive Ionosphere and Atmosphere) для изучения плазменной среды Луны для измерения температуры и плотности электронной плазмы и ее временного поведения, включающий зонд Лэнгмюра LP и ответчик двухчастотного радиоэксперимента DFRS;

• Прибор для термофизических исследований поверхности ChaSTE



Орбитальный аппарат



Посадочный аппарат



**Разработчиками научной аппаратуры комплекса «Чандраяан-2» являются:**

- **Спутниковый центр имени У.Р. Рао в Бангалоре: CLASS**
- **Лаборатория оптико-электронных систем LEOS в Бангалоре: LIBS, ILSA**
- **Центр космических приложений SAC в Ахмедабаде: OHRC, TMC-2, DFSAR, IIRS**
- **Лаборатория физических исследований PRL в Ахмедабаде: XSM, APXS**
- **Лаборатория космической физики SPL в Тируванантхапураме: CHACE-2, ChaSTE, DFRS, LP**

(Chandra's Surface Thermophysical Experiment) – погружаемый тепловой зонд для получения температурного профиля поверхности до глубины 10 см и измерения теплопроводности грунта;

- **Сейсмометр ILSA (Instrument for Lunar Seismic Activity)** – трехкомпонентный измеритель колебаний на MEMS-датчиках для регистрации лунотрясений.

Дополнительно, по просьбе NASA, на «Викрам» установлена небольшая панель из восьми лазерных отражателей LRA, рассчитанная на наблюдения с окололунной орбиты.

**Рover «Прагьян»** (на санскрите – «мудрость») представляет собой миниатюрный шестиколесный аппарат массой 26 кг и размерами 0.90x0.75x0.85 м. Основные системы расположены в плоском горизонтальном корпусе с подогревом. Над ним возвышаются штанга с антенной и две

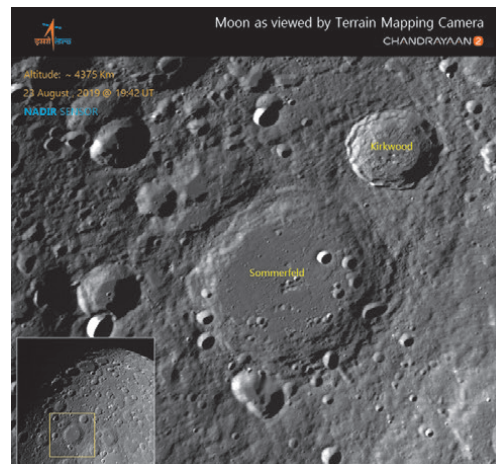
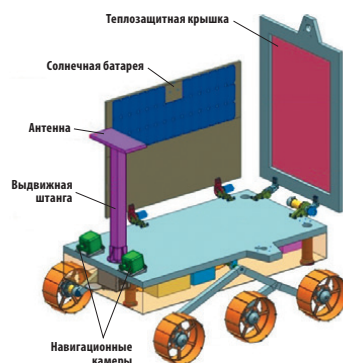
подвижные панели – термокрышка и солнечная батарея. Две навигационные камеры обеспечивают обзор по трассе движения. Максимальная скорость лунохода составляет 1 см/с, ресурс хода – 500 метров.

#### **Состав научной аппаратуры лунохода:**

- **Лазерный спектрометр LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscope)** – прибор для дистанционного определения элементного состава лунных пород, основанного на «обстреле» их лазером высокой мощности и регистрации излучения полученной плазмы;

- **Альфа-рентгеновский спектрометр APXS (Alpha Particle X-ray Spectroscope)** для контактного определения элементного состава поверхностных образцов лунного грунта по рентгеновской флуоресценции (Na, Mg, Al, Si, Ca, Ti, Fe и малые компоненты: Sr, Yt, Zr). Радионуклидный источник для APXS на изотопе кюрий-244 поставлен российским НИИ атомных реакторов в Димитровграде.

Рover должен сойти на поверхность Луны через четыре часа после



посадки и через 15 минут передать первые данные и снимки. За первый лунный день он удалится от лэндера на 150–200 метров, исследуя лунный грунт и камни. Луноход имеет связь с посадочным аппаратом, но не зависит от него, так как может передавать информацию и через орбитальный аппарат.

По окончании лунного дня, то есть через 14 земных суток, «Прагьян» будет погружен «в сон». Разработчики надеются, что он сумеет «проснуться» после лунной ночи, зарядит аккумуляторную батарею и продолжит работу на поверхности, хотя в базовый план экспедиции это не заложено.

Управление «Чандраяаном» осуществляет центр Командно-теlemetryческого комплекса ISTRAC в Бангалоре с использованием антенн Станции дальней космической связи Бьялалу. Средства дальней космической связи NASA привлечены на коммерческой основе для баллистико-навигационного обеспечения. ■



Председатель ISRO д-р Сиван на пресс-конференции демонстрирует процесс расстыковки посадочного и орбитального аппаратов



# «ГИПЕРБОЛА» – ПЕРВЫЙ УСПЕХ КИТАЙСКОГО «ЧАСТНИКА»

Павел ПАВЕЛЬЦЕВ

КИТАЙ СТУПИЛ НА ТРОПУ ЧАСТНОЙ КОСМОНАВТИКИ. ВПЕРВЫЕ ЛЕГКАЯ РАКЕТА-НОСИТЕЛЬ «ШУАНЦЮЙСЯНЬ-1», РАЗРАБОТАННАЯ И ИЗГОТОВЛЕННАЯ НЕГОСУДАРСТВЕННОЙ ПЕКИНСКОЙ КОСМИЧЕСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОМПАНИЕЙ «СИНЦЗИ ЖУНЬЯО», ВЫВЕЛА НА ОРБИТУ СПУТНИКИ. РАНЕЕ ДВУМ КОНКУРЕНТАМ ЭТОЙ ФИРМЫ – LANDSPACE И ONESPACE – ДОВОЛЕЛОСЬ ИСПИТЬ ГОРЬКУЮ ЧАШУ НЕУДАЧ.

25 июля в 13:00 по пекинскому времени (05:00 UTC) в Центре космических запусков Цзюцюань состоялся успешный пуск легкого носителя «Шуанцзюйсянь-1» («Гипербола-1», 双曲线一号, SQX-1). На низкую околоземную орбиту наклонением 42,7° и высотой 280×299 км успешно выведены два микро- и наноспутника. На последней ступени ракеты остались три неотделяемых полезных груза и два коммерческих объекта в честь спонсоров старта.

Ракета «Шуанцзюйсянь-1» Пекинской космической научно-технической компании «Синцзи жуньяо» (товарная марка i-SPACE) стала первым китайским носителем частной разработки, достигшим орбиты. Два ее конкурента уже успели испить чашу неудач: 27 октября 2018 г. таковая постигла ракету «Чжуцзюэ-1» фирмы LandSpace, а 27 марта 2019 г. случилась авария с изделием OS-M компании OneSpace. К команде разработчиков «Синцзи жуньяо», которая базируется в пекинском районе Ичжуан и насчитывает около 120 сотрудников, успех пришел с первой попытки.

SQX-1 – легкий четырехступенчатый носитель со стартовой массой 31 т

и заявленной грузоподъемностью 280 кг на круговую орбиту наклонением 42° и высотой 300 км либо 200 кг на солнечно-синхронную орбиту высотой 500 км. Три ступени ракеты твердотопливные, четвертая – жидкостная. Общая длина изделия – 20,8 м.

Первая ступень имеет диаметр 1,4 м, у последующих ступеней он составляет 1,2 м. На хвостовом отсеке первой ступени установлены четыре решетчатых стабилизатора, которые используются для управления полетом на атмосферном участке совместно с ЖРД реактивной системы

## Циклограмма пуска

| Время от старта, сек | Событие                    |
|----------------------|----------------------------|
| 0                    | Старт                      |
| 93                   | Отделение 1-й ступени      |
| 158                  | Отделение 2-й ступени      |
| 224                  | Отделение 3-й ступени      |
| 230                  | Запуск ЖРД 4-й ступени     |
| 869                  | Выключение ЖРД 4-й ступени |
| 874                  | Отделение первого КА       |
| 880                  | Отделение второго КА       |
| 1088                 | Увод 4-й ступени           |

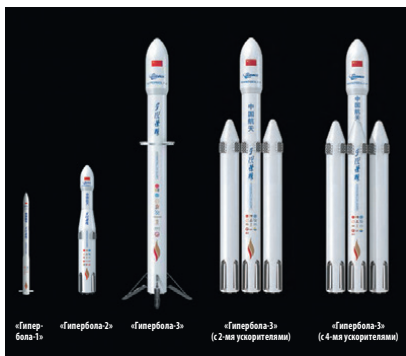
## Данные носителя SQX-1

| Параметр                      | 1-я ступень                  | 2-я ступень | 3-я ступень | 4-я ступень |
|-------------------------------|------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Диаметр, мм                   | 1400                         | 1200        | 1200        | 1200        |
| Длина, мм                     | 7415                         | 6871        | 2793        | 3771        |
| Топливный заряд, кг           | 14356                        | 8776        | 2618        | 750         |
| Топливо                       | Четырехкомпонентное твердое* |             |             | Жидкое**    |
| Тяга, кН                      | 555                          | 390         | 120         | 3           |
| Удельный импульс, кгс/кг-сек  | 245                          | 280         | 283         | 290         |
| Продолжительность работы, сек | 62                           | 62          | 61          | 639         |

\* Перхлорат аммония, связующее НТРВ, нитрамин, алюминиевый порошок.

\*\* Смесь окислов азота и монометилгидразин.





До конца 2020 г. «Синци жунъяо» рассчитывает провести еще пять пусков РН «Шуанцзюйсянь-1». Дальнейшие ее планы лежат в сфере создания жидкостных ракет большей грузоподъемности.

ступени и один – на второй ступени носителя «Шуанцзюйсянь-2». Носитель со стартовой массой 90 т должен будет выводить до 1500 кг на низкую орбиту или 1000 кг на солнечно-синхронную. Первый пуск планируется на 2021 г.

**До конца 2020 г. «Синци жунъяо» рассчитывает провести еще пять пусков ракеты-носителя «Шуанцзюйсянь-1». Дальнейшие ее планы лежат в сфере создания жидкостных ракет большей грузоподъемности.**

управления. Заявленная продолжительность производственного цикла – шесть месяцев, технической подготовки к пуску – не более пяти суток. Старт выполняется с пускового стола простейшей конструкции, на которую носитель устанавливается краном.

Пуску 25 июля предшествовали два летных испытания ракет меньшего размера. 5 апреля 2018 г. на острове Хайнань был дан старт изделию SQX-1S, которое набрало скорость 1200 м/с и достигло высоты 108 км. 5 сентября 2018 г. на Цзюцюане состоялся суборбитальный пуск ракеты SQX-1Z, в ходе которого были достигнуты скорость 1600 м/с и высота 175 км.

Подготовка к орбитальному пуску началась 6 июля после доставки носителя в Цзюцюань. Данный экземпляр за номером Y1 имел также «спонсорское» наименование «Чанъань Ошан» (长安欧尚号) в честь нового модельного ряда автомобилей завода «Чанъань» в Чунцине. На последней ступени носителя была даже установлена небольшая модель кроссовера X7, который поступит в продажу в ноябре 2019 г.

В первой половине 2019 г. на фирме были выполнены 200-секундные стендовые огневые испытания кислородно-метанового двигателя «Цзяодянь-1» тягой 15 тс и удельным импульсом 275 сек на уровне моря и 355 сек в космосе. Девять таких ЖРД, дросселируемых в пределах от 50 до 105 % номинальной тяги, будут установлены на возвращаемой первой

Ракета «Шуанцзюйсянь-3», внешне очень напоминающая американскую Falcon 9 и тоже с возвращаемой первой ступенью, будет создана на базе вновь разрабатываемого двигателя «Цзяодянь-2» тягой 100 тс. Первый пуск планируется сейчас на 2023 г. Помимо базового варианта, предлагаются тяжелые версии с тремя и пятью блоками первой ступени.



Перегрузка ракеты-носителя SQX-1



## СПУТНИКИ И МАШИНКИ

Стратегическое командование США по итогам пуска обнаружило лишь один объект, который был идентифицирован радиолюбителями как спутник BP-1B. Довольно быстро снижаясь под действием аэродинамического торможения в верхних слоях атмосферы, он передал последнюю информацию 6 августа и в этот же день сошел с орбиты.

Между тем официально сообщалось, что в первом орбитальном пуске SQX-1 были выведены два аппарата с общей задачей подтверждения технических характеристик. Первый из них был описан как «спутник-аэростат» (气球卫星, циюэуэйсин), но единственное, что о нем достоверно известно, помимо названия, – это имя «автора»: Компания космического проектирования и разработок (г. Ухань провинции Хубэй) при 2-й исследовательской академии Китайской корпорации космической науки и промышленности CASIC. В то же время, учитывая грузоподъемность ракеты и микроскопические размеры попутчиков, именно его следует считать главным запущенным объектом.

В апреле 2018 г., представляя Компанию космического проектирования и разработок, китайские СМИ сообщали, что она займется созданием ряда космических систем (например, «Хунъюнь» для низкоорбитально-

го Интернета), малых КА «быстрого реагирования», микро- и наноспутников, а также некоего «нового космического транспортного средства». Изображение последнего было опубликовано и вполне узнаваемо: это явный клон надувного тормозного устройства, созданного в самом конце XX века российским НПО имени С.А.Лавочкина для защиты спускаемых с орбиты объектов.

Напрашивается предположение, что «спутник-аэростат», стартовавший 25 июля, как раз и представляет собой подобное устройство или его прототип. С учетом опубликованной циклограммы и трассы выведения наклонение  $42.7^\circ$  можно предположить, что четвертая ступень свела себя с орбиты вскоре после отделения обоих КА, а «аэростат» обращался по орбите в течение еще одного-двух витков, после чего, еще до его обнаружения американскими средствами, выполнил самостоятельный сход с попыткой посадки на территории Китая. На орбите же остался только BP-1B, как и наблюдалось в реальности.

Второй КА имеет официальное название «Бэйлигун-1» (北理工一号), техническое обозначение BP-1B и радиолюбительский позывной CAS-7B. Его имя и обозначения напоминают читателю, что спутник создан в Пекинском политехническом университете под руководством профессора Чжан



Спутник «Бэйлигун-1» с надувной оболочкой

435.715 МГц, передатчик – 435.690 МГц, приемник – 145.900 МГц. Расчетный срок баллистического существования КА составлял от 7 до 10 суток, фактически BP-1B отлетал 11 суток.

Неотделяемая полезная нагрузка «Синшидай-6» (星时代-6, буквально – «Звездная эпоха») изготовлена в рамках программы спутниковой системы с элементами искусственного интеллекта третьего поколения силами Чэндуской космической научно-технической компании «Госин» и Исследовательской академии космической техники Университета электронной техники. Ее второе имя – «Чжибо дицю» (直播地球号, «Живая Земля»).

