

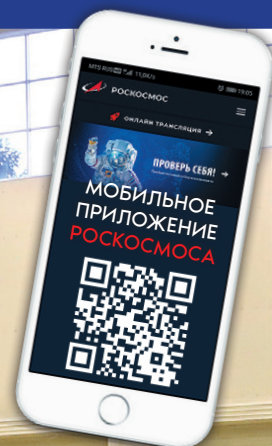
ЭКСПЕРИМЕНТ «АЛЬГОМЕТРИЯ» • НОВЫЕ ЭКСПЕДИЦИИ НА МАРСЕ • ХРОНИКА ПОЛЕТА МКС  
ИСКУССТВЕННАЯ ГРАВИТАЦИЯ • СТАНЦИЯ «ЛУНА-9» – НОВЫЕ ФАКТЫ • ИСПЫТАНИЯ РАКЕТЫ SLS

# РУССКИЙ КОСМОС

Февраль  
2021



Г Л А В Н Ы Й   Ж У Р Н А Л   О   К О С М О С Е



## «АНГАРА» НА ПУТИ К СЕРИИ

### ДВИГАТЕЛЬ ИДЕЙ

БИЗНЕС-АКСЕЛЕРАТОР  
НПО ЭНЕРГОМАШ

### ПАРТНЕРСТВО РАВНЫХ

ИНТЕРВЬЮ С ГЛАВОЙ ЕКА  
В РОССИИ РЕНЕ ПИШЕЛЕМ

### ПОПОЛНЕНИЕ В ЗВЕЗДНОМ

НАБОРЫ В ОТРЯД  
КОСМОНАВТОВ

### ЦЕПКИЙ ВЗГЛЯД

ЧТО С ОРБИТЫ МАРСА  
УВИДЕЛ ЗОНД TGO



РОСКОСМОС







# УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Продолжается подписка  
на журнал «Русский космос»  
на 2021 год

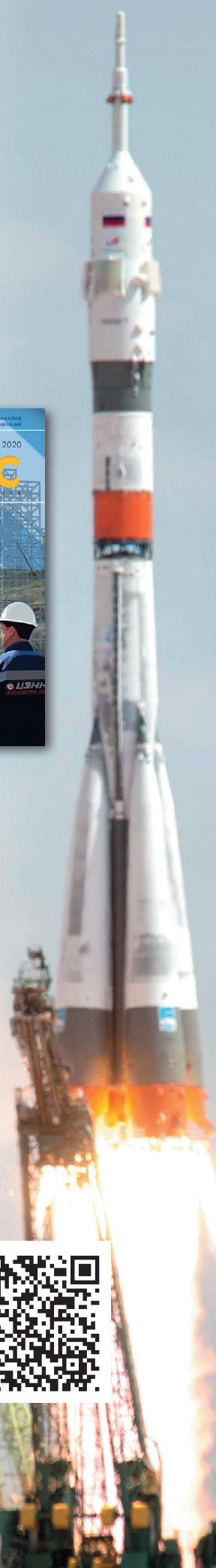


Вы можете найти нас в каталоге  
агентства «Урал-пресс»

Индекс  
**013856**



[www.ural-press.ru](http://www.ural-press.ru)







## Я РАБОТАЮ В РОСКОСМОСЕ

4 И. ПОПОВ: «ЛЮБЛЮ СВОЮ РАБОТУ!»

6 ПОКА ВЕРСТАЛСЯ НОМЕР

## ТЕМА НОМЕРА

8 НА ПУТИ К СЕРИИ.  
В ОМСКЕ И В МОСКВЕ ГОТОВЯТСЯ  
К ПРОИЗВОДСТВУ «АНГАРЫ»

## СОБЫТИЕ

16 «ПРОГРЕСС МС-16»  
ПРИБЫЛ НА МКС

## АКТУАЛЬНО

18 РЕНЕ ПИШЕЛЬ:  
«ЦЕНИМ КАЖДУЮ ВОЗМОЖНОСТЬ  
СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ»



## ПРОЕКТЫ. ПЛАНЫ

26 ДВИГАТЕЛЬ ИДЕЙ.  
ПЕРВЫЙ ОПЫТ БИЗНЕС-АКСЕЛЕРАТОРА  
В КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

31 И. ВОРОБЬЁВ: «СЛЕДОВАТЬ  
КЛАССИЧЕСКОЙ СХЕМЕ  
НЕ ПОЛУЧАЕТСЯ»

33 И. ПОТАШНЫЙ: «ЗАДАЧА  
АКСЕЛЕРАТОРА – ПРИЗЕМЛЕНИЕ  
СТАРТАПА В ПЕРИМЕТР  
ГОСКОРПОРАЦИИ»

## КОСМОНАВТЫ. ЭКИПАЖИ

34 ПОПОЛНЕНИЕ В ЗВЁЗДНОМ.  
КАК ФОРМИРОВАЛСЯ ОТРЯД  
КОСМОНАВТОВ



РУССКИЙ  
**КОСМОС**

ЖУРНАЛ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСКОСМОС»  
Адрес учредителя: Москва, ул. Щепкина, д. 42

Редакционный совет: Игорь Бармин, Владимир Устименко, Николай Тестоедов  
И.о. главного редактора: Вадим Языков Заместитель главного редактора: Игорь Маринин  
Редакторы: Игорь Афанасьев, Светлана Носенкова  
Дизайн и верстка: Олег Шинькович, Татьяна Рыбасова  
Литературный редактор: Алла Синицына

№2 (24), 2021

Свидетельство о регистрации  
ПИ №ФС77-75948 от 30 мая 2019 года  
Отпечатано в типографии  
«МЕДИАКОЛОР». Тираж – 800 экз.  
Цена свободная.  
Подписано в печать 28.02.2021





## МЕЖПЛАНЕТНЫЕ СТАНЦИИ

44 МАРСИАНСКИЙ МАРАФОН.  
ТРИ СТАНЦИИ ПРИБЫЛИ К КРАСНОЙ  
ПЛАНЕТЕ

46 ЦЕПКИЙ ВЗГЛЯД С ОРБИТЫ.  
ДАННЫЕ РОССИЙСКИХ ПРИБОРОВ  
ЗОНДА TGO

## МКС

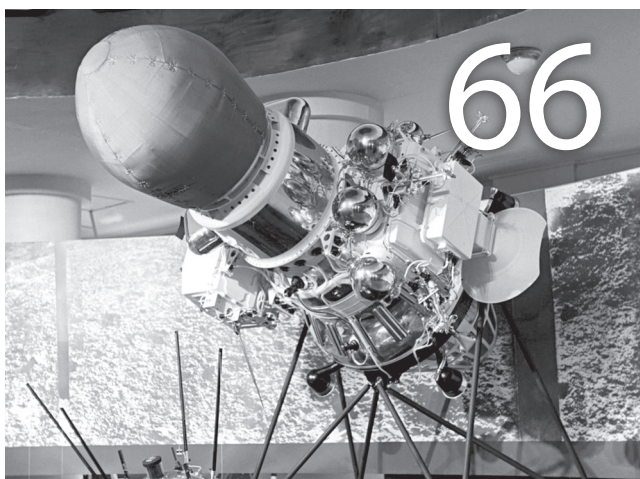
50 ХРОНИКА ПОЛЕТА МКС

## КОСМИЧЕСКАЯ НАУКА

54 ОБМАНУТЬ ГРАВИТАЦИЮ.  
СОЗДАНИЕ ИСКУССТВЕННОЙ СИЛЫ  
ТЯЖЕСТИ В КОСМОСЕ

## ЗАРУБЕЖНЫЙ КОСМОС

60 ПРОВЕРКА БЕЗ РЕЗУЛЬТАТА.  
ИСПЫТАНИЯ РАКЕТЫ SLS



## МНЕНИЯ

64 ЛУНА В ПОЛИТИЧЕСКОМ СПЕКТРЕ

## СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

66 ПОСЛЕДНЯЯ ПОБЕДА КОРОЛЁВА.  
ПОДГОТОВКА К ПЕРВОЙ МЯГКОЙ  
ПОСАДКЕ НА ЛУНУ

## ЭКСПЕРИМЕНТ

74 У КОГО ЧТО БОЛИТ. БОЛЕВОЙ  
СИНДРОМ НА ЗЕМЛЕ И В КОСМОСЕ

## ИНТЕРЕСНЫЕ ФАКТЫ

76 СТРАШНЕЕ ПЫЛИ ЗВЕРЯ НЕТ?  
НЮАНСЫ ОСВОЕНИЯ ЛУНЫ

## НА ОРБИТЕ

78 ПОТОК В НЕБО. ЗАПУСКИ  
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ



Издается АО «ЦНИИмаш»

### Адрес редакции:

г. Москва, Бережковская набережная, д. 20А,  
каб. 200  
тел.: +7 926 997-31-39  
e-mail: RK\_Post@roscosmos.ru

В номере использованы фото Госкорпорации «РОСКОСМОС», КЦ «Южный» ЦЭНКИ, ЦПК, NASA,  
из архива космонавтов, редакции и сети интернет.

На 1-й странице обложки: Цех окончательной сборки ПО «Полет».  
Фото Центра Хруничева

На 2-й странице обложки: Отстыковка грузового корабля «Прогресс МС-15» от Международной  
космической станции. Фото NASA



# НИИ ТП

«ЛЮБЛЮ  
СВОЮ  
РАБОТУ!»

# Я РАБОТАЮ  
# В РОСКОСМОСЕ



## МЕНЯ ЗОВУТ ИВАН ПОПОВ

**МНЕ 28 ЛЕТ. В СТАРШИХ КЛАССАХ ШКОЛЫ Я РЕШИЛ, ЧТО ПО ПРИМЕРУ СТАРШЕГО БРАТА БУДУ ИНЖЕНЕРОМ, И ПОСТУПИЛ В МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (МАИ) НА ФАКУЛЬТЕТ «РАДИОЭЛЕКТРОНИКА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ». СТУДЕНТОМ 4-ГО КУРСА УСТРОИЛСЯ НА РАБОТУ В КОРПОРАЦИЮ «ФАЗОТРОН-НИИР», ГДЕ УЧАСТВОВАЛ В РАЗРАБОТКЕ БОРТОВЫХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ. В 2017 г. ЗАДУМАЛСЯ О ДАЛЬНЕЙШЕМ РАЗВИТИИ И ПРОШЕЛ СОБЕСЕДОВАНИЕ В АО «НИИ ТП». ПОСЛЕ СОДЕРЖАТЕЛЬНОГО РАЗГОВОРА УБЕДИЛСЯ, ЧТО ЗДЕСЬ БУДЕТ ИНТЕРЕСНО И В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ, И В КАРЬЕРНОМ ПЛАНЕ.**

Научно-исследовательский институт точных приборов (НИИ ТП; входит в холдинг космического приборостроения РКС) – разработчик многих радиотехнических систем и аппаратно-программных комплексов для космической отрасли. Один из наиболее крупных его проектов – Единая территориально-распределенная информационная система (ЕТРИС) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса. Она обеспечивает прием, обработку и распространение изображений с российских и зарубежных космических аппаратов. Весь поток данных интегрируется в единое геоинформационное пространство для оперативного обеспечения потребителей, в частности через Геопортал Роскосмоса.

Наш отдел занимается эксплуатацией ЕТРИС ДЗЗ. Мы контролируем работоспособность комплексов приема космической информации, штатность принимаемых сеансов, проводим сервисное обслуживание оборудования, обеспечиваем взаимодействие потребителей и разработчиков. Это творческая работа, постоянно стимулирующая к познанию чего-то нового.

В системе ЕТРИС ДЗЗ сейчас 11 центров приема данных, и один из них находится в Антарктиде. С января этого года я работаю в составе 66-й Российской антарктической экспедиции. Задача этой командировки для меня как инженера – ежегодное техническое обслуживание и авторский технический надзор оборудования. Побывать в этих величественных, поражающих воображение кра-

ях – настоящее приключение! Сказать, что меня переполняют эмоции, это почти ничего не сказать!

Все впервые: почти два месяца пути из Санкт-Петербурга к станции Прогресс на научно-экспедиционном судне «Академик Трёшников», первый шторм с креном до 40–45°, бескрайние просторы Атлантики, пересечение экватора и посвящение в моряки, предвкушение прохождения «ревущих сороковых», празднование дня рождения и Нового года в дружном коллективе и, наконец, знакомство с шестым континентом.

В таких экспедициях туристов не бывает, так что за эти два месяца я приобрел несколько «смежных» профессий: побывал бригадиром погрузочно-разгрузочных работ, геодезистом, геофизиком, гидрологом, поваром. И при этом оставаясь инженером ведущего предприятия ракетно-космического приборостроения. Где бы я еще такое испытал? Люблю свою работу!





## ТОЛЬКО ЦИФРЫ

# 110

лет назад

родился теоретик советской космонавтики, академик Мстислав Всеволодович Келдыш, трижды Герой Социалистического Труда, лауреат двух Сталинских и одной Государственной премий, президент Академии наук СССР (1961–1975 гг.).

# 4085

часов –

такой объем общекосмической подготовки необходимо пройти кандидатам, прежде чем им может быть присвоена квалификация «космонавт-испытатель».

# 35

лет назад

на орбиту был запущен базовый блок, с которого началось строительство советского (российского) орбитального комплекса «Мир». Он находился в космосе до 23 марта 2001 г.

# 166

млн руб –

столько Роскосмос планирует выделить на разработку эскизного проекта ракеты-носителя «Союз-6» с двигателем РД-180, который сейчас поставляется в США. Это следует из материалов на сайте госзакупок. Работу планируется закончить к ноябрю 2021 г.

## Встреча с президентом



Об итогах работы космической отрасли в 2020 г. и планах на ближайшую перспективу глава Роскосмоса Дмитрий Рогозин рассказал Президенту РФ Владимиру Путину в ходе встречи. В начале беседы руководитель Госкорпорации отметил, что второй год подряд прошел без аварий ракет-носителей. «Это хороший знак того, что повысилась дисциплина в целом в отрасли и надежность самой ракетно-космической техники», – подчеркнул он.

В общей сложности проведено 24 пуска, 17 из них – космического назначения, еще семь – по программам Министерства обороны. В этом году, с учетом неосуществленных по коммерческим контрактам в прошлом, планируется 29 пусков по линии Роскосмоса.

Из самых интересных проектов Дмитрий Рогозин выделил запуск посадочной станции «Луна-25», которая знаменует собой возобновление после 45-летней паузы лунной программы, отправку двух модулей на МКС, продолжение испытаний перспективных ракет семейства «Ангара».

В числе важных событий этого года он также назвал запуск радиолокационного аппарата, который поможет освоению Северного морского пути. «Там туманы сильные, поэтому обычные спутники ДЗЗ не видят ледовую обстановку, – отметил глава Роскосмоса. – Радиолокационный аппарат – ему что ночь, что день, что зима, что туман – он видит все детально. И практически мы создаем навигационные карты для капитанов атомных ледоколов, которые смогут, не останавливаясь, выбирать для себя в режиме реального времени маршрут и, соответственно, двигать ледовые караваны».

Продолжаются работы по перспективному транспортному пилотируемому кораблю «Орёл». Как сказал Дмитрий Рогозин, «он уже собран, он уже в железе» и «его статические испытания начинаются в феврале».

Отдельно глава государства попросил рассказать о работе орбитальной группировки социально-экономического назначения. Дмитрий Рогозин



отметил, что она сейчас насчитывает 89 аппаратов, из них 28 – спутники навигационной системы «Глонасс». «На боевом дежурстве – 23, остальные находятся либо под испытаниями под контролем генерального конструктора, либо это так называемый орбитальный резерв», – пояснил он.

В электронной начинке третьего поколения этих аппаратов – «Глонасс-К» – будет постепенно возрастать доля российских деталей. «К 2025 г., как и обещал, мы выйдем полностью на 100-процентное импортозамещение для “Глонасса”», – заверил Дмитрий Rogozin.

Срок службы аппаратов увеличится до 15 лет, а точность измерений – до 2.6 метра со 100-процентным охватом всей территории Земли. «Лучше всего, конечно, в Северном полушарии, так сама группировка конфигурирована, – подчеркнул глава Роскосмоса. – Спутники нового поколения «Глонасс-К2» и развитие наземной инфраструктуры позволят нам выйти в ближайшие годы уже на 1.3 метра».

Говоря о финансовых результатах, Дмитрий Rogozin отметил выполнение на 100% госбронзаказа, а также двукратное – до 12 млрд руб – увеличение выручки от реализации программ по диверсификации.

«В рамках антисанкционной политики мы поставляем «Газпрому», «Газпромнефти» и турбо-насосы, и различного рода арматуру, газоперекачивающие аппараты для Амурского ГПЗ... – перечислил он. – Энергомаш как холдинг производит колоссальное количество энергооборудования в интересах наших нефтяных и газодобывающих компаний».

Развивается и крупнейший проект по строительству в Москве (в районе Фили) Национального космического центра (НКЦ). «Уже вышли на этажи, то есть выползли из земли, – сообщил Дмитрий Rogozin. – Скоро будем приступать к основному сооружению. Я благодарен здесь правительству Москвы, они делают транспортные развязки, открывают новые станции метро, мосты через Москву-реку, чтобы не было никакого транспортного коллапса».

По его словам, в НКЦ переедут 8 тысяч работников Центра Хруничева и 12 тысяч других специалистов ведущих московских конструкторских бюро. На неиспользуемой территории площадью 90 гектаров совместно с московскими властями планируется организовать технопарк, где появятся предприятия аэрокосмического профиля. ■





В МАРТЕ ИЗ ОМСКА В МОСКВУ БУДЕТ ОТПРАВЛЕН КОМПЛЕКТ РАКЕТНЫХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ СБОРКИ ТРЕТЬЕГО ЭКЗЕМПЛЯРА ТЯЖЕЛОГО НОСИТЕЛЯ «АНГАРА-А5», КОТОРОМУ СКОРО ПРЕДСТОИТ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ПОЛЕТ. ПАРАЛЛЕЛЬНО В ДВУХ ГОРОДАХ ИДЕТ МАСШТАБНАЯ ПОДГОТОВКА К НАЧАЛУ СЕРИЙНОГО ВЫПУСКА РАКЕТ ЭТОГО СЕМЕЙСТВА. ПОДРОБНЕЕ О СТРАТЕГИИ И ПРИНЦИПАХ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА, РАЗГРАНИЧЕНИИ ЗОН ОТВЕТСТВЕННОСТИ МЕЖДУ ПЛОЩАДКАМИ, БЛИЖАЙШИХ И СРЕДНСРОЧНЫХ ПЕРСПЕКТИВАХ ТЯЖЕЛОЙ И ЛЕГКОЙ ВЕРСИИ «АНГАРЫ» – В НАШЕМ МАТЕРИАЛЕ.

Игорь АФАНАСЬЕВ  
Фото ПО «Полет»

# «АНГАРА» НА ПУТИ К СЕРИИ

НОВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ  
МОЩНОСТИ ЦЕНТРА ХРУНИЧЕВА  
ПОЗВОЛЯТ ВЫПУСКАТЬ ДО ДЕСЯТИ  
РАКЕТ СЕМЕЙСТВА «АНГАРА» В ГОД





Успешный декабрьский пуск вселил надежду, что замысловатая история создания ракет семейства «Ангара» наконец-то вошла в предсказуемое русло. Следующее, третье по счету, летное испытание тяжелой «Ангара-А5» состоится в ближайшие месяцы, а всего до получения отмашки на серийное производство необходимо провести шесть пусков. В новую ракету верят главные заказчики – Госкорпорация «Роскосмос» и Минобороны России. Дело в том, что, несмотря на ряд интересных предложений по средствам выведения, «Ангара» на ближайшее десятилетие станет ключевым носителем с точки зрения обеспечения самых амбициозных российских космических проектов и возвращения лидерства на рынке пусковых услуг.

Надо отметить, что «Ангара» – это первая ракета в отечественной практике, которая создавалась под конкретное видение способов эксплуатации и повышенных современных требований к надежности, грузоподъемности и экономичности. Отдельно нужно упомянуть фактор экологической безопасности, стоивший места в парке космической техники легендарному «Протону». По требованию Казахстана договор об аренде космодрома Байконур ограничивает период применения этого тяжелого носителя, использующего токсичное топливо. Нашей стране была нужна другая, экологически чистая ракета, способная взять на себя все задачи, ранее выполнявшиеся «Протоном», и запускаемая с территории России.

Новое средство выведения требовалось не только начертить на кульманах или обсчитать на компьютерах. Под него нужно было создать про-

изводство, построить заново или переделать существующую наземную инфраструктуру. Выбор в качестве головного подрядчика Центра имени М.В.Хруничева, который занимался серийным выпуском «Протонов», казался вполне логичным. КБ «Салют» – основное проектно-конструкторское подразделение этого предприятия – смогло разработать целое семейство носителей, построенных по общим принципам на базе так называемых универсальных ракетных модулей. Их предсерийные образцы, выпущенные в Москве, прошли полный цикл наземных стендовых испытаний.

