

общественно-политический



научно-популярный журнал

# РОССИЙСКИЙ КОСМОС

№ 2(145)'2018



ISSN 1997-972X



9 771997 972779 >

**СИНДРОМ КЕССЛЕРА  
ДРОНЫ НАСТУПАЮТ  
ТАЙНА ДРЕВНЕГО ТЕКСТА**

# Российские космические системы

[www.russianspacesystems.ru](http://www.russianspacesystems.ru)



АО «Российские космические системы» – один из лидеров мирового космического приборостроения, разрабатывает, производит, испытывает, поставляет и эксплуатирует бортовую и наземную аппаратуру и информационные системы космического назначения более 70 лет.

Продукты и услуги РКС для государственных и коммерческих заказчиков в России и мире задают новые стандарты в области глобальной спутниковой навигации, безопасности, телекоммуникации, метеорологии, изучения природных ресурсов Земли и научных исследований дальнего космоса. Мы создали и развиваем глобальную навигационную спутниковую систему ГЛОНАСС. Уникальные компетенции РКС реализованы в наземных системах управления орбитальной группировкой. Новейшие разработки обеспечивают безопасность запусков, полетов транспортных грузовых и пилотируемых космических кораблей. Благодаря коллективу специалистов высочайшего уровня, уникальному опыту и передовому производству мы являемся одним из ведущих поставщиков бортовой аппаратуры и интеллектуальных систем для МКС и абсолютного большинства проектов национальной космической программы. В интегрированной структуре предприятий космического приборостроения мы объединили опыт лидеров отрасли: Научно-исследовательского института точных приборов (АО «НИИ ТП»), Научно-производственного объединения измерительной техники (АО «НПО ИТ»), Научно-исследовательского института физических измерений (АО «НИИФИ»), Особого конструкторского бюро МЭИ (АО «ОКБ МЭИ») и Научно-производственного объединения «Орион» (АО «НПО «Орион»). РКС входит в Госкорпорацию «Роскосмос».



Москва, ул. Авиамоторная, д.53  
+7 495 509 1202  
[contact@spacecorp.ru](mailto:contact@spacecorp.ru)

# РОССИЙСКИЙ КОСМОС

№ 2 [145] 2018

## Редакционный совет

И. А. Комаров  
С. В. Савельев  
Р. Ф. Джураева  
О. М. Алифанов  
И. В. Бармин  
В. В. Кривошусков

А. Н. Кирилин  
А. С. Коротеев  
С. К. Крикалёв  
И. Ф. Моисеев  
А. Н. Островский

## Главный редактор

В. П. Савиных

## Зам. главного редактора

А. Н. Давидюк

## Редакционная коллегия

Е. Т. Белоглазова  
Е. В. Коростелёва  
Д. Б. Пайсон  
В. А. Попов

## Собственный корреспондент

по Северо-Западному региону

О. Е. Рожков

## Собственный корреспондент

по Поволжскому региону

Д. А. Попов

## Верстка и препресс

М. В. Осипенко

## Корректор

Н. И. Шляпкинова

## Реклама и распространение

И. Н. Ежова  
Тел. 8 (915) 496-67-32  
e-mail: irinaezh@mail.ru

## Адрес редакции

105005 Москва, ул. Бауманская, д. 53  
Тел./факс 8 (495) 631-81-97  
www.r-kosmos.ru

## Учредитель

Международная ассоциация  
участников космической деятельности

## Издатель

ОАО «Издательство «МАКД»  
125438, Москва, ул. Онежская, д. 8

Полное или частичное использование материалов,  
опубликованных в журнале, возможно только после  
согласования с редакцией и с указанием источника

© «Российский космос»

© авторы

Издание зарегистрировано в Федеральной службе  
по надзору за соблюдением законодательства в сфере  
массовых коммуникаций и охране культурного  
наследия (ПИ № ФС 77-23211 от 19.01.2006 г.)

Тираж 1500 экз. Цена свободная  
Дата выхода в свет 26.01.2018 г.

Подписные индексы в каталоге «Роспечати»:

36212 (для индивидуальных подписчиков),  
36213 (для предприятий и организаций)

Отпечатано в ООО «Красногорская типография»

143405 Московская обл.,  
г. Красногорск, Коммунальный кв., д. 2

Редакция благодарит пресс-службу ГК «Роскосмос»  
за предоставленный фотоматериал

В номере использованы фотоматериалы с сайта NASA

Мнение редакции не всегда совпадает  
с позицией автора публикации



## КОЛОНКА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Что скрывать, проблема закрепления молодых кадров на производстве практически постоянно находится в повестке дня любого предприятия. Приемы и методы здесь предлагаются и применяются самые разнообразные. Где-то разрабатывают и внедряют различные схемы по повышению заработной платы, обеспечению служебным жильем, ипотечному кредитованию, созданию кадровых резервов и т.д. Есть и сторонники достаточно жестких методов. Например, не так давно мне довелось ознакомиться с предложениями Сибирского государственного аэрокосмического университета, где одна из главных идей — «ввести порядок госзаказа выпускников вузов отдельных специальностей с отработкой на предприятии не менее 5 лет». Ну давайте честно ответим на вопрос: велика ли будет отдача от инженера или конструктора, которого законом обяжут «отработать не менее 5 лет»? Конечно, приличная зарплата и решение жилищного вопроса — вещь немаловажная. Но можно ли брать в расчет только проявления финансового преуспеяния? Мне думается, в этих наших программах и планах отсутствует нечто большее, более важное и ценное. В последние годы китайские ИТ-специалисты, получившие высшее образование в США, становятся главной движущей силой экономики Китая. «Они бросают работу в Кремниевой долине и возвращаются домой, — утверждает одно из самых весомых финансовых изданий США, — поскольку родная страна открывает для них несравнимо больший простор для роста и возможность открыть собственный прибыльный бизнес». А вот цифры на этот счет: в 2016 году в Китай вернулись 432,5 тысячи профессионалов в области компьютерных технологий — а это на 22 % больше по сравнению с 2013 годом. Что же подвигает молодую талантливую китайскую молодежь, оставив достаточно комфортабельную и высокооплачиваемую работу в Кремниевой долине, паковать чемоданы и отправляться обратно на Родину? Высокие зарплаты, большие возможности карьерного роста, комфортабельные офисы? Гораздо более серьезной мотивацией китайские айтишники считают действительно амбициозные задачи, которые ставит перед ними руководство страны и технологических компаний. Одна из таких задач, которую в Пекине называют одним из главных двигателей технологического и экономического развития, — создание суперкомпьютеров. Стратегическая цель — к 2020 году закончить разработку суперкомпьютера Tianhe-3 со скоростью вычислений до квинтиллиона операций в секунду. А если вернуться к нашим заботам, то хочу напомнить: при Сергее Павловиче Королёве наши инженеры, конструкторы, рабочие, случалось, неделями не выходили из цехов и КБ. Хотя вряд ли их зарплаты отличались от средних по стране так, как сегодня отличаются зарплаты иных руководителей и «топ-менеджеров» от того, что получают их подчиненные, то есть и в 50, и в 100, и более раз. Что же их держало в этих цехах и КБ? Может быть, осознание того, что они решают самые дерзкие и амбициозные стратегические задачи? Делают то, что пока еще не делал в мире никто?

Виктор Савиных,  
летчик-космонавт СССР,  
дважды Герой Советского Союза,  
член-корреспондент РАН



## НА ОРБИТЕ

**4 МНОГО ШУМА ИЗ НИЧЕГО**

*Зимних каникул на станции не бывает. Насыщенную программу полета надо выполнять. На очередном сеансе связи члены российского экипажа МКС-54 рассказали корреспонденту «РК», над какими экспериментами велись работы, как прошла подготовка в выходу в открытый космос, что значит для космонавта медицинская подготовка и для чего она необходима.*

*Екатерина Белоглазова*

## ТЕХНОЛОГИИ

**10 ПУТЬ К ТОЧНОСТИ**

*Сравнительно недавно для специалистов ДЗЗ погрешность в несколько метров считалась, в общем-то, ничтожной. Сегодня создатели современных измерительных технологий и аппаратуры гарантируют миллиметровую точность в определении любых объектов на Земле и в космосе. Среди лидеров и предприятие Роскосмоса АО «НПК «СПП». Здесь уверенно обеспечивают высокоточную лазерную дальнометрию, которая сегодня используется для решения множества экономических, сельскохозяйственных и прочих задач.*

*Владимир Васильев*

**16 ВЕЛИКАЯ СИЛА ТРЕНИЯ**

*Спросите любого, знает ли он, кто такой сварщик и что такое сварочные работы? Конечно, многие ответят утвердительно. И даже назовут виды сварки: газовая, дуговая, лазерная... Но если завести речь о сварке металлов трением с перемешиванием, то выяснится, что мало кто об этом слышал. А между тем это довольно интересный метод сварки, который особенно востребован в ракетостроении, создании кораблей и самолетов. О тонкостях уникального способа, его плюсах и минусах читателям «РК» рассказывает начальник отделения технологии сварки и пайки ФГУП «НПО «Техномаш» Виктор Иванович Кулик.*

*Владимир Попов*

## ЕСТЬ ПРОБЛЕМА

**22 СИНДРОМ КЕССЛЕРА**

*Вместе с расширением освоения околоземного космического пространства весьма интенсивно усиливается и его техногенное засорение. Неудивительно, что специалисты космических агентств бьют тревогу — ведь еще немного, и землянам не избежать синдрома Кесслера. Это когда достигается критическая плотность космического мусора и начинается ценная реакция фрагментации, разрушающая все космические системы на орбите. Как избежать такого развития событий, способного на долгое время остановить дальнейшую деятельность человеческой цивилизации в космосе? Как избавиться от космического мусора на низких околоземных орбитах?*





## ФОРУМ

### 28 САМАРСКАЯ ПЛОЩАДКА ООН

В Самарском национальном исследовательском университете им. академика С. П. Королёва прошел традиционный практикум руководителей национальных космических агентств, аэрокосмических вузов, общественных организаций, чья деятельность связана с пропагандой космических достижений. По итогам форума представители 42 стран мира сформулировали рекомендации, которые будут представлены на четвертой конференции ООН по мирному освоению космоса UNISPACE+50, что пройдет в ближайшем июне в Вене.

Дарья Аксёнова



## ИНТЕРЕСНО

### 32 ДРОНЫ НАСТУПАЮТ

В современном мире существует множество проблем, решение которых отнимает у человека много сил и времени. Например, аэрофотосъемка для точного картографирования, съемка рабочего процесса космонавтов, изучение поверхности других планет и мн.др. Технический прогресс создал активного помощника для людей — дроны. А в Интернете даже открылась первая социальная сеть, посвященная аэрофотосъемке. Из многих тысяч потрясающих фотографий с дронов, представленных в 2017 году, она выбрала 20 лучших аэрофотоснимков, которые мы предлагаем вам посмотреть.

## ПЕРЕДОВОЕ — В ПРАКТИКУ

### 40 ЧТО ПОКАЗАЛ НОВЫЙ ФОРМАТ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ?

В настоящее время на мировом рынке товаров и услуг в области ракетно-космической техники происходят радикальные изменения, связанные со значительным увеличением доли коммерческих участников и усилением их роли, возрастанием общего уровня конкуренции. При таких внешних факторах ключевое конкурентное преимущество может быть достигнуто лишь благодаря эффективной производственной системе, целью которой является обеспечение качественной и своевременной разработки и производства продукции с минимальными издержками. О том, как внедряется в практику производственная система Госкорпорации «Роскосмос», рассказал генеральный директор АО «НПО Лавочкина» Сергей Лемешевский.



## НАУКА И КУЛЬТУРА

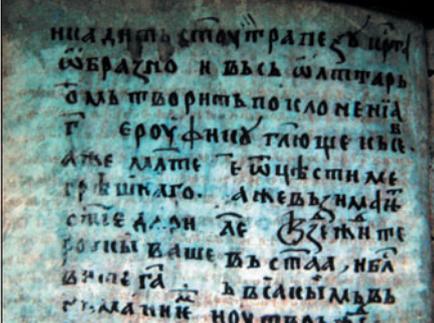
### 46 ТАЙНА ДРЕВНЕГО ТЕКСТА

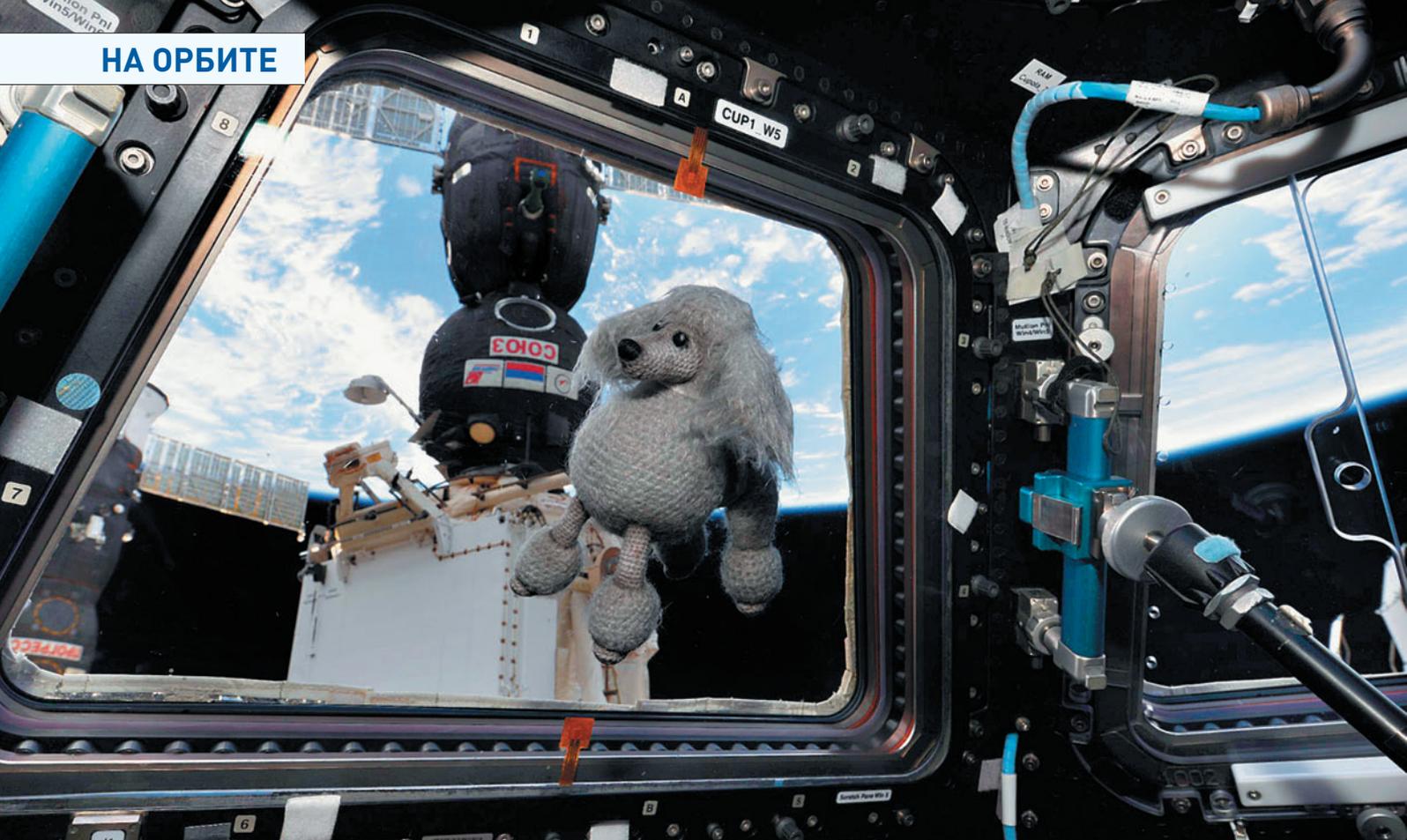
В Государственном историческом музее на Красной площади в Москве хранится одна из древнейших записей праздничного богослужебного канона на Рождество Христово. Он уникален и своей древностью, и тем, что при его создании использовалась первая славянская азбука — глаголица. А для читателей «РК» интересно будет узнать, что практически утерянный, стертый временем значительный фрагмент древней рукописи удалось прочесть исключительно с помощью новейших технологий, которые применили сотрудники Института космических исследований (ИКИ) РАН.

## КАК ЭТО БЫЛО...

### 50 ДЕСЯТЬ РАССКАЗОВ О ВКД

В воскресенье 9 августа 1979 года многих сотрудников КБТЭМ, Центра подготовки космонавтов, равно как и руководителей советской ракетно-космической отрасли, экстренно вызвали по тревоге. Причина беспокойства — нештатная ситуация на борту «Салюта-6». Судя по докладам «Протонов» — Валерия Рюмина и Владимира Ляхова, — антенна радиотелескопа после окончания экспериментов не ушла в открытый космос, а намертво блокировала стыковочный узел, к которому должны были еще причаливать корабли. Кроме этого, стальная сетка, опутавшая блок станции, помешала бы спуску и приземлению спускаемого аппарата. Как проходило и чем закончилось противостояние экипажа и безжалостного железа, изучал Владимир Попов.





# МНОГО ШУМА ИЗ НИЧЕГО

*Космонавты Роскосмоса Александр Мисуркин и Антон Шкаплеров, астронавты NASA Джозеф Акаба, Марк Ванде Хай, Скотт Тингл и астронавт JAXA Норишиге Канаи продолжают свою работу на МКС. Так получилось, что беседа с российскими космонавтами состоялась накануне старого Нового года, который отмечают только в России. И, конечно, было интересно узнать, помнят ли об этой традиции на орбите.*

— Добрый день, Александр и Антон! С наступающим старым Новым годом! Вы и его собираетесь встречать 16 раз?

**А. Шкаплеров:** Он все равно новый, хотя и старенький. Поэтому у нас все в планах.

**А. Мисуркин:** К тому же сегодня суббота. Мы убрали станцию, позанимались физкультурой, и можно немножко расслабиться.

— Декабрь у каждого из вас выдался очень насыщенным. Александр готовился к отлету «Бореев», а в это время Антон и его экипаж — к старту.

**А. Мисуркин:** Эти дни были, действительно, очень напряженными. Сергей старался ничего не забыть, уложить грузы, успеть выполнить все операции, привязанные ко времени. Я ему помогал. Но больше всего за-

помнилось другое. Мы много недель прожили на станции и постоянно общались. И вдруг ты понимаешь, что это не просто твой коллега, товарищ, а настоящий друг. Он улетел, и все вроде нормально, но ты чувствуешь какую-то грусть и понимаешь, что скучаешь по нему. Значит, те 3 месяца, которые мы с Сергеем провели на борту МКС, укрепили наши дружеские отношения.

— Антон, как прошел ваш уже третий полет, как вас встретили «хозяева»?

**А. Шкаплеров:** У меня есть опыт и двухсуточного, и шестичасового полетов. И короткая схема мне очень понравилась. На этот раз мне показалось, что мы летели до станции очень долго. Нет экспериментов. Поэтому экипаж отсыпался и



## НА СКОЛЬКО САНТИМЕТРОВ МОГУТ ВЫРАСТИ КОСМОНАВТЫ

готовился к прибытию на станцию. Адаптацию к невесомости все перенесли очень хорошо, хотя и Скотт Тингл, и Норишиге Канаи впервые полетели в космос. Стыковка прошла в автоматическом режиме. Я 15 лет готовлюсь стыковаться вручную, но применить свои навыки мне так и не удалось. На борту нас встретили прекрасно, приготовили завтрак. Наш экипаж поел горячую пищу. Было очень много работы по консервации корабля, нам показали оборудование, которое используется в нештатных ситуациях. После этого мы пошли отдыхать. И на следующий день уже началась обычная жизнь на станции.

— **А вам не показалось, что вы и не улетали со станции?**

**А. Шкаплеров:** Примерно так и было. Организм вообще не почувствовал дискомфорта. Прошла нормальная передача смены. И через несколько дней космическая станция стала для нас вторым домом.

— **Все члены экипажа, кроме Антона, впервые в жизни встретили Новый год и Рождество на околоземной орбите, причем много раз. Как это происходило?**

**А. Шкаплеров:** Для меня это третий полет и третья встреча Нового года и Рождества в космосе. У нас было три елки — одна большая и две поменьше. Мы их разместили на российском сегменте станции, повесили игрушки и украшения, достали колпачки и праздновали здесь и католическое Рождество 25 декабря, и Новый год. Наши коллеги в эти дни были заняты и не успели подготовиться к празднику. Дело в том, что старт грузового корабля Dragon дважды переносился, и стыковка произошла 17 декабря, то есть задачи стояли те же, а времени оставалось меньше.

**А. Мисуркин:** А я в очередной раз убедился в том, что не место создает какую-то особую и праздничную атмосферу, а внутреннее, душевное состояние человека. Если ты настроен на праздник, он получится. И очень благодарен Антону Николаевичу за то, что он поддерживает все идеи и помогает создать хорошее настроение, почувствовать, что у нас не только работа, работа, работа, но есть и минуты отдыха. Сам я не очень это умею делать, но мне повезло с экипажем — мы друг друга хорошо дополняем.

— **Да, такие события запоминаются на всю жизнь! Но зимних каникул на станции не бывает, и программу надо выполнять. В эти дни больше всего времени вам планировали для экспериментов «ДАН», «Мотокард», «Биокард», а также любимые многими «Сферы». Вам этот эксперимент тоже понравился?**

**А. Мисуркин:** Этот эксперимент, который организовывал Массачусетский технологический университет, идет уже давно, но мне удалось с ним поработать только сейчас. Я считаю, что именно так должен выглядеть настоящий образовательный проект. Он не только дает возможность



15 декабря 2017 года к МКС отправилась PH Falcon 9 с **космическим грузовым кораблем Dragon**, причем впервые и первая ступень ракеты-носителя, и возвращаемый «грузовик» ранее уже побывали в космосе. Стыковка Dragon с МКС состоялась через 2 дня. Захват корабля механическим манипулятором провели астронавты Марк Ванде Хай и Джозеф Акаба. На борту грузовика находилось более 2 тонн грузов: продукты, предметы первой необходимости, рождественские подарки для экипажа МКС, а также материалы и приборы для научных экспериментов в области материаловедения, биологических исследований и наблюдений за Солнцем. По словам руководителя компании Made In Space Эндрю Раша, на станции пройдет эксперимент по получению оптического волокна, которое, по прогнозам, в 100 раз лучше всех ныне существующих и обеспечит передачу очень больших объемов информации. На борту также запланирован эксперимент с клетками костной ткани в условиях микрогравитации. Такой препарат позволит лечить переломы костей, его можно было бы применять в ортопедии.