Ранее в рамках этой программы были запущены два изделия по суборбитальной траектории (CDGX-1 и TFJR-1 – 5 сентября 2018 г. на ракете SQX-1Z), экспериментальный спутник TY1-03, или «Синхэ» (29 октября 2018 г.), и спутник «Синшидай-2» (7 декабря 2018 г.). Сообщается, что новое изделие, характеристики которого улучшены в несколько раз по сравнению со вторым поколением, «успешно прошло испытания в условиях космической среды». Перспективные планы предусматривают развертывание группировки, включающей 192 малых спутника в 24 орбитальных плоскостях для оптической и радиолокационной съемки с разрешением 5 м, 1 м и 0.5 м.

**Изображение было опубликовано и вполне узнаваемо: это явный клон надувного тормозного устройства, созданного в самом конце XX века российским НПО имени С. А. Лавочкина для защиты спускаемых с орбиты объектов.**



Макет китайского надувного тормозного устройства

Сяоминя (张晓敏) совместно с Ланьчжоуским космическим институтом технической физики и Китайской организацией радиолюбительских спутников CAMSAT. Аппарат основан на кубсате формата 1.5U, на одной из боковых граней которого смонтированы устройство надувания и надувная оболочка, играющая роль стабилизирующего устройства. При старте изделие имеет габариты 263x140x105 мм, диаметр оболочки в рабочем состоянии составляет 500 мм, а масса всего спутника – 3 кг.

Электропитание аппарата основано на фотоэлементах на гранях корпуса. Бортовой радиокомплекс КА работает на любительских частотах УКВ-диапазона: радиомаяк –





Неотделяемая  
полезная нагрузка  
NECATE-1

Неотделяемая полезная нагрузка NECATE-1, она же «Вэйлай синьсин» (未来新星, «Новая звезда будущего»), была сделана Пекинской космической технической компанией «Линчжун» по заказу Центрального телевидения Китая.

Неотделяемая полезная нагрузка Cube-X1, или «Сигуа чуанкэ» (西瓜创客), принадлежит Ханчжоуской информационной технической компании «Сяньинь» и запущена в рамках

проекта онлайн-платформы Xiguacity по обучению детей программированию. Консультантами при создании Cube-X1 выступили представители фирм «Линчжун» и «Госин» Лань Лидун и Ван Вэй. Изделие выполнено в виде кубсата размером 1U и посвящено 42-й годовщине запуска американских межзвездных зондов Voyager – с соответствующей картинкой на одной из внешних граней куба. На двух дру-

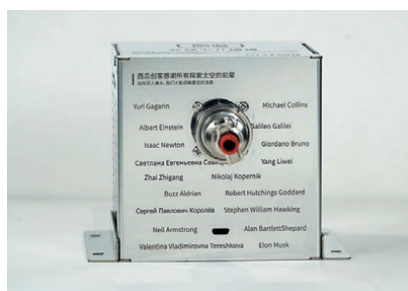


Космическая реклама вина  
«Итань хаоцзю». Всего 299 юаней

На двух гранях аппарата перечислены участники проекта и нанесены имена и фамилии выдающихся деятелей мировой науки и космонавтики (среди них – С.П. Королёв, Юрий Гагарин, Валентина Терешкова и Светлана Савицкая).



Неотделяемый Cube-X1  
с расписными гранями



гих гранях перечислены участники проекта и нанесены имена и фамилии выдающихся деятелей мировой науки и космонавтики (среди них – С.П. Королёв, Юрий Гагарин, Валентина Терешкова и Светлана Савицкая). Бортовая аппаратура Cube-X1 предназначена для регистрации и сброса через телеметрическую систему ракеты параметров, характеризующих условия выведения на орбиту.

Коммерческие памятные объекты были предоставлены автозаводом «Чанъань» и производителем вин «Цзинъюфу». Была ли на борту помимо модели автомашины X7 подлинная бутылка «Итань хаоцзю» – осталось тайной. ■



А вот и модель кроссовера  
«Чанъань Ошан» X7



Игорь ЧЁРНЫЙ

# КТО НЕ СКАЧЕТ, ТОТ НЕ МАСК



**25 ИЮЛЯ НА ПОЛИГОНЕ SPACEX В ЮЖНОМ ТЕХАСЕ СОСТОЯЛСЯ ПЕРВЫЙ ПОДСКОК ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ДЕМОНСТРАТОРА STARNHOPPER, СОЗДАННОГО ДЛЯ ОТРАБОТКИ НЕКОТОРЫХ РЕШЕНИЙ СВЕРХТЯЖЕЛОГО КОСМИЧЕСКОГО МОНОСТРА SUPERHEAVY – STARSHIP.**

## НЕМНОГО ИСТОРИИ

В декабре 2018 г. компания Илона Маска объявила о начале постройки изделия для обширной программы тестирования «новейшего многоразового носителя, призванного сделать человечество мультипланетарным видом» (РК № 3, 2019, с.56-59). «Ракету для летных испытаний звездолета» (Starship test flight rocket), «Прыгуна-испытателя» (Test Hopper), «Звездолетного прыгуна» (Starship Hopper), или просто «Звездного прыгуна» (Starhopper), собирали из крупногабаритных деталей на открытой площадке, принадлежащей компании SpaceX, в 3 км от Бока-Чика (нет, не всемирно известного пляжа в Доминикане, а небольшого поселка недалеко от города Браунсвилл, штат Техас).

Через шесть недель был готов корпус диаметром 9 м и общей высотой 39 м, состоящий из короткого цилиндрического основания на ножках-опорах и длинного аэродинамического обтекателя. Непосвященному

наблюдателю со стороны казалось, что сооружается большая водонапорная башня затейливой формы. В конце января 2019 г. сильный ветер повалил и смял обтекатель, в результате чего специалисты SpaceX решили провести короткие подлеты только одного основания (главной задачей была проверка двигателя и системы управления).

С середины января до начала марта в «водонапорной башне» монтировали емкости для компонентов топлива. Параллельно полным ходом шли стендовые испытания новых мощных двигателей Raptor («Хищник»), предназначенных для установки на обеих ступенях системы «Суперхэви» – «Старшип» и на демонстраторе «Стархоппер». Серийный выпуск этого однокамерного изделия, построенного по замкнутой схеме «газ-газ» с полной газификацией окислителя (жидкий кислород) и горючего (сжиженный метан), с высоким давлением в камере сгорания и тягой около

200 тс, был налажен на предприятии в Хоторне, Калифорния.

Первоначально предполагалось, что полеты сразу же пойдут «в полной комплектации» – с тремя установленными двигателями, что позволяло проверить их на динамическую устойчивость при взаимодействии струй, истекающих сразу из трех сопел. Однако в последний момент решено было остановиться пока на одном «Хищнике». Сначала планировалось, что летные испытания «прыгуна» будут проходить на высоте порядка 5 км, но позже решили стартовать гораздо скромнее.

В феврале 2019 г. после тестирования на техасском полигоне SpaceX в Мак-Грегоре первый двигатель с серийным номером 1 разобрали для анализа и «каннибализировали» на запчасти. Второй после прожигов привезли в Бока-Чика и поставили на «Стархоппер» для наземных огневых испытаний в составе [почти] летного изделия.



В начале апреля прошли два коротких включения «Хищника» с подъемом (всего на несколько сантиметров) аппарата, который для безопасности удерживался тросом. В сообщениях для СМИ компания SpaceX не акцентировала внимание на «полете», назвав происшедшее «стендовым огневым испытанием» (Static Fire Test). После этого № 2, как и последовавший за ним № 3, разобрали «для анализа» и утилизировали.

По мере проверок с участием двигателя к ракете добавили сопла системы ориентации, амортизаторы для посадочных опор и быстроразъемные соединения для кабелей и трубопроводов. Для предстоящих прыжковых испытаний предназначался двигатель «Хищник» № 4, но после обнаружения проблем на стенде его использовали лишь для проверки системы управления вектором тяги.

Двигатель № 5 «сгорел на работе» в Мак-Грегоре: уже через две секунды после включения он получил такие повреждения, что восстановлению не подлежал. Этот инцидент был учтен в программе испытаний двигателя № 6: два включения продолжительностью 20 сек и 10 сек на стенде в Мак-Грегоре прошли штатно. Третье продолжалось 50 сек и завершилось плавным остановом. Вскоре испытания продолжились, и двигатель проработал еще 65 сек. В пятом тесте № 6 непрерывно работал 85 сек, после чего его надежность была признана достаточной для установки на «Стархоппер».

Успех испытаний говорил об устранении проблемы неустойчивости горения, о чем некоторое время назад писал сам Маск. В последние пару месяцев команде его двигателей пришлось интенсивно потрудиться, чтобы подтвердить работоспособность единственного в мире серийного двигателя, выполненного по схеме «газ-газ». Вопрос контролировал лично глава фирмы, что, вероятно, сильно мотивировало испытателей, которые боролись за то, чтобы каждый экземпляр «Хищника» наработал от 50 сек до 100 сек. По рассказам людей, лично знающих Маска, он стремится выжать максимум из каждого теста, из-за чего сгорели уже пять движков.

С точки зрения современного подхода, программа испытаний была чрезмерно напряженной и экономически неэффективной, но вместе с тем дала результат: шестой двига-



Монтаж двигателя «Рэптор»

Первоначально предполагалось, что полеты сразу же пойдут «в полной комплектации» – с тремя установленными двигателями, что позволяло проверить их на динамическую устойчивость при взаимодействии струй, истекающих сразу из трех сопел. Однако в последний момент решено было остановиться пока на одном «Хищнике».







Момент подскока «Стархоппера»

тель успешно прошел все прожиги и в конце концов был готов к самостоятельному полету «Стархоппера». По деньгам такой подход дороже, но здорово экономит время. Впрочем, не исключено, что, прежде чем будет достигнута летная готовность, еще не один «Хищник» придется утилизировать прямо со стенда.

предприняли попытку «холостого прожига» – традиционного для SpaceX стендового огневого испытания.

14 июля «Суперкузнечик» заправили – эта процедура заняла несколько часов, а затем провели два испытания газогенераторов. Надо учесть непростую схему запуска двигателя схемы «газ-газ»: сначала включают-

датель. Грохот работающего «Хищника» создал полную иллюзию взрыва. На ютуб-видео наметились два очага горения: один – на самом аппарате, второй – на стартовой площадке. Вероятно, вспыхнули пары метана, разлитого при запуске, взметнув пламя, закрывшее «водонапорную башню» до самого верха. Сработала система пожаротушения. Когда огонь исчез, аппарат продолжал стоять целым и почти невредимым – помогли противопожарные мероприятия и мгновенное отключение двигателя.

Детальные снимки, ставшие доступными через некоторое время, показали лишь незначительные повреждения внешних элементов конструкции. Не так страшен черт, как его малюют: пламя представлялось ужасным лишь на экране, но не причинило вреда «суперкузнечнику», собранному по технологии, свойственной более судостроению, чем ракетно-космической промышленности.

Первую попытку самостоятельно подняться над землей, предпринятую 24 июля, пришлось прервать из-за технических неполадок в двигателе. Маск через твиттер сообщил: загвоздка связана «со слишком высоким давлением в камере сгорания, поскольку компоненты топлива (жидкий кислород и сжиженный метан) оказались холоднее необходимого». Тем временем через сутки все «срослось».

Старт состоялся поздно вечером 25 июля. Во всполохах пламени и в клубах густого дыма «Стархоппер» поднялся в воздух, завис и... опустился. Честно говоря, на видео можно было разглядеть лишь закругленную вершину аппарата, на некоторое время появившуюся над шапкой дыма, да еще смещение места посадки относительно места старта. Это единственные факты, подтверждающие полет, продолжавшийся не более 10–15 секунд. Позднее Маск порадовал зрителей короткими роликами, в том числе снятыми с квадрокоптера. Да, полет был! Общее время работы двигателя составило 22 секунды.

## ПРОДОЛЖЕНИЕ СЛЕДУЕТ

«Стархоппер» – не единственный демонстратор системы, которую строит SpaceX: вскоре должны появиться прототипы «Старшип» MkI и MkII для высотных полетов. 19 июля Маск сообщил, что их пуски состоятся в ближайшие два-три месяца. А через несколько месяцев после первых испытаний

**Во всполохах пламени и в клубах густого дыма «Стархоппер» поднялся в воздух, завис и... опустился. На видео можно было разглядеть лишь закругленную вершину аппарата, на некоторое время появившуюся над шапкой дыма, да еще смещение места посадки относительно места старта.**

В июне Федеральная авиационная администрация FAA (Federal Aviation Administration) выдала компании SpaceX годичное экспериментальное разрешение на полеты «Стархоппера» в Бока-Чика, включая наземные предполетные и послеполетные операции.

Подскок состоялся далеко не с первого раза. Еще 12 июля инженеры провели тест системы управления вектором тяги, а через двое суток

ся газогенераторы, которые должны синхронно выйти на определенный режим. Если этого не происходит, то в лучшем случае тяга окажется ниже необходимой, а в худшем возможно нерасчетное «пушечное» включение двигателя либо останов или даже повреждение матчасти.

16 июля прожиг превратился в огневое шоу. Сразу после команды «зажигание» пламя охватило «Стархоппер», скрыв его от взоров наблю-



«Стархоппер» сразу после посадки



возможно выполнение и орбитальных полетов (весьма смело). При этом тесты «Стархопера» продолжатся.

Между тем SpaceX планирует коммерческий пуск своего суперносителя уже на 2021 г., с доставкой на орбиту спутника связи. В конце июня вице-президент компании по коммерческим продажам Джонатан Хофеллер сообщил: «Мы ведем переговоры с тремя разными заказчиками, речь уже идет о первой миссии. Это все телекоммуникационные компании». По его информации, система «Суперхэви» – «Старшип» будет способна доставить на геопереходную орбиту 20 т полезной нагрузки, а на низкую орбиту – более 100 т.

До начала коммерческой эксплуатации SpaceX хочет выполнить несколько испытательных полетов, в ходе которых система должна продемонстрировать надежность, сняв опасения потенциальных заказчиков и страховых компаний. В перспективе, как неоднократно заявлял Маск, носитель должен заменить традиционные ракеты фирмы.

Вместе с тем SpaceX не намерена спешить с переводом заказчиков со старых систем на новые. «Falcon 9 и Falcon Heavy будут существовать до тех пор, пока на них есть спрос, – предупредил Хофеллер. – Но будет здорово, если они устареют от того, что появился более привлекательный продукт по более выгодной цене».

В настоящее время SpaceX ввела практику постоянных скидок на пуски Falcon 9 с повторно используемыми первыми ступенями. Еще в 2018 г. Маск сообщал, что прайс на такие пуски составит примерно 50 млн \$ вместо 62 млн \$, и снижение цен продолжится. Хофеллер подтвердил, что с появлением полностью многоразовой системы цены продолжат падать. На сегодня компания уже трижды использовала одну и ту же первую ступень Falcon 9 Block 5, которая теоретически рассчитана на десятикратное использование.