На космодроме Плесецк был подготовлен стартовый комплекс для пусков ракет новой серии. Началась проработка концепции строительства гражданского космодрома на Дальнем Востоке, откуда тоже будет взлетать «Ангара» в различных модификациях. Узким местом осталось производство.

## НОВАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СТОЛИЦА

Центру Хруничева трудно было одновременно продолжать выпуск «Протонов» и налаживать производство новых модульных ракет. Поэтому и родилась идея подключить к процессу омское Производственное объединение (ПО) «Полет». Тем более что это предприятие в 2007 г. на правах филиала вошло в состав АО «ГКНПЦ имени М.В.Хруничева». Географическое расположение Омска идеально подходило для организации производства.

«Город практически равноудален от наших основных космодромов, – рассказывает гендиректор Центра Хруничева Алексей Варочко. – Он



находится на знаменитой железнодорожной магистрали Транссиб, которая пересекает всю страну с Запада на Восток».

В пользу Омска говорил и тот факт, что это крупный административный и промышленный центр, город-миллионник, где есть университеты, способные конкурировать со столичными по уровню образования, а также развитый рынок труда. Свою роль сыграла и экономика.

«В структуре Центра Хруничева омский «Полет» как раз планировалось загрузить серийным производством универсальных ракетных модулей для «Ангары», – рассказывает генеральный директор Центра Хруничева Алексей Варочко. – Это, с одной стороны, позволило обеспечить бесперебойное изготовление на московской площадке ракет-носителей «Протон-М», которым в то время завод был полностью загружен, а с другой – оптимизировать затраты на изготовление «Ангары». Стоимость производства на омской площадке, с учетом всех арендных платежей, средней заработной платы по региону и прочих факторов, довольно существенно отличается от показателей московской площадки».

Наконец, еще одним аргументом стала внушительная история и производственная база для выпуска ракетно-космической техники, которой обладало ПО «Полет». По словам Алексея Варочко, эти факторы позволяли рассчитывать, что омский филиал будет укомплектован квалифицированным персоналом.

## В ОДНОЙ СВЯЗКЕ

Замысел с переносом производства «Ангары» в Омск не предполагал исключения из проекта московской площадки Центра Хруничева. Было решено выпускать ракету в кооперации, по принципу разделения труда. В создании «Ангары» участвует более 50 организаций, но самыми крупными звеньями производственной цепочки являются Омск и Москва. Изготовление универсальных ракетных модулей для первой и второй ступеней тяжелой «Ангары» поручили «Полету», а в зону ответственности головного предприятия вошло производство третьей ступени, завершающая сборка и комплексные электроиспытания ракеты-носителя в целом.

Алексей Варочко отмечает: «...такая привязка предприятий к производству ступеней связана как с особенностями технологического оборудования и оснастки, которые имеют омская и московская площадки, так и с габаритами соответствующей материальной части и комплектующих, так как перенастройка на другие диаметры вызывает довольно длительную остановку производства и приводит к дополнительным тратам».

Проводимая в настоящее время в рамках инвестпроектов реконструкция производства направлена на создание замкнутого цикла производства носителя «Ангара». Появится в ПО «Полет» и контрольно-испытательная станция (КИС), где будут выполняться финальные проверки всей ракеты в целом. Это даст возможность проводить







Электросварщик в цехе № 67 ПО «Полет»

окончательную сборку носителя не только в Москве, но и в Омске. Тем самым будет раскрыт логистический потенциал сибирского города.

«Доставка ракеты из Омска что на Восточный, что в Плесецк занимает одинаковое время, – поясняет Алексей Варочко. – Это позволяет обеспечить оптимальную стоимость транспортировки вне зависимости от того места, откуда будет осуществлен пуск».

### СИБИРСКАЯ ГАВАНЬ

С конца 1990-х ПО «Полет», как и вся отечественная ракетно-космическая отрасль, переживало глубокий кризис. Директор предприятия Виктор Шулико рассказывает, что в 2007 г., при вхождении ПО в состав ГКНПЦ имени М.В.Хруничева, на нем работало более четырех тысяч человек. «В это время «Полет» имел крайне низкую степень загрузки, избыточное количество среднего управленческого персонала, – вспоминает он. – Для его содержания затрачивались средства, несопоставимые с объемом выпускаемой подразделениями товарной продукции. Остро стоял вопрос о самоокупаемости, рентабельности отдельных производств и предприятия в целом».

Тем не менее наличие у завода производственного потенциала, не растрченного за годы кризиса, позволяло космической отрасли на него рассчитывать. Ряд производственных



### ИЗ ИСТОРИИ ПО «ПОЛЕТ»

Омское предприятие имеет богатейшую историю. Все началось 24 июля 1941 г., когда на базе эвакуированных из Москвы авиазаводов №156 (ныне – ОАО «Туполев») и №81 (ныне – ОАО «Тушинский машиностроительный завод») и омских предприятий (автосборочного завода имени Коминтерна (№6), завода автоприцепов и авиационных мастерских Гражданского воздушного флота) в Омске был создан самолетостроительный завод №166. В 1941–1943 гг. при заводе работало опытно-конструкторское бюро авиаконструктора А.Н.Туполева, в 1942–1945 гг. здесь выпускались скоростные фронтовые бомбардировщики Ту-2 и истребители-бомбардировщики Як-9 двух модификаций, с 1949 г. – реактивные фронтовые бомбардировщики Ил-28, а

позднее – первые советские реактивные пассажирские авиалайнеры Ту-104.

С 1958 г. завод перешел на производство ракетной техники и начал выпуск баллистических ракет Р-12 и Р-16 М.К.Янгеля, УР-100 В.Н.Челомея и транспортно-пусковых контейнеров к различным модификациям УР-100. А с конца 1960-х визитной карточкой предприятия становится всемирно известная ракета-носитель легкого класса «Космос-3М».

В 1970-е годы завод был преобразован в ПО «Полет», в состав которого вошли предприятия по производству ракетно-космической техники и товаров народного потребления. В 1978 г. здесь были запущены в серию самые мощные в мире ракетные двигатели РД-170 и РД-171 для сверхтяжелой ракетно-космической системы «Энергия-Буран» и универсальной ракеты-носителя «Зенит».



площадей ПО «Полет» требовал модернизации, однако предприятие обладало специалистами, знающими и понимающими технологию изготовления ракет. Поэтому с 2009 г. на ПО «Полет» началась реализация нескольких инвестиционных проектов, нацеленных на обновление и техническое перевооружение, а также создание новых производственных мощностей для выпуска «Ангары». Всего до 2024 г., по словам Виктора Шулико, планируется полностью подготовить производственные участки общей площадью свыше 100 тыс м<sup>2</sup>.

### АКЦЕНТЫ В СТРАТЕГИИ

Не отстает в развитии и московская площадка Центра Хруничева. Как уже отмечалось, ее специалистам поручен полный цикл изготовления третьей ступени «Ангары-А5», а также – на текущем этапе – сборка и комплексные электроиспытания ракеты в целом, ее погрузка и транспортировка на космодром. Кроме того, в рамках проекта успешно поставлен на производство агрегатный модуль, который является составной частью второй ступени и выполняет роль разгонного блока легкой «Ангары-1.2».

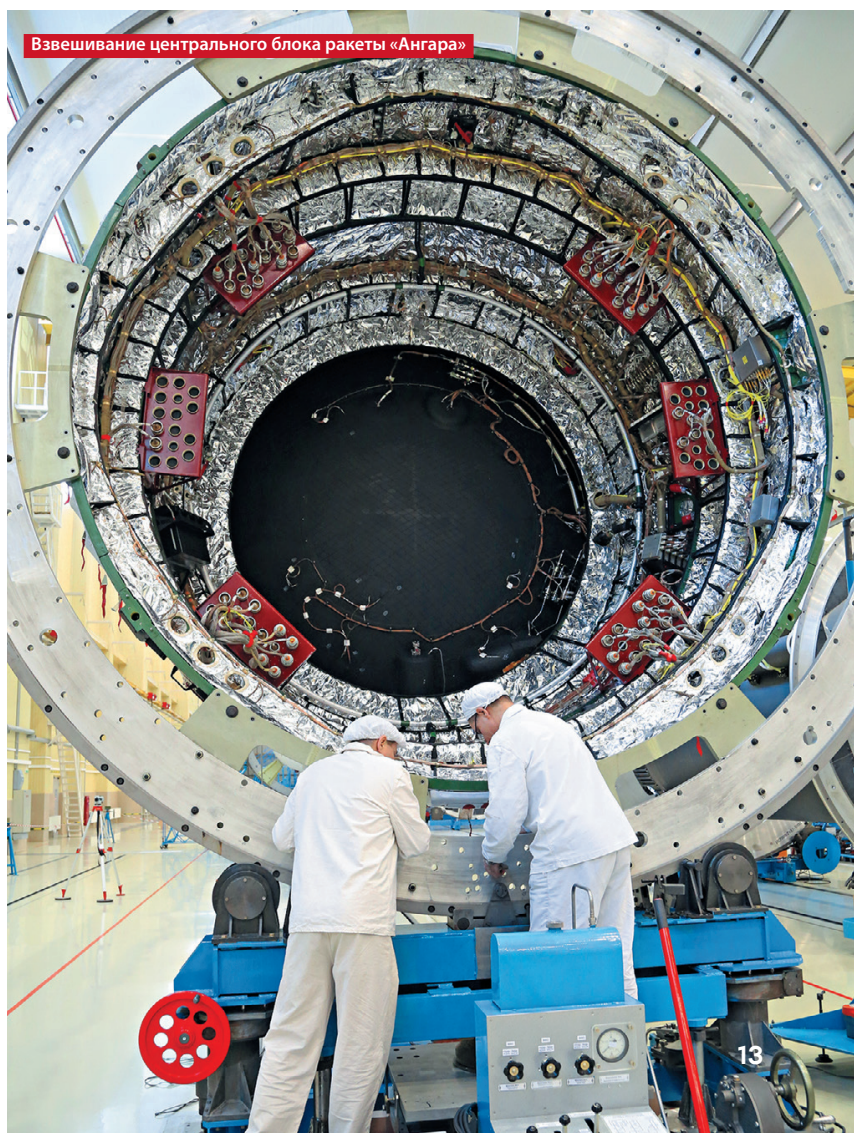
По словам заместителя генерального директора по производству Центра Хруничева, директора РКЗ Василия Сычёва, в настоящее время полным ходом идет подготовка к производству кислородно-водородной ступени для одной из модификаций «Ангары-А5». Говоря о производственной стратегии, заложенной в Программу финансового оздоровления АО «ГКНПЦ имени М.В.Хруничева» на 2015–2025 годы, Сычёв подчеркнул ее главные акценты: реорганизация производственных мощностей для снижения себестоимости продукции; создание производственных площадок с замкнутым циклом выпуска изделий. Следование этим приоритетам позволит связке Омск – Москва после завершения в 2024 г. инвестиционных проектов выйти на режим изготовления до восьми тяжелых и двух легких ракет-носителей «Ангара» в год.

### ЧЕРЕЗ УЛУЧШЕНИЯ – К НОВЫМ ВЕРСИЯМ

«Создав «Ангару-А5», осуществив первые успешные пуски и продолжая наращивать выпуск этих носителей, мы уже заглядываем в недалекое будущее, – говорит генеральный конструктор КБ «Салют» Сергей Кузнецов. – Очевидно, чтобы сред-

### ОБНОВЛЕНИЯ В «ПОЛЕТЕ»

Директор ПО «Полет» Виктор Шулико: «К настоящему времени завершены работы в рамках первой очереди реконструкции: созданы и переоснащены цеха чистовой сборки и испытаний агрегатов пневмогидросистемы, агрегатно-сборочного производства, участка пневмоиспытаний, гидроиспытаний и тарирования баков, участка гальванопокрытий крупногабаритных деталей, участка окончательной сборки и испытаний. До 2024 г. планируется реконструкция и переоснащение участков криогенной мойки баков, механической обработки, изготовления вафельных панелей и раскатных днищ, сборки сухих отсеков, листоштамповки и профилей, производственно-складского комплекса, участка изготовления головных обтекателей, сборки и испытаний третьей ступени «Ангары», участка по нанесению гальвано-химических покрытий в комплексе с участком лакокрасочных покрытий, участка трубопроводов, термической обработки; организация лаборатории механических испытаний; техническое перевооружение цеха кабельной продукции; создание участка КИС».







Полностью готовый ракетный блок перед погрузкой в вагон

**В марте 2020 г. Роскосмосом и Минобороны России утверждена производственная программа до 2030 г. В ней зафиксирован объем выпуска ракет-носителей семейства «Ангара».**

**В 2020–2022 гг. будут изготавливаться ракеты для летных испытаний КРК «Ангара», а в конце 2022 г. начнется поставка серийных ракет семейства «Ангара».**

**С 2022 г. в рамках ОКР «Амур» планируется приступить к изготовлению первых опытных образцов модернизированной ракеты «Ангара» – А5М.**

ство выведения оставалось востребованным, его надо постоянно модернизировать, улучшать для соответствия изменяющимся требованиям».

Работы в этом направлении уже ведутся, и связаны они, в первую очередь, с использованием современной элементной базы в системах управления и телеизмерений, с форсированием двигателей первой ступени и с применением современных технологий изготовления основных несущих элементов.

«Это позволит не только удешевить производство, но и существенно увеличить массу полезного груза машины, а также заложить хороший фундамент, чтобы модернизированная ракета «Ангара-А5М» могла использоваться в программе запуска пилотируемых космических кораблей, – отмечает Сергей Кузнецов. – Запасы, которые заложены в форсированные двигатели, позволяют гарантировать безопасность пуска, что крайне важно для вывода человека на орбиту».

По словам генконструктора КБ «Салют», современные технологии, которые разворачиваются на омском производстве (фрикционная сварка и ротационная вытяжка), должны обеспечить недостижимое традиционными методами качество технологических процессов, отсутствие раковин и напряжений в металле, что самым положительным образом скажется на надежности ракеты и на возможности запуска на ней корабля с человеком на борту.

Для существенного увеличения потенциала носителей семейства «Ангара» в ближайшем будущем предполагается разработка кислородно-водородных разгонных блоков и ступеней. В настоящее время полным ходом идет проработка и подготовка их производства.

«Водородная ступень – это уже следующая фаза модернизации. Переход на новые компоненты топлива (кислород-водород) позволит существенно поднять энергомассовые характеристики, – подчеркивает Сергей Кузнецов. – Ракета сможет выводить на опорную орбиту полезную нагрузку почти в полтора раза больше, чем предыдущая модификация. Планируется активное использование этого носителя в перспективной программе для решения задач освоения Луны».

## **СБОРКА РАКЕТ ЗАВЕРШАЕТСЯ, ПУСКИ ПЛАНИРУЮТСЯ**

Впрочем, все внимание разработчиков и экспертов сегодня приковано к программе летных испытаний. Уже выполнено два успешных пуска тяжелой «Ангара-А5», а вот легкая «Ангара-1.2» в штатной конфигурации еще пока ни разу не



летала. Суборбитальная миссия ракеты «Ангара-1.2ПП» («Первого пуска»), проведенная 9 июля 2014 г., предусматривала проверку стартового комплекса, блоков и конструкций всего семейства ракет перед началом эксплуатации.

Сергей Кузнецов говорит, что летный экземпляр «Ангара-1.2» находится на завершающей стадии изготовления. Первая ступень уже готова. В Москве заканчивается производство составной части второй ступени – агрегатного модуля. Он представляет собой отделяемый отсек с системой управления и автономной двигательной установкой. Модуль предназначен для выведения космических аппаратов на целевые (в том числе высокие) орбиты без повторного включения двигателя второй ступени. После завершения изготовления пройдут комплексные электроиспытания. По их результатам будет принято решение об отправке ракеты на космодром Плесецк для запуска.

«Конкретную дату пуска пока мы назвать не можем. Она будет определяться решением государственного заказчика и задачами той полезной нагрузки, которая будет на ней выводиться», – говорит генеральный конструктор КБ «Салют».

Что касается третьей «Ангара-А5», она тоже находится в высокой степени готовности. Первая и вторая ступени практически собраны, завершается сборка третьей ступени, а дальше цикл аналогичный: на московской площадке ракета должна пройти комплексные электроиспытания, и в ближайшие месяцы она будет доставлена на космодром Плесецк. Особенность предстоящего пуска в том, что вместо разгонного блока «Бриз-М» производства Центра Хруничева, использованного в предыдущих пусках, в нем будет участвовать разгонный блок «Персей», изготовленный РКК «Энергия».

По словам Сергея Кузнецова, это будет первый пуск «Ангара-А5» с таким разгонным блоком. «Перед нами, РКК «Энергия» и Министерством обороны, стоит крайне важная задача, – подчеркнул он. – Конкретная дата пуска будет названа после того, как заказчик совместно с заинтересованными организациями примет решение, в какой момент какая ракета – легкая или тяжелая – будет стартовать с космодрома Плесецк». ■



Пульты испытательного стенда



Монтаж электрических сетей




Малярные работы на проставке двигателя



Сварка днища бака





С ПУСКОВОЙ УСТАНОВКИ №6  
ПЛОЩАДКИ №31 КОСМОДРОМА  
БАЙКОНУР 15 ФЕВРАЛЯ 2021 г.  
В 7:45:06 ПО МОСКОВСКОМУ  
ВРЕМЕНИ СТАРТОВАЛА РАКЕТА-  
НОСИТЕЛЬ «СОЮЗ-2.1А», КОТОРАЯ  
ЧЕРЕЗ 8 МИН 48 СЕК ВЫВЕЛА  
НА ОКОЛОЗЕМНУЮ ОРБИТУ  
ТРАНСПОРТНЫЙ ГРУЗОВОЙ  
КОРАБЛЬ «ПРОГРЕСС МС-16».  
ПОЛЕТ К МКС ПРОХОДИЛ  
ПО РАНЕЕ УТВЕРЖДЕННОЙ  
ДВУХСУТОЧНОЙ СХЕМЕ. 17 ФЕВРАЛЯ  
В 9:26:47 КОРАБЛЬ БЫЛ УСПЕШНО  
ПРИСТЫКОВАН К МАЛОМУ МОДУЛЮ  
«ПИРС» КОСМОНАВТОМ СЕРГЕЕМ  
РЫЖИКОВЫМ В ТЕЛЕОПЕРАТОРНОМ  
РЕЖИМЕ.

# «ПРОГРЕСС МС-16» ПРИБЫЛ НА МКС

Игорь МАРИНИН



От автоматического режима отказались в связи с тем, что на завершающем этапе причаливания, когда до «Пирса» оставалось около 30 м, «Прогресс МС-16» отклонился от оптимальной траектории более чем на 30°. Это заметили и космонавты, и специалисты ЦУПа. Когда дистанция уменьшилась до 20 м, ЦУП дал команду – и Сергей Рыжиков взял корабль на ручное управление и пристыковал «грузовик» к станции.

«Прогресс МС-16» доставил на МКС около 2,5 тонны различных грузов для обеспечения работы станции и жизнедеятельности экипажа: 600 кг топлива для дозаправки; 420 л питьевой воды для системы «Родник»; 40,5 кг сжатого азота для пополнения атмосферы станции; около 1400 кг различного оборудования и материалов, включая аппаратуру для замены элементов бортовых систем управления и жизнеобеспечения, гарантийный ресурс которых близок к окончанию.

Космонавты получили средства для медицинского контроля и поддержания гигиены (сухой шампунь, зубную пасту, станки и крем для бритья, влажные салфетки, заменяющие в полете душ), одежду, белье (на МКС нет стиральной машины, и загрязнившиеся вещи приходится выбрасывать), продукты.

Заведующий лабораторией питания Института медико-биологических проблем РАН Александр Агуреев рассказал, что, помимо стандартных рационов питания, повторяющихся раз в 16 дней, корабль привез на МКС свежие фрукты и овощи: яблоки, апельсины, репчатый лук и чеснок, а также, по просьбе космонавтов, сгущенное молоко, компоты, сладкий консервированный перец в томатном соке, фундук, сладкий и соленый миндаль.

В комплекте питания присутствует набор «психологической поддержки», составляемый из продуктов, которые родственники закупают согласно разрешенному перечню. В этот раз Сергею Рыжикову и Сергею Кудь-Сверчкову родные отправили шоколад «Вдохновение», сушеные чернослив, курагу, инжир и «райскую дыню», конфеты «Банан сушеный в шоколаде», «Апельсин медовый», «Ягодень», «Красная Шапочка», «Огни Москвы», «Мишка косолапый», «Космическая Одиссея», «Вишня Владимировна», «Золотые мишки», «Раковые шейки», протертую бруснику с сахаром, грецкий орех, оливки, консервированные и вяленые маслины, кедровые орехи, пирожные «Миндальные» с кремом, рассыпчатое печенье, зефир в шоколаде, горчицу, кетчуп,

морс, молочный коктейль, яблочно-персиковый нектар.