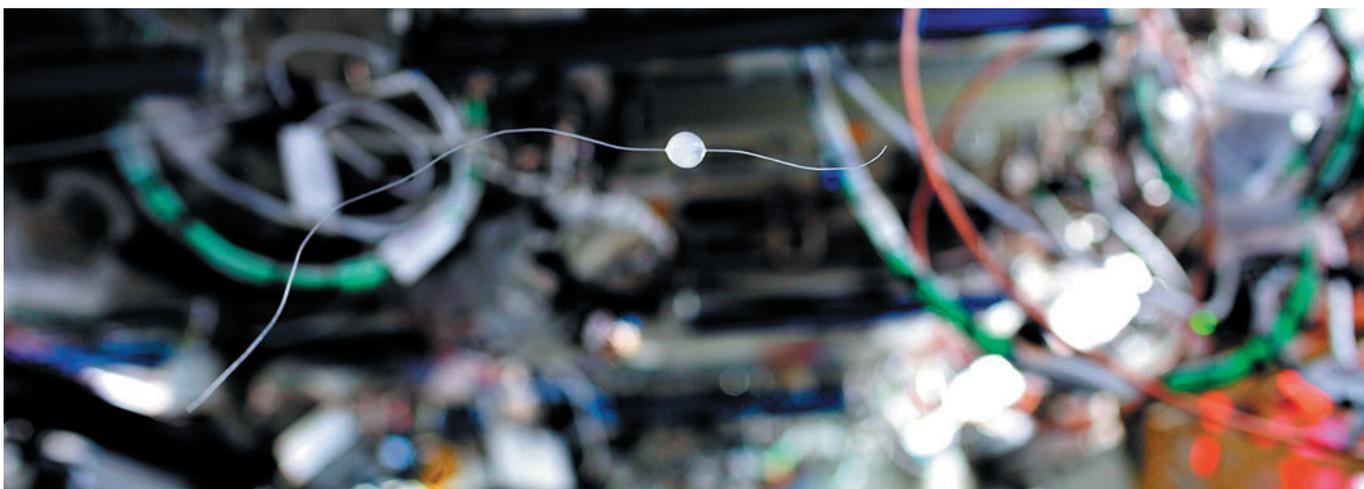
13 января Dragon отделился от МКС, а затем упал в Тихий океан у берегов мексиканского штата Нижняя Калифорния.

попрактиковаться студентам в конструкторских и инженерных навыках, но и зажечь искру в их сердцах. В дальнейшем это поможет им стать профессионалами своего дела. В эксперименте используются два робота (сферы диаметром 30 см), работающие на сжатом углекислом газе. Команды студентов со всего мира составляют программу для этих роботов, которые должны перемещаться в замкнутом пространстве и выполнять определенные процедуры. Выигрывает команда с оптимальным программным обеспечением, которое позволяет выполнить поставленные задачи с минимальными затратами топлива. А экипаж МКС помогает ребятам реализовать их планы и оценить результат.

Главная трудность в том, что при разработке программы ты только представляешь себе, как это должно работать в невесомости, но обратной связи в режиме реального времени нет. Меня порадовало, что в числе команд-участниц в «крайних» состязаниях были и представители Москвы. Здорово, что студенты занимаются прикладным программированием устройств, которые летают в космосе.

— **Большое спасибо, Александр! Но отдельная благодарность за фильм «Эксперимент с водой в невесомости»!** Для съемок в формате 3D вы установили конструкцию из панорамных камер. Я с интересом смотрела, как вы отбиваете шарики воды теннисной ракеткой, и волновалась, что несколько из них улетели, а вы это не заметили. А вам интересно участвовать в этом образовательном проекте?

**А. Мисуркин:** Честно говоря, когда я приступил к установке камер, то не понимал, так ли их поставил и что получится. У меня не было той самой обратной связи, и я не знал, что «видят» камеры. Но установив контакт с организаторами этих видеосъемок, разобрался, как и где надо крепить аппаратуру, что важно, а что некритично. Съемка в формате 3D создает впечатление, что зритель находится на борту. Я надеюсь, что кто-то из детей, увидев этот фильм, скажет: «Я хочу полететь в космос!» Мое отношение к таким видео положительное.



Для фильма «**Эксперимент с водой в невесомости**» на борту была установлена конструкция из панорамных камер. Съемка в формате 3D создает впечатление, что зритель находится непосредственно на МКС.

— На 2 февраля у вас запланирована внекорабельная деятельность (ВКД). На что нужно обратить особое внимание при подготовке? Какие скафандры вы будете использовать? Что даст замена электронного блока антенны системы ретрансляции «Луч»?

**А. Шкаплеров:** Скафандры — «Орлан МС» и модифицированный «Орлан МКС». Цель выхода — замена блока антенны. Это позволит установить на российском сегменте космическую связь с Землей через спутники и Интернет. Сейчас мы пользуемся услугами наших партнеров из NASA.

Перемещений будет не так много. Придется работать кистями рук, что требует хорошей физической подготовки. Второй человек должен обеспечить надежную фиксацию напарника и буквально держать его за ноги, потому что зацепиться там не за что. Пару дней назад мы присматривались к антенне, разворачивали ее. Но только на месте можно будет понять, что и как делать.

Сам выход в космос — очень специфическое мероприятие, и это далеко не «прогулка на свежем воздухе». Его планируют не так часто, а только когда в этом есть необходимость. ВКД всегда ограничена по времени (рекорд продолжительности — около 9 часов). И за этот срок нужно во всем разобраться и выполнить задачу. У нас была хорошая подготовка в ЦПК и РКК «Энергия». И я надеюсь, мы справимся. Главное, чтобы антенна работала.

— Появление Интернета на российском сегменте позволит наладить передачу телемедицинской информации и с российского сегмента МКС. Кстати, знакомство с медициной входит в программу подготовки космонавтов. Чему вас учат, какие навыки вы приобретаете? Приходилось ли вам эти знания применять в космосе и в обычной жизни на Земле?

**А. Мисуркин:** Я очень надеюсь, что телемедицина нам может пригодиться только в научных целях, при проведении экспериментов, для онлайн-консультаций со специалистами. Мы действительно проходим дополнительную медицинскую подготовку по разным процедурам от простых бытовых — попадания инородного предмета в глаз, что в невесомости вполне вероятно, до самых критических ситуаций с использованием дефибриллятора. Слава Богу, нам с Антоном не пришлось участвовать в каких-то неотложных мероприятиях на борту. Хотя эти навыки мы периодически поддерживаем, проводя тренировки на борту.

**А. Шкаплеров:** Телемедицина пришла из космоса, и специалисты уже давно задумались над тем, как врач-профессионал на Земле может помочь экипажу, имеющему хотя бы минимальные знания о работе с тем или иным оборудованием. Сейчас в России проблема телемедицины решается на государственном уровне. И опытным врачам, профессорам, если что-то случится во Владивостоке, не надо лететь туда из Москвы. По телеканалам с хорошим разрешением типа скайпа они могут со своего рабочего места помочь менее опытным коллегам-врачам, нахо-

**Антон Шкаплеров:** Накануне Нового года мы смотрели фильм «Ирония судьбы, или С легким паром!» Все спрашивали, будет ли на нашем новогоднем столе традиционный салат оливье. Мы решили его приготовить. Нарезали свежий лук, добавили консервированный картофель, колбасу, соленые огурцы, сублимированный горошек в молочном соусе, яйца в виде омлета и заправили майонезом. Самым трудным было нарезать продукты в пакете, чтобы кусочки не выплыли из него и не разлетелись по станции. Получилось неплохо, и космический оливье понравился даже нашим коллегам. У нас также было что-то вроде шампанского (на пакете с лимонадом было написано «Советское шампанское»). Праздничная атмосфера чувствовалась во всем. Нам звонили и поздравляли — и руководство, и близкие, и родные. Мы не чувствовали себя оторванными от Земли.



**Антон Шкаплеров:** Патриарх Московский и всея Руси Кирилл поздравил нас с Рождеством. По традиции он делает это 7 января и на Пасху. Так что мы с ним общаемся уже в пятый раз. Очень приятно, что, пользуясь своим «служебным положением», мы можем друг друга поздравить и поговорить с предстоятелем Русской православной церкви.



**Эксперимент «Сферы» (SPHERES — ZeroRobotics)** — отработка синхронизированного управления положением и переро- ориентацией экспериментальных спутников в условиях невесомости.



**Костюм «Пингвин»** уменьшает влияние невесомости на расстояние между позвонками. Он дает максимальную нагрузку на мышцы, отвечающие за прямохождение, которой в условиях невесомости организму не хватает.

дядимся в удаленных местах нашей огромной страны, поставить диагноз, проконсультировать и дать совет прямо во время операции.

Мы можем оказать первую помощь, обработать рану, сделать укол, взять кровь на анализ. На станции много различного медицинского оборудования. У наших американских коллег есть и аппаратура для УЗИ.

— На днях ваш японский коллега Норишиге Канаи сначала всех удивил, сообщив, что за 3 недели вырос на 9 см. Но потом выяснилось, что он ошибся: его рост увеличился всего на 2 см и теперь равен 182 см.

**А. Шкаплеров:** У меня такой опыт уже был. Один из моих коллег тоже внезапно вырос. Так что для меня это не стало сюрпризом. Но Норишиге в своем инстаграме написал, что беспокоится, сможет ли он влезть в скафандр, чтобы вернуться на Землю. А так как только Роскосмос доставляет астронавтов на борт и обратно, то всех взбудоражил вопрос, как россияне будут возвращать на Землю японского астронавта. К нам пришло много звонков, в том числе от руководства Роскосмоса. Узнав об этой ситуации, я спросил Норишиге, уверен ли он в том, что его рост настолько увеличился? Он сказал, что так его измерили. Я попросил его отнестись к этому более внимательно, потому что у нас могут появиться проблемы. И буквально через 20 минут он вернулся и сказал, что все нормально. Оказывается, у него очень большая шевелюра, и ее не учли при измерении.

Конечно, в космосе никто не вырастает, просто в невесомости немного (на 2–3 см) расходятся межпозвоночные диски. Когда люди возвращаются на Землю, гравитация все ставит на свои места. Сразу после нашего разговора мы проведем примерку ложемента Норишиге в СА, чтобы еще раз убедиться: рост японского астронавта увеличился на 2 см, и он готов к возвращению на Землю в любой момент. Просто он еще неопытный астронавт и сам не ожидал такой реакции общественности в соцсетях.

— Да, шуму он наделал! А вообще, есть ли на борту какие-то средства для уменьшения роста, например упражнения с отягощениями?

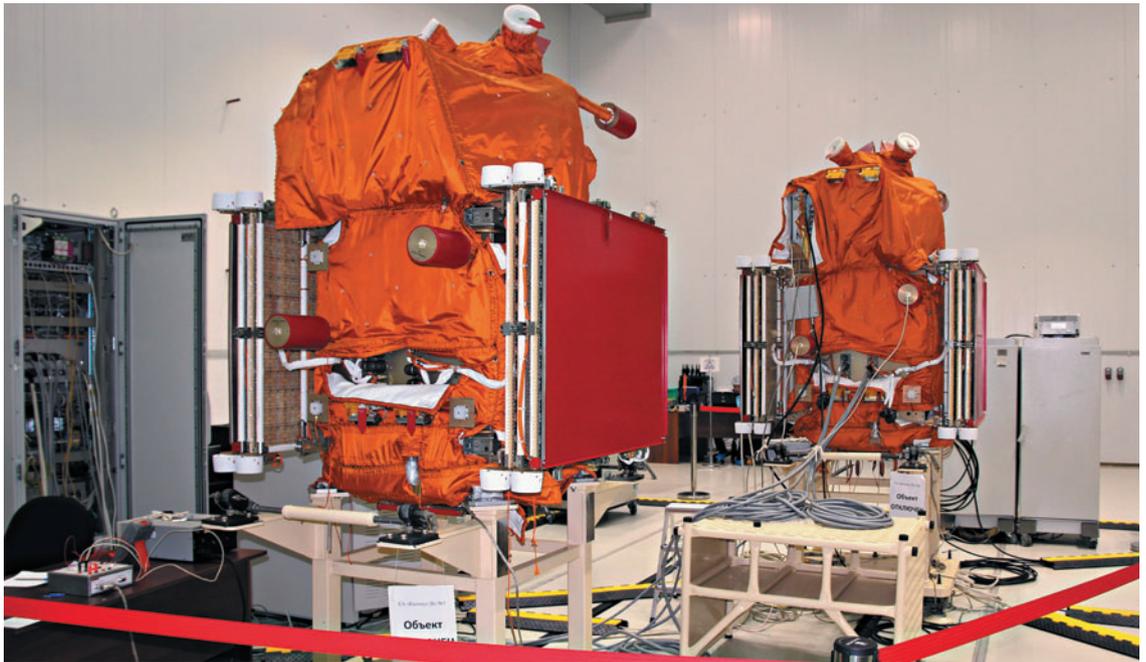
**А. Мисуркин:** Мы уже посмеялись с Антоном по этому поводу. Я большой фанат костюма «Пингвин» и ношу его постоянно, как и в первом полете. Но делаю это не только из-за боязни вырасти и не влезть в корабль, а потому что этот костюм дает максимальную нагрузку на мышцы, отвечающие за прямохождение, которой здесь организму не хватает. И если я в силу некоторых причин снимаю его на некоторое время (на день-два, когда, например, на себе носишь какие-то приборы, которые неудобно надевать вместе с «Пингвином»), то чувствую, что мышцы, которые поддерживают спину, теряют тонус, позвонки начинают расходиться, и я испытываю дискомфорт. А так надел «Пингвин», и все хорошо.

— Огромное спасибо за беседу. К сожалению, мое время истекло. Я прощаюсь с вами и желаю хорошего полета и удачи!

*Беседовала Екатерина Белоглазова*

## «КАНОПУСЫ» ГОТОВИЛИ НА ВОСТОЧНОМ

ПУСК РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ «СОЮЗ-2.1А» С РОССИЙСКИМИ СПУТНИКАМИ ДЗЗ И МОНИТОРИНГА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ «КАНОПУС-В» № 3 и № 4 БЫЛ НАМЕЧЕН НА 1 ФЕВРАЛЯ 2018 ГОДА. НО ЕСЛИ ЗРЕЛИЩНУЮ КАРТИНУ ЗАПУСКА ВИДЕЛИ МНОГИЕ, ТО ПОДГОТОВКА К УСПЕШНОМУ СТАРТУ, КАК ПРАВИЛО, СКРЫТА ОТ ПОСТОРОННИХ ГЛАЗ. А МЕЖДУ ТЕМ ОТ ГРАМОТНОЙ И СЛАЖЕННОЙ РАБОТЫ КОМАНДЫ КОСМОДРОМА ЗАВИСИТ И УСПЕХ ВСЕЙ ЭКСПЕДИЦИИ.



Как же готовился третий пуск с нового российского космодрома Восточный? В монтажно-испытательном корпусе космодрома Восточный своевременно и качественно прошла подготовка к запуску космических аппаратов «Канопус-В» № 3 и № 4. Специалисты предприятий ракетно-космической отрасли проверяли работу источников питания, провели электрические испытания спутников. Разгонный блок «Фрегат» был заправлен компонентами ракетного топлива и переведен на хранение в зал заправочно-нейтрализационной станции. После проведения

необходимых операций с космическими аппаратами специалисты приступили к сборке космической головной части.

Ранее «пакет» — первая и вторая ступень в сборе — ракеты-носителя «Союз-2.1а» прошел все необходимые пневмовакuumные и электрические испытания и был отправлен на хранение в монтажно-испытательный корпус ракеты-носителя. На стартовом комплексе сотрудники филиала ФГУП «ЦЭНКИ» — КЦ «Восточный» своевременно провели подготовку компонентов ракетного топлива, сформировали совместный расчет.

Стоит напомнить, что космический комплекс «Канопус-В» в составе орбитальной группировки ДЗЗ Роскосмоса предназначен для получения панхроматических и многозональных изображений поверхности Земли в интересах обеспечения подразделений Госкорпорации «Роскосмос», МЧС России, Министерства природных ресурсов и экологии России, Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Российской академии наук, а также других ведомств и коммерческих потребителей оперативной информацией.

Головной организацией-разработчиком космических аппаратов «Канопус-В» является АО «Корпорация ВНИИЭМ». Оператор космической системы — Научный центр оперативного мониторинга Земли АО «Российские космические системы».

Целевое использование космического комплекса «Канопус-В» осуществляется в соответствии с заявками потребителей на получение информации дистанционного зондирования Земли. Прием, обработка и распространение спутниковой информации выполняется Научным центром оперативного мониторинга Земли (Роскосмоса) и Росгидрометом (ФГБУ «НИЦ «Планета»). Информация, получаемая со спутника, востребована российскими и зарубежными потребителями и используется для решения практических задач.

## АО «НПК «СПП» ОБЕСПЕЧИВАЕТ САМОЕ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВЫСОКОТОЧНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ДАЛЬНОМЕТРИИ



# ПУТЬ К ТОЧНОСТИ

### ОТ МЕРНОЙ ЛЕНТЫ — К ОПТИЧЕСКОЙ ВОЛНЕ

Высокоточная лазерная дальнометрия используется сегодня для решения огромного множества задач, но среди них своей неизменной актуальностью и шириной применения выделяются геодезия — то есть определение координат неподвижных точек на поверхности Земли, а также навигация — определение мгновенных координат и параметров движения динамических объектов.

В XX веке на смену механическим устройствам для таких измерений (мерным лентам, счислителям оборотов колес) пришли устройства для измерения времени распространения электромагнитных волн разных диапазонов — радиочастотного и оптического. Кстати, применительно к подземным и подводным измерениям используется также определение времени распространения акустических волн.

Оптический диапазон волн по сравнению с радиочастотным диапазоном при решении такого рода задач имеет свои преимущества и

недостатки. Последний обеспечивает всепогодность и в ряде случаев — за счет дифракции радиоволн — возможность загоризонтных измерений. Однако на точность в радиочастотном диапазоне влияют искажения электромагнитного поля местными предметами и оказывают существенное воздействие факторы окружающей среды (атмосфера, ионосфера), влияющие на скорость распространения радиочастотных колебаний.

В оптическом диапазоне эти снижающие точность измерения факторы оказываются меньше, но возрастают потери в воздушной среде, особенно за счет рассеяния в аэрозолях и влияния фона солнечного излучения, создающего нередко сильные помехи проведению измерений. Несколько слов о рассеянии в аэрозолях... Дело в том, что при распространении в водной среде, особенно в сине-зеленой области видимого спектра, потери в оптическом диапазоне, наоборот, оказываются меньше, чем в радиочастотном, благодаря чему оптическая дальнометрия, как и передача





Рис. 1.  
SLR-станция  
в Щелково,  
введена  
в 2000 году



Рис. 2.  
Серийная  
SLR-станция  
«Сажень-ТМ»,  
разработка 2005 года.  
Частота повторений  
импульсов — 300 Гц,  
мощность — 0,75 Вт.  
Метод  
одноэлектронной  
высокочастотной  
лазерной  
дальнометрии  
реализован  
в серийных  
малогабаритных  
лазерных станциях  
«Сажень-ТМ»

- — супер КОС (Сажень-Л)
- — КОС НС КК системы ГЛОНАСС (Сажень-К)
- — КОС для оснащения АГО
- — КОС ГК «Роскосмос» для системы ПС АГП
- — КОС для Росстандарта
- — КОС для оснащения РСДБ ИПА РАН



Рис. 3. Российская сеть лазерных станций

информации, находит применение при подводных работах.

Поэтому наиболее разумно сочетание средств обоих диапазонов, причем оптические средства — сегодня это в основном лазерная дальнометрия — служат эталоном для калибровки и сверки радиотехнических систем.

### НАШИ СТАНЦИИ В ЮАР

В середине XX века высокоточная дальнометрия, основанная на измерении времени распространения электромагнитных волн, использовалась преимущественно для наземных геодезических работ, а поскольку при таких работах требования к точности обычно превалировали над требованиями к оперативности (за исключением военных применений), то оптические, а с начала 1960-х годов и лазерные дальнометры получили преимущественное распространение. Измеряемые дальности в ходе таких работ обычно не превышают нескольких десятков километров, и среди применяемых методов предпочтение отдавалось фазовой дальнометрии, то есть измерению сдвига фаз модулирующего сигнала, нала-

гаемого на распространяющийся световой пучок.

Сегодня благодаря развитию космических навигационно-геодезических систем наземные координатные сети стали строиться с их помощью, и применяемая для этого лазерная дальнометрия получила название спутниковой лазерной дальнометрии (SLR — Satellite Laser Ranging). Так как повсеместно распространяющаяся спутниковая навигация опирается на геодезию, требования к точности навигационно-геодезических систем быстро возрастают, и особенно жесткие требования предъявляются к лазерной дальнометрии, служащей эталонным и калибровочным средством для этих систем. Так, если в 60-е и 70-е годы прошлого века достаточно малой считалась погрешность измерений дальности порядка единиц дециметров, то с 2000-х годов поднимается вопрос о достижении точности  $\pm 1$  мм.

Для решения этих проблем в глобальном масштабе создана Международная служба лазерной дальнометрии (ILRS — International Laser Ranging Service). Кстати, с начала 1990-х годов Российская

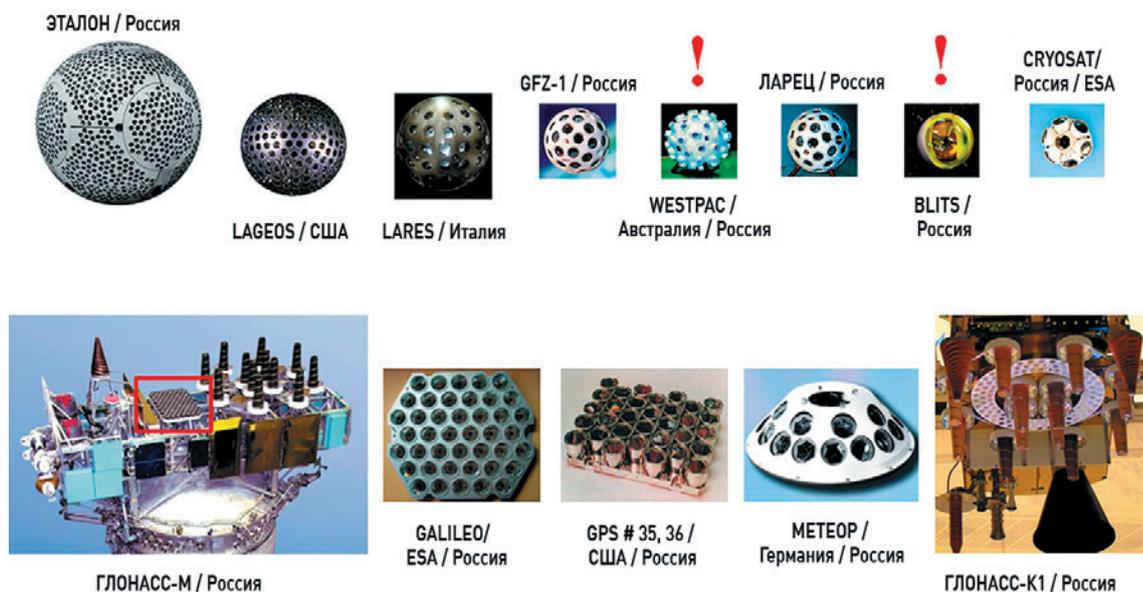


Рис. 4. Отечественные и зарубежные ретрорефлекторные системы и спутники

Федерация стала ее членом. В настоящее время под эгидой ILRS по всему миру работает свыше 50 измерительных станций, и еще несколько десятков станций находятся в стадии сооружения или реконструкции.

Следует заметить, что для оптимизации этой измерительной сети она должна быть по возможности равномерно распределена по поверхности земного шара. Но еще в 1990-е годы у международного SLR-сообщества имелись претензии: территория самой большой в мире страны — России — была очень слабо оснащена SLR-станциями (у нас их принято называть квантово-оптическими станциями — КОС). Однако сегодня мы в этом отношении вышли на передовые позиции: на российской территории создано 20 действующих станций, а к 2020 году их будет уже 29, и к тому же мы вносим вклад в сгущение SLR-сети Южного полушария, оснащенного пока слабее Северного. Стоит заметить, что две наших станции — в Бразилии и ЮАР — уже успешно функционируют.