По мнению вице-президента SpaceX, полная многоразовость открывает перед заказчиками новые перспективы. «В принципе есть возможность забрать спутник с орбиты и вернуть его на Землю... – посулил Хофеллер. – Это будет похоже на использование грузового отсека шаттлов». Правда, пока не ясно, для чего это может понадобиться. Тем не менее компания готова предложить эту опцию

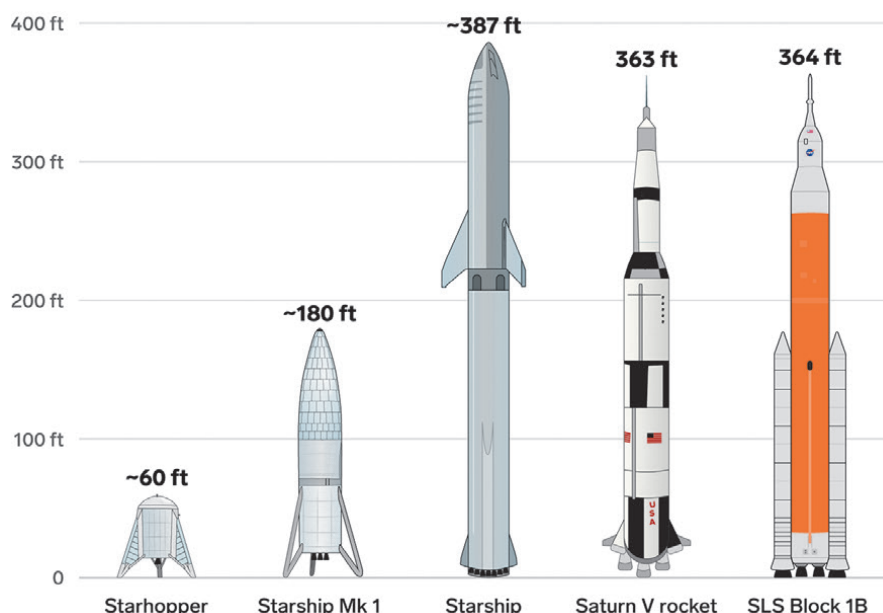
Некоторое время назад изучалась возможность создания полностью многоразового варианта Falcon 9, однако SpaceX столкнулся с техническими трудностями спасения второй ступени: их разрешение требовало затрат массы, которую пришлось бы забрать у полезной нагрузки.

клиентам, чтобы те сами распорядились новыми возможностями.

Подробности о ходе разработки прототипов и кое-каких конструктивных особенностях Маск в последнее время сообщает читателям в ходе диалога в своем твиттере. Из крупных новостей: на «Звездолете» не будет обещанного год назад стального теплового экрана с транспирационным охлаждением, планируется вернуться к идее керамической защиты типа

первой ступени и шесть – на второй. Суммарная стартовая тяга системы превысит 7000 тс, тем самым сделав ее самой мощной из существующих и проектируемых. Она будет вдвое мощнее «Сатурна-5» – наиболее крупной из ракет-носителей, долетевших до орбиты, а также мощнее создаваемой сверхтяжелой SLS.

Стоит заметить, что планы в отношении прототипов и штатной системы меняются постоянно. Быстрая смена



До начала коммерческой эксплуатации новой системы SpaceX планирует выполнить несколько испытательных полетов, в ходе которых она должна продемонстрировать надежность, сняв опасения потенциальных заказчиков и страховых компаний.

шаттловской. По утверждению главы SpaceX, ее толщина и масса будут меньше, поскольку защищать стальной корпус проще. Смена концепции может указывать, что разработчики столкнулись с дефицитом массы либо с техническими проблемами по проектированию и отработке транспирационного охлаждения.

А 21 июля Маск сообщил в твиттере, что система будет оснащена двигателями «Хищник» числом 41 (вместо ранее предлагавшихся 37): 35 – на

концепций и планов – характерная черта SpaceX, так что окончательный облик, скорее всего, еще не определен и будет заметно отличаться от того, что мы видели на слайдах и стройплощадках в Бока-Чика и Кокони-Бич. В частности, Маск недавно сообщил, что в конструкцию хвостового оперения, которое одновременно служит посадочными опорами, вносятся изменения. Нам остается лишь ждать презентации очередной, четвертой по счету, итерации проекта. ■





# ЕВРОПА ОСТАЛАСЬ БЕЗ НАВИГАЦИИ

**ЕВРОПЕЙСКАЯ СПУТНИКОВАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА GALILEO НЕ РАБОТАЛА В ИЮЛЕ В ТЕЧЕНИЕ 11 СУТОК. В ИСТОРИИ ПОДОБНЫХ СИСТЕМ ТАКОГО ПРЕЦЕДЕНТА ЕЩЕ НЕ БЫЛО.**

Павел ПАВЕЛЬЦЕВ

Нештатная ситуация была зафиксирована 11 июля в 01:00 UTC, однако Европейский центр услуг глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) выпустил предупреждение для пользователей только в 14:45, спустя почти 14 часов после ЧП. В сообщении говорилось, что пользователи «могут

с 01:50 предыдущего дня и на неопределенный срок. Всем спутникам системы был присвоен статус «непригоден к использованию», что повлекло исключение обработки и использования их сигналов при определении местоположения мультисистемными навигационными приемниками пользователей. Приемники, берущие сигнал только от спутников Galileo, пере-

суточную работу оперативных групп, система была полностью недоступна в течение недели. 18 июля пользователей уведомили о возобновлении обслуживания с 20:52 предыдущего дня, но с оговоркой о возможной нестабильности работы. И лишь 22 июля потребители заверили, что с 17:00 UTC работа системы возобновлена в полном объеме.

**Несмотря на срочное формирование аварийной комиссии и круглосуточную работу оперативных групп, система была полностью недоступна в течение недели.**

столкнуться с деградацией услуг» на всех спутниках Galileo в форме отсутствия сигналов или несоответствия параметров, зафиксированным в документах на систему, и что использовать их можно лишь «на свой страх и риск».

Двое суток спустя, 13 июля в 20:15, Центр сообщил о прекращении обслуживания пользователей начиная

стали функционировать полностью. Единственным сервисом, который не затронула авария, стала автономная система ретрансляции аварийных сигналов поиска и спасения, аппаратура которой стоит на спутниках Galileo в качестве попутного груза.

Несмотря на срочное формирование аварийной комиссии и кругло-

## В ЧЕМ ЖЕ ПРИЧИНА?

Европейское агентство ГНСС сообщило 14 июля, что причиной глобального отказа явился инцидент с наземной инфраструктурой Galileo, но от разъяснений по существу воздержалось. Сетевое издание [insidengnss.com](http://insidengnss.com) еще до этого сообщило, что проблема связана с комплексом точного времени системы, расположенным в Фучино (Италия). Этот объект, имеющий в своем составе несколько цезиевых и один водородный стандарты частоты, играет роль центрального синхрони-



затора системы и формирует ее шкалу времени – системное время Galileo GST. К этой шкале привязываются эфемериды – данные об орбитах, которые загружаются на каждый из аппаратов и затем передаются пользователям для расчета точного положения спутника, – а также сами навигационные сигналы. И хотя бортовые «часы» довольно точны и позволяют передавать качественный навигационный сигнал в течение нескольких недель, обновления эфемерид необходимо делать более часто. Не получая их вовремя, спутники сами выставляют «флажок» негодного сигнала.

Такой объект, безусловно, должен иметь надежное резервирование, и у станции Фучино оно было – аналогичный центр находится в Германии. Факты, однако, говорят, что наличие резервного центра не спасло ситуацию. По неподтвержденной информации, причиной инцидента стала ошибка во время обновления программного обеспечения. Что характерно, два сбоя Galileo намного меньшей продолжительности, имевшие место ранее, также были вызваны проблемами с комплексом точного времени.

Наблюдатели с тревогой отмечают не только сам факт длительного сбоя, но и то, что предприятия и организации, которым поручена эксплуатация критически важной европейской системы координатно-временного обеспечения, не демонстрируют необходимой степени ответственности. В этой области Galileo явно проигрывает конкурентам в лице ГЛОНАСС, GPS и «Бэйдоу». За их работу отвечают военные структуры соответствующих стран с высокой степенью дисциплины и го-



Центр управления Galileo в германском Оберпфaffenхофене

**Наблюдатели с тревогой отмечают не только сам факт длительного сбоя, но и то, что предприятия и организации, которым поручена эксплуатация критически важной европейской системы координатно-временного обеспечения, не демонстрируют необходимой степени ответственности.**

товностью выполнять поставленные задачи с полной отдачей сил.

Система Galileo в целом находится на этапе начальной эксплуатации с декабря 2016 г. На 2020 год планируется допуск ее к оказанию полноценных навигационных услуг в глобальном масштабе. Суммарная стоимость программы от начала работ до полной оперативной готовности в 2020 г. оценивается в 10 млрд евро.

Орбитальная группировка Galileo по проекту включает 24 спутника – по восемь в трех плоскостях на орбитах наклонением 56° и высотой 23 222 км. В настоящее время в ней работают

19 КА этапа «полных эксплуатационных возможностей» и три аппарата предыдущего этапа «начальной орбитальной верификации». Еще два спутника в позициях B03 и C05 неисправны и не могут использоваться по назначению. Кроме того, два КА находятся на нерасчетных орбитах, но исправны и в принципе могут быть введены в систему в качестве горячего резерва.

В производстве находятся 12 аппаратов третьей серии, предназначенных для завершения группировки, создания орбитального резерва и замены выходящих из строя спутников. ■



Центр управления Galileo в итальянском Фучини



Виктория КОЛЕСНИЧЕНКО

# TESS: ОСОБЕННОСТИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ОХОТЫ ЗА ЭКЗОПЛАНЕТАМИ



**АМЕРИКАНСКИЙ КОСМИЧЕСКИЙ ТЕЛЕСКОП TESS, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЙ ДЛЯ ПОИСКА ПЛАНЕТ ЗА ПРЕДЕЛАМИ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ, ЗАВЕРШИЛ ОБЗОР ЮЖНОГО НЕБА И УСТРЕМИЛ СВОЙ ВЗОР НА СЕВЕР. ЗА ПЕРВЫЙ ГОД РАБОТЫ ОН ОБНАРУЖИЛ 995 КАНДИДАТОВ В ЭКЗОПЛАНЕТЫ, ИЗ КОТОРЫХ 29 УЖЕ ПОДТВЕРЖДЕНЫ НАБЛЮДЕНИЯМИ НА НАЗЕМНЫХ ТЕЛЕСКОПАХ. ЕСТЬ СРЕДИ НИХ И ТАКИЕ, ЧТО ОЧЕНЬ ПОХОЖИ НА НАШУ ЗЕМЛЮ.**

Обсерватория TESS, разработанная в Массачусеттском технологическом институте, была запущена 18 апреля 2018 г. 25 июля она начала поиски экзопланет. Обзор южной половины неба телескоп завершил 18 июля 2019 г., после чего направил свои камеры на север. Наблюдения северного неба закончатся летом 2020 г.

Как и «Кеплер», TESS ищет новые миры с помощью метода транзитной фотометрии, фиксируя изменения блеска звезды во время прохождения (транзита) планеты перед ней. Отсюда, кстати, и его полное английское название – Transiting Exoplanet Survey Satellite, то есть спутник для обзора транзитных экзопланет.

«Кеплер», и находятся на расстоянии от 30 до 300 световых лет от нас.

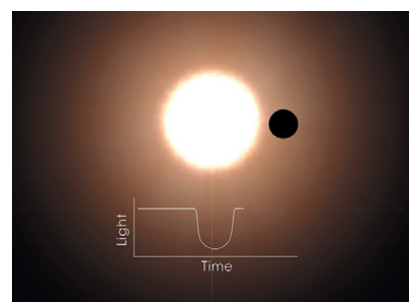
Блеск каждой звезды в рабочей области фиксируется с интервалами в 30 минут, и этого достаточно, так как транзиты, как правило, длятся от 1 до 10 часов. Чтобы стать кандидатом в экзопланеты, «виновник» в спадах яркости звезды должен продемонстрировать как минимум три транзита.

**Предполагается, что по итогам двухлетних наблюдений TESS обнаружит от 500 до 1000 землеподобных планет и более крупных «суперземель», а общее число «экзонаходок», вероятно, превысит 20 тысяч.**

TESS работает на уникально высокой эллиптической орбите с перигеем 108 000 км, апогеем 376 000 км и периодом обращения 13,7 суток. Два витка TESS соответствуют одному обороту Луны вокруг Земли. Это позволяет камерам TESS вести мониторинг звездного неба со стабильной орбиты на протяжении всего расчетного срока работы. Более того, траектория выбрана настолько рационально, а расход топлива настолько мал, что его хватило бы для поддержания рабочей ориентации в течение целого столетия, а то и нескольких. У предшественника TESS по имени «Кеплер» карьера закончилась как раз вследствие истощения этого ресурса.

Арсенал TESS состоит из четырех телескопов-рефракторов с полем зрения  $24 \times 24^\circ$ , оснащенных широкоугольными ПЗС-камерами. Телескопы ведут наблюдение за участком неба площадью  $24 \times 96^\circ$  на протяжении 27 суток, после чего ученые переориентируют аппарат на новый сектор. В целом за два года будет просмотрено 26 секторов: 13 – на южном небе и 13 – на северном, и выполнен первый сплошной осмотр 85% небесной сферы, за исключением полосы шириной  $12^\circ$  вдоль эклиптики.

Телескоп «обращает внимание» на достаточно близкие и яркие звезды спектральных классов F, G, K и M: в среднем объекты TESS в 30–100 раз ярче, чем те, за которыми наблюдал



**Метод транзитной фотометрии для поиска экзопланет**

Среди невидимых спутников звезд как небольшие твердые планеты («силикатные», как говорят ученые), так и газовые гиганты. Основное внимание уделяется первым, поскольку проект нацелен на поиски «близнецов» Земли по размерам, температуре и характеру поверхности.

Целью TESS является выявление большой выборки малых планет, пригодных для последующих, более детальных наблюдений на суще-



ствующих и перспективных телескопах. Предполагается, что по итогам двухлетних наблюдений TESS обнаружит от 500 до 1000 землеподобных планет и более крупных «суперземель», а общее число «экзонаходок», вероятнее всего, превысит 20 тысяч.

Первый подтвержденный кандидат в экзопланеты из списка TESS обращается вокруг звезды π в созвездии Столовая Гора и имеет официальное обозначение Pi Mensae c. Планета почти в два раза больше Земли и обращается с периодом 6.27 суток вокруг звезды, очень похожей на Солнце. Буква «с» в ее обозначении указывает, что в данной системе уже известна экзопланета с «именем» Pi Mensae b. У той орбита сильно вытянута, а вот у новой планеты, напротив, близка к круговой. Такие различия очень интересны и могут пролить свет на то, как эта необычная система сформировалась.