Для астронавта NASA Кэтлин Рубинс прибыли четыре бонусных контейнера с российскими блюдами, которые ей понравились во время дегустации в ЦПК. Среди них – суп, компот, баклажанная икра, щука в томатном соусе, мясо цыплят с рисом, печенье «Русское» и ржаной хлеб.

По научной программе «Прогресс» доставил на станцию 22 кг укладок и оборудования с расходными материалами для экспериментов «Асептик», «Каскад», «Пилот-Т» и «Сепарация». Среди грузов – «Биомодуль» для выращивания растений и укладки с питательной средой для эксперимента «Фотобиореактор», биопроба для исследования «Биодеградация», фильтры и комплект специальных инструментов для эксперимента «Сепарация», жесткие диски для сохранения результатов эксперимента «Плазменный кристалл».

Кроме того, «грузовик» привез долгожданный прибор для обнаружения микротрещин и ремонтно-восстановительный комплект, состоящий из набора армирующих накладок с клеевым соединением, предназначенных для герметизации дефектов (трещин) корпуса переходной камеры служебного модуля «Звезда».

«Прогресс МС-16» будет находиться в составе МКС до запуска модуля «Наука», намеченного на июль. Планируется, что грузовой корабль покинет станцию вместе с модулем «Пирс» и сойдет с орбиты над Тихим океаном, освободив стыковочный узел для приема «Науки». ■



Укладка продуктов питания в «Прогресс» на космодроме Байконур



# «ЦЕНИМ КАЖДУЮ ВОЗМОЖНОСТЬ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ»



СПЕЦИАЛИСТЫ КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ ПОНИМАЮТ, ЧТО ТЕСНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В ТАКОЙ СПЕЦИФИЧЕСКОЙ СФЕРЕ, КАК КОСМОС, — ЭТО НЕ ПРИХОТЬ, А НЕОБХОДИМОСТЬ. ТАКОГО ЖЕ МНЕНИЯ ПРИДЕРЖИВАЕТСЯ ГЛАВА ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА ЕВРОПЕЙСКОГО КОСМИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА В РОССИИ РЕНЕ ПИШЕЛЬ. С НИМ ПОБЕСЕДОВАЛ ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА ЖУРНАЛА «РУССКИЙ КОСМОС» ИГОРЬ МАРИНИН.



– Господин Пишель, сотрудничество между Европой и нашей страной насчитывает многие десятилетия. Какие совместные космические проекты вы могли бы назвать как наиболее значимые за последнее время?

– С моей точки зрения, Международная космическая станция является наиболее важным совместным проектом. Это объясняется не только беспрецедентными масштабами сотрудничества и статусом самой станции, но и тем, что программа МКС предусматривает полеты в космос человека, а к этой теме всегда особое отношение. ЕКА и Роскосмос сотрудничают по многим направлениям, включая подготовку и полеты европейских астронавтов, организацию и проведение совместных экспериментов на борту станции; большим успехом было также партнерство по проекту ATV (Европейский грузовой космический корабль. – Ред.).

В то время как Россия создала и эксплуатирует целый сегмент МКС, вклад ЕКА состоит из нашего лабораторного модуля Columbus, модулей Tranquillity и Harmony, а также знаменитого модуля Cupola, сделанных по бартерному соглашению с NASA. Большая часть красивейших снимков Земли, которыми мы так часто любуемся, сделаны космонавтами и астронавтами именно из модуля Cupola.

Другим, несомненно, важным и заметным примером сотрудничества между ЕКА и Роскосмосом является проект ExoMars. Его первая часть реализуется с 2016 г. Орбитальный марсианский

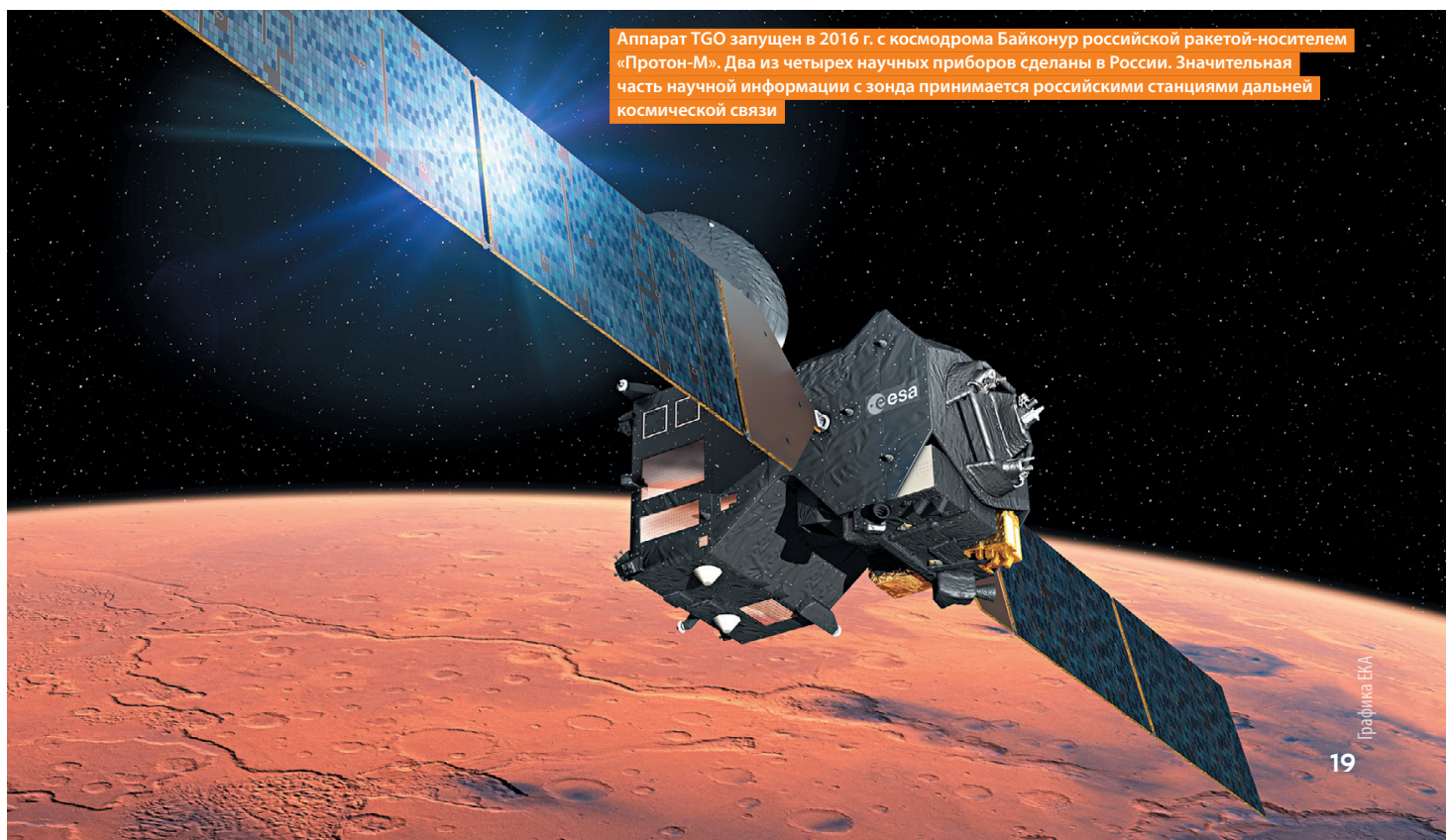


Глава представительства Европейского космического агентства в России Рене Пишель

Фото Игоря МАРИНИНА

модуль для исследования малых газовых составляющих атмосферы (Trace Gas Orbiter, TGO. – Ред.) успешно работает на орбите Марса, и за последние годы с его помощью получены чрезвычайно интересные научные данные, широко используемые учеными многих стран.

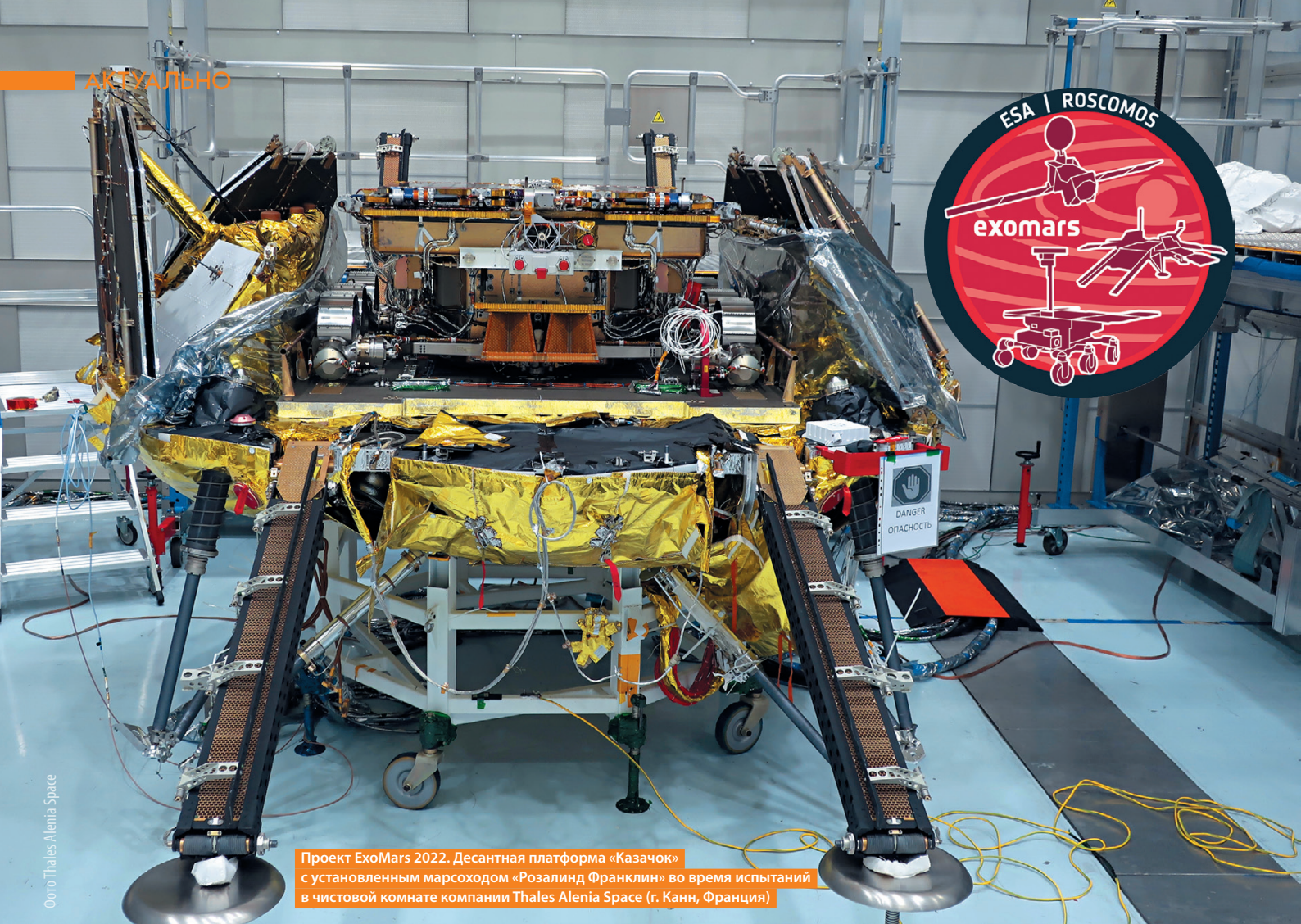
Вместе мы прилагаем огромные усилия, чтобы подготовить к запуску (с помощью российской ракеты-носителя «Протон». – Ред.) в следующем году вторую часть миссии ExoMars, включающую европейский марсоход и российскую посадочную платформу.



Аппарат TGO запущен в 2016 г. с космодрома Байконур российской ракетой-носителем «Протон-М». Два из четырех научных приборов сделаны в России. Значительная часть научной информации с зонда принимается российскими станциями дальней космической связи

Графика ЕКА





Проект ExoMars 2022. Десантная платформа «Казачок» с установленным марсоходом «Розалинд Франклин» во время испытаний в чистой комнате компании Thales Alenia Space (г. Канн, Франция)

Еще один яркий пример успешного сотрудничества между Роскосмосом и ЕКА – проект пусков ракет «Союз» с космодрома Куру. Кстати говоря, в 2021 г. исполняется 10 лет с момента, когда первый «Союз» оттуда взмыл в небо. За этот период выполнено 25 пусков, оператором которых выступила компания Arianespace, и только однажды наблюдался частичный отказ.

**Благодаря сотрудничеству с Россией, ЕКА имеет в своем распоряжении ракеты-носители всего спектра грузоподъемности: легкую «Вегу», тяжелую «Ариан-5» и среднюю – российский «Союз-2».**

– Какие совместные проекты находятся в активной фазе в настоящее время?

– Очевидно, таким сегодня следует считать ExoMars. Проект характеризуется беспрецедентной взаимозависимостью технических элементов вплоть до мельчайших деталей и множеством чрезвычайно сложных интерфейсов. Российские и европейские специалисты вместе кропотливо

трудятся над решением технических вопросов – даже сейчас, в условиях санитарно-эпидемиологических ограничений, связанных с эпидемией коронавируса.

Кроме того, в настоящее время Россия готовит к отправке на МКС многофункциональный лабораторный модуль «Наука». Вместе с ним будет запущен европейский робот-манипулятор ERA, и это еще один аспект нашего сотрудничества.

Мы также участвуем в российских миссиях «Луна-25» и «Луна-27». Для проекта «Луна-25» ЕКА разработало демонстрационную камеру PILOT-D. Она поможет отработать технологии, которые планируется использовать при создании навигационной системы PILOT. Эта система будет установлена на посадочной платформе станции «Луна-27» и обеспечит точную и безопасную посадку на лунную поверхность.

На космическом аппарате «Луна-27» предполагается также установка системы PROSPECT, предназначенной для бурения лунного реголита на глубину до одного метра. Система включает в себя миниатюрную химическую лабораторию для анализа образцов грунта, полученных с помощью этой бурильной установки.



Кроме предоставления оборудования, мы намерены обеспечить поддержку наземного сегмента для ближайших российских лунных миссий «Луна-25», -26, -27.

– Как бы вы оценили общий уровень нынешнего сотрудничества Роскосмоса и ЕКА?

– Мы ценим любую возможность совместной работы с нашими российскими партнерами. Как я уже упоминал, мы тесно и очень успешно сотрудничаем по ряду проектов. Помимо проектов ExoMars, ERA и миссий исследования Луны, ЕКА работает с российскими учеными при реализации экспериментов на МКС.

На борту европейско-японской автоматической станции VeriColombo установлен российский научный прибор.

ЕКА планирует провести ряд научных исследований в рамках эксперимента по изоляции SIRIUS в Институте медико-биологических проблем, новый этап которого должен стартовать в этом году.

– Влияют ли санкции против России и давление, оказываемое США на страны ЕС, на взаимоотношения ЕКА и Роскосмоса?

– Европейское космическое агентство не является политической организацией и, следовательно, никоим образом не может быть частью взаимоотношений России и США. Я твердо убежден, что сотрудничество в космосе должно продолжаться вне зависимости от политической ситуации. Мы нужны друг другу не только для того, чтобы достичь новых рубежей в освоении

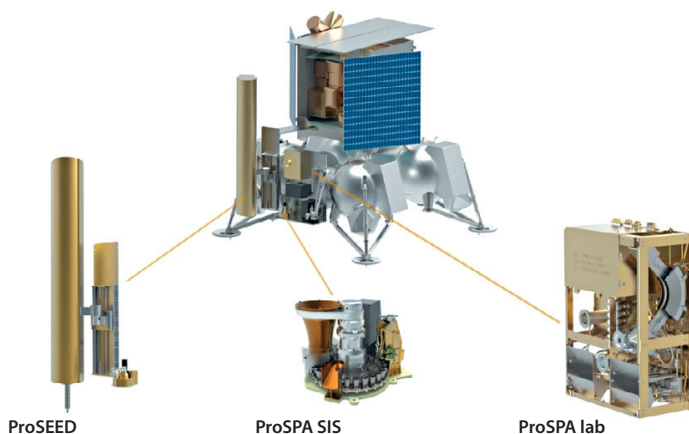
космоса. Сотрудничество в области космоса служит хорошим примером эффективности совместной работы и объединения ресурсов нескольких государств.

– Почему, по вашему мнению, прекратилось сотрудничество в пилотируемых полетах между Роскосмосом и космическими агентствами стран ЕС, такими как Франция, ФРГ, Австрия и др.?

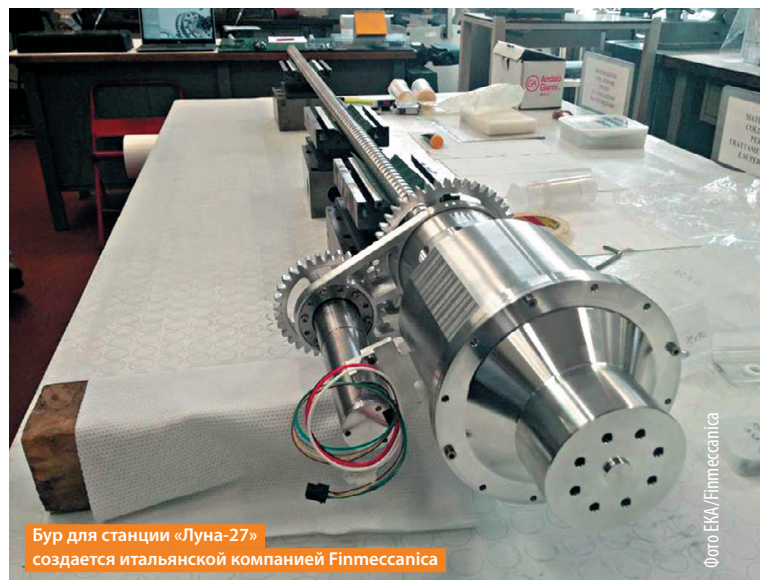
– Прямые контакты между европейскими странами и Роскосмосом при осуществлении полетов на станциях «Салют-7», «Мир», а также на начальном этапе реализации программы МКС были установлены с целью скорейшего получения опыта в этой области. С началом полномасштабной эксплуатации МКС и долгосрочных экспедиций европейских астронавтов вступило в силу бартерное соглашение между ЕКА и NASA, регулирующее такие полеты. Оно предусматривает поставку оборудования, разработанного в странах Европы для NASA, в обмен на отправку наших астронавтов на МКС. ЕКА готово рассмотреть возможность заключения подобных взаимовыгодных бартерных соглашений с Роскосмосом.

– ЕКА сделало окончательный выбор в пользу американских кораблей для доставки европейцев на МКС или есть желание продолжить летать на «Союзах»?