Изменяются и сами SLR-станции — они стали компактнее, но при этом точнее прежних. Если в начале 1970-х годов наши первые лазерные станции имели оптику на основе полутораметровых прожекторных зеркал (лазерный локатор СКОЛ-2

имел четыре таких зеркала на общем опорно-поворотном устройстве), то выпускаемая в последние годы серийно лазерная станция «Сажень-ТМ» имеет сдвоенную оптическую систему с диаметром зеркал 25 см, обеспечивая при этом ту же дальность действия и на порядок лучшую точность измерения.

Виды изготавливаемых на нашем предприятии и действующих в настоящее время лазерных дальнометрических станций показаны на рис. 1 и 2, а их расположение на территории России и ближайших к ней стран — на рис. 3.

Достижимая сейчас в мировой практике, в том числе и у нас в стране, точность измерения составляет около 0,5 см и ограничивается в основном двумя факторами. Как было констатировано в 2005 году на специальном международном совещании в Истборне (Великобритания), имевшем в названии подзаголовок Towards 1-mm accuracy («Путь к точности 1 мм»), эти факторы — трудность точного учета показателя преломления атмосферного воздуха на пути распространения лазерного луча и так называемая «ошибка цели», о чем следует сказать несколько подробнее.

### ЦЕНА «ОШИБКИ ЦЕЛИ»

Показатель преломления воздуха вблизи поверхности Земли составляет ~1,0003 и в общей сложности вносит задержку времени распространения сигнала от ~3 до ~10 метров в зависимости от «угла места» (наклона линии визирования по отношению к плоскости горизонта). Работа при малых углах места, когда эта задержка превышает 10 метров, вообще нежелательна. Величина показателя преломления воздуха зависит от его температуры, давления и влажности, а измеряются эти факторы лишь в точке расположения станции. Учесть все нюансы распределения этих параметров вдоль

трассы луча при помощи модели атмосферы можно пока в лучшем случае с погрешностью в несколько миллиметров. Разумеется, в пересчете на дальность, хотя исследование и учет местных условий в сочетании с совершенствованием общей модели атмосферы позволяют постепенно улучшать эту точность.

Теоретически существует путь решения данной проблемы: одновременное измерение дальности на двух сильно разнесенных длинах волн лазерного излучения, например в видимом и инфракрасном участках спектра, а также с использованием уравнения дисперсии — зависимости показателя преломления от длины волны. В принципе, это позволяет получить значение задержки сигнала в атмосфере, не прибегая к измерению температуры, давления и влажности воздуха вдоль трассы. Однако было показано, что для достижения таким способом погрешности 1 мм в измеряемой дальности нужно измерять разность времени

распространения для этих двух длин волн с точностью лучше  $\pm 0,5$  пикосекунды, т.е.  $\pm 0,07$  мм в пересчете на дальность. А этого пока не удастся сделать по ряду технических причин.

Второй серьезный ограничитель точности — «ошибка цели» — обусловлен тем, что почти все спутники-цели для высокоточных геодезических и геофизических измерений представляют собой металлические шары, на поверхности которых установлено множество ретро-рефлекторов — уголковых отражателей из кварцевого стекла (кстати, большинство таких спутников-целей и отражателей для них изготовлено нашим предприятием — см. табл. 1 и рис. 4). Эти сферические конструкции имеют диаметр от 23 см до 2,15 метра, а количество уголковых отражателей на каждом из них составляет от 20 до 2142.

Из-за одновременного отражения лазерного импульса от нескольких ретрорефлекторов, находящихся на разных удалениях от станции, и из-за неизбежного разброса величин эффективной отражающей поверхности этих ретрорефлекторов возникает погрешность, достигающая для крупных сферических спутников-целей нескольких сантиметров (табл. 2).

Еще в 1990-е годы для решения специфических высокоточных задач геодинамики, в частности для японского проекта Keystone по предсказанию землетрясений и цунами на основе наблюдения малых

Табл. 1. Лазерные ретрорефлекторные системы, созданные АО «НПК «СПП» для российских космических аппаратов. Всего оборудовано лазерными ретрорефлекторами 148 космических аппаратов

Тип КА	Высота орбиты, км	Год запуска	Количество КА	Количество СВ на КА	Размер системы ретрорефл., мм
Салют-4 (Россия)	350	1975	1	42	184×168×47
Цикада-11, -13 (Россия)	1000	1976	2	280	235×145×110
Метеор-1 (Россия)	950	1076	2	70	∅585×210
Молния-1С (Россия)	36 000	1974	1	70	504×318×510
Радуга (Россия)	36 000	1976	2	50	306×255×248
ГЕО-ИК (Россия)	1500	с 1981 по 1990	11	692	∅ <sub>1</sub> 1960-∅ <sub>2</sub> 1410 (кольцевая зона)
ГЛОНАСС (Россия)	19 100	с 1981 по 2000	>50	396	1330×1010
Эталон-1, -2 (Россия)	19 100	1989	2	2142	∅1294
Ресурс-0 (Россия)	620	1992	1	2	200×160×90
Метеор-2 (Россия)	950	1993	1	3	196×66×96
Метеор-3 (Россия-Германия)	1200	1994	1	24	∅280×100
Зоя (Россия)	475	1997	1	20	∅968
ГЛОНАСС (Россия)	19 100	с 2000 по 2005	11	132	∅ <sub>1</sub> 660×∅ <sub>2</sub> 380
Метеор-3М-1 (Россия)	1020	2002	1	1 сфера ∅60 мм	∅88×64
Ларец (Россия)	690	2003	1	60	∅215
Можаяц (Россия)	690	2003	1	6	∅115×46
ГЛОНАСС-М (Россия)	19 100	с 2003 по н.в.	*45	112	511×311
VLITS 2009 (Россия)	832	2009	1	автономная сфера	∅170
ГЕО-ИК (Россия)	1000	февраль 2011 неудачный запуск	1	30	∅300×96,5
Спектр-Р (Россия)	эллиптическая	2011	1	100	50×406×80
			2011, 2014	2	
ГЛОНАСС-К (Россия)	19 100	2011	1	123	∅ <sub>1</sub> 626×∅ <sub>2</sub> 340 кольцевая зона

## Сигнатура

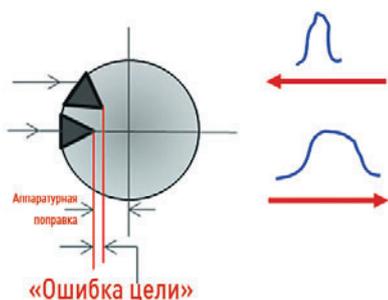


Табл. 2. Проблемы достижения субмиллиметровой точности измерений дальности по лазерным спутникам

Рефлекторная система	Высота орбиты, км	Ошибка цели, мм
Ajisai (Япония)	1400	50
Эталон	19 100	40
ГЛОНАСС	19 100	25
LAGEOS (США)	5800	10
Ларец	690	2,0
WESTPAC	835	0,5
BLITS	835	0,1-0,3

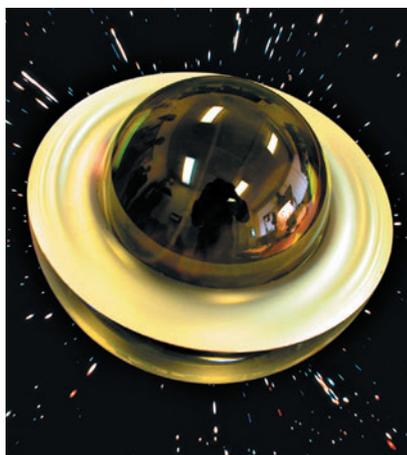


Рис. 5. Спутник-цель BLITS (Ball Lens In The Space) представляет собой стеклянное сферическое тело с использованием принципа линзы Люнеберга, позволяющего сфокусировать падающий на такую линзу пучок излучения с плоским волновым фронтом на противоположной поверхности линзы

подвижек земной коры, нашим предприятием была создана специальная SLR-цель WESTPAC (см. рис. 4), где в каждый момент времени лазерный сигнал отражается только от одного ретрорефлектора, что достигается ограничением его углового поля специальными блендами. Это позволило снизить среднюю величину «ошибки цели» для данного спутника до  $\pm 0,5$  мм, но вызвало некоторые трудности при его наблюдении: между сериями отражений от разных ретрорефлекторов возникали перерывы. А усреднение результатов измерений с помощью закрутки спутника вокруг своей оси при его запуске на орбиту постепенно ухудшалось из-за торможения этого вращения вихревыми токами, возникающими в металлическом корпусе спутника при его движении в магнитном поле Земли. Кстати, этот недостаток в определенной мере присущ всем металлическим сферическим спутникам-целям.

Для радикального преодоления трудностей, связанных с «ошибкой цели», нами был предложен, изготовлен и выведен в космос спутник-цель совершенно нового типа — BLITS (Ball Lens In The Space), представляющий собой стеклянное сферическое тело с использованием принципа линзы Люнеберга, позволяющего сфокусировать падающий на такую линзу пучок излучения с плоским волновым фронтом на противоположной поверхности линзы (рис. 5). Нанеся на половину сферы отражающее покрытие и придав сферической линзе вращение вокруг оси,

лежащей в плоскости раздела между отражающей и прозрачной поверхностями, можно получить отраженный сигнал в виде периодически повторяющихся серий отраженных импульсов, причем такой спутник не имеет металлических частей, где могут возникать вихревые токи, и его вращение вокруг оси закрутки остается неизменным за все время службы спутника в космосе.

Такой спутник практически представляет собой «точечную» цель, не вызывающую искажения формы отраженного импульса и колебаний положения эффективной точки отражения относительно центра массы спутника. Вызываемая температурными изменениями показателя преломления стекла погрешность в измерении дальности не превышает 0,1 мм.

Этот спутник, успешно наблюдавшийся всеми станциями международной SLR-сети с конца 2009 года до начала 2013 года, был выведен на круговую орбиту высотой 835 км и послужил прототипом для нового спутника BLITS-M, несколько большего размера и массы, который в настоящее время готовится к запуску на орбиту высотой ~1500 км, где влияние атмосферы на стабильность орбиты почти отсутствует, что позволит эффективно использовать этот космический аппарат для геофизических исследований и геодезических измерений с точностью, достижение которой раньше было затруднительным.

**Владимир Васильев**

Окончание в следующем номере



## НОВОСЕЛЬЕ НА УЛИЦЕ ГАГАРИНА

НАКАНУНЕ НОВОГО ГОДА В МИКРОРАЙОНЕ ЗВЁЗДНЫЙ ГОРОДА ЦИОЛКОВСКОГО, ЧТО НА КОСМОДРОМЕ ВОСТОЧНЫЙ, СТРОИТЕЛИ ПЕРЕДАЛИ В ПОЛЬЗОВАНИЕ НОВОСЕЛАМ 150 КВАРТИР.

Ключи от квартир на условиях служебного найма получили семьи сотрудников филиала ФГУП «ЦЭНКИ» — КЦ «Восточный», МЧС России, Федерального медико-биологического агентства, МВД России и участники совместного расчета предприятий Роскосмоса, которые будут обеспечивать пуски.

В эксплуатацию сданы два дома — девятиэтажный на 63 квартиры и дом переменной этажности на 84 квартиры. Квартиры в новых домах Циолковского предусмотрены для разных семей — одно-, двух-

и трехкомнатные. Примечательно, что в них уже выполнены отделочные работы. Сотрудники космодрома Восточный обеспечиваются всей необходимой инфраструктурой. Здесь уже проложена асфальтированная дорога, функционирует административное здание, работает продуктовый магазин, курсирует служебный автобус, готов к приему ребятин современный детский сад. А кроме этого, в скором времени появятся предусмотренные проектом стадион, школа, дополнительная парковка, торговые центры, клуб.

## МЕДИЦИНСКИЙ ДЕСАНТ НА БАЙКОНУРЕ

РУКОВОДСТВО ФГУП «ЦЭНКИ» С ФМБА РОССИИ УЖЕ ВТОРОЙ РАЗ ОРГАНИЗОВЫВАЮТ КОНСУЛЬТАТИВНЫЙ ПРИЕМ ЖИТЕЛЕЙ БАЙКОНУРА. ДЛЯ ЭТОГО НА КОСМОДРОМ ОТКОМАНДИРОВЫВАЮТСЯ ВРАЧИ ВЕДУЩИХ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ СТРАНЫ.

В конце года на базе городских поликлиник и здравпункта 10 специалистов вели прием по восьми направлениям: инфекционные болезни, травматология-ортопедия, онкология, аллергология, офтальмология, функциональные исследования, детская психиатрия, детская кардиология. Всего было осмотрено 1244 человек, из них 312 — работники КЦ «Южный».

В прошлом году службой медицинского обеспечения филиала ФГУП «ЦЭНКИ» — КЦ «Южный» был проведен анализ состояния оказания медико-санитарной помощи на комплексе и предложено организовать привлечение врачей особо востребованных специальностей вахтовым методом. ФГУП «ЦЭНКИ» взяло на себя затраты по размещению и питанию специалистов. Всего за время их работы получили консультации 1770 жителей комплекса «Байконур». Так что совсем не случайно на имя генерального директора ФГУП «ЦЭНКИ» Рано Джураевой поступили десятки благодарственных писем от жителей Байконура. Они также просят организовать и в дальнейшем подобные медицинские десанты.

## ПОЗДРАВЛЕНИЯ ЮБИЛЯРАМ

В январе исполнилось 70 лет со дня образования Лётно-испытательной станции, правопреемником которой является ПО «Космос» — ведущий провайдер авиауслуг бизнес- и высшего класса.

Начав в 1948 году полеты на самолетах Ли-2, специалисты авиапредприятия в дальнейшем освоили такие типы воздушных судов, как Ан-12, Ил-18, Ан-24, Ан-26, Ту-134, Ил-76. И все для того, чтобы специалисты авиаотряда смогли обеспечить космодром Байконур самым надежным авиационным сообщением. Сегодня ПО «Космос» переживает второе рождение — предприятие модернизируется, развивается. Аэропортовый комплекс АО ПО «Космос» предоставляет услуги по наземному обслуживанию международных и внутренних воздушных перевозок, обеспечивая на высочайшем уровне безопасность полетов, авиационную безопасность, а также сервис, соответствующий международным стандартам обслуживания пассажиров. ПО «Космос» обеспечивает выполнение корпоративных задач по доставке специалистов и грузов на космодромы Байконур и Восточный, участвует в реализации различных государственных программ, а также в международных гуманитарных программах ООН.



# ВЕЛИКАЯ СИЛА ТРЕНИЯ...

СПЕЦИАЛИСТЫ ФГУП «НПО «ТЕХНОМАШ» ЗНАЮТ,  
КАК ИСПОЛЬЗОВАТЬ ЕЕ В ИНТЕРЕСАХ ОТРАСЛИ

Спросите любого, знает ли он, кто такой сварщик и что такое сварочные работы? Ответ прост: конечно! А многие даже назовут виды сварки: газовая, дуговая, лазерная... Но если завести речь о сварке металлов трением с перемешиванием, мало кто об этом слышал. «Неужели можно так натереть железо, чтобы в результате соединились две совершенно разных детали?» — удивится несведущий человек.

— Очень даже можно, — объясняет начальник отделения технологии сварки и пайки ФГУП «НПО «Техномаш» Виктор Иванович Кулик.

Но для начала выясним у Виктора Ивановича: как все же зародился этот необычный способ соединения металлов?

### СЛУЧАЙНОЕ ОТКРЫТИЕ

Как и многие оригинальные технические начинания, получившие впоследствии заграничную прописку, сварка трением была придумана в нашей стране, случайно. Еще в конце 50-х годов прошлого века Алексей Чудиков — токарь мастерских Эльбрусского рудника, что в Карачаево-Черкессии, обнаружил, что в некоторых случаях стальная заготовка в ходе обработки может намертво закрепиться на токарном станке.

А было так: начинающий токарь обтачивал стальную деталь, а потом не смог ее снять — деталь накрепко приварилась к центру задней бабки станка, поскольку новичок забыл смазать центр. Чудикова осенило: а что если специально не смазывать центр? Тогда можно сваривать. Начал пробовать. И в ходе экспериментов выявил три закономерности: чтобы металл «прихватило», необходимо работать на больших оборотах — не менее 750–1000 в минуту; нужно мгновенно тормозить, и тогда металл, перешедший в пластическое состояние, не успеет остыть, и его не сместит по линии соприкосновения деталей. И, наконец, надо применять достаточное осевое усилие для сдавливания свариваемых деталей.

Из мастерских рацпредложение отправили в Министерство цветной металлургии. Оттуда ответили: такой метод не годится для практического применения. Причем, надо сказать, это не было рядовой отпиской. Мирская

практика сварки не знала такого необычного способа соединения металлических деталей. Американский двухтомный «Справочник сварщика» тех лет утверждал, что это невозможно, поскольку при трении выделяется малое количество тепла, и оно не концентрировано. А наш авторитетный специалист Константин Хренов в своей книге «Сварка, резка и пайка металлов», изданной издательством Машгиз в 1952 году, прямо говорил, что практическое применение сварки трением весьма сомнительно.

Одним словом, отказ. А что в таком случае делал советский человек? Правильно — писал в газету. В итоге публикация о «чудо-сварке» вышла в свет и попала на глаза молодому специалисту ВНИИ электросварочного оборудования Юрию Терентьеву. Он-то и добился, чтобы Алексея Игнатьевича Чудикова пригласили в институт, выслушали и начали работать над его идеями. На основании принципов, предложенных Чудиковым, даже было разработано и изготовлено специальное оборудование для сварки трением. На основе этого метода Юрий Клименко разработал новый способ сварки с помощью специального вращательного инструмента, располагаемого между свариваемыми деталями, на который в 1967 году даже выдали авторское свидетельство.

Этим заинтересовались и коллеги с конкурентами из Германии, Великобритании, Японии, США... Как позже напишут в энциклопедиях, «в



**ВИКТОР ИВАНОВИЧ КУЛИК**, начальник отделения технологии сварки и пайки ФГУП «НПО «Техномаш»

На сегодня Виктор Иванович, пожалуй, один из немногих специалистов в стране, который знает о сварке трением с перемешиванием все или почти все. К его мнению стоит прислушиваться.

Родился и вырос в Одессе. Когда ему было 12 лет, отец — инженер-радиотехник — получил новое назначение, в Москву. В 1966 году Виктор Кулик окончил школу и поступил в Московский авиационно-технологический институт. Как и было принято в те годы, одновременно трудился токарем на заводе «Знамя труда». А когда пришло время, прошел службу в Советской Армии. После окончания института около года молодой специалист инженер-технолог проработал в НИМИ (Научно-исследовательский машиностроительный институт), а в 1975 году пришел в НПО «Техномаш» (тогда это был НИИ ТМ). Начал с должности инженера, стал кандидатом технических наук, а сейчас Виктор Иванович Кулик возглавляет все сварочное направление предприятия.

1960–1990 годах сварку трением интенсивно исследовали и внедряли в промышленность как в СССР, так и в других странах мира».

Первые шаги по использованию силы трения в сварочных работах, конечно же, нельзя было назвать полноценной технологией, подкрепленной к тому же серьезной инструментальной базой. А вот Лондон в этом преуспел. Так что нечего удивляться тому факту, что метод сварки трением с перемешиванием был в итоге запатентован Британским институтом сварки (TWI) в 1991 году. Приоритет ушел за Ла-Манш.

### ШОВ ПОЧТИ НЕ ВИДЕН

Теперь поговорим об уникальности этого метода. Здесь можно выделить по крайней мере два крайне важных обстоятельства. Во-первых, при сварке трением с перемешиванием, в отличие от любого другого вида сварки, не требуется традиционное расплавление металлов. А значит,

не будет остаточного напряжения, термического разупрочнения металла, образования трещин и прочих деформаций. Кроме того, здесь, по сравнению с той же дуговой сваркой, отсутствует электромагнитное и радиационное излучение дуги, нет необходимости в сварочных аэрозолях, защитных газах, присадочной проволоке.

А во-вторых, именно сварка трением с перемешиванием позволяет соединять, в общем-то, несоединимые сваркой плавлением материалы, в том числе специальные и алюминиевые сплавы, разнородные материалы, к примеру углеродистую или нержавеющую сталь, медь. К тому же, что особенно важно в ракетостроении, при таком способе сварки соединение заготовок получается, по сути, бесшовным, то есть на стыках нет усиления и проплава. При этом нет необходимости в трудоемкой механической обработке после сварки — зачистке, шлифовке или правке. Правильно

спроектированные и качественно сваренные элементы практически сразу полностью готовы к дальнейшему применению.

— А если учесть, что при изготовлении баков для космических ракет мы вынуждены выполнять до 10 тысяч метров швов и что при запуске ракеты каждый килограмм на счету, выгода получается вполне осязаемой, — подводит предварительный итог Виктор Иванович Кулик.

А как это работает? Если говорить языком сугубо научным, то «сварка трением сопровождается процессом, при котором механическая энергия, подводимая к одной из свариваемых деталей, преобразуется в тепловую. При этом генерирование теплоты происходит непосредственно в месте будущего соединения. Теплота может выделяться при вращении одной детали относительно другой (сварка трением) или с помощью специального инструмента, который вводится в стык между деталями».



**НПО «ТЕХНОМАШ» УСПЕШНО РАЗРАБАТЫВАЕТ И ОСВАИВАЕТ ТЕХНОЛОГИИ  
СВАРКИ ТРЕНИЯ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ, ПРЕДОСТАВЛЯЯ ОТРАСЛИ  
ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОБРАЗЦЫ ОБОРУДОВАНИЯ НАДЛЕЖАЩЕГО КАЧЕСТВА.**

А вот чтобы посмотреть, как это происходит на деле, Виктор Иванович предлагает пройти в лабораторию, где его специалисты как раз и отработывают технологические тонкости этого метода. Начальник лаборатории Никита Картузов — недавний выпускник Московского государственного индустриального института. В НПО «Техномаш» пришел еще будучи студентом старших курсов. Теперь уверенно осваивает сложные технологии необычной сварки. Кстати, молодежь в подразделении Виктора Кулика далеко не на последнем месте. Так же как и Никита, наряду со старшими товарищами Сергеем Кочергиным и Анатолием Гудковым в лаборатории с интересом трудятся вчерашние студенты Алексей Белавин, Игорь Маключенко, Ростислав Машко.

— Один из главных элементов здесь — так называемый инструмент, — показывает Никита Картузов. — Он выполнен в форме конуса, состоящего из двух основных частей. Это утолщенная часть, которую называют заплечиком или буртом, плюс выступающая часть, иными словами, наконечник. Размеры инструмента выбирают в зависимости от толщины и материала свариваемых деталей. Длину наконечника устанавливают приблизительно равной толщине детали, подлежащей сварке.

Заготовки жестко фиксируют со всех сторон — сверху, с боков. Включаем станок. Вращающийся со скоростью около 1000 оборотов в минуту инструмент в месте стыка вводится в соприкосновение с поверхностью заготовки. Такое впечатление, что наконечник практически не встречает сопротивления. А между тем перед нами две алюминиевые пластины толщиной в сантиметр.

Вот инструмент погружается в стык между заготовками на глубину, примерно равную их толщине, а заплечик касается их поверхности. После этого инструмент перемещается по линии соединения со скоростью около 8 метров в час.