Другая находка TESS – LHS 3844 b, каменная планета, которая примерно в 1.3 раза больше Земли. Ее родная звезда – карлик класса М массой примерно в одну пятую нашего Солнца и расположена на расстоянии 49 световых лет от Земли в созвездии Индейца; таким образом, на сегодняшний день это самая близкая к нам экзопланета. Объект LHS 3844 b обращается настолько близко к звезде – менее 1 млн км! – что на части твердой поверхности в дневное время могут образовываться «бассейны» жидкой лавы.

Две планеты найдены TESS на орбитах вокруг HD 21749, которая расположена на расстоянии 53 световых лет в созвездии Сетки и имеет массу 68% от солнечной. Первая подтвержденная планета в этой системе – HD 21749 b, которая втрое больше Земли, но имеет такую же среднюю плотность и может оказаться «водным миром». Эта транзитная планета выделяется самым длинным орбитальным периодом в пределах ближайших 100 световых лет (36 суток).

Вторая планета HD 21749 c оказалась первым кандидатом в «близнецы» Земли, найденным TESS. Она имеет радиус в 89% земного; из-за близости к звезде температура на поверхности планеты оценивается в +427°C.

В созвездии Гидры космический телескоп также нашел несколько интересных экзопланет. Так, сразу три новых мира было обнаружено на орбитах вокруг М-карлика Gliese 357 на расстоянии 31 светового года от нас. TESS зафиксировал транзиты уже из-



вестной «горячей Земли» Gliese 357 b, которая на 22% больше нашей, но по ходу наблюдений в системе нашлись еще две экзопланеты. Аппарат, правда, не увидел транзитов второй планеты, Gliese 357 c, что может свидетельствовать о небольшом наклоне ее орбиты (возможно, меньше 1°) по отношению к орбите первой. Присутствие ее удалось выявить при сопутствующих наблюдениях методом лучевых скоростей.

Но самой интересной оказалась третья планета – Gliese 357 d: она находится на внешней границе обитаемой зоны, аналогично Марсу в Солнечной системе, и при наличии плотной атмосферы на ней могут быть подходящие температурные условия для существования жидкой воды.

## Информация, собранная TESS, будет использоваться и при работе большого Космического телескопа имени Джеймса Уэбба, запуск которого запланирован на 2021 год.

Еще один звездный объект интересов TESS – тусклый прохладный карлик TOI 270 класса М. Его планетная система с тремя подтвержденными экзопланетами расположена на расстоянии 73 световых года от нас в созвездии Живописца. Самая близкая к звезде экзопланета TOI 270 b, вероятно, представляет собой силикатный мир в 1.9 раза больше земного. Она в 13 раз ближе к своему светилу, чем Меркурий к Солнцу.

Две другие планеты в системе TOI 270 c и d в 2.4 и 2.1 раза больше Земли и представляют собой «мини-Нептун», в составе которых, вероятно, доминирует газовая компонента. Планетная система TOI 270 настолько «тесна», что ее можно сравнить с системой спутников Юпитера – период обращения у третьей планеты составляет лишь 11.4 суток.

Ученые предполагают, что равновесная температура на поверхности планеты TOI 270 d может достигать +67°C. Если TOI 270 d имеет твердую поверхность и плотную атмосферу, ус-

ловия на ее поверхности могут быть подходящими для жидкой воды. При дальнейших исследованиях этой системы могут быть найдены и другие силикатные миры, расположенные дальше от звезды и соответственно имеющие больше шансов на формирование и сохранение резервуаров воды.

Самую маленькую на сегодняшний день экзопланету (80% от размера Земли) TESS обнаружил на расстоянии 35 световых лет в созвездии Летучей Рыбы. L 98-59 b (так назвали находку) расположилась рядом с яркой прохладной звездой класса М в компании двух других экзопланет. Ни одна из них, однако, не попала в обитаемую зону: все они расположены в так называемой «зоне Венеры», представляющей собой диапазон рассто-

яний от звезды, в котором планета с атмосферой, изначально подобной земной, может стать «жертвой» бесконтрольного парникового эффекта.

Поскольку до сих пор остается загадкой, почему на Земле сформировались и сохранились комфортные для жизни условия, а на Венере – нет, наблюдения за планетной системой L 98-59 представляются ученым особенно важными для раскрытия тайн нашей планетной системы.

В выборке, собранной TESS за первый год, много данных потенциальных кандидатов в экзопланеты, которые еще предстоит проанализировать. В среднем от 5 до 20% кандидатов в экзопланеты подтверждают свой статус в результате наземных исследований.

Информация от TESS будет использоваться и при работе большого Космического телескопа имени Джеймса Уэбба, запуск которого запланирован на 2021 год. В инфракрасном спектре, где этот телескоп и будет работать, можно будет увидеть биомаркеры в атмосферах найденных миров. ■



Евгений РЫЖКОВ

# «КИБО» РАЗМЕНИЛ ДЕСЯТКУ НА ОРБИТЕ

МЫ РЕГУЛЯРНО ПИШЕМ О РОССИЙСКОМ СЕГМЕНТЕ МКС. ЧАСТО УПОМИНАЕМ И АМЕРИКАНСКИЙ СЕГМЕНТ. ОДНАКО ДОВОЛЬНО РЕДКО РАССКАЗЫВАЕМ О МОДУЛЯХ ДРУГИХ ПАРТНЕРОВ ПО МЕЖДУНАРОДНОЙ СТАНЦИИ. ТАК, САМЫЙ КРУПНЫЙ МОДУЛЬ – ЯПОНСКИЙ «КИБО» («НАДЕЖДА») – НАХОДИТСЯ В СОСТАВЕ МКС УЖЕ БОЛЕЕ 10 ЛЕТ.

17 июля 2009 г. шаттл Endeavour доставил внешнюю платформу JEF – последний элемент «Кибо» – на МКС. В это время на станции в своей третьей космической вахте находился астронавт JAXA Коити Ваката.

19 июля 2009 года в 11:23 (JST) Ваката-сан вместе с американцами пристыковал JEF к герметичному лабораторному модулю JPM, тем самым завершив сборку японского модуля в составе МКС.

## «НАДЕЖДА» НА ОРБИТЕ

«Кибо» состоит из четырех основных элементов.



**Таблица 1**  
Краткая характеристика герметичного модуля JPM

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| Внешний диаметр       | 4.4 м     |
| Внутренний диаметр    | 4.2 м     |
| Длина                 | 11.2 м    |
| Масса                 | 14 800 кг |
| Максимальная мощность | 24 кВт    |

Первый – герметичный модуль JPM (табл. 1), в котором работают японские и другие астронавты.

Задача JPM – служить лабораторией для проведения экспериментов на орбите. В модуле функционирует режим контроля окружающей среды – температура держится в районе 18.3–26.7°C, а влажность колеблется от 25 до 70%.

Среди необычного оборудования JPM можно выделить печь с электростатической левитацией ELF, с помощью которой измеряются теплофизические свойства сплавов с высокой температурой и осуществляется затвердевание

Японский экспериментальный модуль (日本実験棟, Japanese Experiment Module, JEM), также называемый «Кибо» (きぼう, Kibo), расположен на американском сегменте.

Задачи координации всех систем модуля и управления ими, а также проведения экспериментов выполняют специалисты японского ЦУПа, базирующегося в Космическом центре Цукуба (筑波宇宙センター, Tsukuba Space Center), находящемся в одноименном научном городке Цукуба (префектура Ибараки).

Раз в год японский снабженческий корабль «Конотори» (こうのとり, Kounotori, «Дальневосточный аист») доставляет необходимые для эксплуатации модуля и проведения экспериментов грузы, а также провизию и личные вещи для астронавтов JAXA. В модуле может одновременно находиться до четырех астронавтов.





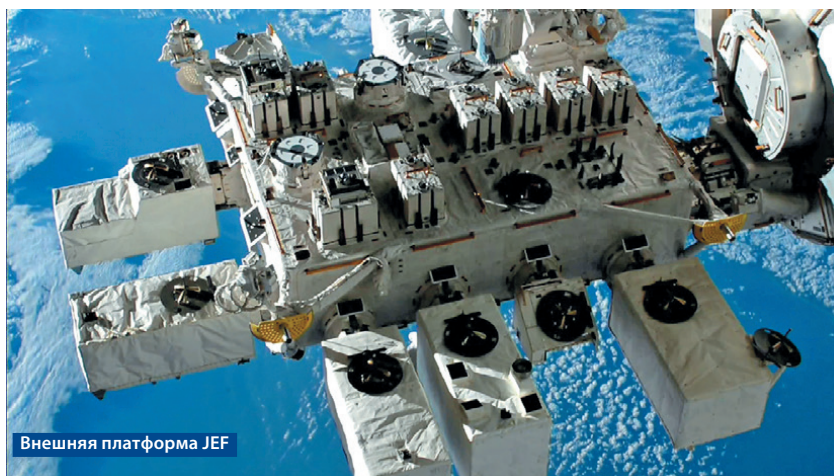
Внутри модуля JEM

сплавов с глубоким переохлаждением, а также вакуумную градиентную печь GHF для изучения роста кристаллов полупроводящих материалов.

Еще на модуле располагается мышинный домик MNU, в котором может поместиться до 12 грызунов, бокс СВ с микроскопом и инкубатор CBEF, где культивируют клетки, микроорганизмы и выращивают маленькие растения.

Следующий элемент «Кибо» – это многоцелевая внешняя платформа JEF (табл. 2) на которой размещается научная и экспериментальная аппаратура, требующая условий микрогравитации и вакуума. Область задач платформы – исследование материалов, астронаблюдение, изучение параметров космического пространства, дистанционное зондирование Земли.

При помощи прибора для рентгеновского мониторинга MAXI, установленного на JEF, проводится наблюдение черных дыр и прочих активных объектов в нашей и других галактиках. Калориметрический (измеряющий количество теплоты) электронный телескоп CALET занимается



Внешняя платформа JEF

**Таблица 2**  
**Краткая характеристика внешней платформы JEF**

|                                                |                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Размеры                                        | 5,0х5,2х3,8 м                                                                                                                            |
| Масса                                          | 4100 кг                                                                                                                                  |
| Узлы установки экспериментального оборудования | 12 (включая два для системных устройств и один для временного размещения оборудования)                                                   |
| Располагаемая мощность, мВт                    | 11 кВт (для системных устройств 1 кВт, для экспериментального оборудования: на все 10 кВт, по отдельности на каждое устройство по 3 кВт) |
| Срок эксплуатации                              | Более 10 лет                                                                                                                             |





Запуск микроспутника из контейнера J-SSOD

Время от времени из «Кибо» японцы запускают спутники. Для этого из шлюзовой камеры манипулятором достают платформу МРЕР, выполняющую функцию «орбитального космодрома».

детектированием высокоэнергетических электронов и гамма-лучей, а также измеряет количество энергии космических частиц и изучает направление их прибытия. Аппаратура SEDAP исследует космическую среду на круговой орбите МКС – нейтроны, плазму, атомарный кислород, космическую пыль и т.п.

Входящий в «Кибо» экспериментальный модуль снабжения ELM конструктивно состоит из постоянной герметичной и временной внешней (грузовой) секций.

Последний, четвертый, элемент «Кибо» – это дистанционный манипулятор JEM RMS, закрепленный на заднем днище герметичного модуля JPM.

Это устройство наряду с канадской «механической рукой» SSRMS – единственные манипуляторы МКС.

### КОСМОДРОМ НА ОРБИТЕ

Время от времени из «Кибо» японцы запускают спутники. Для этого из шлюзовой камеры манипулятором достают платформу МРЕР, выполняющую функцию «орбитального космодрома». Потом крепят на ней пусковые контейнеры J-SSOD, где находятся аппараты. Далее ставят «космодром» «на позицию» и отправляют в открытый космос малые спутники разных стран мира (максимум шесть штук за раз).

### РОССИЙСКО-ЯПОНСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО НА JEM

По случаю юбилея завершения сборки и начала работы японского модуля глава московского офиса JAXA Кэйдзи Мураками Китакура подготовил небольшую речь: «В подготовку работы Международной космической станции я был вовлечен 30 лет назад. Тогда, приступая к работе, я и подумать не мог, что через 20 лет у Японии на МКС будет собственный экспериментальный модуль. Запустив «Кибо», мы были вне себя от радости: наконец-то свершился переход от фазы разработки к фазе эксплуатации в космосе. Одновременно с запуском модуля активно разрабатывалось оборудование для него, поэтому, помнится, работы на порядок прибавилось.

Я был в составе японской делегации, приехавшей в Москву для переговоров по «Кристаллизатору». Попутно были достигнуты договоренности об изучении в японском модуле оризий (род пресноводных рыб), о замерах уровня радиации и других совместных исследованиях. Надеюсь, Россия и Япония и впредь будут сотрудничать в космосе в разных областях».

За все время существования японского модуля на околоземной орбите был осуществлен ряд совместных российско-японских исследований и экспериментов:



### Японские роботы? Еще бы их не было на МКС!

Страна восходящего солнца на весь мир славится своим высоким уровнем развития техники и технологий. А каких только роботов ни придумали японцы – и для дома, и для развлечений, и для серьезных исследований.

Так, 6 лет назад, 10 августа 2013 г., на МКС прибыл робот-астронавт Kirobo. Его активировали 21 августа – и он заговорил в космосе по-японски: «21 августа 2013 г. Первый шаг робота ради светлого будущего».

На орбите Kirobo «пересекался» с Коити Вакатой во время его 4-й космической командировки. 6 декабря 2013 г. человекоподобный робот в рамках эксперимента побеседовал с японским астронавтом, а 11 февраля 2015 г. он вернулся на «Дракон».

Кроме того, с 5 июня 2017 г. и по сей день на станции находится Int-Ball – японская экспериментальная шарообразная камера-робот, детали которой были напечатаны на 3D-принтере. Int-Ball дистанционно управляется специалистами ЦУП-Цукуба. В реальном времени она может фотографировать и снимать видео внутри JEM, а затем тут же сбрасывать данные на Землю. Int-Ball немного разгрузил экипаж по съемке их работы в космосе, особенно в «слепых» зонах, недоступных для установленных в «Надежде» камер.







Астронавт Соити Ногутти  
и российский фантом «Матрешка»

- исследование «Кристаллизатор»/JAXA-PCG по выращиванию высококачественных кристаллов белка в условиях микрогравитации (было начато на служебном модуле «Звезда»);
- медико-биологический эксперимент Medaka Osteoclast по исследованию поведения костных клеток (остеокластов) на примере прозрачных рыбок медака семейства оризиевых;
- в рамках эксперимента «Матрешка-Р» по исследованию радиационной обстановки на трассе полета и

на борту МКС в «Кибо» размещались как шарообразные дозиметры-фантомы PADLES, так и антропоморфные тканезквивалентные фантомы «Матрешка» (все российского производства).

Стоит отметить, что выращивание кристаллов белка на МКС в рамках российско-японского эксперимента «Кристаллизатор»/JAXA-PCG вносит вклад в разработку новых лекарственных препаратов.