– Как уже говорилось, с начала эксплуатации МКС с шестью членами экипажа на борту астронавты ЕКА совершали полеты на МКС на



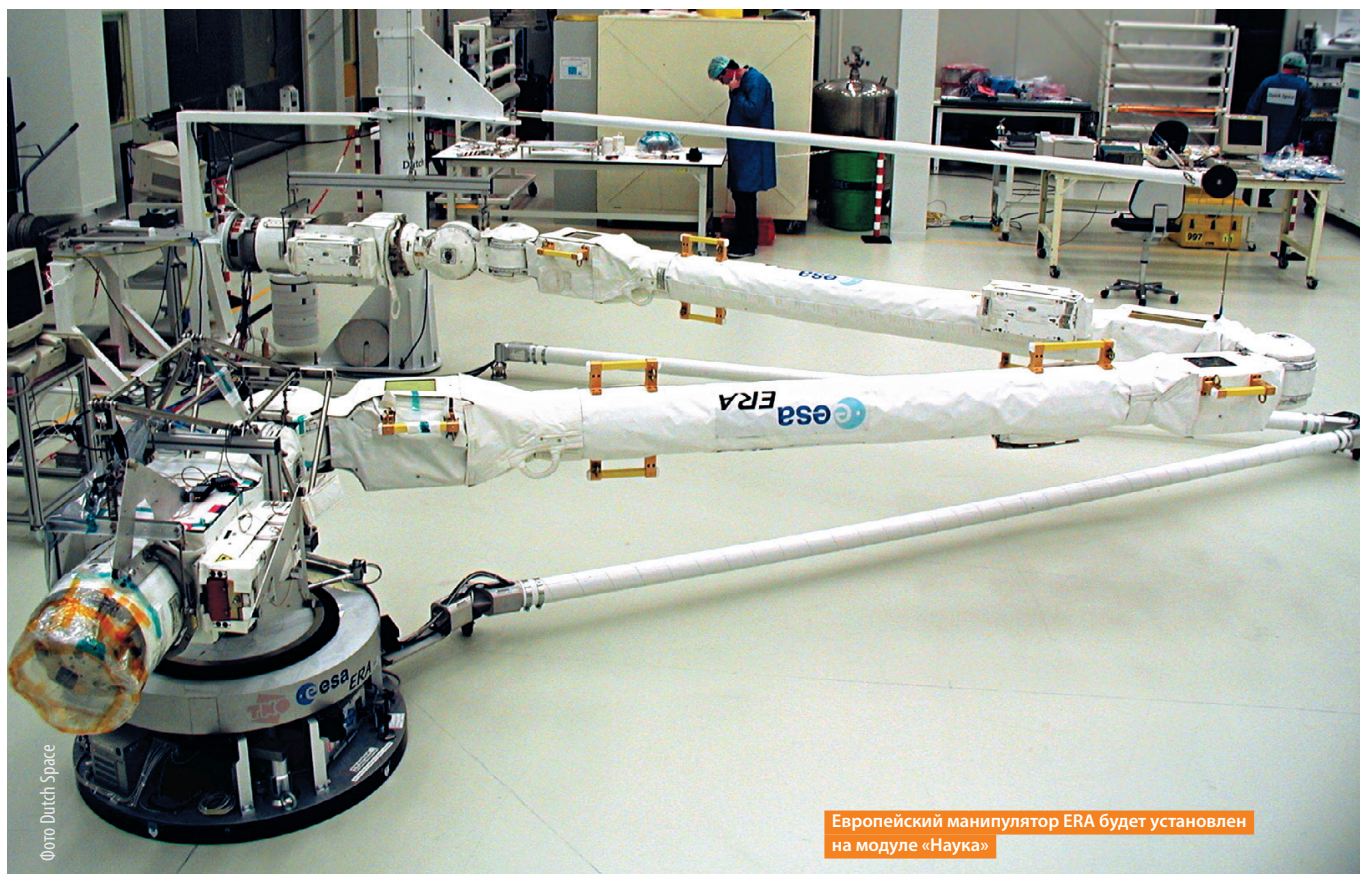
Система PROSPECT для станции «Луна-27» состоит из буровой установки ProSEED, устройства сортировки и подготовки образцов ProSPA SIS и химической лаборатории ProSPA lab



Бур для станции «Луна-27» создается итальянской компанией Finmeccanica

Фото ЕКА/Finmeccanica





Европейский манипулятор ERA будет установлен на модуле «Наука»

космических аппаратах «Союз», но по бартерному соглашению с NASA. Сейчас, когда США активно привлекают к запускам коммерческие компании, а NASA и Роскосмос пока не заключили бартерное соглашение относительно взаимного предоставления мест на своих космических кораблях, европейские астронавты совершат следующие полеты на борту американских кораблей. Схема организации полетов в будущем зависит от возможных договоренностей между NASA и Роскосмосом, а также, возможно, между ЕКА и Роскосмосом.

– **Что, с вашей точки зрения, мешает расширению сотрудничества?**

– Полагаю, что сейчас, в период эпидемии коронавируса, подготовка новых программ значительно осложняется – будь то международный или национальный проект. Весь мир столкнулся с проблемой, к которой мы не были готовы. Я знаю, что Роскосмос сыграл активную роль в борьбе с последствиями пандемии. То же делает ЕКА в Европе, борясь с пандемией при помощи космических технологий и поддерживая инициативы в области здравоохранения, включая предоставление медицинского оборудования и поддержку разработки приложений для мониторинга соблюдения социального дистанцирования.

Тем временем мы с нетерпением ждем завершения пандемии и возможности продолжить работу, в том числе с Роскосмосом. Как представляется, сотрудничество развивается не сверху вниз, а скорее снизу вверх. Чем больше мы увидим возможностей совместной работы российских и европейских ученых и инженеров, тем выше будут шансы на реализацию новых совместных проектов.

– **В чем мы могли бы взаимодействовать наиболее эффективно?**

– С моей точки зрения, развитие будущего сотрудничества возможно в области космической науки и науки о Земле. Кстати, ярким примером успешного партнерства между Германией и Россией служит миссия «Спектр-РГ». Что касается других областей, считаю, что наше сотрудничество зависит от будущих планов Роскосмоса, находящихся в данный момент на этапе разработки.

– **Какие проекты Роскосмоса вызывают интерес со стороны ЕКА?**

– Европейское агентство всегда открыто для обсуждения возможностей сотрудничества и готово с радостью рассмотреть любые пред-



ложения российской стороны. Особенно если учесть уже наработанный Роскосмосом и ЕКА солидный опыт совместных работ по многим направлениям, таким как пилотируемые полеты, межпланетные миссии, космические транспортные системы.

– Давайте вернемся к проекту ExoMars. В какой стадии готовности находятся ключевые элементы аппарата? Что показали недавние испытания в США парашютной системы? Какие сейчас есть проблемы в реализации проекта?

– Российская посадочная платформа и европейский марсоход сейчас проходят испытания на производственной площадке Thales Alenia Space в Канне. Завершение испытаний планируется в марте. Благодаря поддержке специалистов НПО имени С.А.Лавочкина, выезжающих в Канн во время пандемии, с соблюдением всех эпидемиологических мер безопасности, испытания продолжаются в соответствии с текущим графиком. Мы видим в этом бесспорное доказательство готовности

Роскосмоса и НПО Лавочкина принять все усилия для обеспечения запуска в следующем году.

В ноябре прошлого года мы завершили высотные бросковые испытания парашютной системы в Соединенных Штатах. Вытяжение парашютов и торможение выполнены штатно, правда, отмечены некоторые повреждения куполов обоих парашютов.

В качестве следующего шага запланированы два дополнительных испытания доработанных парашютов в мае-июне и в августе на полигоне в Швеции. На первом этапе будут повторены ноябрьские испытания.

– До запуска ExoMars остается меньше двух лет. Могут ли быть внесены в проект какие-то усовершенствования или дополнения?

– В серьезных изменениях нет необходимости. К тому же любые корректировки отразились бы на конструкции космического аппарата, тогда как времени на дополнительные испытания уже нет. В ходе испытаний по существующей программе могут возникать незначительные вопросы, которые решаются соответствующим образом, однако они не потребуют значительной доработки конструкции космического аппарата.

– Расскажите о ближайших планах полетов представителей ЕКА на МКС. Какие корабли стартуют, какие будут миссии? Кто эти астронавты?

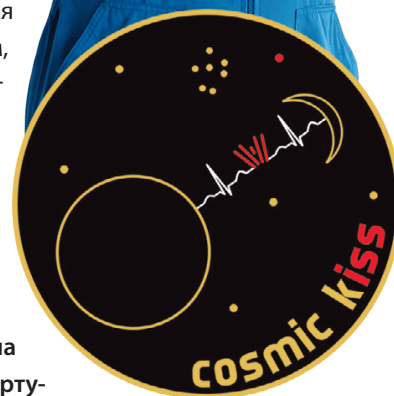
– Недавно ЕКА объявило о двух очень важных предстоящих миссиях наших астронавтов Тома Песке и Маттиаса Маурера. Их полеты на МКС планируются уже в текущем году.

Первая миссия называется Alpha. Тома станет первым астронавтом ЕКА, отправившимся в космос на американском коммерческом пилотируемом корабле Crew Dragon. Он входит в состав экипажа SpaceX Crew 2, запуск которого намечен этой весной. Тома – опытный астронавт, уже совершивший полет на МКС в 2016–2017 гг. в рамках миссии Proxima. Тогда он летал на космическом корабле «Союз МС-03». Это свидетельствует о том, что космические корабли могут меняться, однако сотрудничество между всеми странами в области пилотируемых полетов продолжается несмотря ни на что.

Что касается Маттиаса, его миссия, получившая название Cosmic Kiss, запланирована осенью этого года. Он станет членом экипажа SpaceX Crew 3, а сейчас проходит подготовку в качестве дублера Тома Песке. Маттиас был принят в отряд астронавтов ЕКА несколько позже



Маттиас Маурер



Тома Песке





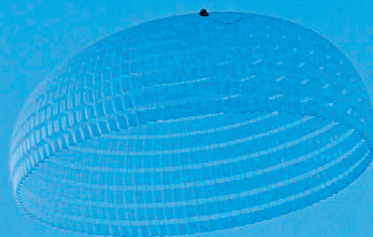


Фото ЕКА

Испытания парашютной системы для миссии ExoMars 2022.  
Справа – парашют в сложенном виде



остальных, и предстоящий полет в космос станет для него первым.

Маттиас и Тома проведут на борту МКС по шесть месяцев. Хотя они полетят на американском корабле, в рамках программы подготовки проходят тренировки и в России. Вероятнее всего, Маттиас примет участие в работе в открытом космосе, связанной с подключением европейского манипулятора ERA к российскому модулю «Наука». При этом он будет работать в российском скафандре «Орлан-МКС».

**«Решение о сроке сведения МКС с орбиты зависит от двух аспектов: фактического технического состояния станции и подтверждения всеми участниками намерения продолжить совместную программу. ЕКА официально подтвердило свое участие в программе МКС до 2024 г., но готово остаться в проекте и после этого срока».**

– Как долго, по вашему мнению, может работать МКС?

– На этот вопрос трудно ответить однозначно. Космическая станция уже отметила 20-летний юбилей, периодически на ней возникают технические проблемы. Однако МКС имеет жизненно важное значение для непрерывного присутствия человека на низкой околоземной орбите. Кроме того, она послужила для всех нас прекрасным уроком международного сотрудничества, не зависящего от глобальной политической ситуации.

– Что планирует делать ЕКА по пилотируемой программе после завершения проекта МКС? Просматриваются различные варианты: присоединение к американским программам Artemis или Gateway; создание своего корабля; сотрудничество с Китаем; строительство новой станции в кооперации с Россией...

– ЕКА рассматривает все возможные сценарии и анализирует проекты, которые могут быть потенциально реализованы по завершении программы МКС. Так или иначе, очевидно, что международное сотрудничество имеет ключевое значение для продолжения исследований космоса. Мы успешно работаем на МКС уже более 20 лет, однако пришло время расширить горизонты.

Следующим шагом ЕКА в исследовании космоса станет совместная с США программа строительства лунной орбитальной станции Gateway. ЕКА подписало меморандум о взаимопонимании по этой программе с NASA. Документ предусматривает изготовление ЕКА «Обитаемого» (I-Hab – the International Habitation module) и «Заправочного» (ESPRIT – the European System Providing Refueling, Infrastructure and Telecommunications) модулей для лунной станции, а также создание еще не менее двух служебных модулей для американских кораблей «Орион», которые будут использоваться для высадки астронавтов на Луну в рамках программы Artemis. Взамен ЕКА получит возможность полетов европейских астронавтов в составе трех пилотируемых миссий на орбитальную лунную станцию Gateway.



В настоящее время уже изготавливаются три служебных модуля для лунного корабля «Орион» по бартерному договору с NASA, предусматривающему и полеты европейских астронавтов на МКС. Первый модуль уже интегрирован для полета по миссии Artemis 1.

Что касается сотрудничества в пилотируемых полетах с Китаем и Россией – на сегодня у нас нет утвержденных совместных проектов, однако мы всегда открыты для обсуждения вариантов сотрудничества. Многие годы европейские астронавты успешно тренировались в России для полетов на кораблях «Союз». А два европейских астронавта – Саманта Кристофетти и Маттиас Маурер – прошли курс подготовки в Китае.

– Давайте обратимся к техническим вопросам. Как идет расследование аварии носителя «Вега»? Какова наиболее вероятная версия ее причины? Есть ли проблемы с изготовлением разгонного блока для этой ракеты на Украине?

– Независимая комиссия по расследованию причин аварии, созданная ЕКА и Arianespace, выяснила, что отказ при запуске был вызван изменением схемы электрических соединений разгонного блока AVUM, что повлекло за собой отклонение от траектории. Другими словами, при работах на космодроме была неверно проведена процедура сборки. Это означает, что изменение траектории никоим образом не связано с качеством ракеты-носителя и элементов ее конструкции. Следовательно, в данном случае нет проблем с украинским или каким-либо другим изготовителем. При подготовке двух следующих пусков ракеты-носителя «Вега» будут проведены дополнительные инспекции и испытания.

– Как продвигается проект по созданию ракеты-носителя Ariane 6? Когда состоится первый пуск?

– Первый пуск ракеты-носителя Ariane 6 намечен во 2-м квартале 2022 г. В октябре прошлого года были успешно проведены третьи статические огневые испытания ракетного двигателя P120C, используемого на боковых ускорителях. Таким образом, все элементы двигательной установки ракетного комплекса прошли квалификационные испытания. Двигатель P120C заменит P80 на первой ступени ракеты Vega-C.



Сборка верхней (Upper Liquid Propulsion Module) ступени Ariane 6 в Бремене уже завершена, статические огневые испытания запланированы на 2-й квартал 2021 г. Продолжается подготовка и центральной (Lower Liquid Propulsion Module) ступени.

– Насколько ЕКА довольны совместной работой с Роскосмосом на космодроме Куру? Как долго намерены закупать услуги по запуску?

– Проект «Союз в Куру» – это прекрасный пример сотрудничества между ЕКА и Роскосмосом, результатами которого ЕКА очень довольны. Время от времени возникают некоторые вопросы, но пока мы не сталкивались с проблемами, не поддающимися решению. Что касается планирования запусков, этот вопрос следует адресовать оператору пусковых услуг – компании Arianespace. Непосредственное участие в проекте ЕКА принимало большей частью на первом этапе при строительстве стартовой установки Гвианского космического центра (CSG).



# ДВИГАТЕЛЬ ИДЕИ

## ПЕРВЫЙ ОПЫТ БИЗНЕС-АКСЕЛЕРАТОРА В КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

**В НАЧАЛЕ ПРОШЛОГО ГОДА НПО ЭНЕРГОМАШ СОВМЕСТНО С ФОНДОМ «СКОЛКОВО» ОРГАНИЗОВАЛИ УНИКАЛЬНЫЙ ДЛЯ РОССИЙСКОЙ КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ ПРОЕКТ. ЗАМЫСЕЛ СОСТОЯЛ В ТОМ, ЧТОБЫ ПРИВЛЕЧЬ К СОТРУДНИЧЕСТВУ И СОЗДАНИЮ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ МАЛЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ КОМПАНИИ И КОМАНДЫ РАЗРАБОТЧИКОВ, ИЛИ, ВЫРАЖАЯСЬ СОВРЕМЕННЫМ ЯЗЫКОМ, СТАРТАПЫ.**

Игорь АФАНАСЬЕВ

Подобный подход к поиску прорывных идей и талантов широко практикуется в IT, финтех-сфере и носит название бизнес-акселератора. Начальник управления маркетинга и продаж НПО Энергомаш Виталий Сериков говорит, что в данном случае речь шла о поиске инновационных проектов по трем направлениям и их адаптации под требования предприятия.

«Наша задача – по завершении акселерационной программы получить либо новые технологии, либо конкурентоспособный продукт в своем портфеле, либо освоить новое направ-

ление бизнеса, – поясняет менеджер. – Главная цель – обеспечить финансовый рост и закрепить конкурентные преимущества».

### АЛЛО, МЫ ИЩЕМ ТАЛАНТЫ

К идее начать поиск инновационных технологий «вне контура» подтолкнуло понимание, что в условиях рынка, борьбы за эффективность и конкурентоспособность своей продукции необходимо внедрять самые передовые практики и подходы в области менеджмента инноваций. Несмотря на мировое лидерство в сфере ракетного двигателестроения, предприятие нуждается в дальнейшем развитии и технологическом обновлении.



«Подоплека состоит в том, что для предприятия жизненно необходимо постоянно искать возможности для перспективного развития. Инновации сегодня – необходимое условие роста компаний и предприятий во всех отраслях, – объясняет Виталий Сериков. – Так откуда их брать? Конечно, из новых технологий, которые необходимо найти и внедрить, используя наш опыт и возможности. Часть мы генерируем внутри предприятия, проводя конкурсы инновационных идей. Однако в условиях жесткой конкуренции этого недостаточно. Изучив опыт взаимодействия современных предприятий с внешним миром, мы решили прибегнуть к новым для нас моделям, таким как «открытые инновации».

Первое, о чем мы подумали: а не организовать ли нам какую-нибудь международную конференцию – вроде Space Propulsion, известного мероприятия, проходящего на Западе раз в два года и являющегося крупнейшей площадкой для обмена опытом в сфере двигателестроения? Мы даже начали что-то готовить, но потом по ряду причин от этой идеи отказались. Мы также присматривались к различным формам сотрудничества со стартапами.

В итоге выбрали для себя оптимальный вариант: корпоративный акселератор. Этот формат хорош тем, что направлен на поиск именно тех технологий, которые необходимы предприятию для решения текущих задач, и позволяет быстро доработать идею для ее внедрения и коммерциализации.

Нашим партнером по этой работе стал Фонд «Сколково». Их возможности и опыт произвели хорошее впечатление. Это единственный институт развития, у которого есть кластер космических технологий, солидный пул отраслевых экспертов, опыт реализации схожих по сложности проектов с государственными корпорациями «Росатом», «Ростех» и др. В «Сколково», крупнейшем инновационном хабе страны, возможность поработать с ведущим предприятием Роскосмоса оценили по достоинству.

«Для нас большая честь работать с НПО Энергомаш, мировым лидером в сфере космического двигателестроения, – отметил директор по развитию проектов Фонда «Сколково» Илья Воробьев. – Мы хотим использовать эту возможность, чтобы показать, на что способны



Начальник управления маркетинга и продаж НПО Энергомаш Виталий Сериков

участники сколковской экосистемы. Надеемся, что за пилотным проектом последуют и другие по космической тематике».

## ОПТИМАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ

Следующим этапом стало определение тематик, интересующих НПО Энергомаш и предприятия, входящие в интегрированную структуру ракетного двигателестроения. Были сформулированы три стратегических направления:

- ракетное двигателестроение;
- информационные технологии;
- гражданская продукция.







Они вытекали из главных целей: повысить конкурентоспособность и качество продукции; сократить расходы и ускорить цикл ее разработки и производства; найти технологии по созданию новых конструкторских решений, материалов и компонентов для двигателей, а также наладить выпуск востребованных непрофильных продуктов.

«Нам интересно многое – начиная от прорывных идей в области фундаментальных исследований и заканчивая прикладными вопросами, – рассказывает Виталий Сериков. – В центре нашего внимания, конечно, технологические предложения и цифровые приложения для КБ и производства, внедрение которых позволит сократить время разработки и выпуска продукции, улучшить потребительские характеристики, что в итоге приведет к усилению наших позиций на рынке. Еще одно важное направление – это реализация различных бизнес-проектов в области производства гражданской продукции, которая будет востребована рынком. Если кто-то предложит выгодное сотрудничество или проект, мы готовы включиться в совместную работу. Предприятиям интегрированной структуры есть что предложить потребителям в различных отраслях

промышленности в рамках программы импортозамещения...

...Стоит отметить, что акселератор – проект рисковый: никто не обещал и, уж тем более, не гарантировал, что, потратив время и деньги на эту деятельность, мы непременно получим значимый и интересный результат. Кроме того, поспешное внедрение неподходящего решения может привести к материальным и репутационным потерям. Поэтому необходимо проводить всестороннюю экспертизу и проверку заявленных технических параметров во время «пилотирования».

Есть еще один немаловажный аспект, о котором стоит упомянуть. Наше начинание не было бы реализовано без поддержки генерального директора НПО Энергомаш. Игорь Александрович [Арбузов] прекрасно понимает, что для роста нужны новые векторы развития. Он одобрил нашу инициативу, поставив перед командой четкие KPI (ключевые показатели эффективности. – Ред.).»

### ЗА ДЕЛО!

Открытый отбор предложений стартовал в феврале 2020 г. «Мы набрали «воронку» порядка 200 проектов, находящихся на разных стадиях



проработки, – рассказывает Илья Воробьев. – Если разбить по тематике, то соотношение равное – примерно по трети в каждом направлении».

Из всего многообразия идей и предложений необходимо было выбрать самые интересные. Для этого представители Фонда «Сколково» и НПО Энергомаш проводили поэтапную экспертизу.

В ходе первого раунда отсеяли две трети претендентов, после второго их число сократилось до 30. На финишную прямую отбора в мае прошлого года вышли десять проектов. Только после этого стартовал активный этап акселерации, то есть непосредственно процесс улучшения и доведения до ума представленных предложений.

«Этот результат превзошел все наши первоначальные ожидания, – рассказал тогда замгендиректора по стратегическому развитию, инновационной деятельности и маркетингу НПО Энергомаш Дмитрий Пахомов. – Работа продолжается благодаря представителям служб Энергомаша и нашим партнерам – с нацеленностью на то, что мы привнесем новизну в создание лучших жидкостных ракетных двигателей и оживим перспективными проектами выпуск гражданской продукции».