— Все очень просто, — объясняет Никита Картузов. — Металл нагревается до пластического состояния, перемешивается вращающимся инструментом и вытесняется в освобождающееся пространство позади инструмента, который движется по линии стыка. Объем, в котором формируется шов, ограничивается сверху заплечиком инструмента. По окончании сварки вращающийся инструмент выводят из стыка за пределы заготовки.

**НЕ ТОЛЬКО ПЛЮСЫ, НО И МИНУСЫ...**

Что же получается, этот «новый старый» метод сварки может стать своего рода волшебным ключиком в решении сварочных проблем?

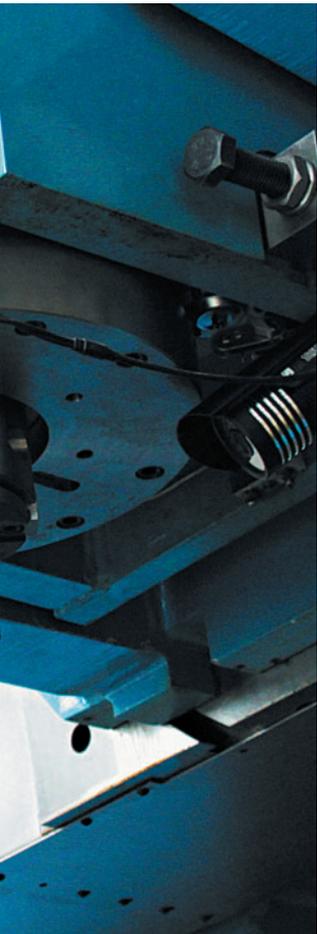
— Конечно, нет, — поясняет Виктор Иванович Кулик. — При всем том, что сварка трением с перемешиванием обладает целым рядом преимуществ, ее технологическая схема довольно сложна.

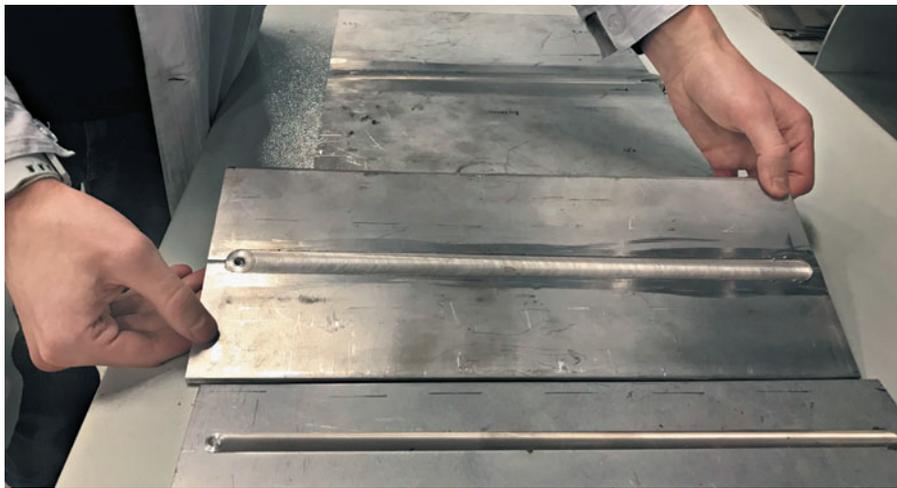
Начнем с того, что здесь требуется очень точная сборка с жесткой фиксацией свариваемых кромок. Причем кромки и стык должны быть чуть ли не идеально гладкими. Затем, если мы имеем дело с прямолинейными швами, это более простой вариант. А вот сварка кольцевых и круговых соединений гораздо более проблематична. Здесь требуется особо сложная и дорогостоящая оснастка. Кроме этого, для получения качественного безупречного шва приходится выдерживать целый комплекс необходимых параметров. Это и конструкция инструмента, и материал, из которого он изготовлен, и скорость вращения инструмента, угол его наклона, прижимное усилие, скорость сварки. Их соотношение имеет зачастую определяющее значение. Все это определяет величину тепловложения в свариваемые кромки — перегрев или недостаточное нагревание могут просто-напросто загубить заготовки. И допуски здесь действительно минимальны и нуждаются в жестком контроле.

— Вот вам пример, — объясняет Виктор Иванович. — Шведские специалисты при сварке контейнеров из меди толщиной 50 мм для захоронения ядерных отходов контролируют и поддерживают температуру в районе сварки в очень узком диапазоне. Для этого разработана целая программа корректировки режимов сварки.

Виктор Иванович Кулик говорит, что температурные характеристики процесса сварки трением с перемешиванием и качество формирования верхней части шва во многом зависят от формы и диаметра нажимных плечиков инструмента, а качество перемешивания определяется в основном формой рабочего стержня. Да и качественное формирование корня шва, определение и выдерживание величины заглупления рабочего стержня — не менее серьезная проблема.

— Наши коллеги из Центра Хруничева в ходе экспериментов при сварке лайнеров из спецсплава толщиной 2,3 мм выяснили, что отклонение величины заглупления от номинального





значения всего-то на 0,1 мм приводит к образованию непровара, — поясняет Виктор Иванович Кулик.

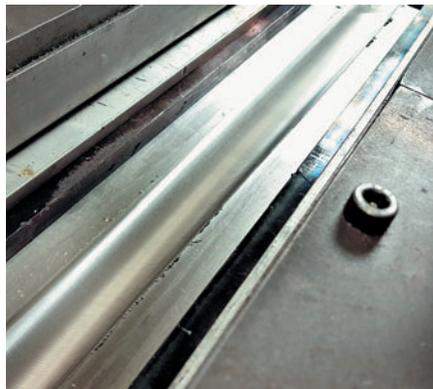
Стоит добавить, что, кроме непровара, небрежность в соблюдении параметров может обернуться и другими дефектами — поверхностными рыхлотами и подрывами или несплавлением. Причем все эти дефекты неразрушающие методы контроля могут и не выявить. Но усталостные характеристики соединений наверняка окажутся под вопросом.

Еще одна немаловажная тема — исправление дефектов сварных соединений. В самом деле! Что предпринять, если шов, образно говоря, не удался? Пройтись по стыку еще раз? А сколько повторов могут выдержать заготовки?

Бывает так, что инструмент вдруг сломался и его фрагменты застряли в размягченном металле. Как решить проблему? Разделять дефектное место и делать вставку из того же материала? Или искать какое-то другое решение?

— Серьезная проблема — вывод инструмента из соединения после завершения процесса сварки, — добавляет Виктор Иванович Кулик, — ведь необходимо завершить сварку так, чтобы после выхода инструмента не оставалось отверстия.

Одним словом, в разработке методик и технологий этого вида сварки специалистам НПО «Техномаш» есть над чем думать и экспериментировать. Но, забегаая вперед, скажем, что это им, в общем-то, удастся.



## С ОПОРОЙ НА СОБСТВЕННЫЕ СИЛЫ

Стратегическая задача — уже через год создать не только собственные технологии, но и собственные станки для сварки металлов трением с перемешиванием.

— Здесь нам приходится рассчитывать исключительно на собственные силы, — говорит Виктор Иванович. — Потому что если и удастся приобрести зарубежный станок, то максимум, на что при этом расщедривается производитель, — это инструмент для сварки конкретных соединений и ориентировочные режимы сварки. Нам этого явно недостаточно.

Что уже имеется в активе подразделения Виктора Ивановича Кулика? Освоена и применяется на заводе имени Хруничева сварка лейнеров из алюминиевого сплава толщиной 2,3 мм. Проводятся интенсивные работы по созданию оборудования для сварки конструкций толщиной до 30 мм и отработке ультразвукового контроля. А еще разработаны и изготовлены различные специализированные сборочно-сварочные стенды, необходимые для сварки трением элементов баковых конструкций. В частности, для «Ангары». Отработана технология сварки продольных и кольцевых швов, а точнее, круговых швов на сферических днищах.

Каждый из стендов оснащен фрезерной головкой для фрезеровки свариваемых кромок, позволяющей осуществлять сборку элементов без зазоров и превышений. Кроме того, оборудование позволяет проводить ультразвуковой контроль сварных швов непосредственно после сварки. Это перечисленное оборудование смонтировано на омском ПО «Полет» и проходит испытание и отладку.

Эти и другие проблемы и вопросы решаются в рамках НИР и ОКР, предусмотренных ФКП и Программой развития ОПК страны. Так что НПО «Техномаш» успешно разрабатывает и осваивает технологии сварки трением с перемешиванием, предоставляя отрасли промышленные образцы оборудования надлежащего качества.

*Владимир Попов*

01.02.1828

Родился Николай Афанасьевич Телешов. Автор одного из первых проектов реактивного летательного аппарата, на который получен патент.

13.02.1903

Родился Анатолий Петрович Александров. Президент АН СССР (1975–1986). Трижды Герой Социалистического труда. Лауреат Ленинской и Государственной премии СССР.

02.02.1998

Постановлением Правительства РФ принята «Концепция развития ядерной космической энергетики».

8 февраля

День российской науки.

15.02.1973

С космодрома Байконур осуществлен пуск ракеты-носителя «Молния-СОЛ», которая вывела на околоземную орбиту спутник «Прогноз» № 3.

04.02.1928

Родился Лев Дмитриевич Новиков. Генеральный директор и главный конструктор ЦКБ ТМ (г. Тверь) (1962–2005). Действительный член РАКЦ. Лауреат Ленинской и Государственной премии СССР.



04.02.1993

На КК «Прогресс М-15» проведен эксперимент «Знамя-2» по отработке конструкции бескаркасного пленочного отражателя («Солнечный парус»).

08.02.1973

После окончания лунной ночи автоматический самоходный аппарат «Луноход-2» вновь приведен в рабочее состояние.

16.02.1893

Родился Михаил Николаевич Тухачевский. Инициатор создания первой в истории государственной организации — научного института в области ракетной техники, в настоящее время ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша».

05.02.1918

Родился Николай Алексеевич Жариков. Руководитель разработки конструкций ИСЗ «Космос», «Ореол», «Океан». Лауреат Ленинской премии.

11.02.2003

Подписано соглашение о сотрудничестве и партнерстве в исследовании и использовании космического пространства в мирных целях между РФ и ESA.



# СИНДРОМ КЕССЛЕРА

## КАК ИЗБАВИТЬСЯ ОТ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА НА НИЗКИХ ОРБИТАХ

*Проблема образования космического мусора — засорения околоземного космического пространства отработавшими свой срок и вышедшими из строя космическими аппаратами — возникла с момента запуска первого искусственного спутника Земли в 1957 году. Однако свое официальное признание она получила лишь в конце 80-х годов прошлого столетия.*

В 1993 году космическими агентствами ряда государств был образован Межагентский координационный комитет по космическому мусору. Основными целями этой организации является обеспечение взаимного обмена информацией между членами комитета, расширение возможностей сотрудничества, разработка мер по снижению техногенной засоренности околоземного космического пространства. Данным комитетом были разработаны «Руководящие принципы МККМ по предупреждению образования космического мусора». Предложения были основаны на национальных стандартах ведущих государств-членов IADC и включали в том числе, например, 25-летнее ограничение на максимальное время жизни исчерпавших свой ресурс низкоорбитальных космических аппаратов и перевод геостационарных спутников на особые орбиты — орбиты захоронения.

Необходимость таких мер продиктована стремлением избежать синдрома Кесслера — достижения критической плотности космического мусора, когда начинается цепная реакция фрагментации, разрушающая в течение нескольких лет (или даже месяцев) все космические системы на орбите. Такое развитие событий на долгое время остановит дальнейшую деятельность человеческой цивилизации в космосе. По прогнозам многих специалистов, для самых востребованных околоземных орбит — низких солнечно-синхронных и геостационарной — критический уровень плотности мусора может быть достигнут уже к середине XXI века.

Популярная в космическом производстве тенденция к миниатюризации аппаратов и использованию группировок малых спутников, когда вместо одного тяжелого задействованы десятки мелких аппаратов, обостряет проблему засорения околоземного пространства.

Разработка технологий «деорбитинга» — увода исчерпавших ресурс КА с орбиты — становится весьма актуальной и востребованной задачей сегодняшнего дня. В силу остроты проблемы космического мусора можно предположить, что в ближайшие годы требование оснащать все КА, особенно малые, системами увода с орбиты станет одной из норм международного космического права и войдет в стандарты деятельности космических агентств всех стран мира. Такие меры предусмотрены стандартами Европейского космического агентства ESA, Национального управления по аэронавтике и астронавтике США NASA и российским ГОСТом.

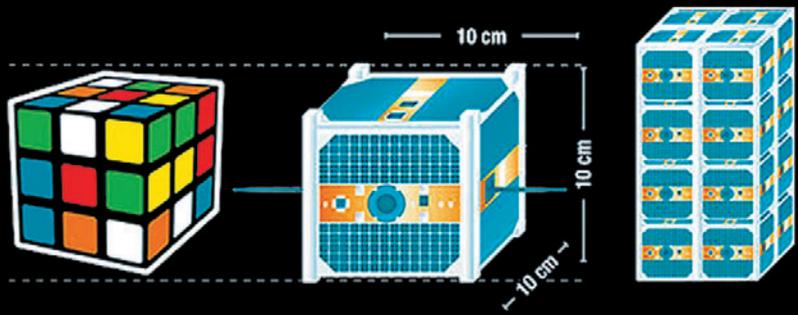
Давайте рассмотрим азэротормозные системы самоувода малых космических аппаратов типа CubeSat.

### ДОСТУПНЫЙ CUBESAT

После того как на японском модуле «Кибо» Международной космической станции в октябре 2012 года был установлен механический пусковой механизм для массового выведения кубсатов с борта станции, зафиксирован взрывной рост интенсивности запусков наноспутников. В то же время возможности активного маневрирования (в т.ч. и для деорбитинга) у кубсатов отсутствуют либо минимальны, что не позволяет сводить их с орбиты. Возрастание активности в области наноспутников CubeSat обусловлено ценовой доступностью, что позволило многим университетским центрам принять участие в космических программах. Рост доступности наноспутников приведет уже в настоящее время к обострению проблемы космического мусора.

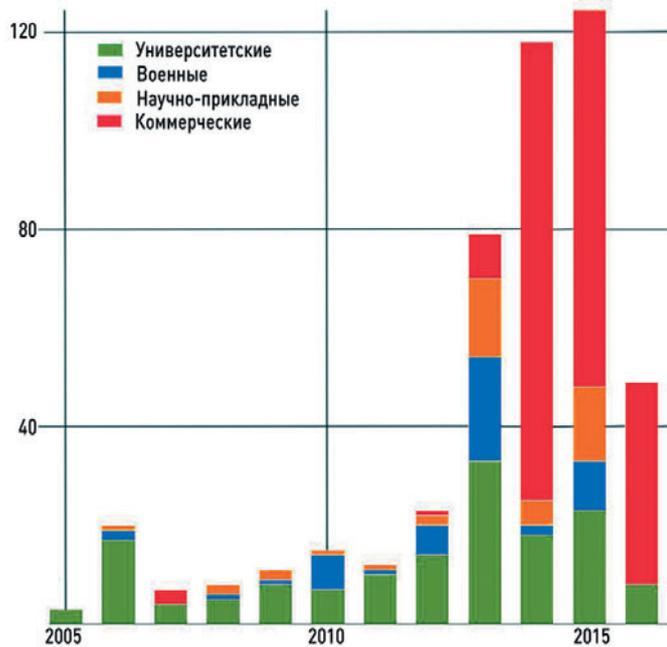
### ТЕХНОЛОГИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ТОРМОЖЕНИЯ

Из всех вариантов увода с орбиты отработавших наноспутников наиболее часто рассматривается технология аэродинамического торможения. Она предполагает дополнительную установку на космический аппарат автономной системы, состоящей из

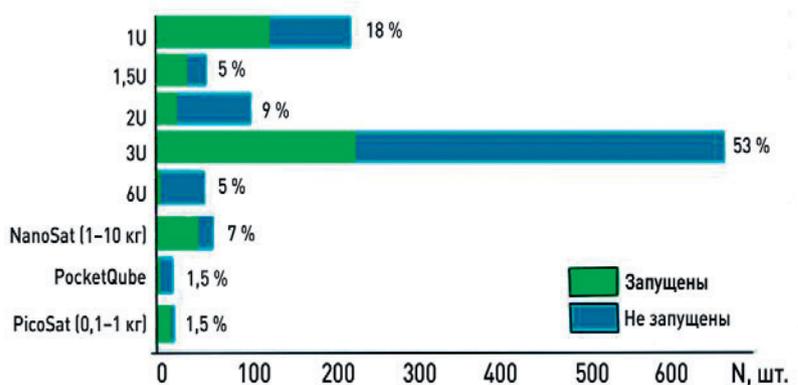


По общепринятой классификации, к наноспутникам относят спутники от 1 до 10 кг. CubeSat — самый распространенный формат малых искусственных спутников Земли.

Они имеют размер 10×10×10 см (1U). Стандарт допускает объединение двух или трех стандартных кубов в составе одного спутника, которые обозначаются 2U и 3U и имеют размер 10×10×20 или 10×10×30 см.

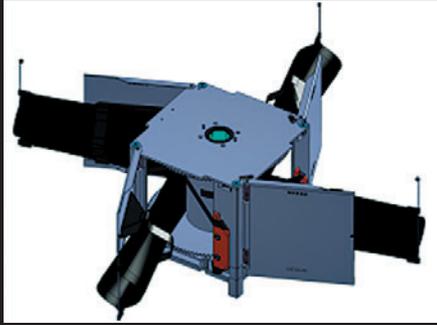


Число выводимых на околоземные орбиты CubeSat растёт лавинообразно



Распределение спутников CubeSat по размерам

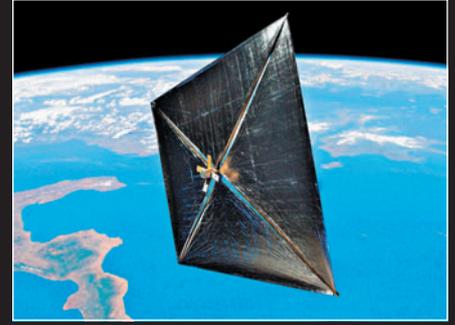
## ВОЗМОЖНЫЕ СХЕМЫ ДЕОРБИТИНГА



Механизм разворачивания солнечного паруса



Раскрытие солнечного паруса



Общий вид наноспутника с солнечным парусом

**СОЛНЕЧНЫЙ ПАРУС** — конструкция, состоящая, как правило, из нескольких больших по площади «лепестков» тонкой, хорошо отражающей металлизированной полимерной пленки. Обычно парус служит для увеличения силы давления солнечного излучения. Однако для низких орбит может использоваться как атмосферный — ориентированный по набегающему потоку. Он усиливает лобовое сопротивление наноКА-CubeSat при движении в атмосфере. Этот способ деорбитинга подходит лишь для спутников на низких орбитах высотой менее 1 тысячи км. Большинство кубсатов запускаются как раз в этой области, где плотность атмосферы еще остается существенной. На орбитах высотой до 600–650 км ориентация паруса по потоку достигается пассивно, за счет одного аэродинамического момента, что особенно привлекательно для практики.

Задача разворачивания атмосферного паруса с целью увода низкоорбитального КА получила активное развитие в последнее десятилетие. Для отработки этой технологии осуществлен тестовый запуск аппарата NanoSail-D2, разработанного в NASA и выведенного на орбиту в конце 2010 года. Он представлял собой предназначенную для наземных испытаний копию основного КА NanoSail-D, потерянного при запуске в 2008 году.

Кубсат, состоящий из трех юнитов (3U-кубсат), был отделен от другого малого аппарата FASTSAT в 2011 году.

Основная цель миссии NanoSail-D2 заключалась в отработке самого механизма разворачивания паруса из металлизированной полимерной пленки толщиной 5–12 мкм (использование же паруса в качестве атмосферного для увода КА с орбиты являлось второстепенной задачей). Парус составляли четыре лепестка, вместе образовавших квадрат площадью около 10 м<sup>2</sup>. Согласно предварительным оценкам, предполагалось, что за счет атмосферного торможения КА снизится с начальной околокруговой орбиты высотой 650 км и сгорит в атмосфере за 70–120 дней. Однако так как угловое движение паруса было неуправляемым, спутник начал хаотически вращаться. Эффективная площадь оказалась гораздо меньше номинальной, и увод КА с орбиты занял 240 дней. Разница в ожидаемом и полученном времени жизни показывает, что аэродинамическое торможение при использовании плоской структуры солнечного паруса нецелесообразно в неуправляемом полете.

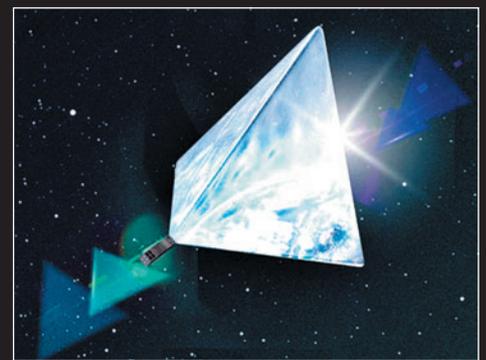
Надо отметить сложный механизм раскрытия солнечного паруса, содержащий привода, редукторы, электронику и т.д., что делает его дорогим.

Преимуществом **НАДУВНОГО БАЛЛОНА** является безразличие по отношению к ориентации аппарата. Концепция Gossamer Orbit Lowering Device, или GOLD System, использует тонкий воздушный шар, который будет увеличивать аэродинамическое сопротивление КА в несколько сотен раз. Тем самым создается резкое торможение в атмосфере Земли. Эти устройства просты по конструкции, легко изготавливаемы, а занимаемые ими объемы в транспортных средствах и размеры в развернутом рабочем положении могут отличаться в десятки раз. Однако такие конструкции требуют создания системы газонаполнения и разворачивания соответственно. Кроме того, они имеют ограниченный срок службы из-за газовых утечек.

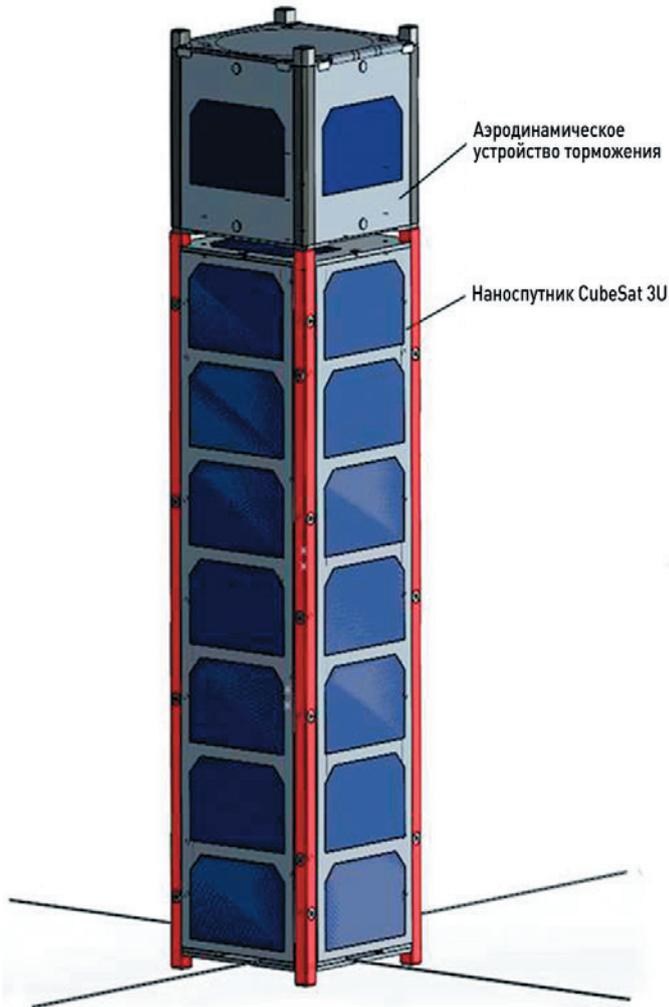
Оболочка изготавливается из полиэтилентерефталатной (ПЭТФ) пленки с наружной металлизацией алюминием.