Новые российско-японские эксперименты в «Кибо» или на российском сегменте, безусловно, планируются, и сейчас они на стадии подготовки. Вероятно, дальнейшие совместные исследования на станции «пойдут в гору», когда к МКС будет пристыкован новый российский лабораторный модуль «Наука». Тем самым число российских космонавтов на орбите будет восстановлено до трех человек, и, скорее всего, появится больше времени на научные эксперименты.

С апреля 2018 г. Коити Ваката, тот самый японец, который завершил орбитальную сборку «Кибо», занимает пост директора по пилотируемому программмам JAXA (сохраняя статус астронавта в отряде астронавтов Японии, а также шансы на полет в космос).

По словам господина Вакаты, пилотируемая космонавтика сейчас переживает метаморфозы. Часть «поставленной на рельсы» налаженной работы модуля «Кибо» потихоньку передается в ведение частных ком-

паний. Кроме того, частники активно развертывают деятельность по оказанию услуг запуска микроспутников с модуля, а также по проведению орбитальных демонстрационных экспериментов на внешней поверхности JEM.

В ближайшем будущем на «Кибо» стартуют новые демонстрационные технологические эксперименты, цель которых – ускорить НИОКР по международному пилотируемому исследованию и освоению космоса. В первую очередь это касается пилотируемых полетов к Селене и Красной планете. ■



#### «Персик» опять сплеховал

Немного о частниках. 27 июля в 16:20 (JST) со стартовой площадки Тайки острова Хоккайдо специалисты компании Interstellar Technologies (IST) осуществили четвертый испытательный пуск прототипа первой частной японской ракеты-носителя сверхлегкого класса Мото («Персик»). Первые пуски прошли неудачно (30.07.2017 и 30.06.2018), а третий стал успешным (04.05.2019).

Примерно на 64.3 сек полета бортовой компьютер обнаружил неисправность и остановил работу двигателей на высоте около 13.3 км. Время полета Мото-4 составило 172 сек, и в конечном счете «Персик» приводнился в 9 км от берега к востоку-юго-востоку от площадки Тайки. Была дана и команда на выпуск бумажного самолета, правда, не ясно, отделился ли он от носителя.

IST все же не намерена сдаваться и продолжит работы по Мото, а также по ракете ZERO для вывода спутников в космос.

#### Хроника сборки «Кибо»

| Дата запуска | Средство выведения | Доставляемые элементы                                                                           |
|--------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11.03.2008   | STS-123            | Складской отсек JLP (Japanese Logistics Pressurized Module)                                     |
| 31.05.2008   | STS-124            | Лабораторный отсек JPM (Japanese Pressurized Module), манипулятор JEM RMS с точной насадкой SFA |
| 15.07.2009   | STS-127            | Внешняя платформа JEF                                                                           |



Зал управления японским модулем «Кибо»  
в Центре управления полетами в Цукубе



# ПОЧЕМУ ВЗОРВАЛСЯ «ДРАКОН»?

Игорь АФАНАСЬЕВ

**ВИЦЕ-ПРЕЗИДЕНТ КОМПАНИИ SPACEX ПО ВОПРОСАМ НАДЕЖНОСТИ МИССИЙ ХАНС КЁНИГСМАНН И РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОГРАММЫ КОММЕРЧЕСКИХ ПИЛОТИРУЕМЫХ ПОЛЕТОВ NASA КЭТИ ЛЮДЕРС ОГЛАСИЛИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАССЛЕДОВАНИЯ ВЗРЫВА КАПСУЛЫ CREW DRAGON C201 ВО ВРЕМЯ ОГНЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ 20 АПРЕЛЯ (РК №6, 2019, с.48-49).**

По словам специалистов, взрыв не был связан с топливными баками или двигателями. Источником аномалии стал титановый обратный клапан в системе наддува гелием баков двигательной установки SuperDraco. По какой-то (пока не выясненной) причине окислитель – азотный тетраоксид – попал в бак гелия. За 100 миллисекунд до включения двигателей, во время открытия обратного клапана, давление газа наддува, поступившего в магистраль, достигло величины 160 атм. Поскольку гелий ведет себя практически как идеальный газ, в результате адиабатического сжатия он нагрелся до температуры свыше 1000 К.

В нормальных условиях нагрев быстро спадает из-за передачи тепла по конструкции, однако в этот раз в составе газа присутствовал локальный сгусток азотного тетраоксида. В месте его соприкосновения с клапаном в результате нагрева и химической реакции материал клапана (титан) воспламенился. Пламя перекинулось в баки с компонентами топлива. Произошел взрыв, который и погубил корабль.

В принципе инженеры SpaceX знали, что титан может загораться при определенных условиях, а также пред-

полагали, что часть окислителя по каким-то причинам может попасть в магистраль наддува. Не осознавая всех возможных последствий, они решили, что риск незначительный, поскольку при многочисленных предыдущих испытаниях ничего не случалось.

По словам Кёнигсманна, расследование продолжается: SpaceX преодолела около 80 % пути к пониманию причины сбоя, следуя по «дереву отказов». Оставшиеся 20 % могут содержать некоторые нюансы, но руководство компании уверено, что названные результаты уже отражают существо проблемы. В свою очередь, госпожа Людерс назвала аварию «огромным подарком»: ведь она позволила выявить несовершенство конструкции клапана при наземных испытаниях, а не в полете.

Чтобы исключить подобные инциденты в будущем, SpaceX решила поставить вместо механического обратного клапана обычную прорывную мембрану. Всего, по данным Кёнигсманна, требуется заменить четыре клапана, что не займет много времени. Недостаток мембран – однократность их действия, из-за чего их нельзя проверить перед полетом, что

снижает надежность. С другой стороны, предельная простота мембран и их высокая герметичность снижают риск возникновения отказа, поэтому общая надежность двигательной установки практически не изменится.

В сообщении о результатах расследования графику испытаний и запусков Crew Dragon много внимания не уделялось. Оптимистично предполагалось, что задержки с частным пилотируемым кораблем окажутся не слишком существенными: все же замена четырех клапанов – это не то же самое, что переделка баллонов системы наддува или двигателей. Кёнигсманн пояснил, что такая операция может быть выполнена параллельно с другими работами, которые необходимо провести до подтверждения NASA полета Demo-2, например, с испытанием парашютов.

Несмотря на оптимизм официальных лиц, сроки первой пилотируемой миссии пока остаются неопределенными. Ранее она планировалась на конец лета: в полет должны были отправиться астронавты Боб Бенкен и Даг Хёрли. Неизвестно, удастся ли выдержать новый срок, назначенный пока на 30 декабря 2019 г. ■





# НАБОР В ОТРЯД КОСМОНАВТОВ ПАКИСТАНА

Иван ИЗВЕКОВ

**ПАКИСТАН ОБЪЯВИЛ О НАМЕРЕНИЯХ НАЧАТЬ НАБОР В СВОЙ ОТРЯД КОСМОНАВТОВ В ФЕВРАЛЕ 2020 г. ПРИ ЭТОМ В ПАКИСТАНЕ НЕТ ПЛАНОВ НИ СТРОИТЕЛЬСТВА КОСМОДРОМА, НИ РАЗРАБОТКИ ПИЛОТИРУЕМОГО КОСМИЧЕСКОГО КОРАБЛЯ.**

В конце июля министр науки и технологий Пакистана Фавад Чаудри объявил в твиттере о планах отправить в космос гражданина Пакистана в 2022 г.: «С гордостью объявляю, что процесс отбора первого пакистанца, который будет отправлен в космос, начнется в феврале 2020 г. Пятьдесят человек будут включены в шорт-лист, затем список сократится до 25. Из них мы выберем нашего первого человека для полета в 2022 г. Это будет самое большое космическое событие в нашей истории».

Ф. Чаудри уточнил, что отбор будут проводить Военно-воздушные силы Пакистана. Кандидаты в космонавты будут отбираться из летчиков. Он признал, что даже запуск спутника

стоит очень дорого, тем не менее с отправкой первого пакистанца в космос «нет никаких трудностей, поскольку планируемая миссия является совместной с Китаем».



Пакистанский космонавт совершит космический полет на китайском космическом корабле. Соглашение об этом полете было достигнуто еще в 2015 г., и сейчас Пакистанское национальное космическое агентство SUPARCO (Space and Upper Atmosphere Research Commission, Комиссия по исследованию космического пространства и верхних слоев атмосферы) приступило к его практической реализации.

Министр науки отметил, что Пакистан стал второй азиатской страной после Советского Союза, начавшей под руководством доктора Абдуса Салама в 1962 г. [раньше Китая и Индии] собственную космическую программу: «В свое время наши правительства не проявили большого интереса к этому. Есть страны, которые с тех пор достигли Марса, а мы, к сожалению, отстали».

Фавад Чаудри выразил надежду, что ситуация изменится: «С 2002 г. в пакистанской космической программе происходит стремительное развитие. К 2030 г. она должна выйти на продвинутый уровень». ■



Согласно пакистано-китайскому соглашению 2015 г., обе страны будут совместно проводить научные исследования и экспериментальные разработки, а также сотрудничать в подготовке космонавтов и осуществлении космических полетов. Китайское национальное космическое управление (КНКА) и SUPARCO должны были создать совместный космический комитет под председательством руководителей обоих космических агентств, который будет заниматься разработкой совместных космических проектов. В соответствии с этим соглашением Пакистан сможет с использованием космических технологий проводить землеустроительные работы и осуществлять мониторинг продуктивности сельского хозяйства, стихийных бедствий и удаления отходов. Китай уже запустил в 2018 г. два пакистанских спутника.



Министр науки и технологий  
Пакистана Фавад Чаудри



Елена СЫЧЁВА

# ПЕРВАЯ «КОСМИЧЕСКАЯ»

## 55 ЛЕТ ПЕРВОМУ ПУСКУ РН «КОСМОС-1»

18 АВГУСТА 1964 г. В 9:15 ДМВ С КОСМОДРОМА БАЙКОНУР СОСТОЯЛСЯ ПЕРВЫЙ ПУСК РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ «КОСМОС-1», ПРОИЗВЕДЕННОЙ НА КРАСНОЯРСКОМ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ЗАВОДЕ («КРАСМАШ»). НА ОРБИТУ БЫЛИ УСПЕШНО ВЫВЕДЕНЫ ТРИ МАКЕТА ИСКУССТВЕННОГО СПУТНИКА ЗЕМЛИ «СТРЕЛА-1».

Эскизный проект носителя (внутренний индекс 65СЗ) для вывода малых и средних космических аппаратов (КА) массой от 100 кг до 1500 кг на круговые (высотой от 200 км до 2000 км) и эллиптические орбиты был разработан в ОКБ-586 (сейчас – КБ «Южное») на базе одноступенчатой ракеты среднего радиуса действия Р-14 (8К65У), которую «Красмаш» серийно изготавливал с 1961 г. по 1965 г., и специально созданной второй ступени.

ОКБ-586 разрабатывало и выпускало проектную документацию по ракете до осени 1962 г. Затем в связи с большой нагрузкой генеральный конструктор ОКБ-586 Михаил Янгель передал разработку конструкторской

дил предприятием в те годы директор Петр Сысоев.

В первой ступени носителя 11K65 использовался модернизированный двигатель от баллистической ракеты Р-14 с индексом 11Д614, разработанный в ОКБ-456 под руководством В.П. Глушко. Для второй ступени был создан многофункциональный ракетный двигатель 11Д47, разработанный в ОКБ-2 под руководством А.М. Исаева; его отработка и серийное производство велись на «Красмаше». Первые огневые испытания 11Д47 состоялись 4 августа 1963 г.

Всего было выполнено 14 пусков ракеты «Космос-1» (11K65), после чего производство РН было прекращено,

ко импульсов, перед этим обеспечив стабилизацию и ориентацию изделия, создать перегрузки для осаднения топлива в баках и выполнить повторное включение. Для осуществления этих функций на двигателе было реализовано два включения и семь режимов работы – подобных требованиям к жидкостным двигателям для космических ракет-носителей никто в мире в то время не предъявлял.

Первый успешный пуск РН 11K65М был произведен 15 мая 1967 г. с полигона Плесецк: на орбиту выведен искусственный спутник «Космос-158».

В книге воспоминаний Борис Гуров, руководивший «Красмашем» с 1966 по 1969 г., сделал такую запись: «Ракета-носитель 11K65 и ее модернизированный вариант сыграли очень большую роль. На нем попадали в космос многие новые модели спутников, такие как «Циклон» и «Сфера», а также одним носителем выводились до восьми малых спутников в интересах Министерства обороны. Работа над 11K65, как и над предыдущей боевой ракетой 8К65, позволили заводу твердо стать на ноги в профессиональном смысле».

В процессе создания опытных образцов ракет и двигателей на заводе

**Основной объем работ по изготовлению опытных образцов, отработке и доводке ракет 11K65 и 11K65М, а также двигателей 11Д47 и 11Д49 был осуществлен на «Красмаше».**

документации в ОКБ-10 (сейчас – ОАО «Информационные спутниковые системы») под руководство Михаила Решетнёва.

Серийное производство ракет и ракетных двигателей осуществлялось на Красноярском машиностроительном заводе (площадка №3), руково-

и завод начал серийно выпускать ее модернизированный вариант – «Космос-3М» (11K65М).

Модernизированный двигатель второй ступени получил индекс 11Д49. Для оптимального (по массе) вывода полезной нагрузки на заданную орбиту двигатель должен был выдать несколь-



было освоено много новых, уникальных технологий, в том числе по производству обтекателя полезной нагрузки и узлов разделения ступеней ракеты и отделения полезной нагрузки. Кроме того, освоены технологии изготовления: высотного сопла двигателя с открытыми гофрами; ротора турбины из жаропрочного сплава с лопатками, получаемыми методом электроэрозии; элементов двигателя из высокопрочных и жаропрочных сплавов сваркой; высокоточных элементов агрегатов регулирования режимов двигателя.