В ход дальнейшей работы вмешалась пандемия. Не все оказались готовы к регулярным очным встречам и консультациям. Да и сам график их проведения сместился по времени. Число проектов непрерывно снижалось, не выдерживая строгих критериев к качеству работы. В начале этого года стало известно о четырех компаниях, вышедших в финальную стадию акселератора. Три из них представили проекты по треку «Двигателестроение», один – по «Гражданской продукции».

«По большому счету, они все уже победители, поскольку прожили с нами этот непростой год, – отмечает Виталий Сериков. – Удалось собрать команду из лучших умов предприятия для работы над развитием проектов. Наши специалисты получили уникальные навыки и опыт взаимодействия с инновационными командами. Считаю, эта практика достойна масштабирования и на отраслевом уровне».

Дошедшие до финала проекты рекомендованы экспертами к внедрению. В ближайшее время руководство НПО Энергомаш примет окончательное решение по сотрудничеству с финалистами. Следующий этап после акселератора – «индустриализатор», то есть внедрение выбранного решения в реальное производство. ■





## ФИНАЛИСТЫ АКСЕЛЕРАТОРА

### ТРЕК «ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЕ»

#### Проект по созданию уникального аппаратно-программного комплекса для оптического контроля труднодоступных внутренних полостей ЖРД

Система представляет собой аппаратно-программный комплекс для обследования деталей ответственного оборудования с функцией дефектоскопии.

Программное обеспечение системы обладает интеллектуальными функциями, оценивая степень износа и обнаруживая дефекты в механизмах непосредственно во время обследования.

Система распознает детали машиностроения, такие как шестерни, лопасти турбин, маховики и другие. Может в режиме приближенного к реальному времени построить 3D-модель и исследовать как качество поверхностей и граней с помощью интеллектуальных функций, так и отклонения от заданных параметров или эталонной 3D-модели.

При обследовании возможны измерения формы произвольных элементов, захват измерительного изображения происходит одномоментно.

#### Проект по моделированию процессов горения и сопряженного теплообмена в газогенераторе

Разработка многоуровневых моделей процессов на основе анализа и построения механизма протекающих физико-химических процессов, обеспечивающих накопление фундаментальных данных на всех уровнях моделирования и обуславливающих предсказательность модели.

Предсказательные многоуровневые модели процессов в реагирующих средах реализованы в виде алгоритмов, программ с открытым исходным кодом, коммерческих программных продуктов, баз данных по свойствам индивидуальных веществ и элементарных процессов. Разработки представлены как в виде отдельных продуктов, так и в виде моду-

лей для интеграции в сторонние программы, для выполнения НИОКР.

#### Проект по созданию программного комплекса для сравнительной оценки вариантов конструкции центробежных форсунок

Новая цифровая технология для КБ, позволяющая сократить расходы и ускорить цикл разработки и производства продукции. Система предназначена для разработки агрегатов ракетных двигателей, а также для тестирования их цифровых прототипов в широких диапазонах условий эксплуатации, окружающей среды и сценариев работы двигателей.

### ТРЕК «ГРАЖДАНСКАЯ ПРОДУКЦИЯ»

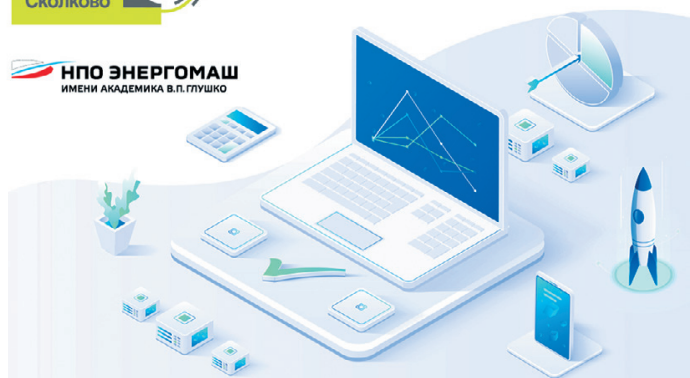
#### Проект по созданию инновационного пьезоэлектрического привода для трубопроводных задвижек и прочих промышленных применений

Пьезоэлектрический привод трубопроводной задвижки имеет точное регулирование, малые размеры и высокое быстродействие. Пьезоэлектрический линейный шаговый двигатель приводит в движение непосредственно затвор, исключая сложную кинематическую цепь, применяемую в обычных электроприводах с электродвигателем вращения.

Инновационный привод не подвержен воздействию мороза и влаги, предотвращает пропуски в задвижках, разливы нефти, утечки газа, радиоактивных и химических веществ. Исключены заклинивания, обрывы и изгибы штока.



**НПО ЭНЕРГОМАШ**  
ИМЕНИ АКАДЕМИКА В.П. ГЛУШКО





# «СЛЕДОВАТЬ КЛАССИЧЕСКОЙ СХЕМЕ НЕ ПОЛУЧАЕТСЯ»

**О КОМПАНИЯХ, ПРИНЯВШИХ УЧАСТИЕ В БИЗНЕС-АКСЕЛЕРАТОРЕ, И ЕГО ПОБЕДИТЕЛЯХ «РУССКОМУ КОСМОСУ» РАССКАЗАЛ ДИРЕКТОР ПО РАЗВИТИЮ ПРОЕКТОВ ФОНДА «СКОЛКОВО» ИЛЬЯ ВОРОБЬЁВ.**

– Как проходил бизнес-акселератор? Какие основные этапы можно выделить?

– У бизнес-акселератора Энергомаша было четыре основных этапа. Первый – определение потребностей заказчика путем детальных переговоров. Второй – непосредственный поиск проектов по согласованным направлениям. Третий – первичная проверка заявок на соответствие.

Заявки, прошедшие первичный фильтр, переходили на этап экспертной оценки, проводимый как экспертами Фонда «Сколково», так и представителями заказчика и внешними привлеченными экспертами.

Далее по результатам проработки рыночной перспективы отбирались наилучшие варианты (для Энергомаша было отобрано 10 компаний, они непосредственно вошли в акселератор).

Сам акселератор делился по направлениям – трекам. Некоторые из отобранных компаний составляли бизнес-план по новым направлениям продукции, другие верифицировали свои идеи, оценивали применимость технологий в рамках интегрированной структуры ракетного двигателестроения (ИСРД) Энергомаша с применением определенной методологии взаимодействия с заказчиком.

Таким итерационным путем около четырех месяцев шла акселерационная программа. Далее в сентябре 2020 г. на предприятии был проведен Научно-технический совет (НТС), где отобрали наиболее приоритетные программы для дальнейшего внедрения в рамках ИСРД и отдельного тестирования в рамках гражданской продукции.

– Есть ли типичный «портрет» компаний – участников акселератора НПО Энергомаш?

– Типичный портрет (как и типичный проект) – это небольшая компания, имеющая свой



Илья Воробьев

продукт, который востребован и ложится в стратегию развития Энергомаша по заданным направлениям: IT-технологии, двигателестроение и гражданская продукция.

Половина участников бизнес-акселератора были резидентами Фонда «Сколково», половина пришли извне. Отобранные в результате победители тоже разделились примерно поровну.

Что касается размера, то это и новые маленькие компании, и крупные организации, давно представленные на рынке, с большим штатом сотрудников.

– Какие особенности и отличия от классических вариантов имеются у бизнес-акселератора, проводимого НПО Энергомаш?

– Следовать некоей «классической схеме» не получается, всегда есть какие-то отклонения. В данном случае они были связаны с ситуацией: взаимодействие с заслуженным, но очень «непростым» предприятием в условиях, когда и участники акселератора, и сотрудники заказчика работают «на удаленке» из-за коронавирусной



пандемии. Увеличились сроки таких этапов, как интервьюирование заказчика, поиск приоритетных направлений, экспертиза. Возникли нюансы в процессе самой акселерации: открылись проблемы по выстраиванию бизнес-процессов новой технологии с существующими подразделениями предприятия.

– Расскажите о компаниях, вышедших в финал акселератора.

– Одна из компаний – это «Турбоинспект». Она занимается неразрушающим контролем, когда для поиска дефекта конструкцию надо не разбирать, а вводить в нее эндоскопический зонд.

Другой пример – компания «КинТехЛаб», которая разрабатывает программное обеспечение для моделирования процессов стационарного и нестационарного горения. Поскольку Энергомаш создает ракетные двигатели, а горе-

ние – один из ключевых вопросов при их расчете, интерес заказчика был велик.

Еще одна компания – «ВЭЙВ Системс». Она разрабатывает цифровые двойники процессов испытаний: когда часть стендовых тестов заменяется натурным экспериментом, по результатам которого вместо части реальных испытаний применяются виртуальные, тем самым экономя значительные средства.

В финал пробилась также компания «ИнПьезо», нацеленная на гражданский сегмент: фирма производит пьезоэлектрические двигатели, позволяющие осуществлять перемещения с высокой точностью. Предлагая применение этой технологии на трубопроводных задвижках нефтегазовой сферы, компания проводит пилотное внедрение и апробацию своих двигателей у заказчика. В случае успеха технология будет предлагаться для гражданской сферы. ■

## «ЗАДАЧА АКСЕЛЕРАТОРА – ПРИЗЕМЛЕНИЕ СТАРТАПА В ПЕРИМЕТР ГОСКОРПОРАЦИИ»

О ТОНКОСТЯХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СО СТАРТАПАМИ И ВОЗМОЖНОСТЯХ ПРОВЕДЕНИЯ ОТРАСЛЕВОЙ АКСЕЛЕРАЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ НАШЕМУ ИЗДАНИЮ РАССКАЗАЛ ДИРЕКТОР ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА РОСКОСМОСА ИГОРЬ ПОТАШНЫЙ.



Игорь Поташный

– Будет ли Роскосмос внимательно изучать опыт НПО Энергомаш в отношении бизнес-акселератора?

– Одной из основных задач проведения акселератора в АО «НПО Энергомаш» как раз и было изучение опыта реализации акселерационных программ применительно к проектам в ракетно-космической отрасли.

Исследовательско-аналитический центр Роскосмоса отслеживает и сопровождает инициативы организаций Госкорпорации в части поддержки технологических инновационных проектов. Акселератор НПО Энергомаш является по сути пилотным проектом по взаимодействию с малыми инновационными компаниями. Мы внимательно наблюдаем за реализацией инициативы коллег и оказываем им помощь.



Вместе с тем подобная инициатива не единственная в отрасли. Например, акселерационная программа реализуется в ИСС имени академика М.Ф. Решетнёва, прорабатываются проекты в других организациях Госкорпорации.

Кроме того, предприятия Роскосмоса направляют свои бизнес-проекты для участия во внешних акселераторах (например, АО «ТЕРА ТЕХ»).

**– Какие особенности в ходе этого проекта вы подметили? Можете поделиться наблюдениями?**

– Акселератор АО «НПО Энергомаш» – это поисковый корпоративный акселератор, основная задача которого состоит в поиске, оценке и отборе технологических инновационных проектов, реализующих продукты, услуги либо технологии, востребованные заказчиком.

Можно сказать, что залогом успеха таких акселераторов является качественно сформированный запрос на инновации: четко сформулированные и верифицированные инновационные потребности организации, наличие экспертного пула, способного оценить предлагаемые решения, а также эффективные мероприятия по дальнейшему взаимодействию с компаниями-участниками, которые могут предусматривать комплексную экспертизу и пилотирование проектов, включение компаний в инновационный пояс и – при необходимости – приземление в периметр Госкорпорации.

При проектировании и реализации подобных мероприятий мы рассчитываем на инициативу и продуктивное сотрудничество с командами, занимающимися развитием инноваций в организациях отрасли, в том числе в НПО Энергомаш.

**– Возможно ли внедрение такой практики, как осуществление бизнес-акселератора в масштабах Госкорпорации?**

– За более чем 10-летнюю историю развития подход к взаимодействию с бизнес-проектами через акселерацию нашел применение в нескольких сферах. Акселерационные программы применяются в целях:

- поиска и пилотирования перспективных технологий и решений (в том числе так называемых «подрывных»\* инноваций);

- поиска новых продуктов для освоенных рынков, а также перспективных рынков для существующих продуктов (задачи диверсификации);

- формирования и практической подготовки междисциплинарных проектных команд, привлечения и отбора талантливых специалистов.

Перечисленные задачи актуальны как для организаций отрасли, так и для Госкорпорации в целом. Поэтому мы поддерживаем подобные инициативы и прорабатываем варианты осуществления отраслевой акселерационной программы.

**– Насколько высок уровень российских стартапов? В каких направлениях отрасли они могут быть эффективны и полезны?**

– Мы наблюдаем, что год от года уровень российских стартапов растет: появляется больше высококонкурентных продуктов и технологий, улучшается качество и глубина проработки рыночных потребностей, анализа клиентов, повышается квалификация в части как предпринимательских, так и технических компетенций.

Вместе с тем очевидно, что создание бизнеса в таких науко- и ресурсоемких областях, как космические технологии и услуги, является нестандартной и трудоемкой задачей. Поэтому мы готовы взаимодействовать со стартапами на ранних стадиях развития, помогая снизить их технические и рыночные риски.

Для этого в Госкорпорации организован сервис «одного окна». Воспользовавшись им, любая малая инновационная компания либо проектный коллектив имеет возможность направить предложение о реализации инновационного проекта либо запрос о заинтересованности Госкорпорации в определенных продуктах, технологиях или услугах.

Ссылка на сервис «Окно открытых инноваций»: <https://www.roscosmos.ru/open-innovations/>

Перспективным может быть взаимодействие Госкорпорации с проектами, способствующими решению задач диверсификации, с компаниями, реализующими перспективные технологические проекты, которые могут быть интегрированы в цепочки создания стоимости космической и смежных отраслей промышленности. ■

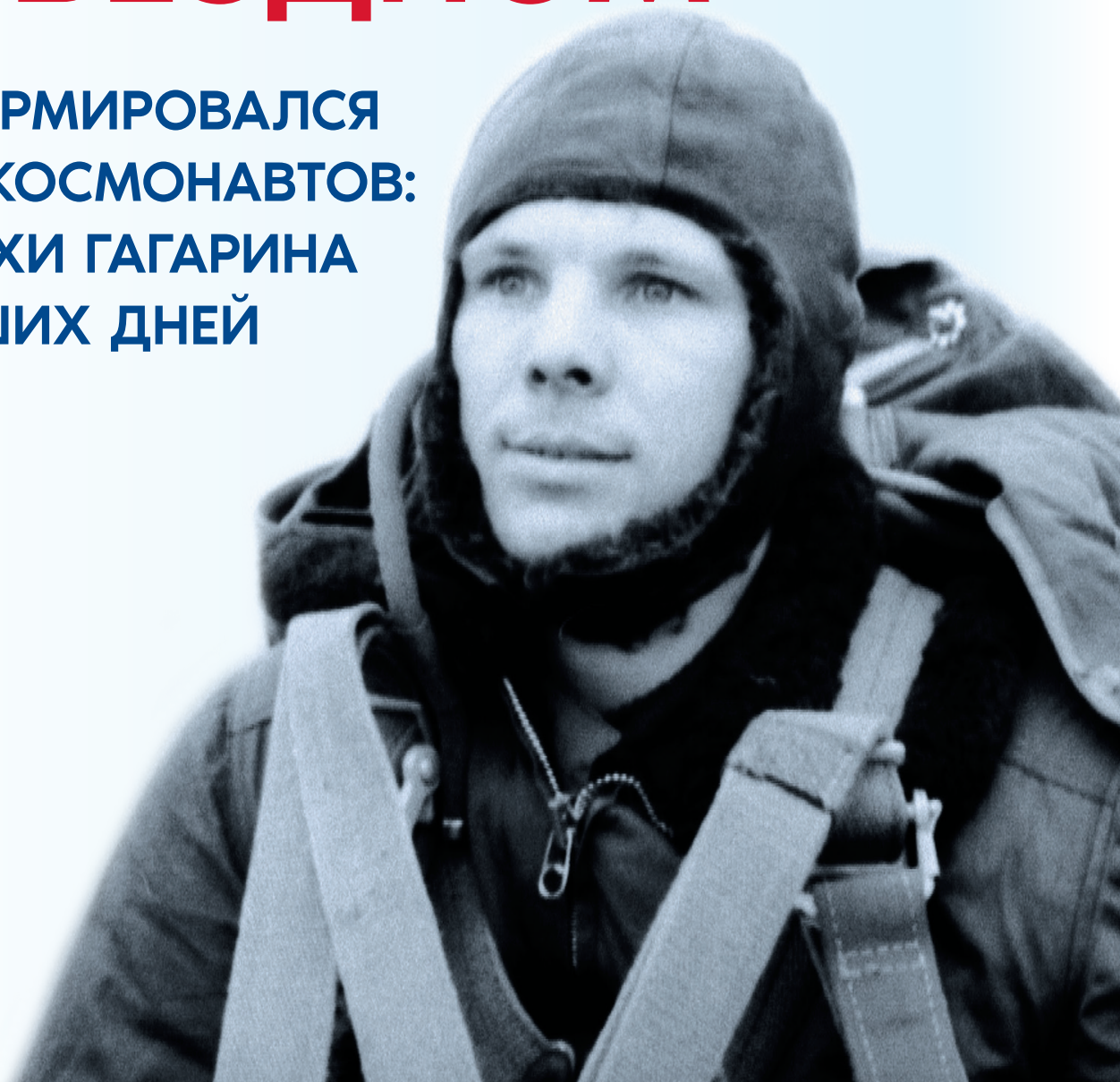
---

\* Подрывные инновации (англ. *disruptive innovation*) – инновации, которые изменяют соотношение ценностей на рынке. При этом старые продукты становятся неконкурентоспособными просто потому, что параметры, на основе которых раньше происходила конкуренция, теряют свое значение.



# ПОПОЛНЕНИЕ В ЗВЕЗДНОМ

КАК ФОРМИРОВАЛСЯ  
ОТРЯД КОСМОНАВТОВ:  
ОТ ЭПОХИ ГАГАРИНА  
ДО НАШИХ ДНЕЙ



В ЯНВАРЕ МЕЖВЕДОМСТВЕННАЯ КОМИССИЯ ПОДВЕЛА ИТОГИ ТРЕТЬЕГО ОТКРЫТОГО НАБОРА В ОТРЯД КОСМОНАВТОВ РОСКОСМОСА. К НАЗНАЧЕНИЮ НА ДОЛЖНОСТИ КАНДИДАТОВ В КОСМОНАВТЫ-ИСПЫТАТЕЛИ РЕКОМЕНДОВАНЫ ЧЕТЫРЕ ЧЕЛОВЕКА. В БЛИЖАЙШЕЕ ВРЕМЯ ОНИ ПРИСТУПЯТ К ОБЩЕКОСМИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ, КОТОРАЯ ПРОДЛИТСЯ ДВА ГОДА. В СВЯЗИ С ЭТИМ СОБЫТИЕМ ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА ИГОРЬ МАРИНИН ВСПОМИНАЕТ, КАК ОТБИРАЛИ ПОКОРИТЕЛЕЙ КОСМОСА В СОВЕТСКОЕ И В РОССИЙСКОЕ ВРЕМЯ.



О начале третьего открытого набора в отряд космонавтов Роскосмоса объявили 3 июня 2019 г. Прием документов от желающих попасть в профессию завершился 1 июля 2020 г. (из-за пандемии его продлили на месяц). Специалисты Центра подготовки космонавтов (ЦПК) имени Ю.А.Гагарина приняли и обработали 2229 устных и письменных обращений. К претендентам выдвигались определенные требования: к конкурсу допускались только граждане России не старше 35 лет с высшим, преимущественно техническим, образованием, отличным здоровьем и физической подготовкой. Кандидаты должны были предоставить в ЦПК полный комплект документов и затем уже очно подтвердить свою профессиональную квалификацию, пройти психологическое тестирование, углубленное медицинское обследование в Институте медико-биологических проблем (ИМБП) и получить положительное заключение о состоянии здоровья от Главной медицинской комиссии.

К очному этапу допустили 183 человека. Преодолеть его смогли 64 соискателя (около трети), среди них – девять женщин.

В итоге конкурсной комиссией были выбраны четверо: Сергей Иртуганов, Александр Колябин, Сергей Тетерятников и Арутюн Кивирян. Их утвердила Межведомственная комиссия, и в ближайшее время они будут зачислены в штат ЦПК на должности кандидатов в космонавты. Теперь четверым новичкам предстоит двухлетняя общекосмическая подготовка. При ее успешном завершении они получат квалификацию «космонавт-испытатель», открывающую дорогу к космическим полетам.

Заметим, что Александр Колябин и Арутюн Кивирян участвовали и в предыдущей кампании по набору в отряд, но тогда удача оказалась не на их стороне. В этот раз упорство и трудолюбие соискателей привели их к желаемому результату.