Эта пленка уже применялась для конструкций космического назначения и показала высокую работоспособность. Наружная металлизация пленки обеспечивает защиту оболочки от разрушения. Толщина ПЭТФ — 5–12 мкм, удельная плотность — 9 г/м<sup>2</sup>.

Подобная концепция предусматривает систему газонаполнения. А она имеет значительную массу, что для наноспутников CubeSat может оказаться неприемлемым.



**ПИРАМИДАЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ СОЛНЕЧНОГО ПАРУСА** из металлизированной полимерной пленки толщиной 5–12 мкм позволяет обеспечить пассивную аэродинамическую ориентацию спутника по набегающему потоку. Подобная структура имеет еще более сложную систему раскрытия и, соответственно, большую массу, чем плоский квадратный парус. Пример — проект «Маяк» Московского политехнического университета, малый космический аппарат формата CubeSat 3U, предусматривающий разворачивание на орбите тетраэдра из светоотражающей металлизированной полимерной пленки. Данная система имеет сложную механическую конструкцию раскрытия штанг пирамиды.



**Использование секции тормозного устройства в составе CubeSat.**  
 Устройство азероторможения, которое будет использоваться на малых КА, должно быть автономным и надежным, т.е. иметь простую систему активации тормозного механизма.

одного отсека, содержащего приборный блок и блок с раскрывающимися тонкопленочными элементами в виде солнечного паруса или надувного устройства. Приборный блок обеспечивает раскрытие тонкопленочных элементов, контроль параметров КА.

Однако проекты по устранению космического мусора методом оснащения КА тормозным устройством сложны и дорогостоящи для реализации, так как имеют сложные механизмы.

**НОВЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДЕОРБИТИНГА НАНОСПУТНИКОВ CUBESAT**

Специалисты НПО Лавочкина предлагают создать в одном блоке (юните) стандарта CubeSat автономное устройство для атмосферного торможения космического аппарата CubeSat с простой надежной системой раскрытия азеротормозного элемента после того, как спутник закончил свою эксплуатацию, или радиосигналом с Земли при нештатной ситуации. Таким образом, можно будет оснастить любую комбинацию юнитов наноспутников CubeSat азеродинамическим устройством торможения.

При использовании такого пассивного средства торможения спуск наноспутника с орбиты массой 3–5 кг составит порядка 10 дней вместо 2 лет естественного схода с орбиты.

Основные задачи при разработке азеродинамического тормозного устройства:

- использование секции 1U стандарта CubeSat Design Specifications Rev 13;
- использование электронного устройства с одной командой на исполнительный механизм;
- запуск раскрытия устройства азеродинамического устройства должен происходить по команде со счетчика времени или по команде с Земли;
- возможность поставки изделия без пиротехнических средств.

Реализацию такого устройства мы видим в двух исполнениях:

- раскрытие баллона под действием остаточного давления газа;
- разворачивание композитной пружины для создания паруса в виде конуса.

Итак, для предотвращения загрязнения околоземного космического пространства отработавшими наноспутниками необходимо оснащать каждый CubeSat секцией с носителем азеротормозного устройства. С учетом количества запусков наноспутников можно ожидать потребность в азеротормозном устройстве минимально 10–300 единиц в год. По предварительным оценкам, стоимость оснащения CubeSat системой азеродинамического торможения не будет превышать 3–5 тысяч долл. С учетом опыта, накопленного при изготовлении надувных устройств в НПО Лавочкина и МАИ, срок разработки устройства составит 1–2 года.

*Пресс-служба НПО Лавочкина*

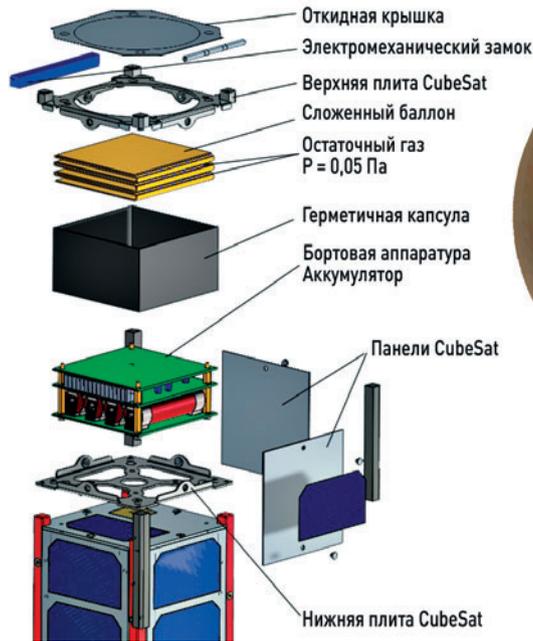
### АЭРОТОРМОЗНОЕ УСТРОЙСТВО В ВИДЕ ШАРА

Аэротормозное устройство в виде баллона. Бортовые системы тормозного устройства и баллон из металлизированной полимерной пленки толщиной 5–12 мкм, сложенный в герметичную капсулу, не превысят 1 литра объема. Единственная команда, поступающая со счетчика времени, или команда с Земли на электромагнитный замок раскрывают крышки герметичного контейнера, где в сложенном виде находится баллон, герметично соединенный с капсу-

лой, который под действием остаточного газа будет раскрываться. Предполагается использовать технологию изготовления таких баллонов, создаваемых в АО «ДКБА». После полного раскрытия начнутся торможение и понижение высоты орбиты. Время без значительной потери формы шара составляет 5–10 суток, что, по оценкам экспертов, достаточно для доставки спутника к плотным слоям атмосферы.

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТРОЙСТВА В ВИДЕ БАЛЛОНА

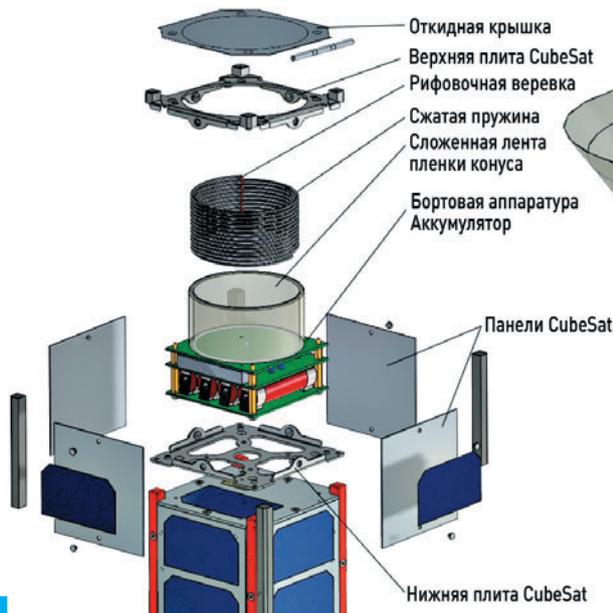
Диаметр шара	2 м
Толщина стенки шара	12 мкм
Масса шара	0,4 кг
Масса аппаратуры	0,25 кг
Масса конструкции	0,3 кг
Общая масса	0,95 кг



### АЭРОТОРМОЗНОЕ УСТРОЙСТВО В ВИДЕ КОНУСА

Конструкция и бортовые устройства аналогичны первому варианту, отличие лишь в аэротормозном элементе. Это композитная пружина, скрученная в катушку, со сложенной и присоединенной к ней лентой из металлизированной полиимидной пленки. В сложенном положении конструкция зарифовочна. Для раскрытия рифовочная

веревка пережигается. Конструкция тормозного конуса будет разворачиваться посекционно. При встречном открытии форма конуса позволит встать (переориентироваться) во флюгерное положение и продолжить торможение. После полного раскрытия начнутся торможение и постепенное уменьшение высоты орбиты.



#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТРОЙСТВА В ВИДЕ КОНУСА

Высота конуса	5 м
Угол конуса	45°
Толщина ленты	12 мкм
Масса конуса	0,45 кг
Масса аппаратуры	0,25 кг
Масса конструкции	0,3 кг
Общая масса	1 кг



*В Самарском национальном исследовательском университете им. академика С. П. Королёва прошел традиционный практикум руководителей национальных космических агентств, аэрокосмических вузов, общественных организаций, чья деятельность связана с пропагандой космических достижений.*

# САМАРСКАЯ ПЛОЩАДКА ООН

По итогам форума представители 42 стран мира сформулировали рекомендации, которые будут представлены на четвертой конференции ООН по мирному освоению космоса UNISPACE+50, что пройдет в ближайшем июне в Вене.

## UNISPACE+50. ЧТО ЭТО?

Основной темой форума стала подготовка специалистов для отрасли, а также использование результатов космических технологий для устойчивого социально-экономического развития всех стран мира. По результатам сессий участники практикума сформулировали рекомендации, которые будут представлены на четвертой конференции ООН по мирному освоению космоса UNISPACE+50, что пройдет в австрийской столице в июне 2018 года.

— Сначала рекомендации, выработанные по итогам практикума в Самаре, будут представлены на заседании оргкомитета в Арабских Эмиратах, посвященной подготовке конференции UNISPACE+50, — сообщил представитель Управления по вопросам космического пространства ООН Лорант Цзаран. — Также мы подготовим отчет о проведении этого практикума со списком своих предложений.

В ходе самарского диалога участники неоднократно говорили о необходимости информировать правительства и общественности развивающихся стран о самых последних достижениях в области космоса. Так, руководитель Национальной программы развития космоса Сесе Рогел Мари из Филиппин отметил, что после разрушительного тайфуна 2013 года активность в области космонавтики



в его стране несколько затихла, но сейчас пробелы восполняются.

— Нам необходимы свои космические спутники, необходимо своевременно получать данные дистанционного зондирования Земли для того, чтобы спасать людей, получать снимки тех мест, куда спасатели не могут добраться из-за погодных условий, — заявил Сесе Рогел Мари.

Его поддержал представитель Шри-Ланки — ректор Института современных технологий им. Артура Кларка Санатх Панавеннанге. Он поставил вопрос еще шире.

— Мы сформулировали ряд очень важных рекомендаций для ООН, а также для национальных правительств, — сказал Санатх Панавеннанге. — Они касаются использования преимуществ, которые дают космические исследования для развития экономик наших стран. К сожалению, сейчас в

некоторых странах правительства не видят смысла в развитии национальных космических программ. В ходе этого практикума мы постарались переломить ситуацию и разработали конкретные предложения к ним о необходимости развития космических исследований.

#### НА СТЫКЕ НАУК

Проректор по образовательной и международной деятельности Самарского университета Владимир Богатырёв считает важным, что по итогам практикума представители ракетно-космической отрасли более чем из 40 стран мира узнали о потенциале как вуза, так и обо всем аэрокосмическом кластере Самарской области.

— В ходе форума обсуждались приоритеты в области мирного освоения космоса. А мирное освоение космоса — основная компетенция

Самарского университета, в этом заключается наша уникальность, — заявил Владимир Богатырёв.

Особое внимание гостей вызвали исследования ученых Самарского университета в области воздушного и космического пространства, которые проводятся на стыке фундаментальных и инженерных наук. Также участники практикума отметили практику вуза по привлечению студентов к разработке конкретных космических проектов. В Самарском университете таких несколько. Например, студенты и ученые вуза участвуют в разработке научно-образовательных космических аппаратов серии «Аист». Сейчас на орбите Земли работают три спутника «Аист», передающие информацию о проводимых космических экспериментах в университетский наземный комплекс управления малыми космическими аппаратами. Другой



проект — работа в лаборатории по сборке наноспутников, где студенты сами могут создать и испытать кубсаты.

— Я бы особо отметил проект космической исследовательской платформы «Бион» для проведения медико-биологических экспериментов в космосе, — сказал Лорант Цзаран. — Этот проект РКЦ «Прогресс» объединяет ученых из нескольких стран Европы.

Также всем участникам практикума напомнили, что в регионе производят ракеты-носители, доставляющие космонавтов на МКС, создают двигатели для самолетов и ракет — и на всех этих профильных предприятиях работают выпускники Самарского университета.

**ХАБ — ИСТОЧНИК ЗНАНИЙ**

Лорант Цзаран отметил, что представители Управления по вопросам космического пространства ООН увидели возможности Самарского университета в развитии человеческого потенциала для развивающихся стран.

— В вузе работают квалифицированные эксперты, здесь занимаются перспективными космическими проектами, — подчеркнул он. — Эти компетенции помогут подготовить качественных специалистов в области исследования космоса. Такие вузы, как Самарский университет, могут стать хабами распространения знаний.

На это Владимир Богатырёв заметил, что «Самарский университет способен помочь развивающимся странам (независимо от их технологического

уровня развития) в самостоятельном изучении космоса и применении космических технологий в мирных целях.

— Множество представителей стран, которые входят в профильный комитет ООН, уже заявили о желании обучать студентов и сотрудников своих вузов, космических агентств на базе Самарского университета, — подчеркнул он.

Речь идет о странах, которые только запускают свои космические программы, таких как, например, Шри-Ланка. Им интересны компетенции Самарского университета в создании малых космических аппаратов, которые осуществляют дистанционное зондирование Земли для использования в самых разных сферах — от мониторинга за большими судами



Практикум ООН, посвященный формированию человеческого потенциала в области космической техники и науки, впервые проводился на базе российского вуза под эгидой Управления ООН по вопросам космического пространства, совместно с Ракетно-космическим центром «Прогресс», при поддержке правительства Самарской области, Министерства образования и науки России и Госкорпорации «Роскосмос».



до контроля за транспортной логистикой в целом. При этом в Самаре могут обучить иностранных студентов и специалистов не только получению информации со спутника, но и тому, как ее обработать и в конечном счете воспользоваться. Для этого у вуза есть мощные ИТ-компетенции, действует лаборатория по обработке данных сверхбольшого объема и мн. др.

Владимир Богатырёв также отметил, что Самарский университет может дать представителям развивающихся стран целостное аэрокосмическое образование, включающее все компетенции — электронику, оптику, ИТ-технологии и т.д. Причем образовательные программы вуза так составлены и взаимосвязаны, что позволяют выдавать целостные продукты, будь то изготовление малых

**МНОГОЧИСЛЕННЫЕ СЛОЖИВШИЕСЯ КОНТАКТЫ И СОГЛАШЕНИЯ О СОТРУДНИЧЕСТВЕ, ЗАКЛЮЧЕННЫЕ В ХОДЕ ПРАКТИКУМА, ПОМОГУТ НАМ ПРОДВИНУТЬ НА ГЛОБАЛЬНОМ УРОВНЕ БРЕНД РОССИИ КАК КОСМИЧЕСКОЙ ДЕРЖАВЫ.**



космических аппаратов или сервис в области ИТ под ключ.

Санатх Панавеннанге, подводя итоги практикума, назвал сферы, в которых правительство Шри-Ланки готово расширять сотрудничество с Самарским университетом. Он, в частности, заявил, что «по результатам взаимодействия с самарским вузом вверенный ему Институт современных технологий намерен запустить свой первый наноспутник в 2020 году».

— Помимо этой тематики, нас интересует биомедицина и космический инжиниринг, робототехника, электроника. Мы хотим отправить в Самарский университет студентов для обучения в аспирантуре по этим направлениям, — добавил Санатх Панавеннанге. — В нашем институте современных технологий имени Артура Кларка уже есть желающие получить обучение на магистерских и PhD-программах Самарского университета. И мы сейчас обсуждаем с кабинетом министров нашей страны такую возможность.

**ВОПРОСЫ КОСМИЧЕСКОГО ПРАВА**

Развитые страны, участвовавшие в практикуме ООН — Франция, Италия, Япония, Турция, а также страны бывшего Восточного блока, также заявили о заинтересованности в выстраивании отношений с Самарским университетом по самым различным темам. Например, в вопросах из космического права, мирного освоения Луны, получения полезных ископаемых на астероидах. В ходе диалогов не раз отмечалось, что «это абсолютно неосвоенные темы, и развитым странам интересно разобраться в них вместе с учеными из Самары как с партнерами».

К примеру, в ходе практикума ООН было подписано соглашение между Самарским университетом и международной организацией космической связи «Интерспутник».

— Именно с этой организацией мы намерены сформировать курсы по международному космическому праву, — говорит профессор юридического факультета Самарского университета Сергей Красов. — «Интерспутник» обладает значительным практическим опытом в области космической

деятельности, особенно в области правового обеспечения таких ее аспектов, как использование частотного спектра и спутниковых орбит, реализация международных проектов по созданию систем спутниковой связи. Профессор полагает, что достигнутые на этот счет договоренности откроют студентам Самарского университета широкие возможности для прохождения практики, работы с документацией, связанной с различными аспектами космического права.

— Мы видим и другие направления сотрудничества, например создание совместных групп по разработке тех или иных соглашений в сфере космоса, — добавил Сергей Красов.

**УГАНДА, ГАНА И ДРУГИЕ**

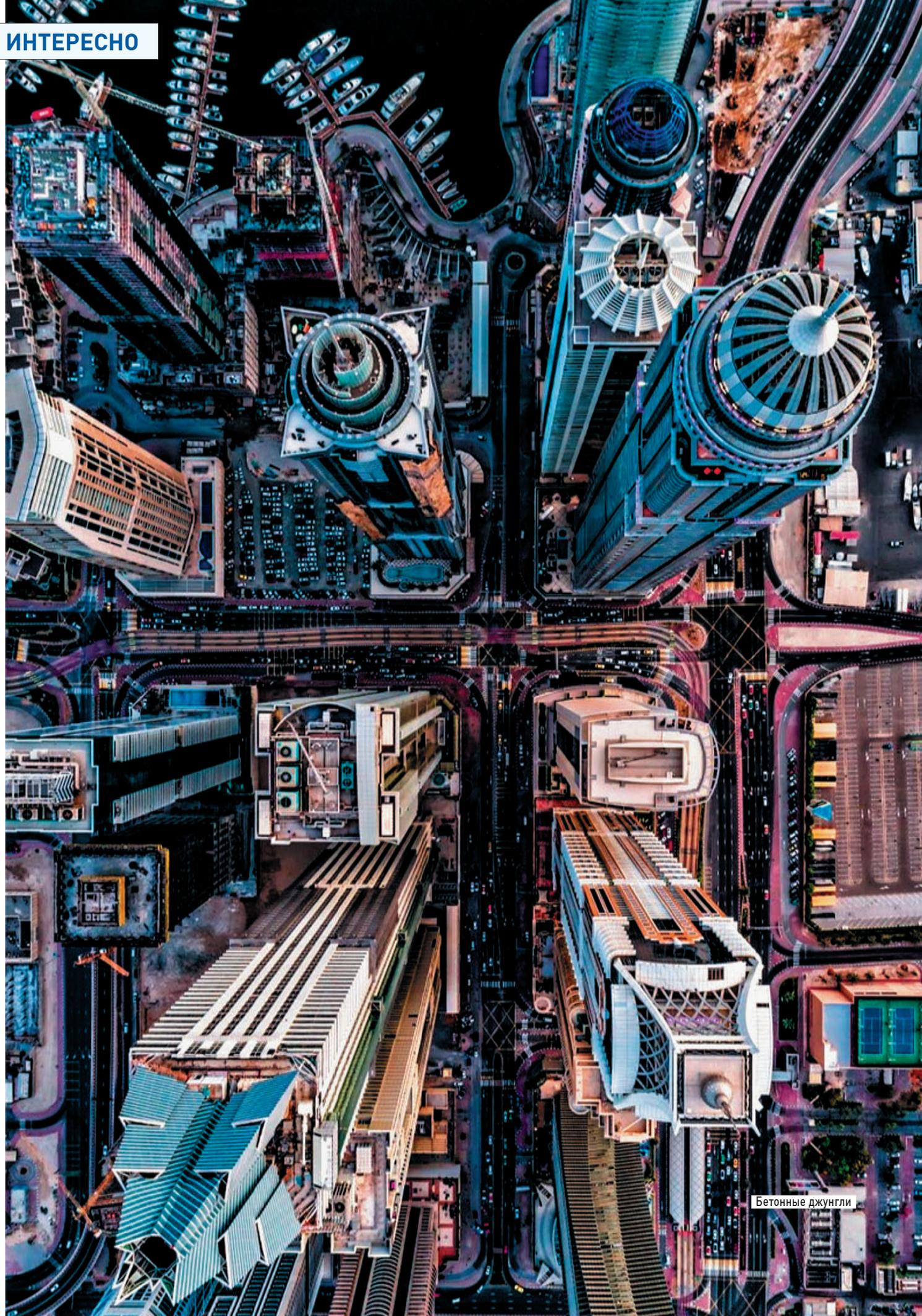
Также в ходе практикума ООН интерес к сотрудничеству с Самарским университетом проявило Бразильское космическое агентство и такие страны, как Уганда, Гана, Азербайджан, Сербия — с ними начата проработка соответствующих соглашений. Также по итогам форума решено расширить сотрудничество с Шри-Ланкой и Нигерией.

— И представители зарубежных стран-участниц, и представители России говорили о том, что эта конференция им очень полезна и интересна, — отметил представитель Самарского университета Сергей Черников. — Рекомендации, которые выработали участники практикума, показывают правильность пути, по которому идет Самарский университет в своей международной деятельности.

А по словам Владимира Богатырёва, «в целом участники практикума ООН признали, что Самарский университет имеет компетенции мирового уровня в области освоения космоса. А это означает, что многочисленные сложившиеся контакты и соглашения о сотрудничестве не только помогут нам продвинуться на мировом уровне в профильной для нас теме, но и в целом продвинуть на глобальном уровне бренд России как космической державы». 