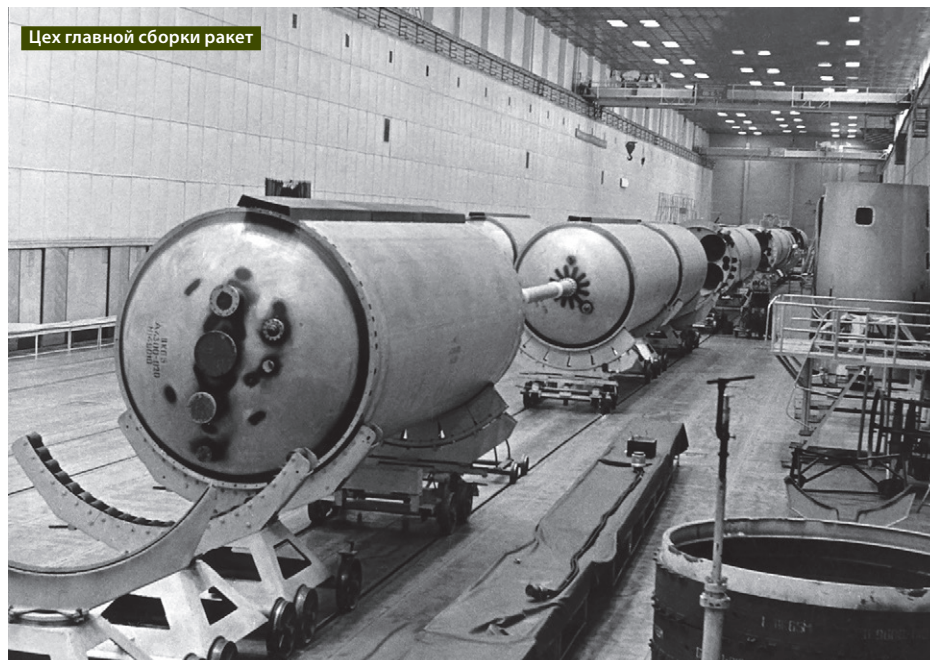
Тот факт, что в процессе эксплуатации не предусматривалось обслуживание двигателя и проведение с ним каких-либо операций, потребовал от завода повышения надежности контроля производства.

В процессе освоения и отработки ракет 11К65 и 11К65М была налажена система взаимодействия с поставщиками комплектующих элементов, а также проводились анализ и систематизация отказов и вырабатывались меры, чтобы избежать подобных случаев в дальнейшем. Дополнительно на «Красмаше» собирались конференции по качеству с привлечением разработчиков и изготовителей комплектующих изделий.

В результате всех этих мер были заложены основы той системы менеджмента качества, которая и по сей день успешно действует на предприятии. Со временем ракета-носитель «Космос-3М» стала одной из самых надежных не только в нашей стране, но и во всем мире, а завод получил бесценный опыт, который был использован в дальнейшем при создании целого семейства баллистических ракет для подводных лодок.

РН 11К65(М) осталась для «Красмаша» единственной «космической» ракетой, которую серийно изготавливал завод вплоть до 1971 г., а затем передал производство омскому Производственному объединению (ПО) «Полет». Всего было выполнено более 900 пусков с различными объектами. Уникальные ракетные двигатели второй ступени 11Д49 «Красмаш» изготавливал до 1992 г.

За заслуги в создании и производстве современных машин и новой техники и успешное выполнение плана 1959–1965 гг. Указом Президиума Верховного Совета СССР от 26 июля 1966 г. завод был награжден орденом Трудового Красного Знамени. К орде-



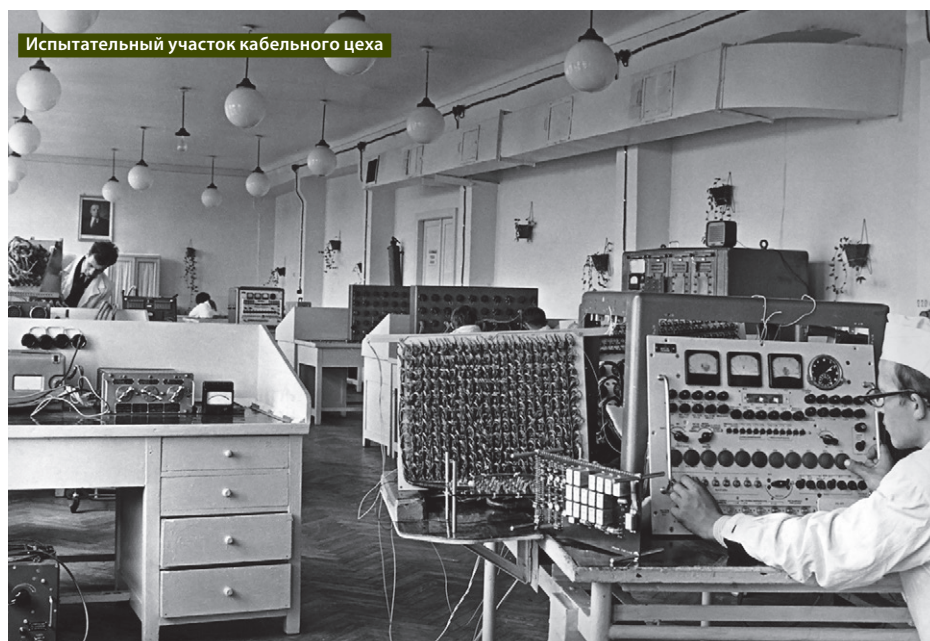
Цех главной сборки ракет

нам и медалям были представлены и многие красмашевцы, а директору завода Петру Сысоеву присвоено звание Героя Социалистического Труда.

В настоящее время Красноярский машиностроительный завод продолжает работу в области мирного космоса. Совместно с РКК «Энергия» «Красмаш» осуществляет работы по адаптации разгонного блока 11С861-03 для использования с космическим ракетным комплексом «Ангара-А5» при запусках КА на целевые высокоэнергетические орбиты. В начале 2019 г. сдан первый летный образец нового унифицированного разгонного блока, имеющего улучшенные энергетические характеристики. ■

**В 2010 г. в честь 50-летия Сибирского государственного университета науки и технологий на площади перед вузом был размещен полноразмерный макет ракеты-носителя «Космос-3М», также изготовленный на «Красмаше». Этот символ передовой инженерной мысли, служащий напоминанием о подвигах отечественных ракетостроителей, до настоящего времени является самым высоким монументом в Красноярске.**

**Высота ракеты – 32,4 м, диаметр – 2,4 м.**



Испытательный участок кабельного цеха





# КОЛЛЕКЦИЯ КОСМИЧЕСКИХ РАРИТЕТОВ

Игорь АФАНАСЬЕВ

КАК ИЗВЕСТНО, ОГРОМНОЕ МНОЖЕСТВО ДОКУМЕНТОВ ИЗ ИСТОРИИ НАШЕЙ КОСМОНАВТИКИ «ЗАРЫТО» В АРХИВАХ ПРЕДПРИЯТИЙ И НЕДОСТУПНО ШИРОКОМУ КРУГУ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ. НО, ПОХОЖЕ, НАКОНЕЦ «ЗАБРЕЗЖИЛ СВЕТ В КОНЦЕ ТОННЕЛЯ»: РУКОВОДСТВО РОСКОСМОСА РЕШИЛО СДЕЛАТЬ ЭТИ ДОКУМЕНТЫ ОБЩЕДОСТУПНЫМИ.

В целях популяризации достижений отечественной космонавтики и повышения авторитета отрасли, а также стимулирования увлечения молодежи ракетно-космической тематикой, руководитель Госкорпорации Дмитрий Rogozin принял решение начать подготовку к публикации раскритических архивных документов по истории отечественной космонавтики. Для реализации этой задачи он распорядился создать рабочую группу под руководством советника генерального директора Госкорпорации Сергея Бутина. В нее вошли представители руководства Роскосмоса и Центрального научно-исследовательского института машиностроения как головной организации по информационно-методическому сопровожде-

нию деятельности предприятий отрасли.

Рабочая группа должна провести поиск, индексацию и описание раскритических архивных документов, находящихся на хранении, а также подготовить предложения по способу их публикации.

Специалисты уже приступили к работе. Им стали доступны многие документы: оригиналы указов, постановлений, приказов и распоряжений Центрального комитета Коммунистической партии Советского Союза и Совета Министров СССР, Государственного комитета по оборонной технике (ГКОТ) и Министерства общего машиностроения, приказов руководителей предприятий отрасли, а также многочисленные описания

ракетно-космических комплексов, объектов и отдельных систем, отчеты по испытаниям, технические справки, пояснительные записки, проспекты, доклады, протоколы заседаний технических и научных советов из Отраслевого архива по ракетно-космической деятельности, архива РКК «Энергия», Российского государственного архива новейшей истории, Архива Президента РФ, Российского государственного архива научно-технической документации и Кабинета-музея академика М.В. Келдыша ИПМ РАН.

Эти ценнейшие артефакты не только являются моментальным снимком «Золотого века» мировой космонавтики, но и фактически представляют собой крупнейшую в новейшей истории архивную коллекцию – сово-



купность отдельных документов различных организаций, объединенных по тематическому признаку принадлежности к космическим программам, мало известным широкой публике.

Выяснилось, что таких ранее не опубликованных документов даже не сотни – а тысячи. Возникла проблема не только в их сортировке, упорядочении, систематизации, сканировании, но и в способе организации доступа к ним исследователей. Рассматриваются возможности создания электронного архива по примеру Российского государственного исторического архива, публикации документов в бумажном виде в многотомном издании, создания специальной страницы на сайте Роскосмоса, а также ищутся источники финансирования этой циклопической работы.

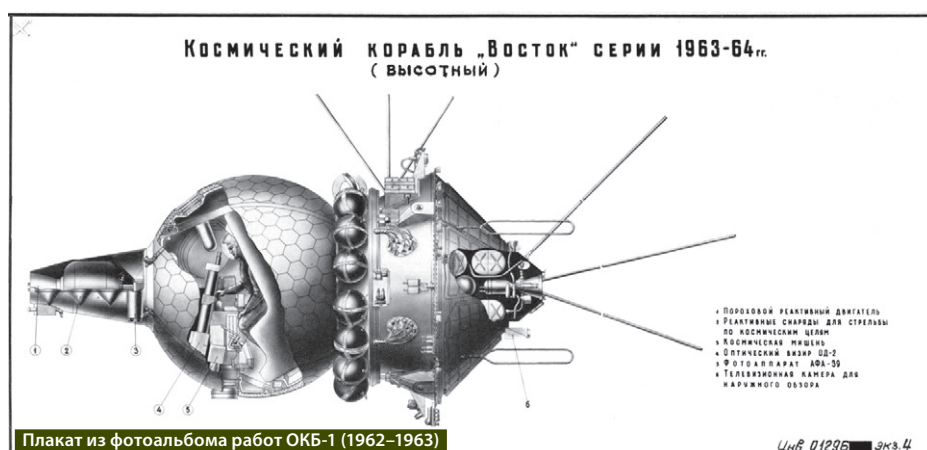
Контроль за исполнением своего распоряжения Д.О.Рогозин оставил за собой, поэтому есть надежда на решение этих проблем в обозримом будущем.

Расскажем о некоторых исторических документах, которые автору довелось увидеть своими глазами.

Очень интересны документы по программе «Восход» (1963–1966 гг.), позволившим поддержать первенство Советского Союза в освоении космоса. В ходе этой программы был запущен первый многоместный космический корабль, осуществлен первый полет экипажа без скафандров и первый выход человека в космическое пространство, а также выполнен первый длительный (22 дня) орбитальный полет живых существ (собаки Уголек и Ветерок).

«Восход», созданный в ОКБ-1 под руководством С.П.Королёва на базе «Востока», стал первым в мире многоместным космическим кораблем, позволяющим заметно расширить диапазон решаемых задач за счет включения в экипаж инженеров, врачей, ученых. Корабль имел три модификации: трехместный, двухместный со шлюзом для выхода космонавта в открытый космос и двухместный для длительного полета. Он отличался от «Востока» наличием резервной тормозной двигательной установки и системы мягкой посадки, благодаря которой космонавты приземлялись непосредственно в спускаемом аппарате.

Невозможно без волнения читать бортжурналы членов экипажей «Восхода» и «Восхода-2», заполненные карандашом от руки на пожелтевшей от



времени бумаге, с графиками и циклограммами этапов полета и действий космонавтов.

Командир первого в мире трехместного корабля «Восход» В.М. Комаров управлял космическим аппаратом, проводил сеансы радиосвязи с Землей, контролировал этапы полета и работу бортовых систем, руководил действиями членов экипажа. Вот что значилось в его бортжурнале в части проверки оборудования после выведения на орбиту:

1. Ослабить привязные ремни;
2. Проверить исправность ламп в световом табло ПКРС и «Глобуса»;
3. «Глобус» на «вкл.», переброс;

## Ценнейшие артефакты архивной коллекции представляют собой комплекс документов, объединенных по принадлежности к ранее мало известным космическим программам.

4. Показание числа витков;
5. Подсвет «Взора» (выключить);
6. Переключ. на ДЭМШ, снять ларингофоны...»

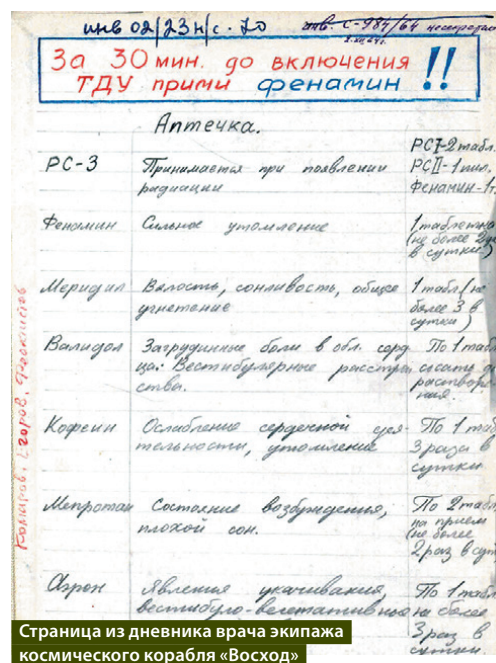
Бортинженер (по терминологии бортжурнала – «научный сотрудник») К.П.Феоктистов четко следил за выполнением полетного задания, поминутно отмечая различные моменты, связанные с работой систем корабля и выполнением тех или иных экспериментов, проводил фото- и киносъемку космоса, наземных объектов, полярных сияний, линий горизонта и светящихся частиц через иллюминатор, пытался опознавать характеристики объектов съемки.

Врач Б.Б.Егоров брал пробы крови у экипажа, измерял кровяное давление, проводил медицинский самоконтроль, биологические эксперименты и тесты. Вот что он напи-

сал: «10:45... У всех легкий гипергидроз (повышенное потоотделение. – Ред.). Включили осушитель. После первых минут акклиматизации рьяно приступили к работе. Все стараемся двигаться как можно более плавно...»

Особый интерес для любителей истории представляют отчеты по полетам, проведенным по этой программе, с указанием результатов и замечаний, а также планы по дальнейшему строительству кораблей, оставшиеся нереализованными.