Прошедшая кампания стала третьей по счету из числа получивших статус открытой, то есть

## КАНДИДАТЫ В КОСМОНАВТЫ НАБОРА 2020 ГОДА



**ИРТУГАНОВ**  
**Сергей**  
**Георгиевич**

Родился 10 августа 1988 г. в Ульяновске. В 2010 г. с отличием окончил Ульяновское высшее авиационное училище гражданской авиации по специальности «Безопасность технологических процессов и производств», специализация «Поисковое аварийно-спасательное обеспечение полетов в гражданской авиации», и получил квалификацию инженера. После обучения на военной кафедре института ему присвоена военно-учетная специальность «Штурман Ил-76». В последнее время работал в должности «инженер-испытатель 2-й категории» Летно-испытательного отдела РКК «Энергия» имени С.П. Королёва.

Родился 23 августа 1993 г. в Майкопе (Республика Адыгея). В 2010 г. окончил Суворовское военное училище, а в 2015 г. – Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф.Устинова по специальности «Ракетостроение» с квалификацией «инженер». На Военной кафедре университета обучался по военно-учетной специальности «Эксплуатация и ремонт корабельных комплексов крылатых ракет». До зачисления в отряд космонавтов работал инженером-испытателем 3-й категории Летно-испытательного отдела РКК «Энергия» имени С.П. Королёва.



**КИВИРЯН**  
**Арутюн**  
**Арутюнович**



**КОЛЯБИН**  
**Александр**  
**Сергеевич**

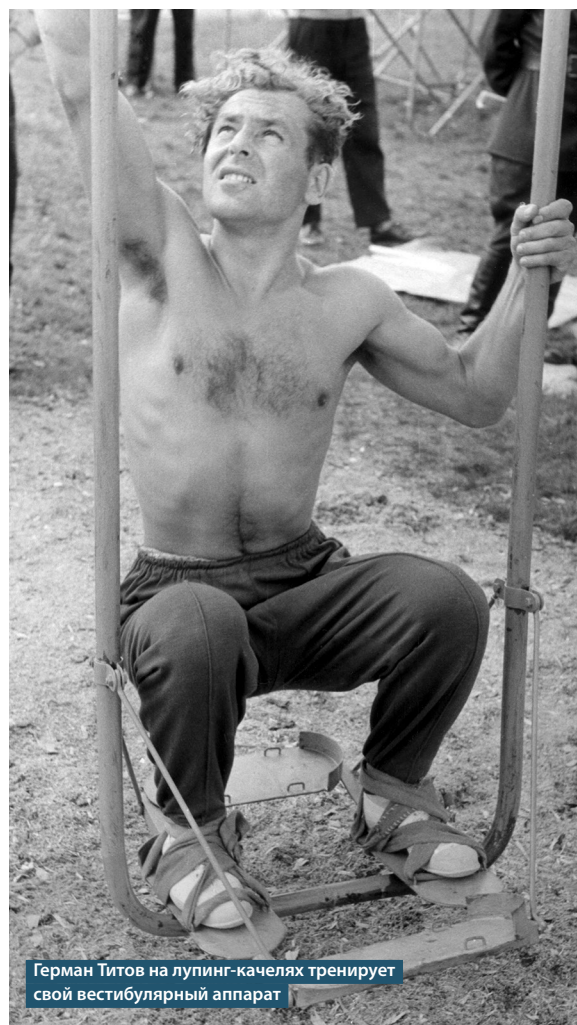
Родился 12 января 1987 г. в г. Протвино Московской области. В 2009 г. окончил Краснодарский военный авиационный институт имени А.К.Серова и служил в должности заместителя командира истребительной авиационной эскадрильи ВМФ России. Имеет квалификацию «Военный летчик 3-го класса» и звание «майор».

Родился 19 декабря 1988 г. в с. Успеховка Ставропольского края. В 2011 г. окончил Военно-морской инженерный институт, факультет «Эксплуатация паровых газотурбинных энергетических установок». Его служба была связана с эксплуатацией подводных лодок, за которую он награжден 8 медалями. Имеет воинское звание «майор».



**ТЕТЕРЯТНИКОВ**  
**Сергей**  
**Александрович**





доступной для всех желающих. Два предыдущих аналогичных по формату отбора завершились в 2012 г. и в 2018 г.: по результатам каждого из них в отряд космонавтов были зачислены восемь кандидатов. Конкурсы стали открытыми после того, как в соответствии с приказом Федерального космического агентства (ФКА) от 7 декабря 2010 г. был создан единый отряд и в него стали переводить космонавтов, состоявших на штатных должностях в отрядах отдельных предприятий и организаций, а объявления о наборе начали публиковать в средствах массовой информации. В 2014 г. специальным решением в отряд был зачислен Мухтар Аймаханов, уроженец Казахстана, ставший россиянином, чтобы осуществить свою мечту – полететь в космос. Сейчас отряд Роскосмоса включает 29 космонавтов и четырех кандидатов в космонавты-испытатели.

### ВЕДОМСТВЕННЫЕ ОТРЯДЫ

В советское время наборы в космонавты проводились в обстановке строжайшей секретно-

Табл. 1. **Наборы в отряд  
Центра подготовки космонавтов ВВС**

Номер набора	Год зачисления	Количество зачисленных	Число выполнивших космический полет	Процент летавших от общего числа зачисленных
1	1960	20	12	60
2	1963	15	7	46.7
3	1965	22	6	27.3
4	1967	12	3	25
5	1870	9	4	44.4
6	1976	9	4	44.4
7	1978	2	1	50
8	1987	5	5	100
9	1988	3	3	100
10	1989	3	2	66.7
11	1990	3	2	66.7
12	1997	9	7	77.8
13	2003	4	4	100
14	2006	5	4	80
15	2010 (зачисление в отряд Роскосмоса)	3	1	33



**Табл. 2. Дополнительные зачисления  
в отряд космонавтов ЦПК ВВС**

Космонавт	Год зачисления	Число полетов	Статус
Г.Т. Береговой	1964	1	Летчик-испытатель ВВС
В.Г. Лазарев	1966	1	Летчик-испытатель-врач ВВС
Т.А. Мусабаев	1991	3	Гражданский летчик
О.В. Котов	1996	3	Врач ВВС
Ю.М. Батурин	1997	2	Инженер, политик
Ю.В. Шаргин	1998	1	Полковник Военно-космических сил

сти. Первый в нашей стране отряд был сформирован в марте 1960 г. в воинской части №26266 ВВС, получившей позже официальное название Центра подготовки космонавтов. Этот отряд стал основным, но не единственным в системе подготовки покорителей космоса в СССР. В 1966 г. появился отряд гражданских космонавтов в ЦКБЭМ (сегодня – РКК «Энергия»), в 1967 г. – в Академии наук СССР, в 1972 г. – в ИМБП Минздрава СССР. В 1972 г. была официально создана группа космонавтов в ЦКБМ В.Н. Челомея (позднее – НПО машиностроения), в 1981 г. – в ЛИИ имени М.М. Громова Минавиапрома, а в 1987 г. – в ГКНИИ ВВС имени В.П. Чкалова, хотя зачисленные в них испытатели стали готовиться к космическим полетам значительно раньше. Такое дробление в системе подготовки космических кадров не позволяло обеспечить единый уровень заработной платы. Создание в 2010 г. объединенного отряда космонавтов упрощало обеспечение его деятельности и организацию подготовки космонавтов для реализации Федеральной космической программы.

За почти полувековую историю легендарный отряд ЦПК ВВС провел 14 наборов (табл. 1).

В отряд ЦПК попадали кандидаты и помимо официальных наборов (табл. 2). Так, в 1962 г. для подготовки первого женского космического полета была зачислена группа из пяти представительниц прекрасного пола. Из них в космос слетала лишь Валентина Терешкова, а группа была расформирована в 1969 г.

В СССР существовал еще один отряд космонавтов, находившийся в ведении Военно-воздушных сил. Он был образован в 1987 г. для проведения атмосферных испытаний и космических полетов по программе «Буран» и базировался в Научно-испытательном институте ВВС имени В.П. Чкалова под Москвой. В этот отряд было про-

ведено три набора и зачислено 16 летчиков-испытателей. В 1996 г. отряд расформировали в связи с закрытием программы «Буран». Четверо испытателей – Анатолий Арцебарский, Виктор Афанасьев, Геннадий Манаков и Валерий Токарев – были переведены в отряд космонавтов ЦПК и уже в новом качестве совершили космические полеты. Леонид Каденюк из этого отряда стал первым космонавтом Украины.

Второй по значимости после ЦПК кузницей кадров для пилотируемой космонавтики считалось Центральное конструкторское бюро экспериментального машиностроения (ЦКБЭМ), ныне известное как РКК «Энергия». В 1966 г. в ЦКБЭМ был сформирован лётно-испытательный отдел №90, который стал основой первого гражданского отряда космонавтов. За более чем 40-летнюю историю этот отряд пополнялся 15 раз (табл. 3, 4).

**Космонавты Андриян Николаев и Евгений Хрунов  
на парашютной подготовке**







Табл. 3. Наборы в отряд космонавтов ЦКБЭМ (РКК «Энергия»)

Номер набора	Год зачисления	Количество зачисленных	Число выполнивших космический полет	Процент летавших от общего числа зачисленных
1	1966	8	5	62.5
2	1967	3	1	33.3
3	1972	3	1	33.3
4	1973	4	4	100
5	1978	7	7	100
6	1980	2	—	0
7	1984	2	1	50
8	1985	2	1	50
9	1987	1	1	100
10	1989	4	4	100

Табл. 4. Дополнительные зачисления в отряд ЦКБЭМ (РКК «Энергия»)

Космонавт	Год зачисления	Число полетов	Должность до зачисления
К.П. Феоктистов	1968	1	Зам. начальника отдела, ведущий проектант
В.Г. Фартушный	1968	—	Старший научный сотрудник Института электросварки имени Е.О. Патона, г. Киев
С.Е. Савицкая	1983	2	Летчик-испытатель машиностроительного завода «Скорость» КБ имени А.С. Яковлева
О.Д. Кононенко	1999	5	Космонавт-испытатель «ЦСКБ-Прогресс», г. Самара

Еще одно ведущее предприятие отрасли – Центральное конструкторское бюро машиностроения (ЦКБМ; с 1983 г. – НПОмаш), руководимое В.Н.Челомеем и занимавшееся военной тематикой, – тоже организовало свой отряд космонавтов. Он просуществовал с 1972 по 1987 г., и в него были зачислены шесть человек. Правда, ни один из них в космос не слетал.

Свой отряд имелся и у Института медико-биологических проблем. Первый набор, состо-

явшийся в 1972 г., включал в себя троих кандидатов. Всего за время существования отряда в него зачислили 15 человек, из них трое – Валерий Поляков, Борис Моруков и Сергей Рязанский – реализовали шанс подняться на орбиту. Кстати, Валерий Поляков совершил самую продолжительную по времени космическую экспедицию XX века.

Существовал еще один отряд космонавтов. Он был сформирован в 1981 г. в целях атмосфер-





На горнолыжных тренировках: инструктор, Игорь Волк, Олег Кононенко, Александр Шукин, инструктор, Валентин Лебедев, Римантас Станкявичюс, инструктор и Анатолий Левченко. Март 1980 года

ных и орбитальных испытаний многоразовой космической системы «Энергия-Буран» в Летно-исследовательском институте имени М.М.Громова в подмосковном Жуковском. Там появились возможности для отработки систем ручного управления и автоматической посадки при пилотировании аналогов МТТК «Буран». За неполные 20 лет в отряд космонавтов-испытателей ЛИИ имени Громова были зачислены 11 человек. Из них двое – Игорь Волк и Анатолий Левченко – успели совершить тренировочные космические полеты на кораблях типа «Союз».

### ПО СПЕЦИАЛЬНЫМ ЗАЯВКАМ

Помимо официально существовавших отрядов, в космонавты отбирали для выполнения определенных задач. Например, для первого испытательного полета многоместного корабля «Восход», кроме профессиональных космонавтов-испытателей Владимира Комарова и Бориса Воынова, на подготовку были направлены проектант корабля Константин Феоктистов, военные врачи Василий Лазарев и Борис Егоров, аспирант Института биофизики Борис Поляков, врач ЦПК Алексей Сорокин и доктор технических наук Георгий Катус. Из них в космос слетали К. Феоктистов, В. Лазарев и Б. Егоров. Первые двое позже стали профессиональными космонавтами. ■



Космонавты ЛИИ МАП. Сидят: Урал Султанов и Юрий Шеффер; стоят: Магомед Толбоев, Сергей Тресвятский и космонавт-исследователь ИМБП Юрий Степанов. 1986 год





**466** часов  
ОСНОВЫ  
КОСМОНАВТИКИ

## ОБЩЕКОСМИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ КАНДИДАТОВ В КОСМОНАВТЫ-ИСПЫТАТЕЛИ

**520** часов  
ОТПУСК

**40** часов  
ПОДГОТОВКА  
К ЭКЗАМЕНАМ

**384** часа  
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ  
ПОДГОТОВКА

**499** часов  
КОНСТРУКЦИЯ,  
БОРТОВЫЕ СИСТЕМЫ  
И ОБОРУДОВАНИЕ

**57** часов  
КОМПЛЕКСНАЯ  
ПОДГОТОВКА ЭКИПАЖЕЙ

**88** часов  
РАБОТА  
В НЕВЕСОМОСТИ

**335** часов  
ГУМАНИТАРНАЯ  
ПОДГОТОВКА

**317** часов  
НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ  
И ЭКСПЕРИМЕНТЫ

**85** часов  
ОБОРОНА  
И БЕЗОПАСНОСТЬ

**206** часов  
ЛЁТНАЯ  
ПОДГОТОВКА

**86** часов  
ДЕЙСТВИЯ ПОСЛЕ  
ПОСАДКИ

**335** часов  
ПАРАШЮТНАЯ  
ПОДГОТОВКА

**166** часов  
ВНЕКОРАБЕЛЬНАЯ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

**19** часов  
ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ  
ПОДГОТОВКА

**229** часов  
МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ  
ПОДГОТОВКА

**246** часов  
ФИЗИЧЕСКАЯ  
ПОДГОТОВКА







## СОЗДАВАЯ «АНГАРУ»

На омском ПО «Полет» (филиал ГКНПЦ имени М.В. Хруничева) проходит масштабная реконструкция производства под серийное изготовление универсальных ракетных модулей ракеты-носителя «Ангара».

До 2024 года планируется полностью подготовить производственные участки предприятия общей площадью свыше 100 тыс м<sup>2</sup>.

Все это позволит выпускать до десяти ракет семейства «Ангара» в год.



# МАРСИАНСКИЙ МАРАФОН

**ЗАПУЩЕННЫЕ В ИЮЛЕ ПРОШЛОГО ГОДА  
АВТОМАТИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ ДОСТИГЛИ  
КРАСНОЙ ПЛАНЕТЫ**

**В ФЕВРАЛЕ К МАРСУ ПРИБЫЛИ СРАЗУ ТРИ АВТОМАТИЧЕСКИЕ МЕЖПЛАНЕТНЫЕ СТАНЦИИ, СОЗДАННЫЕ В РАЗНЫХ СТРАНАХ. ФИНИШ СЕМИМЕСЯЧНОГО ПЕРЕЛЕТА СТАЛ НЕ ОКОНЧАНИЕМ, А ЛИШЬ ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ЭТАПОМ ДЛИТЕЛЬНОГО МАРАФОНА ПО ИЗУЧЕНИЮ КРАСНОЙ ПЛАНЕТЫ С ПОМОЩЬЮ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ-РОБОТОВ.**

Игорь АФАНАСЬЕВ

Первым 9 февраля на эллиптическую орбиту вокруг Марса вышел аппарат «Аль-Амаль» («Надежда»), шедший под флагом Объединенных Арабских Эмиратов (ОАЭ). Это государство Ближнего Востока стало шестым (после СССР, США, Японии, Евросоюза и Индии) из тех, кто послал свой зонд к четвертой от Солнца планете.

Проектом «Аль-Амаль» руководит Космический центр имени Мохаммеда ибн Рашида Аль Мактума (эмир Дубая, премьер-министр и вице-президент ОАЭ). Станция делалась на арабские деньги: ее сооружали американцы – специалисты

Лаборатории атмосферной и космической физики Университета штата Колорадо в Боулдере, Университета штата Аризона и Калифорнийского университета в Беркли – при активном участии 150 (и более) арабских ученых. Аппарат запущен с помощью японской ракеты-носителя H-IIA, стартовавшей 20 июля 2020 г. в 00:58 по московскому времени с космодрома, расположенного на юго-восточном побережье острова Танэгасима. За выходом на орбиту наблюдали премьер-министр и наследный принц Эмиратов.

Вращаясь вокруг планеты-цели, «Аль-Амаль» займется изучением атмосферы. По плану, за два года он отснимет поверхность, дистанционно изучит почву, лед и пыль, оценит количество озона в атмосфере, выполняя инфракрасное и ультрафиолетовое спектрометрирование газовой оболочки. Одна из задач зонда – определить связь между современной погодой и древним климатом Марса.

Вторым на околомарсианскую орбиту прибыл 10 февраля тяжелый китайский автоматический комплекс «Тяньвэнь-1» («Вопросы к небесам»). Он состоит из орбитального и посадочного

Марсианский орбитальный аппарат «Аль-Амаль»







Аппарат «Тяньвэнь-1»  
на пути к Марсу

аппаратов. Комплекс вывела на траекторию полета ракета-носитель CZ-5, стартовавшая 23 июля 2020 г. в 07:41 московского времени с космодрома Вэньчан на острове Хайнань.

Теперь, когда «Тяньвэнь-1» стал искусственным спутником Марса, специалистам наземного центра управления предстоит подготовить орбиту комплекса для нормальной работы посадочного аппарата с планетоходом. В промежутках между коррекциями запланированы: дистанционная разведка места посадки; глобальное картографирование; изучение характера поверхности с учетом возможного распределения водяного льда. Приборы орбитального аппарата проанализируют состав почвы, оценят ионосферу, соберут информацию о климате, электромагнитном и гравитационном полях и внутренней структуре Марса.

В середине мая посадочный аппарат отделится от орбитального и мягко сядет в южной части равнины Утопия. Ученые полагают, что в этой части планеты на поверхность выходят грунтовые воды, поиском и изучением которых займется ровер. Попутно исследуя грунт, ионосферу и климат, шестиколесный марсоход должен проработать как минимум 90 суток, переезжая с места на место в поисках биосигнатур – следов жизни в прошлом. Орбитальный аппарат продолжит работу в течение целого марсианского года – примерно 687 земных суток.

Третьей на промежуточном финише оказалась автоматическая станция под звездно-полосатым флагом, построенная NASA по проекту **Mars-2020 Rover Mission**. Ее запуск состоялся 30 июля 2020 г. в 14:50 по московскому времени с помощью ракеты-носителя Atlas 5, поднявшей с космодрома на мысе Канаверал. 18 февраля, не переходя на орбиту, станция вошла в атмосферу Красной планеты и доставила на поверхность ровер Perseverance («Настойчивость»).

Точная посадка проводилась в район кратера Езеро на западном крае Равнины Исиды – гигантского котлована к северу от марсианского экватора. Предполагается, что в этом кратере, образовавшемся от удара крупного метеорита примерно 3.5–4 млрд лет назад, находилось озеро, в которое впадала река. По мнению ученых, донные наносы в дельте этой реки хранят микроскопические следы жизни, которая могла существовать на Марсе миллиарды лет назад.

Главные цели миссии: оценка возможности существования марсиан (в любой форме, прежде всего в виде простейших) в далеком прошлом путем поиска биосигнатур и воды; сбор (и хранение) проб грунта с поверхности планеты, которые предстоит доставить на Землю в ходе отдельной миссии Mars Sample Return.

«Настойчивость» – самый тяжелый из пяти запущенных за все время американских марсоходов. По сути он является младшим братом «Любопытства» (Curiosity), с августа 2012 г. работающего на поверхности Красной планеты. Новый ровер оснащен комплексом исследовательского оборудования, имеет множество телекамер, составчатый манипулятор для захвата и анализа геологических образцов с поверхности, бур для взятия проб из почвы, а также миниатюрный коптер-разведчик по имени «Изобретательность» (Ingenuity). Последний послужит для проверки технологии воздушного наблюдения и планирования маршрута поездки марсохода. ■



Ровер Perseverance опускается на поверхность Марса.  
Снимок с «небесного крана» – платформы, обеспечивающей  
мягкую посадку марсохода





# ЦЕПКИЙ ВЗГЛЯД С ОРБИТЫ

## ЧТО УВИДЕЛИ РОССИЙСКИЕ ПРИБОРЫ: В АТМОСФЕРЕ И НА ПОВЕРХНОСТИ МАРСА

НА ОРБИТЕ ВОКРУГ МАРСА В РАМКАХ РОССИЙСКО-ЕВРОПЕЙСКОЙ МИССИИ EXOMARS УЖЕ ВТОРОЙ МАРСИАНСКИЙ ГОД РАБОТАЕТ АППАРАТ TGO (TRACE GAS ORBITER). РОССИЙСКИЕ ПРИБОРЫ ACS И FREND, РАЗМЕЩЕННЫЕ НА ЕГО БОРТУ, ПРОДОЛЖАЮТ ИССЛЕДОВАТЬ АТМОСФЕРУ МАРСА И ЕГО ПОВЕРХНОСТЬ.