*Дарья Аксёнова*

Фото: Настя Короткова (фотоclub «Иллюминатор»)





# ДРОНЫ НАСТУПАЮТ

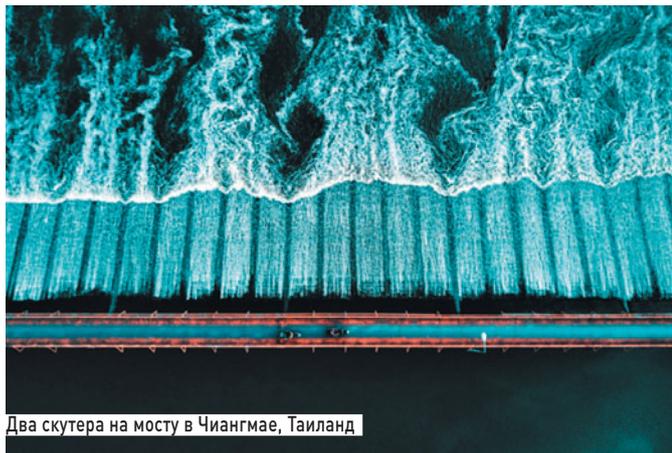
---

*В современном мире существует множество проблем, решение которых отнимает у человека много сил и времени. Они встречаются как на Земле, так и в космосе. Например, аэросъемка для точного картографирования, съемка рабочего процесса космонавтов, изучение поверхности других планет и мн.др. Технический прогресс создал активного помощника для людей — дроны.*





Женщина собирает лилии в пруду в дельте Меконга во Вьетнаме



Два скутера на мосту в Чиангмае, Таиланд



Бегемоты в Серенгети, Танзания

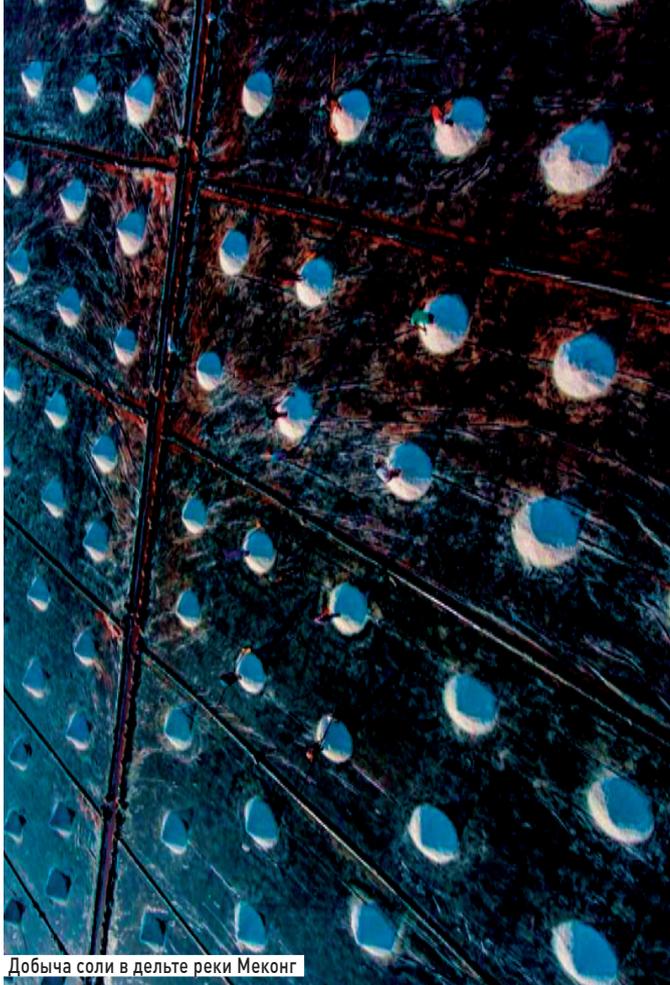
## МАТТЕРХОРН И ПРИКЛАДНАЯ ДРОНОКАРТОГРАФИЯ.

Так чем же полезны дроны человеку на Земле? Их можно использовать абсолютно в любых сферах жизни: от красивой съемки пейзажей до геодезии и помощи при катаклизмах. Но есть три отрасли, на которые дроны оказали особо большое влияние: картографирование, археология и строительство. При помощи дронов археологи могут более точно и быстро обследовать интересующие их территории и потенциальные места для раскопок: поиск разрушенных городов и анализ структуры почвы, содержание в ней влаги и растительности. Кроме того, повышается скорость получения и достоверность данных. Беспилотные тепловые аэрофотокамеры автоматически делают, выравнивают и корректируют изображения, сверяя их друг с другом, что и влияет на точность результатов.

Дроны — активные помощники археологов. Например, новые методы исследований помогли детально рассмотреть остатки древнего поселения индейцев пуэбло и нанести на карту дюжины исчезнувших домов, а также найти следы исторических зданий в деревне шейкеров недалеко от Энфилда, США.

В истории картографирования начался новый этап с появлением механических помощников. Теперь эта отрасль обрела новое название — прикладная дронакартография. С развитием рынка дронов и выходом усовершенствованных версий этих роботов картография получила отличный инструмент для создания детальных карт небольших участков местности. Кроме того, это намного дешевле,

Dronestagram — первая социальная сеть, посвященная аэрофотосъемке. Она выбрала **20 лучших аэрофотоснимков** из многих тысяч потрясающих фотографий с дронов, представленных в 2017 году (<http://www.dronestagr.am/>).



Добыча соли в дельте реки Меконг

чем использование самолетов и спутников, а также позволяет добиться высокой детализации изображения в условиях ограниченного времени, которое практически сразу же может быть опубликовано в Интернете. Так, швейцарская компания SenseFly продемонстрировала успешную методику картографирования пика Маттерхорн, на что потребовалось всего 11 полетов и 5 часов, а в итоге было получено более 2 тысяч изображений, позволивших подробно смоделировать Маттерхорн.

Дроны и строительная отрасль. Если в археологии их можно использовать ограниченно, вести раскопки они не могут, то в строительстве спектр применения более широкий: от подготовки землеустройства и исследования территории до мониторинга строительных работ и технического контроля строений. Однако и это еще не предел. Так, многие компании следят за ведением работ на стройплощадках при помощи дронов. Наиболее продвинутые используют автономные БПЛА для высчитывания объема выполненных работ и сопоставляют с данными сметы. Это позволяет контролировать стоимость проекта. Таким образом, дроны выводят строительную отрасль на новый уровень развития.

### ПОМОЩНИКИ КОСМОНАВТОВ

Возможности дронов не ограничиваются пределами Земли. Их так же активно задействуют в работе на Международной космической станции. У космонавтов уже есть помощники-роботы. Именно они служат для разгрузки и загрузки кораблей, помощи при стыковке, позволяют проводить все наружные работы. Без них станция мертва.



Мелиссани — пещерное озеро на восточном побережье греческого острова Кефалиния, в 2 км северо-западнее городка Сами. Мелиссани относится к категории карстовых пещер



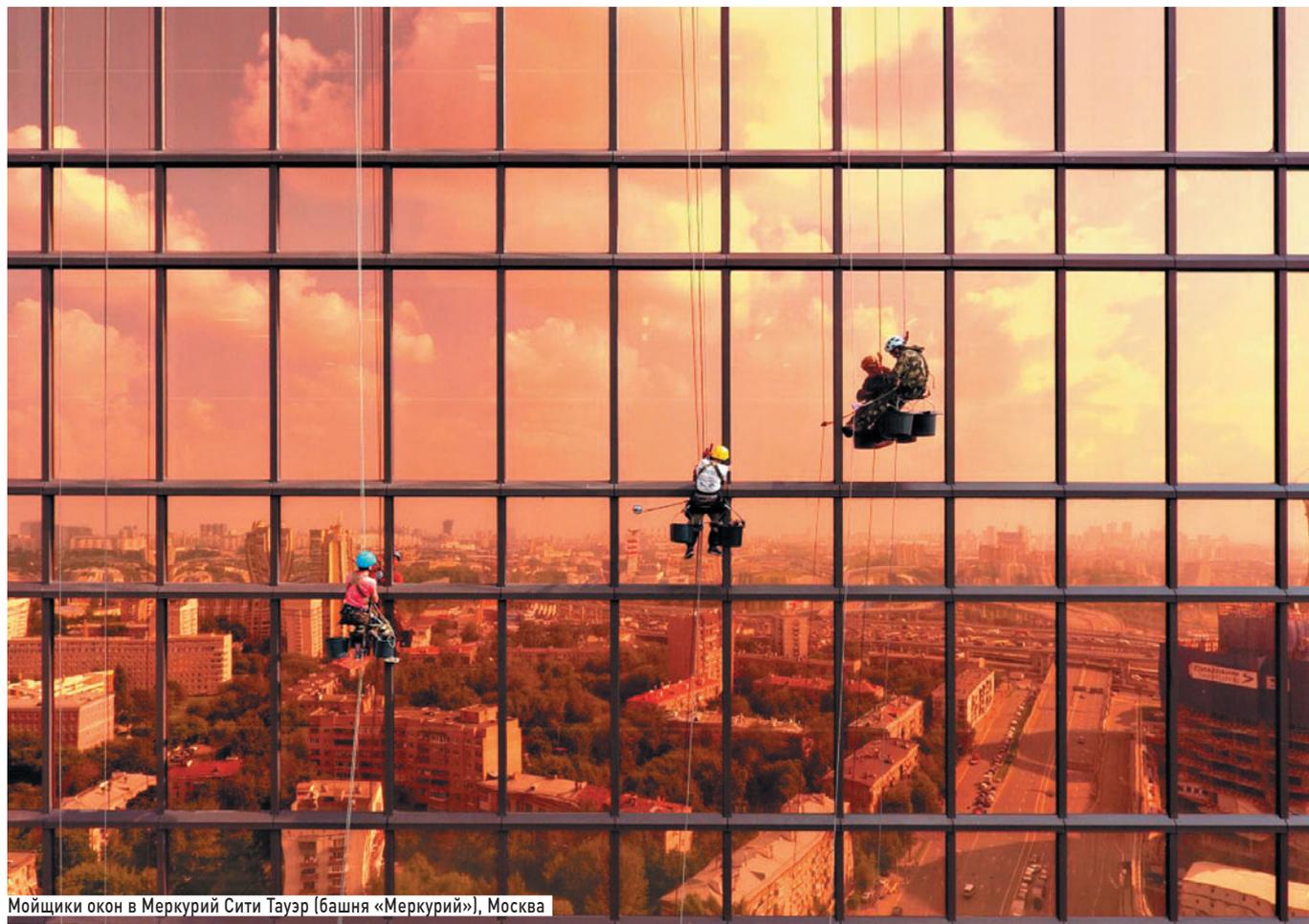
Белый медведь в провинции Нунавут, Канада

Летом прошлого года дрон запустили и на МКС. В Японском агентстве аэрокосмических исследований (JAXA) создали нового робота-помощника под названием Int-Ball. Это сфера диаметром около 15 см, оснащенная камерой и «глазами», чтобы космонавты понимали, куда направлен «взгляд» робота. Перемещается в пространстве Int-Ball при помощи 12 пропеллеров и трех маховиков, которые расположены на противоположных осях. Этот малыш выполняет важную работу, являясь настоящим членом команды. Его основная задача — съемка экспериментов и оборудования на МКС. Предполагается, что дроны смогут облегчить работу космонавтов на орбите, так как, помимо научных экспериментов и технической работы, в их задачи входит съемка всего процесса на камеру. Кстати, на это уходит примерно 1/10 часть рабочего времени. Теперь за космонавтов эту работу будут выполнять дроны, контролируемые с



По историческому маршруту 66, США

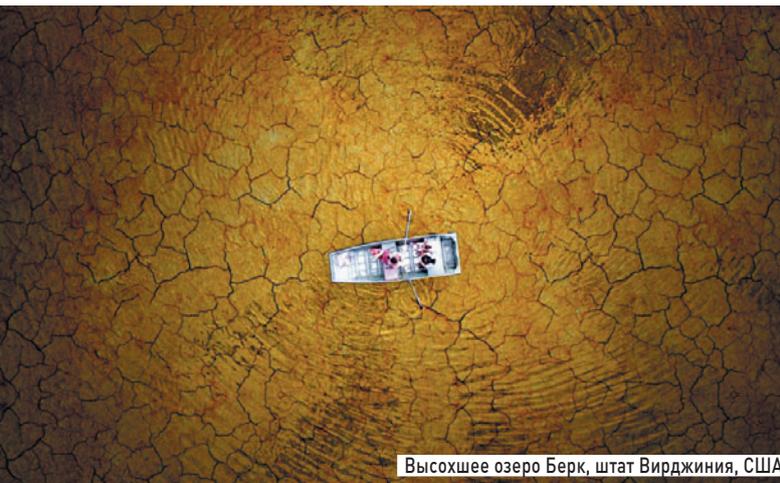
Тропический пляж в Доминиканской Республике



Мойщики окон в Меркурий Сити Тауэр (башня «Меркурий»), Москва



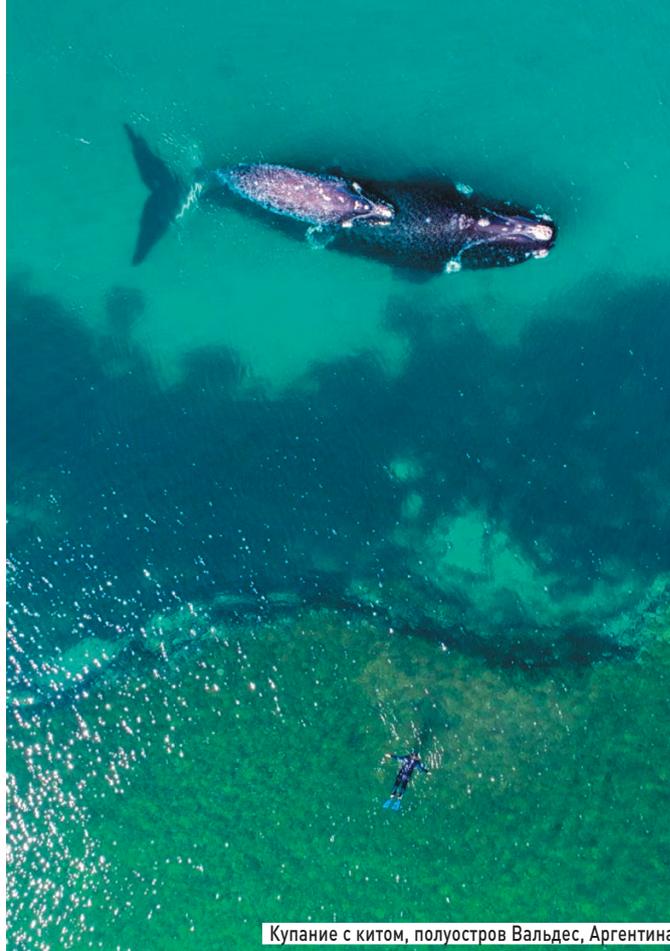
Отель Sveti Stefan на Адриатическом побережье Черногории



Высохшее озеро Берк, штат Вирджиния, США



Длинная лестница, ведущая к одному из самых красивых пляжей Алгарве в Португалии



Купание с китом, полуостров Вальдес, Аргентина

Земли японским Центром управления полетами. Таким образом, космонавты смогут получать помощь специалистов и исследователей в проведении экспериментов и устранении неполадок.

### ОРБИТА — НЕ ПРЕДЕЛ

Помощь дронов на Земле и МКС незаменима, но есть и другие варианты использования их потенциала, такие как исследование планет и естественных спутников этих планет. На данный момент есть уже как минимум два проекта, в которых дроны будут выполнять самые сложные и важные задачи. Первый из них — исследование Титана, второго по величине спутника в Солнечной системе. Но как здесь помогут дроны? Титан имеет очень большой диаметр (примерно на 50 % больше лунного), что вызывает трудности для изучения такой большой поверхности, кроме того, этот гигант имеет очень низкую температуру — минус 170 °С и омывается морями и ледниками из углеводородов, что также является препятствием для анализа. И хотя Титан имеет такие суровые характеристики, ученые не исключают существование там простейших форм жизни в подземных водоемах, где условия, возможно, более комфортны, чем на поверхности. Перед учеными стоит нелегкая задача исследования данной планеты и добычи образца грунта с нее.

А теперь к дронам. Главный специалист Лаборатории реактивного движения, которая создает беспилотные космические корабли для NASA, Ларри Матис утверждает, что использование дрона-квадрокоптера — единственная возможность решения задачи миссии. Так как если посадить на Титан спускаемый аппарат, то он не

сможет перемещаться по поверхности, что необходимо для данной миссии. Можно лишь облететь спутник, даже не приземлившись на него, а использование вертолета — слишком дорогостоящий и рискованный вариант. Что приводит к мысли о дроне-квадрокоптере, который сможет и летать по поверхности Титана, и делать фотографии, и брать образцы грунта, попутно заряжая батареи. Это самый дешевый и безопасный способ изучения планеты.

Что касается мест не столь отдаленных от Земли, то исследователи Университета Лэнгли (NASA) выступили с идеей оснастить дронами марсоходы. Те роверы, которые используют на Красной планете, обладают большим недостатком — они ограничены в перемещении. Ученые считают, что дроны могут существенно расширить возможности исследований, так как могут изучать планету быстрее и иметь возможность подзарядки от марсоходов. Но есть одна трудность в использовании летательных беспилотных аппаратов на Марсе: сильно разреженная атмосфера, из-за которой полеты становятся затруднительными. Однако меньшая сила тяжести и специальная конструкция винтов позволят обойти эту проблему.

В последние годы популярность дронов активно растет. Их задействуют в самых неожиданных областях человеческой деятельности. И это говорит об их большом потенциале и возможностях. Каким будет следующий шаг? 

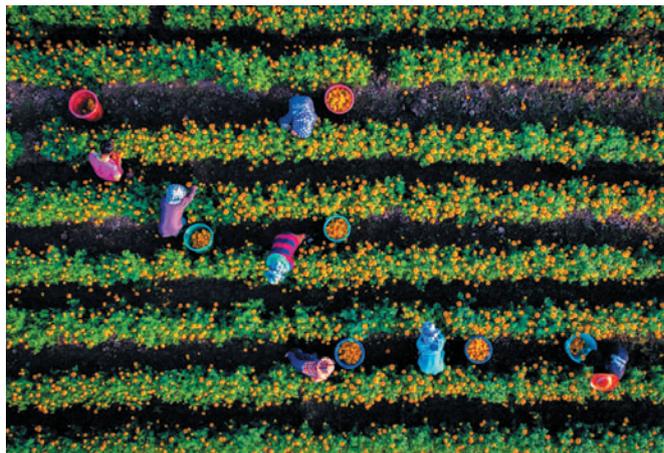
*Анастасия Давидюк*



Серфинг в холодной Атлантике



Девушка на пляже в Рио-де-Жанейро



Садоводы собирают бархатцы в Сукхотае, Таиланд



На квадроциклах по огромным песчаным дюнам Намибии



Вот такой вот дом на границе США и Канады



# 21 МАРТА

## INSPACE

### FORUM 2018

**III** МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ФОРУМ ПО КОММЕРЧЕСКОЙ  
КОСМОНАВТИКЕ И БПЛА

МОСКВА

[www.inspaceforum.ru](http://www.inspaceforum.ru)



**ВНЕДРЕНИЕ  
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ  
СИСТЕМЫ  
ГОСКОРПОРАЦИИ  
«РОСКОСМОС»  
В ПРАКТИКУ  
УПРАВЛЕНИЯ  
ПРОЕКТАМИ  
АО «НПО ЛАВОЧКИНА»:  
ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ,  
РЕЗУЛЬТАТЫ**

# ЧТО ПОКАЗАЛ НОВЫЙ ФОРМАТ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ?

В настоящее время на мировом рынке товаров и услуг в области ракетно-космической техники происходят радикальные изменения, связанные со значительным увеличением доли коммерческих участников и усилением их роли, возрастанием общего уровня конкуренции.

При таких внешних факторах ключевое конкурентное преимущество может быть достигнуто лишь благодаря эффективной производственной системе, целью которой является обеспечение качественной и своевременной



Решение о развитии производственной системы на базе ПС Роскосмоса в АО «НПО Лавочкина» было принято в начале 2017 года.

В 2018 году полученный опыт будет тиражирован на все проекты предприятия. Однако уже сегодня можно сделать вывод: применение универсальной методологии и инструментария ПС Роскосмоса значительно повышает операционную эффективность предприятия по выпуску надежной и конкурентоспособной продукции.

Итогом формирования единой ПС Роскосмоса стало тиражирование данной системы среди предприятий Госкорпорации в целях регламентирования подходов по повышению эффективности деятельности.

В начале 2017 года в АО «НПО Лавочкина», на предприятии, специализирующемся на создании автоматических космических аппаратов и комплексов различного назначения, а также разгонных блоков и головных

обтекателей в интересах государственных и международных заказчиков, было принято решение о развитии производственной системы на базе ПС Роскосмоса.

На сегодняшний день НПО Лавочкина, осуществляющее весь цикл производства продукции от проектирования до запуска и управления полетом, имеет весомый портфель заказов и стремится обеспечить увеличение производительности на 15–20 % ежегодно для удовлетворения потребностей заказчиков в продукции и услугах. Стоит отметить, что рост производительности труда с 2015 по 2018 год составил 67 %. Добиться поставленных целей можно только за счет постоянного повышения операционной эффективности, использования действенных инструментов и методов организации работ, а также перманентного снижения потерь на этапах создания продукции и оказания услуг.

На момент начала преобразований НПО Лавочкина имело формализованную систему управления проектами, для которой был характерен ряд проблемных зон: длительный цикл планирования, низкое качество проработки планов, слабо налаженные горизонтальные связи в группах по проекту, отсутствие превентивной системы реагирования на риски и отклонения, неэффективная система мотивации, слабые рычаги управления проектной командой в руках руководителя проекта и, как следствие, вероятность срыва сроков.

Для преодоления этих проблем необходимо было решить две основные задачи. Первая — создание эффективных команд, т.е. «плоской» организационной структуры управления проектом, где основная роль отведена непосредственно проектной команде, а руководство предприятия поддерживает ее в решении наиболее сложных проблем.

До осуществления преобразований в системе управления проектами отрицательную роль играли функциональные «барьеры» между подразделениями. Отсутствовала эффективная коммуникация как внутри проекта, так и за его границами. Практически каждое решение, даже самое незначительное, требовало одобрения нескольких вышестоящих руководителей, а многие проблемы озвучивались, когда уже было поздно исправлять ситуацию.

Реализация принципов и методологии Производственной системы Роскосмоса позволила решить ряд задач. Первая из них — создание проектных команд, это позволило увеличить эффективность передачи ин-

разработки и производства продукции с минимальными издержками.

Производственная система (ПС) — это подход к организации производства, составляющий комплекс инструментов и методов, направленных на повышение операционной эффективности процессов на всех стадиях жизненного цикла изделия.

Производственная система Госкорпорации «Роскосмос» вобрала в себя лучшие мировые практики, в частности таких компаний, как Boeing и Toyota. Они касаются бережливого производства и разработки, всеобщего управления качеством (TQM — Total Quality Management), 6 сигм, методологии управления проектами (классический подход и гибкие методологии Agile), инструментария теории ограничений, ТРИЗ (теория решения изобретательных задач) и др.

**В условиях возрастания общего уровня конкуренции и увеличения доли коммерческих участников ключевое конкурентное преимущество может быть достигнуто лишь благодаря эффективной производственной системе, целью которой является обеспечение качественной и своевременной разработки и производства продукции с минимальными издержками.**



формации, значительно ускорить принятие важнейших решений, повысить лидерство и ответственность участников в реализации проекта. Команда сама планирует свои работы, сама решает проблемы, но и сама отвечает за результат.

Вторая задача заключалась в обеспечении команды проекта эффективными инструментами управления. Прежде всего был изменен подход к планированию. Раньше план разрабатывался руководителем проекта, а затем продолжительное время согласовывался со всеми участниками. Новый подход к планированию состоял в том, что разработка сквозного плана стала коллективной задачей и была осуществлена командой проекта в течение 5 дней под ключ. Команда в ходе совместной работы разрабатывает сетевую модель, фиксирует и разбирает все имеющиеся проблемы, оценивает обеспеченность ресурсами, определяет критический путь, оптимизирует график и максимально сокращает имеющиеся потери. В процессе работы формируется окончательный состав команды, создается организационная структура, назначаются руководители групп по направлениям

работ. Команда обсуждает регламент своей работы и подстраивает его под себя. Затем проходит защита графика работ перед руководством предприятия и его окончательное утверждение. Основным преимуществом такого подхода является вовлечение непосредственных исполнителей, ведущих специалистов, в процесс планирования и принятия решений.