В частности, следующий «Восход» предназначался «для выполнения рекордного по длительности (15–20 суток) и по высоте (апогей ор-





|    |          |        |                                                                                                                                                           |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|----------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | 06.10.64 | ЗКВ №1 | комплексная отработка корабля по программе запусков многоместных пилотируемых кораблей-спутников.                                                         | программа полета выполнена. орбитальный полет 17 витков. спуск и приземление СА выполнены.            | замечаний нет.                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2. | 12.10.64 | ЗКВ №3 | пилотируемый многоместный корабль-спутник. суточная программа полета. экипаж: Комаров В.М., Феоктистов К.П., Егоров Б.Б.                                  | программа полета выполнена. орбитальный полет 17 витков. спуск и приземление экипажа в СА выполнены.  | отключение 1-го комплекта управляющих двигателей системы ориентации.                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 3. | 22.02.65 | ЗКД №2 | комплексная отработка корабля по программе запусков многоместных пилотируемых кораблей-спутников.                                                         | программа полета не выполнена. аварийный спуск с орбиты на 2-м витке. ликвидация объекта системой АПО | ложная команда на начало цикла спуска, сформированная в результате наложения двух разовых команд №42, подававшихся одновременно с НИП-6 и НИП-7.                                                                    | по программе полета исключается возможность одновременной выдачи двух команд КРА с двух НИП-ов                                                                                                                                                                                                                      |
| 4. | 18.03.65 | ЗКД №4 | пилотируемый многоместный корабль-спутник. суточная программа полета. осуществление выхода космонавта в открытый космос. экипаж: Беляев П.И., Леонов А.А. | программа полета выполнена. орбитальный полет 18 витков. спуск и приземление экипажа в СА выполнены.  | отказ системы АСО в штатном цикле спуска из-за формирования ложных команд схемой распознавания отказа клапанов, что привело к отклонению обеих комплектов пневмосистем АСО. спуск осуществлен на ручном управлении. | 1. Вводится ручное управление операциями контроля состояния и управления пневмосистемами АСО и РУ.<br>2. доработка логики формирования разрешения АСО включения ТДУ.<br>3. доработка системы исполнительных органов АСО.<br>4. проведен комплекс мероприятий для повышения надежности систем СУ ТДУ, СЕР, САС, СТР. |
| 5. | 22.02.66 | ЗКВ №5 | комплексная отработка корабля по программе запусков многоместных пилотируемых кораблей. 22-х суточная программа полета. медико-биологические исследования | программа полета выполнена. орбитальный полет 330 витков. спуск и приземление СА выполнены.           | повышенные отклонения корабля по каналу крена на участке работы ТДУ.                                                                                                                                                | <b>Таблица проведенных полетов кораблей «Восход»</b>                                                                                                                                                                                                                                                                |

Фонд №1, опись №31.0, дело 3835 н/с, архив ПАО «РКК «Энергия»

биты 800–1000 км, до нижней границы радиационных поясов) полета экипажа из двух человек с выполнением программы физико-технических, медико-биологических и военно-прикладных исследований с целью проверки влияния комплекса факторов космического полета на работоспособность космонавтов в условиях длительного пребывания на орбите».

Значительная часть материалов, подлежащих публикации, связана с историей советской программы исследования Луны с помощью автоматических аппаратов и пилотируемых кораблей. Несмотря на то, что эта область космонавтики всегда находилась в центре внимания СМИ, большая часть информации, посвященной формированию задач программы и их

руководным объектом, развившим вторую космическую скорость и вышедшим на самостоятельную орбиту вокруг Солнца. «Луна-2», стартовавшая 12 сентября 1959 г., впервые достигла поверхности нашего естественного спутника, а «Луна-3», запущенная 4 октября 1959 г., передала на Землю первые в мире снимки невидимой стороны лунного диска.

Этой части «лунной гонки» посвящены «Тезисы к докладу. Эскизный проект лунной ракеты – ЛР». Во вводной части документа, подготовленного 20 августа 1958 г., отмечается, что «достигнутый уровень развития отечественной ракетной техники позволяет осуществить полет ракеты к Луне. Научно-техническое и политическое значение полета к Луне можно

кеты разрабатывался в двух вариантах: а) с двигателем третьей ступени, работающим на жидком кислороде и диметилгидразине... (разработка ОКБ-456), которая может доставить к Луне полезную нагрузку весом 445 кг; б) с двигателем... работающим на жидком кислороде и керосине (разработка ОКБ-154 совместно с ОКБ-1)... полезная нагрузка 285 кг. [Обе] ракеты-носители предельно унифицированы и используют в качестве первых двух ступеней ракету [Р-7] третьего этапа с минимальными переделками... Сами головные блоки также предельно унифицированы и отличаются в основном двигательными установками...»

Из двух вариантов в «железе» был реализован второй: с его помощью были запущены первые автоматические аппараты к Луне и первые космические «корабли-спутники», в том числе пилотируемые «Востоки».

Затем ОКБ-1 начало отработку технологии мягкой посадки на лунную поверхность с помощью специально разработанной четырехступенчатой ракеты-носителя и автоматических аппаратов серии Е-6. Этой теме посвящены интересные архивные документы, в том числе «Предложения по исследованию Луны в 1963–1968 гг.», техническая записка «Космический аппарат для посадки на Луну (объект Е6)», «Предварительный отчет по результатам пуска объекта Е-6 №12 3 декабря 1965 г.» и др.

Работа продвигалась тяжело. Задуманное удалось осуществить лишь с двенадцатой попытки: 3 февраля 1966 г. станция «Луна-9» (Е-6М №202) совершила мягкую посадку в Океане Бурь. И это тоже было впервые в мире.

**«Достигнутый уровень развития отечественной ракетной техники позволяет осуществить полет ракеты к Луне. Его значение характеризуется как соревнование двух миров за первенство во владении космическим пространством» – из Эскизного проекта лунной ракеты 1958 г.**

реализации, до недавнего времени либо была совсем закрытой, либо вызвала множество вопросов, остававшихся без официальных ответов.

Как известно, военно-политическое соперничество СССР и США во второй половине 1950-х – первой половине 1970-х наиболее остро проявилось в «лунной гонке», которая началась с запусков беспилотных зондов в сторону ночного светила.

В сентябре 1958 г. Советский Союз предпринял первую попытку достичь Луны. 2 января 1959 г. автоматическая станция «Луна-1» стала первым

охарактеризовать как соревнование двух миров за первенство в научном овладении и освоении космического пространства». Последнее предложение дописано главным конструктором ОКБ-1 С.П. Королёвым. Его же рукой в «Тезисах» сделаны и другие многочисленные пометки и уточнения.

На их страницах в числе других вопросов обсуждаются два варианта космического носителя, разрабатываемого на базе первой межконтинентальной баллистической ракеты Р-7 путем добавления новой (третьей) ступени: «Эскизный проект лунной ра-



Незадолго до этого из-за большой загруженности другими темами все работы по лунным автоматическим станциям были переданы из ОКБ-1 на Машиностроительный завод (ныне – Научно-производственное объединение, НПО) имени С. А. Лавочкина.

Данная тематика дала плоды: помимо «Луны-9», мягкую посадку совершила «Луна-13» (Е-6М № 205), а станции «Луна-10» (Е-6С № 206), «Луна-11» (Е-6ЛФ № 101), «Луна-12» (Е-6ЛФ № 101) и «Луна-14» (Е-6ЛС № 113) исследовали наше ночное светило с орбиты его искусственного спутника.

Новая версия «лунной семерки» со временем стала применяться для запуска зондов к Марсу и Венере, а также спутников связи «Молния», по имени которых и получила свое открытое название. Ее трехступенчатый модернизированный вариант (без четвертой ступени) использовался для запуска пилотируемых кораблей «Восход» и «Союз», а также многочисленных спутников «Космос».

Но сколь бы ни были успешны полеты автоматов, все же наибольший интерес любителей космонавтики вызывает полная драматизма история советской пилотируемой лунной программы, в которой обычно выделяют этапы Л-1 и Л-3. До нынешнего момента она была известна лишь в самых общих чертах. Долго считалось, что весь массив технической информации по программе был уничтожен в НПО «Энергия» по приказу В. П. Глушко, который в мае 1974 г. сменил В. П. Мишина на посту руководителя предприятия в Подлипках. Однако это не так: в

архивах сохранилось множество документов, публикация которых, несомненно, прольет свет на весь лунный проект – начиная от зарождения замысла и заканчивая закрытием работ.

## Невозможно перечислить названия всех документов коллекции, относящихся к лунной программе, – их больше сотни.

Перечислить документы коллекции, относящиеся к этой части «лунной гонки», нет возможности – их более сотни (причем в основном сюда входят лишь те, что имеют отношение к технической стороне вопроса; за рамками осталась обширная переписка между исполнителями работ и многие отчеты перед руководством отрасли). Сами названия – «Обоснование характеристик ракеты-носителя Н-1» (1960); «Тяжелая многоступенчатая ракета-носитель Н-1» (1962), «Материалы доклада на ученом совете ОКБ-1 по предложениям о разработке космических объектов на базе Н-1» (1963); «Космическая ракетная система Н-1. Лунный вариант Л-3» (1964) – указывают, что перед любителями и исследователями истории отечественной космонавтики открываются настоящие сокровища.

Как известно, первые проработки тяжелых ракет-носителей начались в ОКБ-1 еще в 1956 г. и были продолжены в соответствии с постановлением ЦК КПСС и Совмина СССР от 30 июня 1958 г. и приказом ГКОТ от 19 июля 1958 г.

Вот выдержка из подписанного С. П. Королёвым проспекта «Тяжелая

многоступенчатая ракета-носитель Н-1» (1962): «Работы по созданию тяжелой ракеты-носителя ОКБ-1... проводились, начиная с 1958 г. в направлениях:

- выявления обоснованного стартового веса тяжелой многоступенчатой ракеты;
- выбора наиболее рациональных компонентов топлива;
- изыскание наиболее целесообразной компоновки ракеты;
- определения основных направлений использования ракеты...»

Итогом проработок и стали первые проекты Н-1, разработка которой была узаконена постановлением ЦК КПСС и Совмина СССР от 23 июня 1960 г. «О создании мощных ракет-носителей, спутников, космических кораблей и освоении космического пространства в 1960–1967 гг.».

Проспект затрагивал и важнейшие вопросы, связанные с экономикой и перспективами развития предлагаемого изделия: «Большая стоимость работ, связанных с созданием тяжелой ракеты-носителя, накладывает также ряд дополнительных требований к выбору ее стартового веса и компоновки, которые сводятся к следующему:

- ракета должна разрабатываться с учетом максимального использования существующей тех-

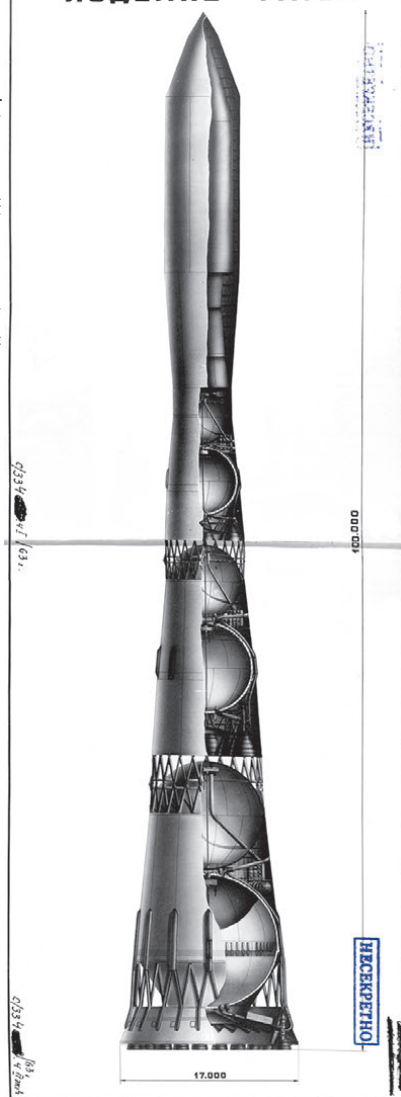




Фонд №1, опись №31.0, дело 1213н/с архив ПАО «РКК «Энергия»

Из «Фотоальбома по изделию 11A52 и его модификациям»

ИЗДЕЛИЕ 11A52



решаемых на базе ракеты-носителя Н-1».

В целях создания перспективного тяжелого носителя для решения научных и народно-хозяйственных проблем (включая организацию «всеобщей связи и ретрансляции радио и телевидения»), запуска автоматических научных аппаратов к другим планетам Солнечной системы и к Солнцу, а также для исследования и освоения человеком Луны, Марса и Венеры, в период с 1958 по 1962 г. специалисты ОКБ-1 последовательно рассмотрели несколько вариантов многоступенчатых ракет со стартовым весом от 900 т до 2000–2200 т.

В итоге сделан вывод: «Учитывая реальную возможность применения в ближайшие годы новых высокоэнергетических химических топлив на основе водорода на последних ступенях носителя, минимально необходимый вес полезного груза на принятых компонентах топлива («кислород – керосин») был принят равным 75 т. Этому весу... соответствует стартовый вес ракеты-носителя 2200 т. При том же стартовом весе применение кислородно-водородного топлива на последней ступени ракеты позволяет увеличить вес полезного груза до 90–100 т».

Эскизный проект Н-1 предусматривал создание целого семейства ракет на основе базового изделия, включая Н-11 стартовым весом 700 т и полезным грузом 20 т на низкой (высотой 300 км) околоземной орби-

рых, предполагалось наиболее полно использовать существующую производственную и экспериментальную базу с постепенным их наращиванием для создания наиболее сложной ракеты семейства. В-третьих, «семейный подход» позволял быстро приступить к изготовлению и испытанию вполне работоспособных и нужных носителей меньшей весовой категории, постепенно накапливая опыт для решения принципиальных вопросов, сокращая затраты и сроки создания основной Н-1. Наконец, последовательная отработка матчасти, начиная с младших членов семейства, повышала надежность работы последующих ступеней сверхтяжелого носителя.

Поскольку при проектировании Н-1 еще не были глубоко проработаны конкретные варианты применения ракеты, в эскизном проекте исследовался широкий круг потенциальных задач. В частности, отмечалась возможность развертывания многоспутниковых орбитальных группировок всего несколькими запусками на Н-1, что должно было принести значительную экономию средств.

Эскизный проект Н-1 был успешно защищен в июле 1962 г., хотя вопрос об «объектах», которые будут запускаться ракетой, оставался открытым. ОКБ-1 и Академии наук было поручено до 1-го квартала 1963 г. подготовить предложения по использованию носителя. Выполняя данное поручение, к июлю 1963 г. С.П. Королёв предложил в качестве основной задачи высадку советского космонавта на Луну. Однако решение по этому вопросу было принято лишь 3 августа 1964 г. постановлением ЦК КПСС и Совмина СССР «О работах по исследованию Луны и космического пространства».

Этот документ, по сути дела, предусматривал выполнение двух пилотируемых программ – облета Луны и высадки на ее поверхность.