Виктория КОЛЕСНИЧЕНКО

За полтора марсианских года (около трех земных лет) ACS и FREND основательно потрудились и собрали больше данных, чем было получено в ходе других орбитальных миссий, изучающих Марс уже больше десяти лет. Оба прибора созданы в Институте космических исследований (ИКИ) РАН по заказу Госкорпорации «Роскосмос».

### НЕ МЕТАНОМ ЕДИНЫМ

Спектрометрический комплекс ACS, состоящий из трех приборов, исследует атмосферу и климат Марса. С весны 2018 г. он ведет «охоту» в том числе за малыми составляющими атмосферы планеты в стремлении заметить любые признаки геофизической или биологической активности.

«Жизнь» ACS на орбите вокруг Марса оказалась насыщенной научными событиями. Летом 2018 г. TGO посчастливилось наблюдать глобальную пылевую бурю, позволившую ученым лучше «присмотреться» к динамике марсианской атмосферы. В 2019 г. была опубликована статья в журнале Nature, где зафиксировано, что спектрометры ACS не зарегистрировали метан в атмосфере

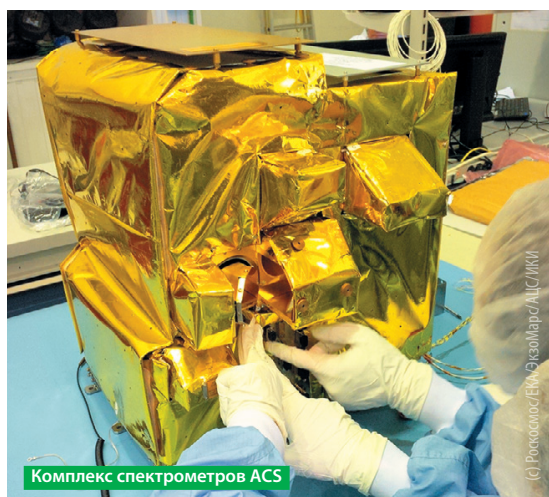
планеты, а это показывает, что концентрация этого газа-биомаркера на Марсе в 10–100 раз меньше, чем показывали приборы на предшествующих марсианских орбитальных станциях.

В 2020 г. ACS позволил ученым выяснить, что Марс теряет воду быстрее, чем предполагалось, а также помог установить, что значительных концентраций потенциального биомаркера фосфина в атмосфере планеты нет. Кроме того, понаблюдав за «поведением» угарного газа, инструмент предоставил ученым новую детальную информацию об особенностях циркуляции атмосферы и движения атмосферных масс.

Сегодня ACS продолжает усердно трудиться, «разглядывая» в атмосфере Марса малые составляющие газов. Как сообщает главный специалист отдела физики планет ИКИ РАН Александр Трохимовский, после трех лет работы ACS не сбавляет обороты: наблюдения производятся несколько раз в день. За все время работы на орбите вокруг Марса ACS произвел более шести тысяч сеансов измерений.

Говоря об особенностях работы спектрометров, ученый поясняет, что на сегодняшний день ACS является «лучшим набором для исследова-





ния атмосферы». Так, у космического аппарата, на котором установлен спектрометрический комплекс, хорошее покрытие – благодаря невысокой орбите; в частности, это позволяет проводить большое количество наблюдений. Кроме того, его аппаратура более чувствительна, чем у приборов всех предыдущих миссий.

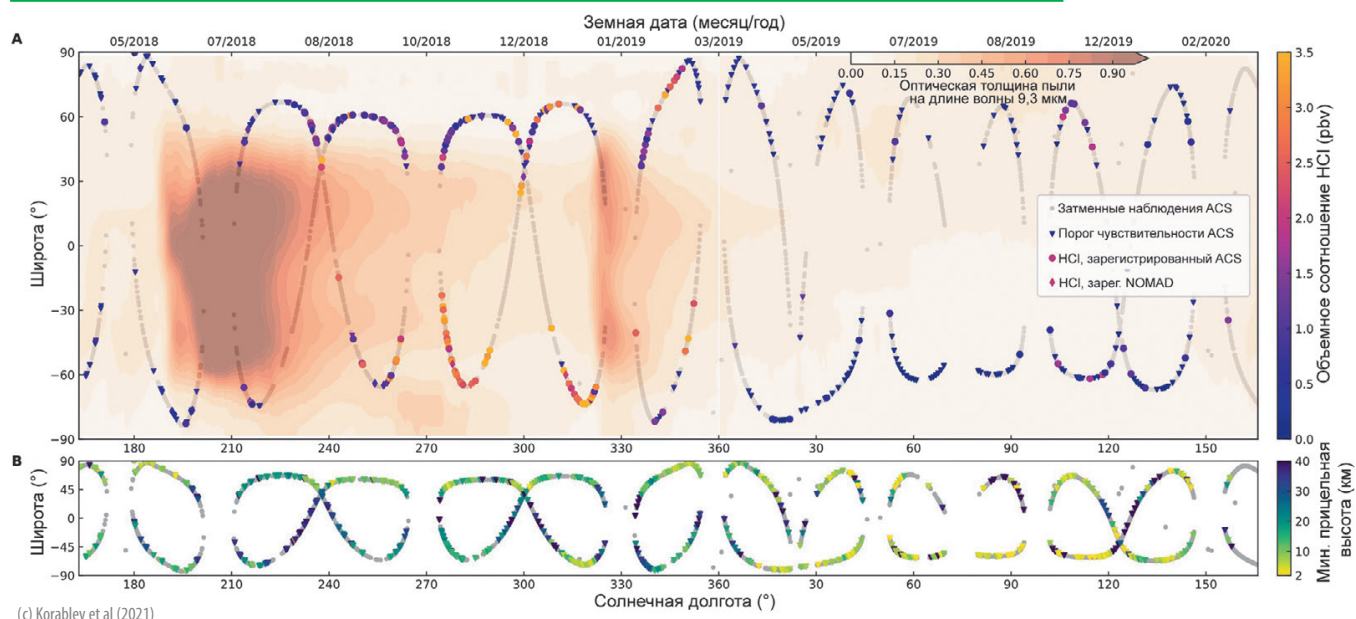
«Если до этого измерения получались только на определенных оптимальных высотах, то теперь наша более чувствительная аппаратура позволяет измерять содержание водяного пара практически от поверхности до высоты 100 км и даже чуть выше. Это действительно новое. Мы измеряем много параметров одновременно, все они вместе позволяют создать глобальные картины», – комментирует Александр Трохимовский.

В контексте научных планов ACS он отмечает, что речь идет об улучшении существующих результатов: «Будем делать климатологию, подробные межгодовые сравнения, отчеты по профилям водяного пара, температуры. У нас еще очень много неопубликованного материала. В том числе это улучшения уже известных данных. Например, в начале научной миссии в 2019 г. вышла статья, где говорилось, что метана на Марсе нет, мы с очень хорошей точностью это показали. То была первая статья, а сейчас выходит новая. И в ней сказано: теперь мы меряли долго, в разных местах, в разные сезоны. Метана на Марсе нет».

Самое свежее научное достижение ACS – открытие в атмосфере Марса хлороводорода (HCl). Этот газ проявился во время глобальной пылевой бури, а после ее окончания «таинственно» исчез. Статья с результатами исследования опубликована в журнале Science Advances 10 февраля 2021 г.

Александр Трохимовский, один из ее авторов, комментирует новые достижения работы ACS: «Это очень приятный и позитивный результат работы нашей аппаратуры. История получилась интересной, захватывающей, потому что хлороводород пытались обнаружить в атмосфере до ЕхоMars и никогда не находили. Мы, прилетев на Марс, изучили данные с лучшей точностью, чем в предыдущих исследованиях. И выяснилось, что хлороводород удивительным образом присутствует только в определенные сезоны. Это открытие стало сюрпризом, потому что совершенно не

Присутствие хлороводорода на Марсе в течение марсианского года по данным комплекса спектрометров ACS на борту TGO. По горизонтали указано положение Марса на орбите, которое соответствует сезону, по вертикали – широта. Кружками обозначены результаты ACS, ромбами – NOMAD (также один из инструментов TGO). Цвет кружков и ромбов соответствует количеству HCl в атмосфере (шкала справа, ppbv). Градации коричневого цвета демонстрируют интенсивность глобальной пылевой бури



(c) Korabiev et al (2021)





### ЧТО ТАКОЕ ХЛОРОВОДОРОД?

Хлороводород (HCl) – газ, который на данный момент найден на трех планетах: Земле, Венере и Марсе. На нашей планете он попадает в атмосферу из моря, когда частицы морских солей превращаются в аэрозоль. В результате взаимодействия с водой высвобождается хлор, который далее, реагируя с водородсодержащими соединениями, образует хлороводород.

совпадало с представлениями о химии на Марсе. Оно, конечно, не внесет фундаментальных изменений в общую динамику, потому что концентрация порядка частей на миллиард – это очень мало. Но интересно, что у хлороводорода прослеживается явный сезонный цикл. И теперь вопрос в том, чтобы объяснить механизмы его появления в определенных местах в определенный сезон, а также столь стремительного исчезновения».

Среди возможных источников хлороводорода в атмосфере Марса – частицы пыли, поднятой с поверхности во время глобальной пылевой бури, или активный вулканизм. На Земле, как известно, малое количество хлороводорода высвобождается в результате извержения вулканов. Однако если бы к увеличению концентрации этого газа на Марсе приводили аналогичные процессы, то оно должно было бы коррелировать с сейсмической активностью. На данный момент при сравнении с данными посадочного аппарата InSight (NASA) такое соответствие не установлено. Кроме того, «всплески» концентрации хлороводорода во время глобальной пылевой бури позволяют предположить, что хлор был «потревожен» на поверхности из-за суровых погодных условий.

### FREND: ИССЛЕДОВАТЕЛЬ ВОДНЫХ ЗАПАСОВ МАРСА

Детектор эпитепловых нейтронов высокого пространственного разрешения FREND с весны 2018 г. занят картографированием распределения водорода в верхних слоях грунта Марса. Прибор особенно чувствителен к запасам водорода на глубине до 1 метра, где этот элемент может присутствовать в составе воды, водяного льда или гидратированных минералов, образованных в водной среде.

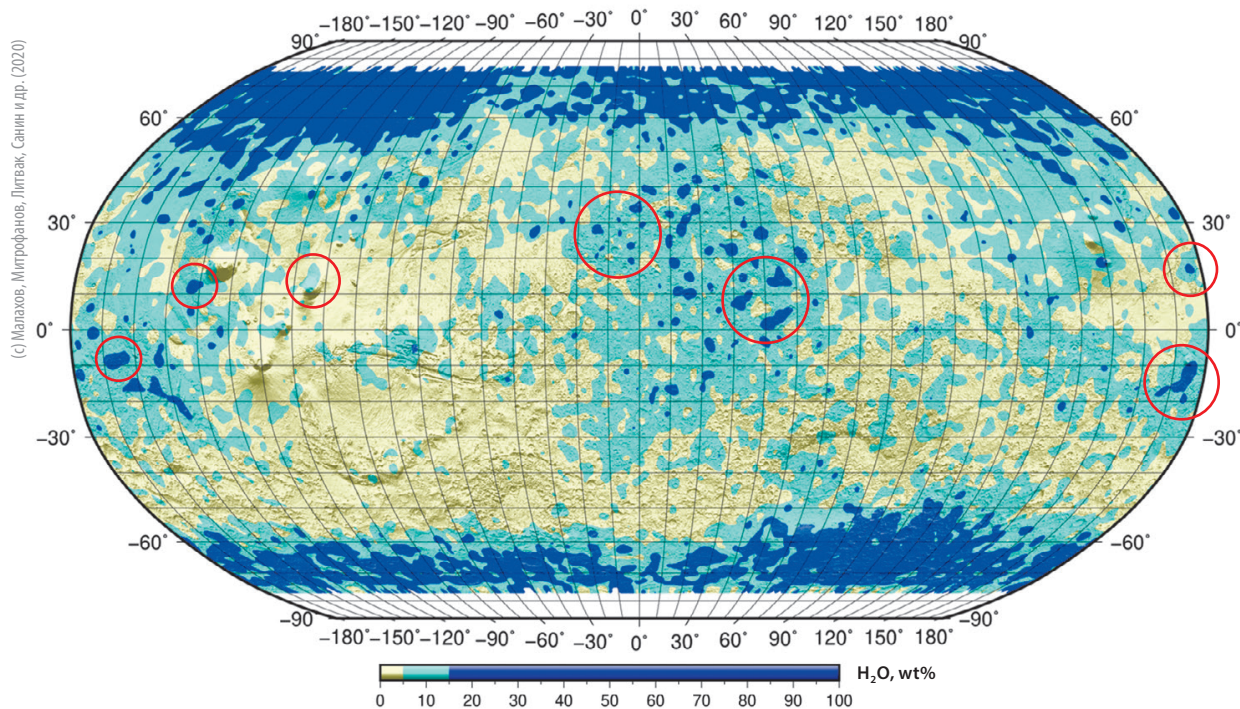
Как известно, вода и водяной лед непосредственно на поверхности Марса

на экваторе и на умеренных широтах нестабильны: вода либо испаряется, либо замерзает, если находится в зоне низких температур, в частности в приполярных областях. Поиск запасов воды в верхних слоях грунта важен как для науки, так и для будущего освоения Марса. Наличие жидкой воды – необходимое условие для зарождения и развития той формы жизни, которая нам известна. Если Марс был обитаем в прошлом, следы древней биосферы, как считают ученые, следует искать именно «во льдах современной вечной мерзлоты».

Нейтронное зондирование Марса с орбиты считается одним из самых эффективных методов поиска и оценки количественного содержания воды в верхних слоях грунта, но пространственное разрешение подобных измерений, проводимых ранее, составляло сотни километров. Так, с 2001 г. на борту орбитального аппарата 2001 Mars Odyssey (NASA) трудится «старший брат» прибора FREND – нейтронный детектор HEND. Именно благодаря работе этого инструмента ученые выяснили, что в марсианском грунте распространены водород и водяной лед. Однако пространственное разрешение измерений HEND низкое – около 600 км.







Расположение «оазисов» льдистой вечной мерзлоты, содержание воды в которых по оценкам ученых достигает десятков процентов по массе. Карта воды на Марсе составлена по данным детектора FREND

FREND обладает пространственным разрешением в 60–200 км, которое позволяет сопоставлять данные о переменности потока эпитепловых нейтронов со структурами рельефа. Чтобы найти на Марсе области с высокой концентрацией воды, FREND анализирует нейтронное альbedo (вторичное излучение) планеты, которое образуется в результате «бомбардировки» марсианской поверхности галактическими космическими лучами (ГКЛ). Атомы водорода в воде эффективно замедляют нейтроны высоких энергий, возникающие в веществе под воздействием частиц ГКЛ. В результате районы с высоким содержанием водорода излучают пониженный поток над-тепловых нейтронов – именно этот эффект FREND «отслеживает» с орбиты.

В настоящее время главным результатом работы FREND на орбите вокруг Марса является карта распределения воды в приповерхностном грунте, созданная на основе измерений, произведенных за 678 марсианских дней – с 27 апреля 2018 г. по 6 марта 2020 г. На основе анализа данных, полученных в первый марсианский год, ученые выявили в экваториальных регионах планеты несколько локальных областей с высоким содержанием водорода, которые назвали «оазисами вечной мерзлоты». Согласно предварительным оценкам, массовая доля воды в приповерхностном слое грунта в таких областях составляет от нескольких десятков до 100%. Вода с таким высоким содержанием может присутствовать в грунте только в форме льда.

В статье, опубликованной в июне 2020 г. в журнале *Astronomy Letters*, ученые проанализировали семь таких «оазисов» марсианской «вечной мерзлоты».

Заведующий отделом ядерной планетологии ИКИ РАН, руководитель эксперимента FREND Игорь Митрофанов объясняет: «Водяной лед этих оазисов может содержать высокомолекулярные соединения биологического происхождения, оставшиеся от ранней эпохи эволюции Марса, когда его климат был благоприятным для зарождения примитивной жизни – аналогично тому, как это произошло на ранней Земле».

FREND также анализирует радиационную обстановку на орбите вокруг Марса с помощью детектора ГКЛ «Люлин-МО» в его составе. В результате его работы ученые пришли к выводу, что доза радиации, которую могли бы получить участники марсианской экспедиции на корабле без средств радиационной защиты, была бы выше норм радиационной безопасности.

По словам Игоря Митрофанова, в ближайшее время ученые проведут «анализ данных измерений с учетом информации, полученной после марта 2020 г. Поскольку данные картографирования уже покрывают полный марсианский год, планируется начать изучение сезонных вариаций нейтронного излучения Марса и связанных с ними эффектов образования сезонных покровов атмосферной углекислоты и вариаций толщины атмосферы». ■



# НА ЭКВАТОРЕ ЭКСПЕДИЦИИ

ХРОНИКА ПОЛЕТА МКС  
1–31 ЯНВАРЯ

Евгений РЫЖКОВ  
Игорь МАРИНИН

В ПЕРВОМ МЕСЯЦЕ 2021 г. НА ОРБИТАЛЬНОЙ СТАНЦИИ РАБОТАЛ ЭКИПАЖ МКС-64 ВО ГЛАВЕ С КОМАНДИРОМ СЕРГЕЕМ РЫЖИКОВЫМ. В ЕГО КОМАНДЕ ТРУДИЛИСЬ ШЕСТЬ БОРТИНЖЕНЕРОВ: КОСМОНАВТ СЕРГЕЙ КУДЬ-СВЕРЧКОВ, АСТРОНАВТЫ NASA КЭТЛИН РУБИНС, МАЙКЛ ХОПКИНС, ВИКТОР ГЛОВЕР И ШЕННОН УОЛКЕР И АСТРОНАВТ JAHA СОИТИ НОГУТИ.

## В ПОИСКАХ УТЕЧКИ

В конце января в эфире телеканала «Россия-24» руководитель полета российского сегмента МКС Владимир Соловьёв сообщил, что специалисты подозревают наличие еще одной трещины на борту станции.

«Пока мы нашли одну, и под подозрением еще одно место, где есть какая-то негерметичность. Мы должны привезти на грузовом корабле («Прогресс МС-16», запуск состоялся 15 февраля. – *Ред.*) мощный микроскоп и с его помощью это место исследовать. Но пока абсолютной уверенности нет», – сказал Владимир Соловьёв.

Он подчеркнул, что утечка воздуха из-за трещины крайне мала: «Что касается потерь, то наше давление – 750 мм рт.ст., а вследствие этой негерметичности теряются 0.3–0.4 мм рт.ст. в сутки». Между тем, по словам руководителя полета, минимальная аварийная разгерметизация начинается со значения падения 0.5–1 мм, и не в сутки, а в минуту.

«Мы, конечно, занимаемся этим вопросом, четко понимаем, что эти у нас места под вопросом. Они негерметичны, действительно, понимаем, что могут быть какие-то другие места, но никакого ужаса тут нет, это я могу сказать совер-

шенно ответственно как руководитель полета», – заверил он.

В третьей декаде февраля прилетит еще один грузовик – американский Cygnus NG-15, который доставит компоненты для пополнения запасов воздуха на МКС.

## ИЗМЕНЕНИЯ В НАУЧНОЙ ПРОГРАММЕ

Предполагалось, что за время экспедиции Сергей Рыжиков и Сергей Кудь-Сверчков выполнят 55 научных экспериментов. В январе Роскосмос совместно с РКК «Энергия» скорректировал программу.

Во-первых, это связано с тем, что запуск грузового корабля «Прогресс МС-17» перенесен с 29 марта на 30 июня. Он прибудет на МКС уже во время следующей, 65-й экспедиции. Сдвиг даты повлек за собой изменение плана доставки на борт станции научной аппаратуры для исследований. Оборудование для экспериментов «Биодеградация», «Асептик», «Каскад» и «Фото-биореактор» было доставлено раньше графика на корабле «Прогресс МС-16» 17 февраля. А матч-часть для научных работ «Микровир», «МСК-2» и «Биополимер» отправится на МКС пилотируемым кораблем «Союз МС-18» в апреле.