В ходе реализации утвержденного этапа проекта команда проводит ежедневные 30-минутные совещания для оперативного планирования на неделю, мониторинга хода работ и управления отклонениями. Совещания проходят в два этапа в офисе проекта с применением инструментов визуального управления (синхронизированной структуры работ, системы эскалации проблем, сводного отчета по проекту для руководства).

У каждой группы есть свой график, синхронизированный с другими командами, который отображает закрепленный за группой участок работ. Он состоит из трех частей: зона недельного планирования, зона оперативного плана работ на неделю и зона эскалации проблем.

Один раз в неделю, как правило, в понедельник, группа планирует текущие задачи из графика. Руководитель группы защищает оперативный план перед руководителем проекта. В другие дни руководители групп со своими подчиненными осуществляют мониторинг исполнения оперативного плана. В завершение недельного цикла, в пятницу, команда подводит итоги, отмечаются выполненные и невыполненные работы, далее цикл повторяется.

Ключевым элементом нового подхода к управлению проектами является система выявления и эскалации проблем. Основное правило — любая проблема должна быть озвучена и зафиксирована. Для этого в офисе управления проектом были заранее подготовлены специальные бланки (карточки), которые содержат информацию о сути проблемы, предлагаемых решениях и сроках.

Какие именно проблемы? Что к ним относится? Любое отклонение от плана, которое может повлиять на срыв срока исполнения задачи. Если дело идет к срыву срока работ по проекту, то она обозначается как приоритетная. В случае если такая проблема не может быть самостоятельно решена проектной командой (например, ввиду недостаточности полномочий ее участников, отсутствия ресурсов и т.д.), то запускается механизм эскалации проблем. Решение об эскалации проблемы на более высокий административный уровень вплоть до генерального директора принимает руководитель проекта совместно с руководителями групп.

Таким образом, проблемы своевременно выявляются и фиксируются, что минимизирует риски срывов сроков.

На сегодняшний день новый формат управления был успешно реализован в проекте «Луна-Глоб». Уже сейчас виден фактический результат: удалось полностью ликвидировать отставание от графика, сдать заказчику работы по этапу конструкторского макета в установленный срок, снять риски получения штрафов в объеме 3,5 млн руб. и, что самое главное, предотвратить риск срыва срока запуска

### МЕХАНИЗМ ЭСКАЛАЦИИ ПРОБЛЕМ СОСТОИТ ИЗ ЧЕТЫРЕХ КЛЮЧЕВЫХ ПРОЦЕССОВ:

1. Руководитель проекта лично идет к руководителю, от которого ему требуется помощь в решении проблемы. Если руководитель ее не принимает или не решает, то руководитель проекта эскалирует ее выше;
2. Руководитель проекта делегирует доведение проблемы до вышестоящего руководства членам своей команды;
3. Руководителям направлений отправляется реестр проблем по системе электронного документооборота;
4. Генеральный директор определяет ответственных за решение проблемы (деэскалация проблемы).

космического аппарата. Сейчас работы по проекту идут в полном соответствии с графиком.

В октябре 2017 года было проведено тиражирование производственной системы Госкорпорации «Роскосмос» на совместный российско-европейский проект «ЭкзоМарс-2020». Сейчас система управления данным проектом находится на стадии стабилизации, и о результатах можно будет говорить уже по итогам I квартала 2018 года.

Согласно решению, принятому руководством АО «НПО Лавочкина», в 2018 году полученный опыт будет тиражирован и на другие проекты предприятия. Однако уже сегодня можно сделать вывод: применение универсальной методологии и инструментария ПС Роскосмоса значительно повышает операционную эффективность предприятия по выпуску надежной и конкурентоспособной продукции. 

*Сергей Лемешевский,  
генеральный директор АО «НПО Лавочкина»*



Нейтронный спектрометр FREND поможет оценить радиационный фон на орбите, в том числе во время солнечных вспышек, что важно для будущих пилотируемых экспедиций

## ВОДУ ПОИЩЕТ FREND

АППАРАТЫ ИЗ МИССИИ «ЭКЗОМАРС» НАЧНУТ ИССЛЕДОВАТЬ АТМОСФЕРУ И КЛИМАТ МАРСА ВЕСНОЙ 2018 ГОДА.

Орбитальный модуль TGO миссии ExoMars с двумя российскими приборами на борту приступит к научной работе, в том числе к изучению атмосферы и климата Марса.

«Сейчас TGO продолжает осуществлять маневр атмосферного торможения до достижения целевой орбиты. Наблюдения в рамках научной программы TGO должны начаться весной, когда аппарат достигнет заданной высоты рабочей орбиты (400 км)», — говорится в сообщении пресс-службы Роскосмоса.

Исследования атмосферы и климата Марса — основные научные задачи миссии «ЭкзоМарс». Решить их ученые надеются при помощи установленных на борту модуля TGO российских приборов —

спектрометрического комплекса ACS (Atmospheric Chemistry Suite) и нейтронного детектора FRENД.

Первый поможет исследовать атмосферу планеты, в том числе в поиске метана (вероятного показателя биологической активности) и изучения его распределения на планете. Предполагается, что ACS поможет понять, есть ли сейчас на Марсе активный вулканизм, что из себя представляет климат на планете, как он менялся.

Нейтронный спектрометр FRENД будет вести наблюдения потоков нейтронов от поверхности планеты, которые могут свидетельствовать о наличии воды. Эти данные помогут ответить на вопрос, есть ли или была ли жизнь на Марсе.

# АТМОСФЕРУ ВЕНЕРЫ ИЗУЧИТ БЕСПИЛОТНИК

**ВЕНЕРА ПОЛНА ЗАГАДОК. ОДНА ИЗ НИХ — ТЕМНЫЕ ПОЛОСЫ В ВЕРХНИХ СЛОЯХ АТМОСФЕРЫ.**

Эти полосы поглощают ультрафиолет и почему-то не рассеиваются в атмосфере, несмотря на то, что она часто движется гораздо быстрее скорости вращения поверхности планеты. Это одна из тайн Венеры.

Над ее разгадкой ломают головы ученые многих стран. Но не хватает точных данных. Очень важно получить снимки, пробы и другой фактический материал, который позволит продвинуться в решении этой задачи. Так, Роскосмос и NASA ведут переговоры о сотрудничестве в рамках проекта Venera-D. Суть переговоров в том, какую именно миссию целесообразно отправлять по изучению загадочных темных полос в атмосфере Венеры.

Российские и американские ученые склоняются к идее от-

правки беспилотного самолета. Разрабатывается техническая концепция миссии, которая называется VAMP.

Есть гипотеза, что темные полосы могут быть взвесью какого-либо вещества, растворенного в серной кислоте, например хлорида железа. Однако более интригующей является версия о том, что это крупные колонии микроорганизмов, которые живут в атмосфере, получая энергию от Солнца. Такое вполне возможно, ведь на высоте 50–60 км подобные бактерии есть и на Земле.

Однако изучить темные полосы Венеры непросто, так как необходимо получить образцы, то есть спуститься в атмосферу и провести там время, достаточное для анализа. Одним из вариантов, рассматриваемых в рамках планируемой миссии Venera-D, является сброс в ат-

мосферу Венеры аэростата с набором научного оборудования. К сожалению, при всей надежности аэростат зависим от ветра и может попросту пролететь мимо темных полос, то есть миссия не достигнет главной цели. Поэтому более предпочтительным является вариант с отправкой беспилотного самолета, концепт которого разработала компания Northrop Grumman. Беспилотник под названием VAMP (Venus Atmospheric Maneuverable Platform) будет оснащен аккумуляторами, электродвигателями и солнечными панелями, что позволит ему оставаться в воздухе год и более. Самолет будет большим, с крылом длиной 55 метров, это создаст сложности с доставкой и развертыванием настолько крупного аппарата. Однако его не надо спускать на поверхность, что облегчает задачу.



Изучение верхних слоев атмосферы Венеры может стать новым этапом изучения других миров. VAMP позволит ученым в течение длительного времени изучать атмосферу Венеры и войти непосредственно в темные полосы для взятия образцов. Кроме того, уникальный опыт создания и применения VAMP создаст предпосылки в будущем подготовить аналогичные миссии для изучения других планет, включая газовые гиганты.

Реализация столь сложной миссии потребует особых усилий, и опыт российских специалистов в подготовке венерианских миссий может сыграть решающую роль.

# ТАЙНА ДРЕВНЕГО ТЕКСТА

**ОТКРЫВАЕТСЯ БЛАГОДАРЯ  
КОСМИЧЕСКИМ ТЕХНОЛОГИЯМ ИКИ РАН**

**Р** в Государственном историческом музее на Красной площади в Москве хранится одна из древнейших записей праздничного богослужебного канона на Рождество Христово. Он уникален не только своей древностью, но и использованием при его создании первой славянской азбуки — глаголицы. Фрагмент этой древней пергаменной рукописи был открыт еще в начале XX века. Однако до появления новейших технологий прочесть его было практически невозможно: в конце XIV века текст был смыт для того, чтобы эти листы пергамента можно было использовать вторично. Поверх практически невидимых глаголических букв был написан другой богослужебный текст, который на тот момент, видимо, был более важен для выполнившего его сербского писца.

Древние тексты на пергамене, смытые или стертые для повторного использования писчего материала, называются палимпсестами. Они существуют в разных средневековых языковых письменных традициях, однако подобные славянские памятники очень редки. Глаголица, созданная около 863 года первоучителем славян св. Кириллом (Константином Философом), — более древний славянский алфавит, чем современная кириллица, и активно использовалась в балканских славянских землях в последней трети IX–XI вв.

Как оказалось, сегодня древний текст можно восстановить. Такую задачу поставили перед собой научные сотрудники Института космических исследований (ИКИ) РАН и Государственного исторического музея (ГИМ). Для цифровой визуализации и реконструкции глаголического палимпсеста было решено применить методы и компьютерные алгоритмы, разработанные и использу-





емые в астрофизике и мультиспектральном зондировании Земли из космоса. Работа над текстом началась недавно и продолжается сейчас. В мире сохранилось лишь около полутора десятка древних глаголических рукописей и их отрывков, поэтому полное прочтение нового древнего памятника славянской культуры станет событием в мировой славистике.

#### ПО СЛЕДАМ ИСЧЕЗНУВШИХ ТЕКСТОВ

Разные материалы по-разному поглощают, рассеивают и переизлучают падающий на них свет. С помощью приборов это можно наблюдать и за краями оптического диапазона, видимого человеческим глазом. Это физическое явление лежит в основе метода мультиспектрального анализа, который давно используется в разных областях науки: как в космических исследованиях, так и для изучения артефактов в крупнейших музеях мира.

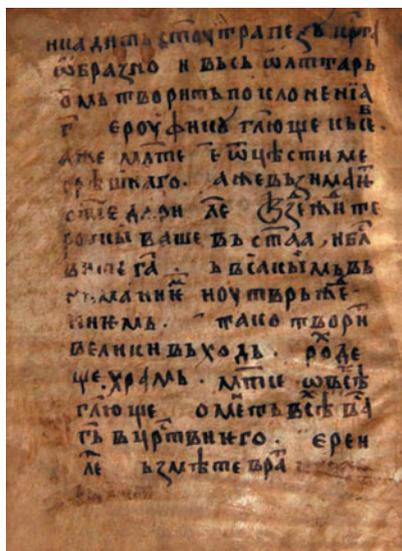
В частности, в случае с палимпсестами важную роль играет разница в составе чернил, которые каждый писец изготавливал самостоятельно. Даже если в видимом свете цвет чернил кажется одинаковым, то, например, ультрафиолетовый свет они будут отражать по-разному. Если невидимый глазу ультрафиолет отражают биологические материалы (папирус, пергамен, бумага) и некоторые минералы, содержащиеся в пигментах чернил и красок, то они могут светиться разным цветом и «проявиться» в видимом диапазоне. Напротив, инфракрасное излучение с более длинной волной проникает в глубь материала, причем в разных диапазонах степень этого проникновения отличается. Это дает возможность разделить разные чернила и по химическому составу, и по тому, насколько глубоко они проникли в пергамен или бумагу. Наконец, сила нажима на перо разными писцами различна, поэтому глубина продавливания также является признаком, который может помочь восстановить оригинальный текст. Для этого необходима последующая специальная программная обработка оцифрованного материала, полученного в разных световых диапазонах.

Кстати, стоит заметить, что мультиспектральная съемка широко применяется при исследовании различных памятников письменности и искусства. Так, в 2003–2010 годах, в частности, американские ученые из Рочестерского технологического института использовали ее для прочтения палимпсеста Архимеда. Разработанная ими технология мультиспектральной фотосъемки и последующей математической обработки цифровых изображений была адаптирована специалистами ИКИ РАН для визуализации древнего глаголического палимпсеста и других угасших текстов древних рукописей из собрания ГИМ.

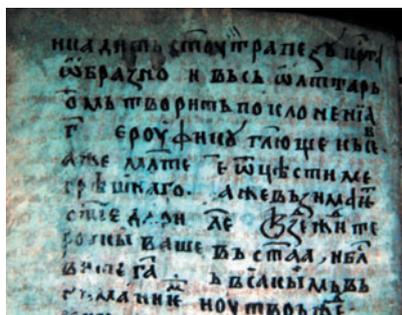
Сама съемка в целом достаточно проста.

— Для освещения используются 12 узкополосных сверхъярких светодиодов, излучающих с длиной волны от 365 нм (ультрафиолет) до 940 нм (инфракрасный) с шагом 40 нм, — рассказывает главный специалист ИКИ РАН Александр Андреев. — Мы ведем съемку зеркальной цифровой камерой, модифицированной под поставлен-

Лист 13 об.  
из Хлудовского  
палимпсеста  
(ГИМ, Хлуд.117),  
снятый  
при дневном свете.



Лист 13 об.  
из Хлудовского  
палимпсеста  
(ГИМ, Хлуд.117),  
снятый  
в различных  
диапазонах  
ультрафиолетового  
света.



Лист 13 об.  
из Хлудовского  
палимпсеста  
(ГИМ, Хлуд.117).  
Результат  
компьютерной  
обработки цифровой  
фотографии л. 13 об.,  
полученной при  
мультиспектральной  
съемке.  
Нижний древний текст  
окрашен  
светло-зеленым  
цветом,  
верхний текст  
конца XIV в. — красным.



ные задачи: чтобы расширить спектр чувствительности матрицы на ближний УФ- и ИК-диапазоны, блокирующий светофильтр заменили на оптически прозрачное стекло. Кроме того, часто используется макрофотосъемка.

Далее начинается обработка полученных изображений с помощью различных математических методов. По словам главного специалиста ИКИ РАН Михаила Жижина, в этом проекте были последовательно применены корегистрация (попиксельное совмещение) и канонический вариационный анализ для подготовки визуализации смытого текста палимпсеста. Последний позволил «разнести» оставшиеся пиксели мультиспектрального изображения по трем классам (новый текст, смытый древний текст и фон), максимально используя информацию о спектральных свойствах известных пикселей. Выбор материала обучения для вариационного анализа производился вручную с помощью интерактивной программы, в которой эксперт выбирал на изображении страницы палимпсеста пиксели, принадлежащие одному из трех классов.

На окончательном этапе визуализации угасшего текста строилось новое цветное изображение, где различия между новым текстом, угасшим текстом и фоном были максимально контрастны.

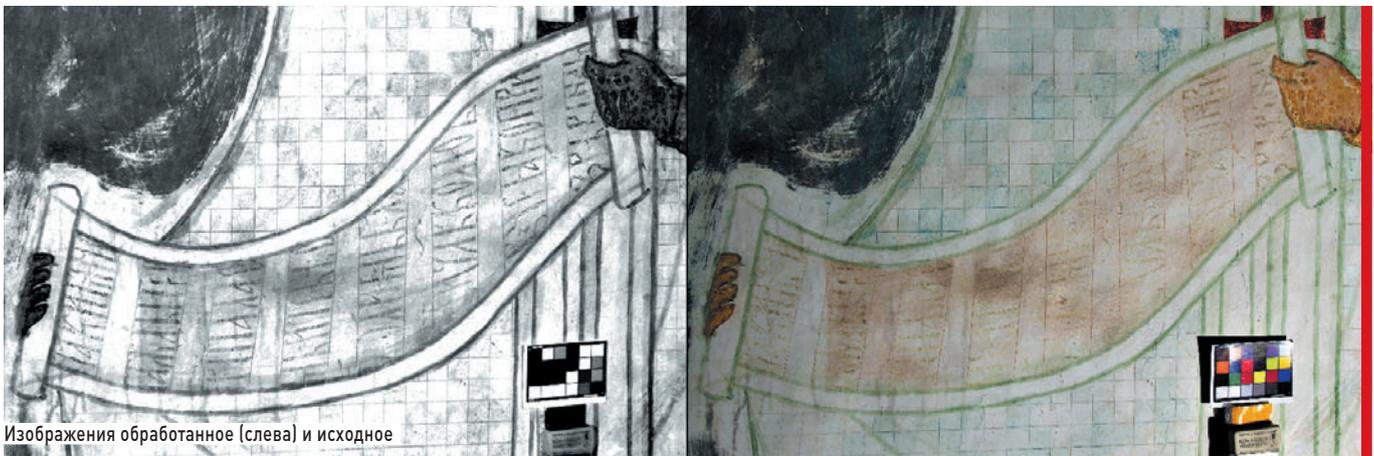
#### «И ОТКРЫЛАСЬ БОГОСЛУЖЕБНАЯ МИНЕЯ...»

Что же удалось обнаружить в результате мультиспектральной съемки? Когда в разных режимах были обследованы все восемь листов, выяснилось следующее. На одном из них (лист 7) каких-либо букв пока обнаружить не удалось. На части листов (листы 8–10) из-за сильной утраты нижнего текста и значительной загрязненности поверхности пергамена глаголические буквы читаются лишь частично. Однако на последних четырех листах (листы 11–14) древний текст сохранился лучше всего, и он постепенно открывается ученым.

Как рассказала старший научный сотрудник Отдела рукописей ГИМ Елена Уханова, прочтенный ею и транслитерированный кириллицей глаголический текст позволяет сделать вывод о том, что палимпсест представляет собой древнейший список славянской богослужебной минеи — книги, содержащей текст служб праздникам и святым на каждый день года. Более того, это единственный такой список, сохранившийся на глаголице (до сегодняшнего дня известен лишь один угасший бифолий из более поздней глаголической минеи XI–XII веков, найденный в 1975 году в монастыре св. Екатерины на Синае).

Как удалось установить, листы пергамена, использованные для изготовления палимпсеста, были взяты из первоначальной рукописи не последовательно, а из разных ее частей. Например, текст на листе 13 представляет собой отрывок канона на Рождество Христово (25 декабря), на листах 11 и 14 находятся стихиры и канон св. Иоанну Златоусту (13 ноября), а на листе 12 — стихиры Архангелу Михаилу (8 ноября).

Проведенный палеографический анализ визуализированных букв приводит к выводу, что данный палимпсест



Изображения обработанное (слева) и исходное

представляет собой один из древних глаголических памятников, и его мелкая круглая глаголица, выполненная двумя писцами, вполне сопоставима с почерками древнейших известных глаголических рукописей — Зографского (конец X века) и Мариинского (начало XI века) Евангелий. Лингвистический анализ памятника позволяет отнести его, вероятно, к XI веку, вряд ли позднее его середины (начавшаяся во второй трети XI века эллинизация богослужения Болгарской церкви привела к его обязательному переходу с церковнославянского языка на греческий и отказа, в частности, от славянских списков богослужебных миней).

Также текстологический анализ этого списка показывает, что глаголический палимпсест представляет собой особую древнюю версию славянского перевода византийского канона на Рождество Христово и других служб, а две стихиры Михаилу Архангелу уникальны и не имеют аналогий среди известных в науке текстов. Это обстоятельство делает полное прочтение Хлудовского глаголического палимпсеста еще более важным для дальнейшего изучения древнейшего славянского культурного наследия. Работа над Хлудовским палимпсестом началась лишь недавно, и сегодня она продолжается.

В завершение хотелось бы отметить, что в рамках сотрудничества ИКИ РАН с Государственным историческим музеем созданная рабочая группа из научных специалистов этих учреждений провела исследования по визуализации утраченных текстов и декорации нескольких уникальных памятников древнерусской книжности. Почти сразу удалось сделать несколько открытий: прояснить угасшую дату создания новгородского Лобковского Пролога (1282 год), визуализировать на верхней крышке подносного экземпляра первопечатного «Апостола» Ивана Фёдорова 1564 года уникальный прижизненный портрет Ивана Грозного, выполненный в технике тиснения по коже, рельеф которого на сегодняшний день почти полностью угас.

Эти исследования были поддержаны грантом Российского научного фонда «Ключевые памятники древности и средневековья из собрания Исторического музея: прочтение неисследованных явлений истории современными естественно-научными методами».

*По материалам пресс-службы ИКИ РАН*

Метод мультиспектральной съемки уже использовался, например, при исследовании росписей собора Рождества Богородицы Феропонтова монастыря. Работы по мониторингу ансамбля монастыря, которые включали и работу со всемирно известными фресками Дионисия начала XVI века, проводились в 2016 году. Они позволили выявить тексты в росписях алтарной части монастыря, считавшиеся утраченными.

Благодаря сотрудничеству между ИКИ РАН и ГИМ был «открыт» и прижизненный портрет царя Ивана IV, вытисненный на переплете первопечатного «Апостола» 1564 г. Изображение визуализировано благодаря фотосъемке в узкополосном диапазоне спектра (длина волны 730 нм).



# ДЕСЯТЬ РАССКАЗОВ О ВКД

## РАССКАЗ № 2. «ПРОТОНЫ» И КОЧЕРГА.

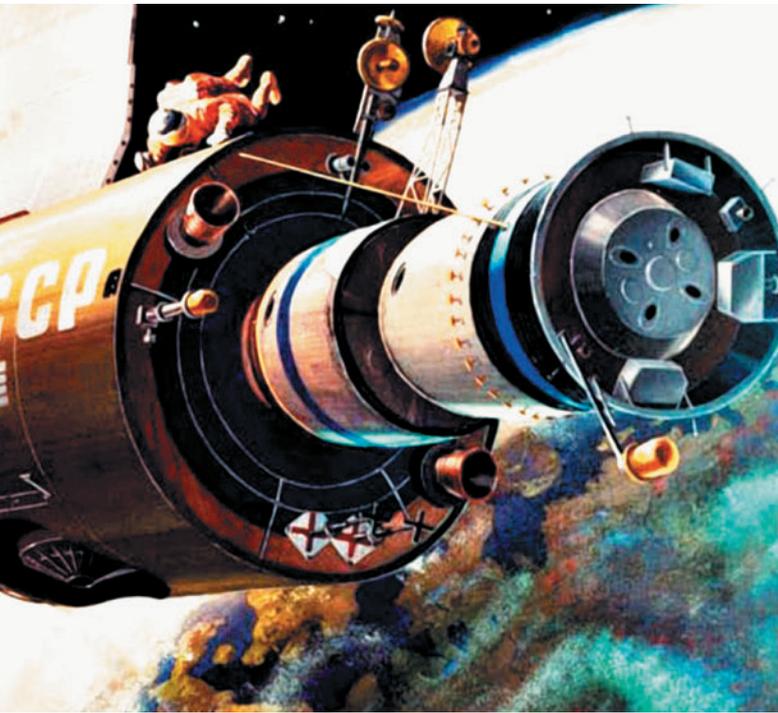
В ВОСКРЕСНЫЙ ДЕНЬ 9 АВГУСТА 1979 ГОДА МНОГИХ СОТРУДНИКОВ ЦКБЭМ, ЦЕНТРА ПОДГОТОВКИ КОСМОНАВТОВ, РАВНО КАК И РУКОВОДИТЕЛЕЙ СОВЕТСКОЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ, ЭКСТРЕННО ВЫЗВАЛИ ПО ТРЕВОГЕ...