Первая программа была реализована на базе ракеты-носителя УР-500К разработки ОКБ-52 В.Н. Челомея и модификации корабля «Союз» разработки ОКБ-1, названной Л-1. Их унификация с техническими средствами лунной посадочной программы была минимальной и касалась лишь разгонного блока «Д» (5-й ступени РН Н-1), заимствованного из второй программы. Данное обстоятельство, несомненно, вызывало распыление сил и ресурсов отечественной ракет-

## Решение о высадке советского космонавта на Луну с помощью комплекса Н-1–Л-3 было принято 3 августа 1964 года.

нической базы промышленности, технических основ по разработке двигателей и конструкции... с целью максимального сокращения сроков работ по ее созданию;

- ракетный комплекс должен обладать простотой и высокой степенью надежности;

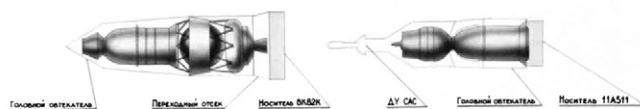
- разработка... комплекса должна быть проведена с учетом длительной эксплуатации ракеты-носителя и перспектив ее совершенствования путем последовательного перехода на ее ступенях и космических летательных аппаратах к применению кислородно-водородного топлива и ядерных энергетических установок, что позволит расширить круг задач,

те с использованием второй, третьей и четвертой ступеней ракеты Н-1, а также Н-111 стартовым весом 200 т и полезной нагрузкой 5 т на такой же орбите с использованием третьей и четвертой ступеней Н-1 и второй ступени ракеты Р-9.

По замыслу проектантов, разработка такого семейства, способного в совокупности решать широкий круг разнообразных задач, позволяла получить целый ряд преимуществ. Во-первых, вырисовывалась возможность применить наиболее экономичную методику последовательной летной отработки самого тяжелого варианта ракеты, начиная с верхних, наименее дорогих, ступеней. Во-вто-

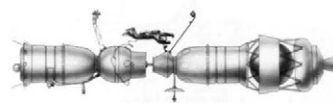


(ВАРИАНТ С ПЕРЕСАДКОЙ ЭКИПАЖА)



\* Разгонный вес такой же, как при прямом полете

КОРАБЛЬ 7К-ОК      КОМПЛЕКС Л1



Вес комплекса Л1 на орбите ИСЗ **19 000** КГ.  
Состав экипажа **2** ЧЕЛ.  
Параметры орбиты ИСЗ: высота **205** КМ.  
наклонение **51,5°**

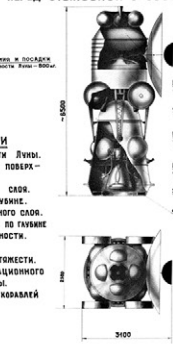
|                               | КОРАБЛЬ 7К-Л1                         | РАЗГОННЫЙ БЛОК Д1                     |
|-------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| ВЕС (ПОСЛЕ ПЕРЕСАДКИ ЭКИПАЖА) | 5 550 КГ.                             | 13 450 КГ.                            |
| Компоненты топлива            | AK-27+DMГ                             | O <sub>2</sub> + PG-1                 |
| Тяга ДУ                       | 400 КГ.                               | 8 500 КГ.                             |
| Удельная тяга ДУ              | 278 $\frac{\text{КГ.СЕК}}{\text{КГ}}$ | 346 $\frac{\text{КГ.СЕК}}{\text{КГ}}$ |
| Габариты: длина               | 5,7 м.                                | 5,5 м.                                |
| диаметр                       | 2,7 м.                                | 3,7 м.                                |

\* Разгонный вес такой же, как при прямом полете

[www6.mcgill.ca/~j29](#)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЛУНЫ САМОХОДНЫМИ АППАРАТАМИ

### САМОХОДНЫЙ АППАРАТ Л - 2

[illegible]

### ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

|                                                               |                                                 |        |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------|
| Повторение элементов на радиотехнической линии с Землей.      | Максимальная высота полета                      | 20°    |
| Разрешающая способность телевизионной системы                 | Максимальная высота полета                      | 20°    |
| — 625 строк, разн. 50 кадров/кадр в секунду.                  | Средний пробег за одну смену                    | ≈ 120° |
| Радиотехническая связь между в/с в течение жизни сущ. системы | Максимальная высота на высоте работы            | ≈ 250° |
| Компьютеризация жизни сущ. в течение месяца, когда            | Источники электропитания — солнечный коллектор. | 17°    |
| возможна работа с объектом 2-2                                | Точность ориентации концентратора на солнце     | 1°     |
| Скорость движения по г/с радиотехнической                     | Излучение источника электропитания              | 1000   |
| системы движения на высоте и земли в 40°                      | В С С А В А Р А Т А                             | 6000   |

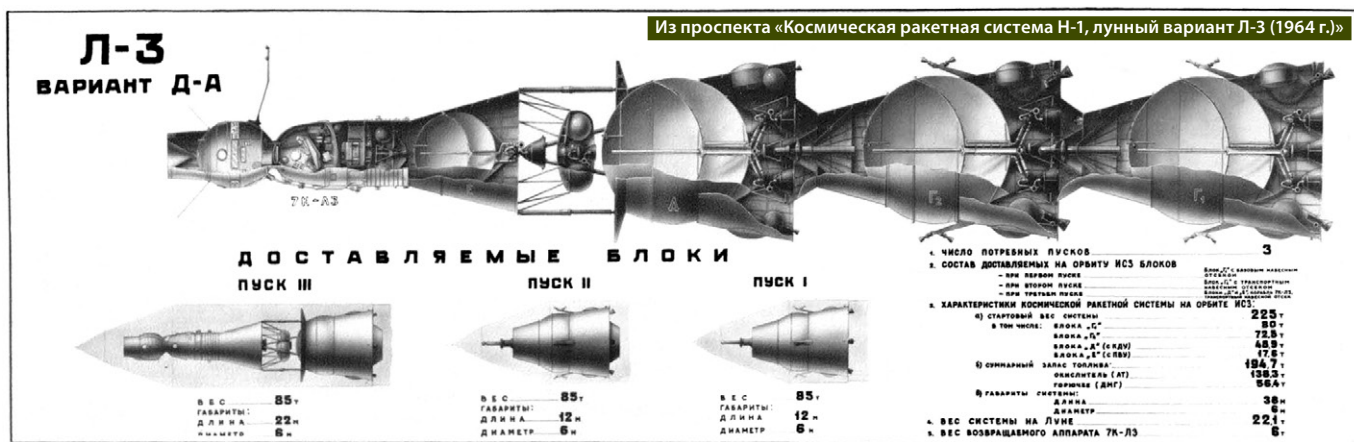
mm. № 01284 — VII. 9. 5

Из проспекта «Предложения по исследованию и освоению Луны в 1963-1968 гг.»

Фонд №1. опись №31.0. дело 1582 н/с: архив ПАО «РКК «Энергия»

Фонд №1. опись №31.0. дело 1188 н/с: архив ПАО «РКК «Энергия»





Фонд №1, опись №31.0, дело 1621 н/с; архив ПАО «РКК «Энергия»

ного проекта «Лунного ракетного комплекса», утвержденного С.П. Королёвым 5 ноября 1965 г.

Несмотря на внешнее сходство с Н-1 из эскизного проекта 1962 г., новый комплекс кардинально отличался по энергетике и по множеству технических деталей. Только стартовая масса увеличилась более чем на четверть, составив 2750 т по эскизному проекту 1965 г. Н-1 должна была выводить на

навта и после выполнения программы исследований должен был вернуть его на окололунную орбиту.

Ход работ по ракете-носителю, космическим ракетным блокам и пилотируемым кораблям комплекса Н-1–Л-3 подробно описан в части коллекции, касающейся периода времени с 1965 по 1972 г. Такие документы, как «Приказы главного конструктора ОКБ-1» (1965), «Приказы

документам) проходила как задача государственной важности, но в СМИ и у обычной публики практически ни с чем не ассоциировалась...

Носитель Н-1, а также техническая инфраструктура на космодроме Байконур для его сборки, подготовки и запуска были созданы. В период с 1969 по 1972 г. состоялись четыре пуска сверхтяжелой ракеты. Все они – увы – завершились аварийно. В мае 1974 г. программа Н-1–Л-3 была закрыта.

Тем не менее новый руководитель предприятия Валентин Глушко «пришел не с пустыми руками» и по крайней мере два года активно поддерживал новую лунную программу, которая (в части кораблей) фактически являлась продолжением проекта Л-3. На это указывают такие документы 1975 г., как технический отчет «Предварительная оценка массовых характеристик лунного орбитального корабля, используемого в двухпусковой схеме экспедиции», «Программа полета лунного орбитального и лунного экспедиционного кораблей», технический отчет «Обеспечение радиосвязи со средствами лунного экспедиционного комплекса, базирующегося на невидимой с Земли стороне Луны» и др.

Советская лунная программа не только оставила яркий след в истории космонавтики, но и в значительной степени сказалась на дальнейших разработках и до сих пор оказывает влияние на современный российский космос, причем самым непосредственным образом.

Именно в ее рамках была создана основная отечественная ракета-носитель «Союз», а также зародился одинименный пилотируемый космический корабль, развитие модификации которого до сих пор работают на мировую пилотируемую программу, более 8 лет оставаясь единственным средством

## Современная отечественная ракетно-космическая промышленность во многом использует наработки, средства и технические решения, созданные в рамках лунной программы.

низкую орбиту лунный комплекс ЛЗ в составе ракетных блоков «Г», «Д», лунного орбитального корабля ЛОК и лунного корабля ЛК. По плану ЛОКу предстояло доставить на окололунную орбиту, а затем возвратиться на Землю экипаж из двух космонавтов. Миниатюрный ЛК рассчитывался на посадку на лунную поверхность одного космо-

начальника ОКБ-1» (1965), проспект «Экспериментальная отработка в наземных условиях посадки лунного корабля комплекса Н1-ЛЗ» (1966) и многие другие, свидетельствуют о трудностях, которые пришлось преодолевать предприятию в Подлипках и его смежникам при решении основной проблемы, которая (по закрытым

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА ПРОГРАММ ПРОВЕДЕНИЯ ПИЛОТИРУЕМЫХ ПОЛЕТОВ В СССР И США**

| ПРОГРАММЫ                                                  | 1970                                                          | 1971                                                          | 1972                                                          | 1973                                                           | 1974                                                           | 1975                                                           |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| ПИЛОТИРУЕМЫЕ СТАНЦИИ НА ОРБИТЕ ИСЗ                         | СССР<br>АОС-1<br>Знаком 3 чел.<br>Время исследования 2 мес.   | СССР<br>АОС-2<br>Знаком 6 чел.<br>Время исследования 3 мес.   | СССР<br>АОС-3<br>Знаком 9 чел.<br>Время исследования 4 мес.   | СССР<br>АОС-4<br>Знаком 12 чел.<br>Время исследования 5 мес.   | СССР<br>АОС-5<br>Знаком 15 чел.<br>Время исследования 6 мес.   | СССР<br>АОС-6<br>Знаком 18 чел.<br>Время исследования 7 мес.   |
| ЛУННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ                                        | СССР<br>ЛЗ-1<br>Знаком 3 чел.<br>Время исследования 2 мес.    | СССР<br>ЛЗ-2<br>Знаком 6 чел.<br>Время исследования 3 мес.    | СССР<br>ЛЗ-3<br>Знаком 9 чел.<br>Время исследования 4 мес.    | СССР<br>ЛЗ-4<br>Знаком 12 чел.<br>Время исследования 5 мес.    | СССР<br>ЛЗ-5<br>Знаком 15 чел.<br>Время исследования 6 мес.    | СССР<br>ЛЗ-6<br>Знаком 18 чел.<br>Время исследования 7 мес.    |
| ИССЛЕДОВАНИЯ ДАЛЬНИХ ПЛАНЕТ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПОЛЕТА ЧЕЛОВЕКА | СССР<br>МРК-М75<br>Знаком 3 чел.<br>Время исследования 2 мес. | СССР<br>МРК-М75<br>Знаком 6 чел.<br>Время исследования 3 мес. | СССР<br>МРК-М75<br>Знаком 9 чел.<br>Время исследования 4 мес. | СССР<br>МРК-М75<br>Знаком 12 чел.<br>Время исследования 5 мес. | СССР<br>МРК-М75<br>Знаком 15 чел.<br>Время исследования 6 мес. | СССР<br>МРК-М75<br>Знаком 18 чел.<br>Время исследования 7 мес. |

\*) По состоянию на 1 января 1970 г.

\*\*) МРК — модифицируемый ракетный корабль

ИНБ № С/1688-70-2-2113-3



доставки космонавтов и астронавтов на Международную космическую станцию. Ракета-носитель «Протон-К» с разгонными блоками – результат далеко не простого творческого сотрудничества головных конструкторских бюро – более 40 лет обеспечивала отечественные нужды в доставке космических аппаратов на высокоэнергетические орбиты и отлетные траектории.

Разгонный блок «Д» перекочевал с Н-1 на «Протон-К» и, видоизменяясь и совершенствуясь, служит до сих пор. В перспективе он будет летать на «Ангаре», а затем и в составе пилотируемого ракетно-космического комплекса сверхтяжелого класса.

Двигатель НК-33, потомок НК-15 с первой ступени Н-1, еще многие годы будет работать на первой ступени легкой ракеты «Союза-2.1В».

Из тех же времен нам достались научно-исследовательские организации, ракетные заводы, наземные измерительные пункты, корабли связи и слежения, технические и стартовые комплексы, многие из которых используются до сих пор.

Наследие богатое, но, к сожалению, мало изученное в его исторической части. И как знать: каким бы оно было сегодня, если бы не закрытие проекта Н-1–Л-3? Этот вопрос – болевая точка нашей космонавтики. Несмотря на известный финал программы, споры не утихают до сих пор: имела ли она шансы на успех или изначально была обречена на провал? Не было ли ее закрытие ошибочным волевым решением, принятым исходя из политической целесообразности, а не на основании тщательного и ответственного анализа? При всех видимых недостатках Н-1 создатели сверхтяжелого носителя не сомневались в возможности довести ракету до ума. Да, вероятно, это случилось бы ближе к концу 1970-х годов, но не привело бы к потере десятилетия, ушедшего на «Энергию-Буран» – программу, во многом аналогичную и даже гораздо более сложную, на которую были затрачены в разы большие ресурсы.

С.П.Королёв и его соратники закладывали в Н-1–Л-3 потенциал на десятилетия. У системы имелись все возможности эволюционного развития – как за счет совершенствования конструкции, так и за счет использования кислородно-водородных ступеней. При этом рост энергетики на десятки процентов был возможен в тех же массовых и габаритных параметрах,



трах, что и у исходного варианта, что позволяло осуществлять запуски с уже имеющегося стартового комплекса. Ветераны не сомневаются, что при необходимости Н-1 можно было приспособить и для запуска «птички» – крылатого орбитального корабля. Быть может, решение о закрытии проекта стало роковым, перечеркнув перспективы, которые видел С.П.Королёв и не увидели принявшие его чиновники?

Предполагаемые к публикации документы позволяют вдумчивому и

увлеченному читателю, исследователю понять логику развития этого сложнейшего проекта, узнать множество деталей, ранее недоступных для публики, и сделать собственные выводы. В любом случае публикация рассекреченных материалов принесет несомненную пользу историкам, ветеранам, любителям отечественной космонавтики, молодым специалистам, стремящимся сделать карьеру на предприятиях ракетно-космической отрасли. ■