Оказалось: после, что называется, белой полосы везения и удач, когда «Протоны» Валерий Рюмин и Владимир Ляхов — экипаж «Салюта-6» — впервые в мире смонтировали на борту станции и опробовали в деле радиотелескоп КРТ-10, пришло время полосы черной — антенна этого самого телескопа после завершения серии экспериментов не покинула «Салют». То есть эта конструкция из мелкой проволочной сетки должна была отстрелиться, отойти в сторону и улететь в космическое пространство, а она взяла, да и зацепилась за выступающую крестовину стыковочной мишени на агрегатном отсеке станции. Причем зацепилась, как говорится, намертво. Тем самым заблокировала стыковочный узел, к которому должны были еще причаливать корабли.

Забегая вперед, скажем, что все в итоге закончилось благополучно. Скупые строки официального доклада лаконичны и бесстрастны: «Основную работу при выходе выполнял Рюмин. Ляхов помогал ему. Чтобы освободить антенну, пришлось перекусить четыре стальных тросика толщиной около миллиметра. Затем рычагом длиной около полутора метров В. В. Рюмин оттолкнул антенну от станции по направлению к Земле. Космонавты демонтировали часть оборудования с поверхности станции. В открытом космосе экипаж находился 1 час и 23 минуты».

Всего-то несколько строк... «Пришлось перекусить четыре тросика»... «рычагом длиной около полутора метров Рюмин оттолкнул антенну»... А каково это было? Чем перекусили? Чем оттолкнули? За этими строками —





целая история. История страны, история отрасли, история смелых и отважных людей...

Расскажем обо всем по порядку...

### ЭКИПАЖ

Валерий Рюмин родился 16 августа 1939 года в Комсомольске-на-Амуре. А среднюю школу окончил в подмосковной Загорянке. До армии успел потрудиться токарем на одном из номерных заводов в Калининграде, переименованном позднее в Королёв. Потом призыв в ряды Советской Армии — служил в танковых частях Закавказского военного округа.

После службы поступил в Калининградский механический техникум. Учился по специальности «холодная обработка металла». Образование продолжил на факультете электроники и счетно-решающей техники Московского лесотехнического института, диплом которого он получил в 1966 году. Работая в королёвском ОКБ-1, участвовал в разработке документации для электрических испытаний пилотируемого корабля «7К-Л1», «лунника». Неоднократно был руководителем испытаний и техническим руководителем.

В отряде советских космонавтов с 1973 года, где прошел полный курс общекосмической подготовки, подготовки к полетам на космических кораблях типа «Союз» и орбитальных станциях типа «Салют».

Примечательно, что заявление о приеме в отряд космонавтов Рюмин написал практически сразу после трагического финала экспедиции Георгия Добровольского, Владислава Волкова и Виктора Пацаева. Этот экипаж погиб при спуске.

Через 6 лет Валерий вместе с командиром Владимиром Коваленком попали в крутой оборот. По программе полета «Союз-25» их корабль должен был состыковаться со станцией «Салют-6», но... «из-за нештатного режима работы системы сближения стыковку осуществить не удалось, и полет был досрочно прекращен».

— Был там один момент не очень хороший, когда мы на попытки стыковок израсходовали все топливо и надо было для посадки вскрывать резервную систему, — рассказывал позже Валерий Викторович. — Раньше ее никогда не вскрывали в космосе. На Земле, когда перед полетом обрабатывалось это дело в барокамере, то каждое такое вскрытие кончалось взрывом. Коваленок об этом не знал... Но деваться было некуда — топливо-то израсходовали, пришлось рискнуть. Нам повезло, ничего не взорвалось...

И вот вторая экспедиция... Попутно стоит заметить, что тогда мы в очередной раз схлестнулись с американцами, кто первый запустит орбитальную станцию. И в очередной раз их обставили.

— На создание новой машины требуется обычно 10 лет, — рассказывает Валерий Рюмин, — а мы сделали первый «Салют» за 1 год и 4 месяца. По сути, с нуля и до пуска. Я приходил на работу полдевятого, а домой возвращался в 2 ночи, и так каждый день. А когда станцию

собирали на ЗИХе — заводе имени Хруничева, то я там и ночевал в сборочном цеху. Ведь машину делали чуть ли не «на коленке». Рабочему надо было доходчиво объяснить про каждую мелочь. Как заместитель ведущего конструктора, я должен был отвечать на все вопросы немедленно, что и делал. В апреле 1971-го наш «Салют» был выведен на орбиту.

...Что до Владимира Афанасьевича, так тот вообще появился на свет, образно говоря, под грохот орудий — 20 июля 1941 года. Место рождения — город Антрацит Ворошиловградской, а ныне Луганской области. Отец будущего космонавта Афанасий Иванович Ляхов погиб на фронте в 1943 году, когда Володе было всего 2 года...

Окончил 10 классов, пошел в пилоты. Это была самая настоящая мечта детства. Как-то 12-летний Ляхов, будучи на летних каникулах у воронежских родственников, тихохонько ретировался из деревни. Добрался на перекладных до местного аэродрома и на все деньги, что наскреб, купил билет. Хватило, чтобы долететь до ближайшего пункта — Павловска. Владимир Афанасьевич много позже так описал свои ощущения: «Сел в Ан-2 и полетел — впервые в жизни. Лечу, и дух захватывает от восторга: пусть пассажиром, но все-таки увидел землю с птичьего полета!» Обрато в воронежскую деревню — а это более 100 км — добирался потом весь день пешком и на попутных машинах...

Каким получился старт реализации мечты? Для начала школа первоначального обучения летчиков. Затем Харьковское высшее авиационное училище... Потом, понятное дело,

назначение в авиационную часть, на Сахалин. В 1967 году зачислен в отряд советских космонавтов. Прошел полный курс общекосмической подготовки и подготовки к полетам на космических кораблях типа «Союз» и орбитальных станциях типа «Салют» (ДОС). Кстати, одновременно учился в Военно-воздушной академии им. Ю. А. Гагарина, которую окончил в 1975 году. А помимо прочего, окончил школу летчиков-испытателей — освоил пилотирование самолетов различных типов, налетал 1300 часов. Входил в состав дублирующего экипажа космического корабля «Союз-29» при старте 15 июня 1978 года.

И вот долгожданный полет...

### РЫБА, НЕФТЬ, КАССИОПЕЯ...

Экспедиция в самом деле получилась очень интересной, насыщенной. Это видно хотя бы из официальной статистики. Суммарная продолжительность пребывания «Протонов» в космосе составила 175 дней 35 минут 37 секунд — на тот момент самый продолжительный космический полет. За это время Владимир Ляхов и Валерий Рюмин помимо прочего отрабатывали методики поиска скопления рыбы в океане, а также определения залежей полезных ископаемых по разломам земной коры и кольцевым структурам. Но главный научный эксперимент, конечно же, был связан с космическим радиотелескопом — КРТ-10.

Радиотелескоп КРТ-10 состоял из многоканальной высокочувствительной приемной аппаратуры, системы точной временной привязки и зеркальной параболической сетчатой антенны диаметром 10 метров. Она-то

и сыграла с «Протонами» злую шутку, когда после срабатывания пиропатронов не отошла в сторону, а четырьмя стальными тросиками намертво зацепилась за крестовину стыковочного узла. Опасность этого зацепа была очевидна — антенна однозначно ставила крест на стыковке станции с другими кораблями, блоками и т.д. А кроме того, в любой момент могла повредить и саму станцию. И как тогда быть с «Салютом-6»? Топить, что ли? И это за 4 дня до завершения экспедиции!

Надо ли говорить, что на Земле одна дерганая ночь сменяла другую. Инженеры, конструкторы, испытатели искали выход из создавшейся ситуации. Предлагали сбросить сетку антенны более-менее резким торможением, раскачиванием станции и т.д. Пробовали тормозить, раскачивать, но, похоже, этот стальной бредень только крепче запутывался. И тогда в одну из бессонных ночей, в ходе одного из изнурительных мозговых штурмов руководитель полета Алексей Елисеев вдруг предложил: а что если перекусить тросики?..

Легко сказать! «Протоны» летали уже шестой месяц, а выход в открытый космос требует больших физических усилий и никогда еще не проводился в конце столь длительного полета. Кроме того, следовало учитывать, что выходные скафандры находились на орбите уже около 2 лет — в каком они состоянии? Всех беспокоила и непредсказуемость поведения самой антенны. По сути, это ведь тонкая металлическая сетка — а ну как она накроет космонавта? Но все понимали, что другого выхода не оставалось. Надо было выйти и перекусить тросики... А раз так, в игру вступали разработчики космического инструмента и методик «хождения в открытом космосе».

### КОЧЕРГА ЦЫГАНКОВА

Здесь надо бы сделать небольшое отступление... Еще в 1970 году в ЦКБЭМ, которое сегодня все мы знаем как РКК «Энергия», было создано необычное подразделение. Назвали его «Лаборатория по обеспечению

#### РЮМИН ВАЛЕРИЙ ВИКТОРОВИЧ

Советский и российский космонавт. Дважды Герой Советского Союза. Бортинженер космических кораблей «Союз-25», «Союз-32» («Союз-34»), «Союз-35» («Союз-37») и орбитальной станции «Салют-6», специалист полета шаттла «Дискавери» (STS-91), летчик-космонавт СССР № 41.

#### ЛЯХОВ ВЛАДИМИР АФАНАСЬЕВИЧ

Советский космонавт. Дважды Герой Советского Союза. Количество полетов — три. Суммарный налет — 333 суток, 7 часов, 48 минут, 4 секунды. Выходы в открытый космос — три. Продолжительность — 7 часов 08 минут. Порядковый номер в отряде космонавтов — 45.



Андрей Соколов.  
Отделение антенны космического радиотелескопа

внекорабельной деятельности». Правда или нет, но рассказывают, что задуматься о создании специального инструментария для ремонта пришлось после красноречивого случая, что произошел во время полета Георгия Добровольского, Владислава Волкова и Виктора Пацаева — им пришлось доставать засбоивший прибор, который находился за настенной панелью. А панель прикручена на совесть, то есть намертво. Пришлось ее отдирать, что называется, с мясом. Кстати, именно после этого панели стали делать съемными.

В 1974 году лабораторию возглавил Олег Цыганков. И за создание действительно уникальных космических инструментов во многом мы должны благодарить Олега Семёновича и его команду — Виктора Солдаткина, Юрия Локтионова, Евгения Лохина, Владимира Солдатенкова, Анатолия Фабричного, Владимира Ульянова... А голову поломать ох как пришлось! Ведь космос прежде всего — безопорное пространство. Следовательно, земной инструмент здесь, увы, не работает. Захотите ударить молотком — боек отлетит, и наверняка прямо в лоб. Просверлить что-либо желаете? Будете крутиться вместе с дрелью. И так с любым земным «ремонтным» действием.

Тем не менее арсенал космонавтов, что называется, прямо на глазах рос

и пополнялся уникальными инструментами. Это, например, так называемая анкерная отвертка с шариковым зажимом — она сама держит винт... Или, скажем, космический резак — режет многие пластиковые и тканевые материалы, а схватится космонавт за него перчаткой скафандра, так и не порежется. А вот штука посложнее — «универсальный безреактивный электропривод»... Что такое «безреактивный»? Это значит, что его владелец в невесомости не ощущает движения инструмента, не крутится от отдачи в противоположную сторону. А на первый взгляд обычная дрель. Но добавьте к ней дюжину различных сменных насадок, и вот уже у вас в руках то отвертка, то гайковерт, то самотянущее сверло, то фреза, то перфоратор и так далее и все, что хочешь.

Позже лаборатория будет преобразована в Экспериментально-испытательный отдел по обеспечению ВКД и технологических работ. Но это случится аж в 1986 году. А тогда, в ночь на 15 августа, в стендовом зале института-разработчика антенны «лаборанты» Цыганкова начали последнюю и решительную мозговую атаку. Стратегически задача вырисовывалась такая: подобраться к антенне и бокорезами перекусить стальные тросики. Но сразу же возник ключевой вопрос: а как тащить эти самые бокорезы, если руки все время заняты — надо ведь держаться за леера, перестегивать карабин страховочного фала.

Цыганков лично раз за разом надевал макет скафандра и так и эдак подбирался к антенне. И в результате к нужному часу практически был готов пошаговый сценарий выхода, подхода к проблемному узлу и избавления от проволочной ловушки. А что касается удержания резаков-бокорезов, то продумали и это: из эластичной резины надо сделать своеобразный браслет и снаружи запястья прихватить им кусачки. Тогда и инструмент под рукой, и передвигаться по корпусу станции этот инструмент не мешает.

**КРТ-10 — первый в мире космический радиотелескоп.**

Его доставили на станцию «Салют-6» грузовым космическим кораблем «Прогресс-7». Владимир Ляхов и Валерий Рюмин провели стыковку и монтаж всех блоков КРТ-10, укрепили его на промежуточной камере станции.

17 июля, после отхода «Прогресса-7» от станции, было произведено выдвигание элементов конструкции радиотелескопа в открытое космическое пространство и раскрыта его антенна. После ввода КРТ-10 в действие были произведены юстировка — привязка лучей антенны к осям станции «Салют-6» и снятие диаграмм направленности.

Для этого осуществлялась регистрация радиоизлучения Крабовидной туманности (источника Кассиопея А), Солнца и наземного радиоисточника. Результаты измерений оказались близкими к расчетным. Направление антенны на источники радиоизлучения осуществлялось поворотом всей орбитальной станции.

И вот день выхода... Ляхов и Рюмин перенесли в спускаемый аппарат корабля «Союз-34» часть аппаратуры и результаты экспериментов своей почти что полугодовой экспедиции. В 17 часов 16 минут 15 августа Валерий Рюмин открыл выходной люк станции и начал движение к ее агрегатному отсеку. И... В это самое время станция начала уходить за обратную сторону планеты. Связь немедленно прервалась — конец радиозоны...

Можно только представить, как ково пришлось тем, кто дожидался их возвращения на «нашу» сторону! Позже Цыганков признается, что думал только об одном: хоть бы Рюмин за это время благополучно добрался до треклятой сетки, а там уж объединенными усилиями ЦУПа и экипажа вполне можно будет побороться с нечаянной напастью. И вот восстановлена связь.

— Что у вас?

— Мы у входного люка...

Это что же, получается, они даже не начинали операцию?.. Или еще какая-то внештатная ситуация? Что же случилось? И вдруг с орбиты спокойный голос Ляхова: «Антенны нет...» Оказывается, они сработали даже быстрее, чем могли себе представить в Центре управления полетом. Валерий Рюмин пробрался через выступающие с агрегатного отсека сопла двигателей, прочие торосы конструкций к стыковочному узлу и, словно мистический фехтовальщик, сделал четыре действительно судьбоносных выпада. И за каждым выпадом был перекушенный тросик заблудившейся антенны.

Но! Если уж Его Величество Космос решил пошутить с человеком, вторгнувшимся в его владения, то его одними выпадами не удовлетворить. Это когда на Земле тренировались на макете, антенна сразу падала на пол. А на орбите с места не сдвинулась — невесомость-то никто не отменял! И как быть? Дотянуться — никак. Не хватает какого-то полуметра! Вот уж действительно, близок локоть, да не укусишь! Однако шутки шутками, пусть даже и от Его Величества, но и наши не лыком шиты. В нужный момент в



**КОГДА НА ЗЕМЛЕ ТРЕНИРОВАЛИСЬ НА МАКЕТЕ, АНТЕННА СРАЗУ ПАДАЛА НА ПОЛ. А НА ОРБИТЕ С МЕСТА НЕ СДВИНУЛАСЬ. И КАК БЫТЬ? ДОТЯНУТЬСЯ — НИКАК. И ВОТ В НУЖНЫЙ МОМЕНТ В РУКАХ У РЮМИНА ОКАЗАЛАСЬ САМАЯ НАСТОЯЩАЯ... КОЧЕРГА. ЕЮ-ТО ОН И ОТТОЛКНУЛ СЕТКУ АНТЕННЫ В СТОРОНУ И ТЕМ САМЫМ СПАС СТАНЦИЮ.**

руках у Рюмина оказалась самая настоящая... кочерга. Эдакая конструкция с загогулиной на конце. Ею-то он и оттолкнул сетку антенны в сторону и тем самым спас станцию.

А откуда она взялась, эта кочерга, на космическом корабле? Космонавты позже рассказывали, что сами удивились, обнаружив ее в комплекте с телескопом, который был доставлен на станцию грузовым кораблем. И что в конце концов выяснилось? Буквально перед самой отправкой КРТ-10 на орбиту один из разработчиков радиотелескопа решил вдруг посоветоваться с Цыганковым: мол, если после отстрела антенна не отлетит от станции, сможет ли космонавт подобраться к конструкции и оттолкнуть ее? «Лаборанты» почесали затылки: а ведь вплотную не подберешься к антенне никак... Той же ночью придумали полуметровое устройство-кочергу, назвали его «рычагом спецприменения», изготовили опытный образец, отправили его спецрейсом на Байконур, что называется, на бегу и забросили в «грузовик».

...В 18 часов 39 минут 15 августа космонавты вернулись в свой космический дом. Тяжелая и ответственная задача была успешно выполнена.



*Владимир Попов*

17.02.1923

Родился Валентин Илларионович Фадеев. В 1973–1978 гг. — начальник космодрома Байконур. Генерал-лейтенант. Лауреат Государственной премии СССР.

21.02.1958

Первый пуск геофизической ракеты Р-5А (полигон Капустин Яр), во время которого был установлен мировой рекорд для одноступенчатой ракеты — высота 473 км. Из-за разгерметизации кабины животные на борту погибли.

18.02.1953

Организована комиссия АН СССР для координации работ по исследованию и использованию космического пространства.

20.02.1943

Родился Александр Павлович Александров. Летчик-космонавт СССР. Выполнил два космических полета. Дважды Герой Советского Союза, лауреат Государственной премии РФ.

20.02.1968

Запуск с космодрома Плесецк ракеты-носителя «Космос-3М» с ИСЗ «Космос-203» («Сфера»). Первый отечественный геодезический искусственный спутник Земли.

20.02.2003

Создан музей Космических войск (г. Москва).

21.02.1973

Первый успешный пуск межконтинентальной баллистической ракеты Р-36М («Сатана») с моноблочной головной частью (космодром Байконур).

23.02.1928

Родился Василий Григорьевич Лазарев. Летчик-космонавт СССР. Выполнил один космический полет и один суборбитальный полет (баллистическая траектория) с О. Г. Макаровым на КК «Союз» (авария РН). Герой СССР.

23.02.1928

Родился Николай Михайлович Корнеев. В 1976–1998 гг. — первый заместитель начальника — первый заместитель генерального конструктора ФГУП «КБОО им. В. П. Бармина». Лауреат Ленинской и Государственной премии СССР.

24.02.1918

Родился Всеволод Иванович Лаврентец-Семенов. В 1958–1981 гг. — заместитель главного конструктора ОКБ-456, в настоящее время АО «НПО «Энергомаш» им. академика В. П. Глушко». Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии.

26.02.1928

Родился Анатолий Васильевич Филипченко. Летчик-космонавт СССР. Выполнил два космических полета. В 1978–1980 гг. — первый президент Федерации космонавтики СССР. Дважды Герой Советского Союза, лауреат Государственной премии СССР.





**ГODOVAYA ПОДПИСКА  
НА ЖУРНАЛ  
«РОССИЙСКИЙ КОСМОС»  
НА 2018 ГОД  
ЧЕРЕЗ ИЗДАТЕЛЬСТВО**

(стоимость только по России,  
цены включают НДС)

**Для индивидуальных подписчиков**  
 годовая на 2018 г. 1800 руб.  
 на I полугодие 2018 г. 900 руб.

**Для юридических лиц**  
 годовая на 2018 г. 3000 руб.  
 на I полугодие 2018 г. 1500 руб.

**ПОДПИСНОЙ КУПОН**

**Открытое акционерное общество  
«Издательство «МАКД»**  
 ИНН 7743644248  
 КПП 774301001  
 Банк получателя:  
**МОСКОВСКИЙ ФИЛИАЛ  
ПАО КБ «ВОСТОЧНЫЙ» г. Москва**  
 БИК 044525682  
 к/с 30101810945250000682  
 р/с 40702810877390009153

**Прошу оформить подписку  
на журнал «Российский космос»**

годовая на 2018 г. (12 номеров)  
 на I полугодие 2018 г. (6 номеров)

**Получение журнала**

по почте  
 самовывоз

**Со стоимостью журнала ознакомлен.**  
**Прошу оформить подписку на \_\_\_\_\_ экземпляров каждого номера.**  
**Подпись \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_**

**ДЛЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ**

Фамилия _____ Имя _____ Отчество _____ Тел. _____ E-mail: _____	<b>Почтовый адрес (с индексом)</b> _____ _____ _____
---	---

**ОРГАНИЗАЦИЯМ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СЧЕТА-ФАКТУРЫ**

Организация _____ Должность _____ Юридический адрес (с индексом): _____ Тел. _____ Факс _____	<b>Банковские реквизиты:</b> ИНН _____ Р/с _____ Корр. счет _____ БИК _____ Банк _____ E-mail: _____
---	--

**Подписные индексы в каталоге Роспечати на I полугодие 2018 г.:**

**36212** для индивидуальных подписчиков      **36213** для предприятий и организаций

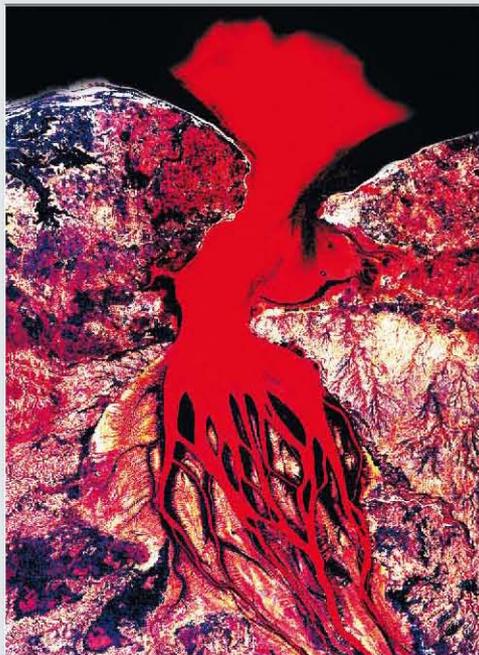
**ПО ВОПРОСАМ ПОДПИСКИ И ПРИОБРЕТЕНИЯ ЖУРНАЛА ОБРАЩАТЬСЯ ПО ТЕЛЕФОНУ 8 (915) 496-67-32**



ЖУРНАЛ «РОССИЙСКИЙ КОСМОС»



САМАЯ ВЫСОКАЯ ОРБИТА





ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
**ЦЕНТР ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ  
НАЗЕМНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

107996 Москва, ул. Щепкина, д. 42, стр. 1, 2  
Тел.: 8 (495) 631-82-89, факс: 8 (495) 631-93-24  
e-mail: [tsenki@russian.space](mailto:tsenki@russian.space)      [www.russian.space](http://www.russian.space)