Во-вторых, из-за ограничений по объему возвращаемых грузов на корабле «Союз МС-17», на котором Сергей Рыжиков, Сергей Кудь-Сверчков и Кэтлин Рубинс вернутся на Землю, из программы исключены эксперименты по изучению влияния условий космического полета: на микроорганизмы при экранировании магнитного поля Земли («Биомаг-М»); на изолированные фермент-субстратные системы («Константа-2»); на мух-дрозофил («Цитомеханаризм» и «Структура»), а также на выявление закономерностей формирования биопленок в условиях микрогравитации («Биопленка»). Кроме того, исследование «Выносимость» и часть сеансов по работе «Тест» перенесены на следующую, 65-ю экспедицию в связи с отменой второго выхода в открытый космос Рыжикова и Кудь-Сверčkова.

Запуск спутника «РадиоСкаф», созданного на базе корпуса выработавшего свой ресурс скафандра «Орлан-М», также исключен из программы 64-й экспедиции. Решение вызвано не только отменой выхода космонавтов в открытый космос, но и тем, что запущенные в 2018 г. с борта МКС наноспутники «Танюша-ЮЗГУ-3» и «Танюша-ЮЗГУ-4», группировку которых должен был пополнить «РадиоСкаф», прекратили свое существование, сойдя с орбиты. Запуск с МКС новых спутников серии «Танюша» планируется на следующую экспедицию.

Отмена еще одного эксперимента – «Репер-Калибр» – вызвана необходимостью дополнительной проверки летного образца аппаратуры «РЕКА». А исследование «Пробой», имеющее целью отра-

## СЕРГЕЙ РЫЖИКОВ В РОЛИ ДЕДА МОРОЗА

Сергей Кудь-Сверчков рассказал в интервью ТАСС, как экипаж встретил Новый год на орбите. На станции было все как у землян: «Ну и пусть, что елка маленькая и стоит на стене, а Дед Мороз – это командир экспедиции Сергей Рыжиков. Да, вместо шампанского был сок, а вместо бенгальских огней – карманные фонари. Зато подарки самые настоящие». Необычным был только свежий «космический» редис, выращенный на МКС и «допущенный» в честь праздника к новогоднему столу.

Российские члены экипажа подарили Хопкинсу, Гловеру и японцу Соити по космической матрешке, а женщинам-астронавтам Рубинс и Уолкер – платки из Павловского Посада.

В момент встречи Нового года – в полночь по московскому времени – сотрудники ЦУПа в Королёве передали на российский сегмент трансляцию боя курантов на Спасской башне Кремля, за что космонавты были им очень благодарны.



Сергей Рыжиков выполняет эксперимент «Пилот-Т»





Сергей Кудь-Сверчков изучает процедуры аварийного покидания станции на корабле «Союз»



### «СИНИЕ ПТИЦЫ» ПОМОЛОДЕЮТ

До конца 2021 г. пройдет модернизация и капитальный ремонт еще трех поисково-эвакуационных машин-амфибий (ПЭМ) высокой проходимости «Синяя птица», которые участвуют в обеспечении запусков с космодрома Байконур и посадок пилотируемых «Союзов МС».

На машины дополнительно установят оборудование спутниковой связи, новые аэронавигационные комплексы, улучшат герметичность, изменят внутреннюю отделку салонов. В ходе капремонта обновят двигатели и ходовые части. Сам внешний вид автомобилей не претерпит изменений. На сегодняшний день на специализированных заводах в Московской и Челябинской областях модернизацию и капремонт прошли уже шесть амфибий.

За неполные 20 лет личный состав и техника поисково-спасательного отряда Центрального военного округа выполнили 78 операций в обеспечение запусков кораблей и около 80 операций по посадке спускаемых аппаратов «Союзов», эвакуировав свыше двухсот космонавтов и астронавтов, вернувшихся из длительных экспедиций с МКС.

ботку методики определения координат места нарушения гермооболочки модуля МКС микрометеороидными или техногенными частицами, отложено из-за переноса работ по установке автономных регистраторов.

Сокращению научной программы МКС-64 способствовали и решения партнеров по МКС. По вердикту NASA отменен совместный эксперимент «Адамант» по управлению сажеобразованием в сферическом диффузном газовом пламени, выполняемый в американском модуле Destiny, а целевая работа «Реал» по изучению качества алюминиевых расплавов в микрогравитации перенесена.

Опыт «Кристаллизатор», планировавшийся к проведению в японском модуле, исключен из программы по просьбе Японского космического агентства JAXA.

Европейское космическое агентство тоже внесло свою лепту: объявило, что совместный эксперимент «Кинетика-1» по измерению и моделированию различных температурных режимов при фазовых переходах в переохлажденных расплавах на основе циркония отменяется.

Таким образом, в результате коррекции объем научной программы экспедиции МКС-64 уменьшился на 12 пунктов и вместо 55 предполагает 43 исследования. За январь космонавты провели 109 сеансов по 19 экспериментам.

### ГРУЗОВИКИ ПОКИНУЛИ СТАНЦИЮ

Специалисты NASA 13 января провели эксперимент Saffire-V по изучению процесса горения в замкнутом пространстве. Для этого внутри грузового корабля Cygnus NG-14, предварительно отстыкованного от станции, при давлении 0.54 ат-



мосферы (424 мм рт.ст.) и уровне кислорода 34% дистанционно устроили небольшой пожар. Поведение огня фиксировалось с помощью видеокамер, а изображение транслировалось на Землю.

Полученные данные используют для разработки автоматической системы пожаротушения на будущих космических кораблях. 26 января «Лебедь» затормозился и сгорел в земной атмосфере.

За две недели до этого МКС покинул другой «грузовик» – первый Cargo Dragon новой модификации, который может стыковаться со станцией в автономном режиме без помощи руки-манипулятора. Корабль должен был приводниться в Атлантическом океане, однако из-за плохой погоды место посадки перенесли в прибрежные воды Мексиканского залива. Он доставил на Землю почти две тонны грузов.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ЕВРОПЕЙСКОГО МОДУЛЯ

27 января состоялся первый в 2021 г. выход в открытый космос по американской программе (EVA-69). Майкл Хопкинс и Виктор Гловер покинули станцию из модуля Quest, чтобы подготовить к вводу в строй внешнюю платформу Bartolomeo, пристыкованную в апреле прошлого года к европейскому лабораторному модулю Columbus. Выход стал третьим в карьере Хопкинса и первым для Гловера.

За почти семичасовую работу за бортом астронавты смонтировали новый терминал связи Кадиапазона, который обеспечит обитателям станции широкополосный доступ в Интернет (скорость отправки данных на Землю – 50 Мбит/сек, приема с Земли – до 2 Мбит/сек), а также демонтировали старое оборудование, чтобы освободить место под новые солнечные батареи. Два кабеля из шести Майклу и Виктору не удалось подсоединить к Bartolomeo. Их подключение перенесли на февраль.

## ИСПЫТАНИЕ ПРЕПАРАТА ОТ COVID-19

ЕКА сообщило, что в декабре 2020 г. начались исследования лекарственных препаратов от COVID-19 в космосе. Заказчиками эксперимента, проводимого в европейском модуле Columbus, выступают венгерские компании InnoStudio и Cyclolab, а японская корпорация JAMSS предоставила установку Kirara по выращиванию высококачественных кристаллов протеина в космосе. Задача эксперимента – выяснить, как в условиях микрогравитации противовирусный препарат Ремдесивир (Remdesivir) станет взаимодействовать с циклодекстринами (углеводы), и, возможно, за счет новых знаний повысить эффективность препарата. ■

## ПЛАНИРУЮТСЯ ТУРИСТИЧЕСКИЕ ПОЛЕТЫ

26 января американская компания Axiom Space объявила состав экипажа первой туристической миссии AX-1. В него вошли четыре человека, причем среди них нет актера Тома Круза и режиссера Дага Лаймана, которые планировали снимать фильм на борту космической станции.

Командиром пилотируемого Crew Dragon, как и заявлялось, станет бывший астронавт NASA Майкл Лопес-Алегрía. Американский предприниматель Ларри Коннор выполнит роль второго пилота, канадский бизнесмен Марк Пэти – специалиста полета. Бывший военный летчик, израильский бизнесмен Эйтан Стиббе займется научно-техническими экспериментами. Старт состоится не ранее января 2022 г.

В то же время «Главкосмос» сообщил, что может допустить к полету в космос на кораблях «Союз МС» четырех туристов. «В период 2022–2023 годов при благоприятном стечении обстоятельств можно рассчитывать на четыре места для коммерческих участников космического полета», – сказали в компании агентству ТАСС.



Майкл Хопкинс и Виктор Гловер во время выхода в открытый космос 27 января



# ОБМАНУТЬ ГРАВИТАЦИЮ

## ВАРИАНТЫ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННОЙ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ В КОСМОСЕ

Светлана НОСЕНКОВА  
Фото Олега ВОЛОШИНА и из архива ИМБП

**ИСКУССТВЕННАЯ ГРАВИТАЦИЯ – ПОПУЛЯРНАЯ ТЕМА НАУЧНОЙ ФАНТАСТИКИ. НО ОНА ДАВНО УЖЕ ВЫШЛА ЗА РАМКИ КНИГ И ФИЛЬМОВ, СТАВ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЗАДАЧЕЙ УЧЕНЫХ. ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОЙ ГРАВИТАЦИИ, СОЗДАЮЩИЕ ЭФФЕКТ СИЛЫ ПРИТЯЖЕНИЯ, РАЗРАБАТЫВАЮТСЯ И ИССЛЕДУЮТСЯ В ИНСТИТУТЕ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ (ИМБП) РАН В ИНТЕРЕСАХ ПРЕДСТОЯЩИХ ПОЛЕТОВ В ДАЛЬНИЙ КОСМОС.**

### ЧТОБЫ ЛЕТЕТЬ НА МАРС

Зачем создавать искусственную гравитацию? Ведь сейчас экипажи Международной космической станции обходятся привычными средствами профилактики, чтобы справиться с влиянием невесомости. Человек может нормально существовать, когда на весь его организм действует знакомая сила притяжения Земли. В условиях невесомости этого воздействия нет, что чревато возникновением проблем со здоровьем. И если мускулатуру и суставы можно поддерживать в тонусе, занимаясь на специальных тренажерах, то внутренние органы таким образом не натренируешь. Чтобы полет, например, на Марс не представлял чрезмерного риска для здоровья, необходимо разработать установку, которая создавала бы искусственную гравитацию на космическом корабле.

Эквивалентом земной гравитации может быть центробежная сила, возникающая благодаря равномерному вращению всего объекта или его части. Первым идею создания в невесомости искусственной силы тяжести центробежной силой предложил К.Э. Циолковский. Об этом говорится в его книге «Грезы о Земле и небе» (1895 г.) и повести «Вне Земли» (1920 г.). Идея ученого заключается в построении тороидальной (тор – геометрическая фигура, имеющая форму баранки или спасательного круга) космической станции, напоминающей велосипедное колесо. Если колесо вращается в пространстве вокруг своей оси, то инерция и центробежная сила могут создать своего рода искусственную гравитацию, которая прижмет предметы к внешней поверхности. Это позволит людям и роботам ходить по полу, как на Земле, а не плавать в воздухе, как на

МКС. Однако этот способ подойдет скорее нашим потомкам, так как в нем много нерешенных фундаментальных вопросов.

### КОГДА ГОЛОВА ИДЕТ КРУГОМ

Наземные эксперименты проводились в ИМБП начиная с 1960-х годов. Они показали, что перемещение человека во вращающейся среде неизбежно приводит к возникновению в вестибулярном аппарате эффекта укачивания – вплоть до развития клинической формы болезни движения. И чем больше скорость вращения, тем сильнее воздействие на вестибулярный аппарат. В разные годы изучалось влияние на организм человека длительного (до одного месяца) пребывания во вращающихся системах.

Итак, сначала была создана медленно вращающаяся камера МВК-1. Она имела кабину цилиндрической формы с осью вращения, проходящей через центр пола. Привод установки обеспечивал равномерное вращение с угловой скоростью от 0.9 до 6 оборотов в минуту. Сравнительно небольшие размеры МВК-1 (площадь около 3 м²) были рассчитаны на двух испытуемых в сидячем положении. Продолжительность непрерывного пребывания в ней ограничивалась одной неделей.

Позднее была введена в строй более совершенная установка «Орбита», смонтированная на центрифуге с плечом длиной 20 м. Здесь уже был жилой отсек на двух человек, обеспечивающий бытовые удобства и проведение исследований.

В 1989 г. в ИМБП появилась медленно вращающаяся наземная установка «Юпитер-2», где созданы условия для активного и достаточно комфортного пребывания одновременно двух испытуемых. Установка представляет собой металлический цилиндр диаметром 4.6 м и высотой 2.2 м. Ось вращения проходит через



Общий вид установки «Юпитер-2»



Центрифуга короткого радиуса ИМБП первого поколения



Олег Орлов проводит инструктаж для испытуемого перед началом экспериментального вращения в «Юпитере-2»



центр кабины, скорость вращения может быть от 1 до 15 оборотов в минуту.

«Мы проводили исследования в установке «Юпитер-2», или, как ее называют, «медленно вращающейся комнате», – рассказал директор ИМБП, академик РАН Олег Орлов. – Когда она вращалась со скоростью 6 об/мин, испытуемые, как правило, адаптировались к вращению в течение нескольких часов и потом относительно успешно проводили в таком объекте несколько суток. При вращении 9 об/мин уже требовались специальные средства фармакологической профилактики, что, однако, не гарантировало успех. Редко кому удавалось перенести вращение со скоростью 12 об/мин. Для того чтобы при низкой скорости вращения поддерживать уровень гравитации, близкий к земным условиям, надо увеличивать радиус вращения. Получаются большие динамические конструкции, создание которых сейчас технически затруднительно».

В настоящее время стенд «Юпитер-2» передан в дар Государственному музею истории космонавтики имени К.Э. Циолковского в Калуге, где он станет частью новой экспозиции, открытие которой запланировано к 60-летию полета Ю.А. Гагарина. А ИМБП вплотную занялся наиболее реальной сегодня концепцией, подразумевающей использование на борту орбитальной станции центрифуги короткого радиуса для создания кратковременных, но периодически повторяющихся гравитационных нагрузок.

## ГРАВИТАЦИОННАЯ ТЕРАПИЯ

В СССР первая полноценная наземная центрифуга короткого радиуса была зарегистрирована в 1978 г. Она имела одно плечо длиной до 2 м и была оборудована ложементом. Ось вращения проецировалась на уровне глаз, примерно на уровне переносья. Предусматривалось создание перегрузки «голова–ноги» на уровне стоп до 4g. Исследования проводились, когда человек находился в положении лежа только на спине. На ножном конце ложемента центрифуги располагался велоэргометр для физической тренировки во время вращения. Врачебный пульт был оснащен комплексом аппаратуры для оперативного медицинского контроля за состоянием испытуемого во время вращения.

В результате исследований был решен вопрос о направлении действия перегрузок при вращении на центрифуге короткого радиуса в невесомости, а именно направление должно быть вдоль продольной оси тела от головы к ногам. Только этот вектор действия перегрузок создает гидростатическое давление крови, аналогичное тому, что испытывает человек стоя на Земле, и исчезающее в невесомости. В модельных исследованиях была доказана принципиальная возможность эффективного применения искусственной гравитации в профилактических целях.

«Эффективность вращения на центрифуге для профилактики отрицательного влияния невесомости была подтверждена на биообъек-

Подготовка экспериментального оборудования и наложение датчиков на испытуемого перед началом вращения на современной центрифуге короткого радиуса ИМБП





Впервые в исследованиях на центрифуге короткого радиуса женщины участвовали в рамках эксперимента «Луна-2015»



тах в ходе реального космического полета по программе БИОН в 1977 г., – отметил Олег Орлов. – Однако дальнейшие исследования в этом направлении были прекращены, поскольку считалось, что для орбитальных станций создание искусственной гравитации избыточно. Документация на стенд была передана в Самару, где позже на ее основе был создан ряд центрифуг клинического назначения. Так появился новый клинический метод – гравитационная терапия.

К проблеме искусственной гравитации с использованием центрифуги короткого радиуса вернулись уже в наши дни в связи с тематикой перспективных межпланетных полетов. Современный лабораторный стенд центрифуги был создан в РКК «Энергия» по заказу специалистов ИМБП. Он вобрал в себя как опыт отечественной школы, так и практику зарубежных коллег (центрифуги короткого радиуса есть в Германии, США, Японии, Франции и Китае. – Ред.). В 2014 г. на центрифуге ИМБП нового поколения прошли первые медицинские испытания с участием четырех мужчин (в возрасте от 30 до 34 лет) с перегрузками направления «голова–таз» до (1.5–2) g на уровне стоп. После испытаний была проведена практически полная модернизация стенда.

### ЛЕЖА СТОЯТЬ НА ЗЕМЛЕ

«В результате кабина стала закрытой, более функциональной и комфортной для испытуемых,

например в части внешних оптокинетических раздражителей. Моменты разгона и торможения кабины также минимизированы. Ход центрифуги такой плавный, что человек в закрытой кабине не ощущает вращения. Изменение геометрии ложементов из положения лежа в положение сидя производится с пульта инженера и самим испытуемым по команде. Использование специальной конструкции ложементов, позволяющей проводить вращения в позе «полусидя», должно существенно облегчить переносимость человеком продольных перегрузок при направлении воздействия от головы к ногам. Изменение позы позволяет существенно сократить радиус центрифуги, что важно при разработке ее бортового варианта, где модуль может иметь ограниченные размеры по радиусу», – рассказала заведующая лабораторией ИМБП Милена Колотева.

Центрифуга нового поколения была введена в эксплуатацию в 2015 г., но и сейчас стенд продолжает совершенствоваться. Например, ведутся работы по созданию в закрытой кабине элементов виртуальной реальности. То есть, находясь в ложементе, человек будет не только ощущать земную или, скажем, марсианскую «тяжесть в ногах», но и сможет видеть образы поверхности планеты, на которой он будто бы стоит.

Испытания на новой центрифуге короткого радиуса с участием мужчин проводились в 2014–2019 гг. В 2019 г. три человека находились



21 день в условиях «сухой» иммерсии и периодически подвергались вращению на центрифуге короткого радиуса. Первое вращение было на второй день после закладки в иммерсионную ванну, дальше – через два дня на третий. Всего было восемь вращений. В прошлом году был сделан вынужденный перерыв из-за пандемии коронавируса, но в наступившем 2021 г. серия экспериментов будет продолжена. Запланировано такое же исследование с участием еще двух испытуемых.

Женщины давно стали полноправными членами экипажей МКС, и их участие в будущих межпланетных космических миссиях не вызывает вопросов. Поэтому и искусственную гравитацию

такую модель невесомости, где могли бы участвовать одновременно группы и мужчин, и женщин, – рассуждает Милена Колотева. – Затем сравнить их по результатам, режимам. Посмотреть, кому нужно чаще давать нагрузку, у кого дольше сохраняется «гравитационный» эффект, каковы критерии переносимости. Это отдельная большая работа».

### МОДУЛЬ С ГРАВИТАЦИЕЙ

Исследования и экспериментальная отработка технологии трансформируемых (надувных) модулей с размещением в них бортовой центрифуги короткого радиуса проводились в РКК «Энергия» с 2012 по 2015 год. В результате были выбраны

и сертифицированы материалы, изготовлены и отработаны фрагменты оболочек, создан и испытан масштабный макет модуля. Проведенный анализ показал принципиальную возможность создания надувного модуля средней размерности с центрифугой короткого радиуса. Такой модуль запускается в сложенном виде и должен развернуться после стыковки к станции. Аналогичный надувной модуль ВЕАМ уже несколько лет испытывается в составе американского сегмента МКС.

«Вопрос, когда будет создаваться данный модуль, на сегодняшний день открыт, – подчеркнул Олег Орлов. – Вероятнее всего, он просматривается в конфигурации новой российской орбитальной станции. На этапе создания макета бортового варианта центрифуги короткого радиуса мы совместно с коллегами из РКК «Энергия» должны отработать медико-технические требования и

представительницы прекрасного пола также испытывают на себе. Впервые в исследованиях на центрифуге короткого радиуса женщины (шестеро добровольцев) участвовали в рамках эксперимента «Луна-2015». Результаты вращения по тестовым режимам подтвердили возможность лучшей половины человечества переносить перегрузки вполне благоприятно, наряду с мужчинами. Но есть особенности реакций женского организма, которые не позволяют полностью экстраполировать результаты мужской группы на женщин.

«В перспективе возможно участие женщин не только в контрольной серии, где они вращались на центрифуге короткого радиуса, но и в моделированной невесомости с помощью антиорто-статической гипокинезии (АНОГ). Надо подобрать

решить вопросы не только габаритов изделия для проектируемого модуля, эргономики эксплуатации, но и ряд других: например, энергопотребление, образование воздушных потоков при вращении и т.п. Среди важных вопросов – динамические характеристики стенда: скорость и время вращения, допустимые скорости разгона и торможения. Возможная передача вибрации на корпус модуля – тоже важный вопрос. У наших конструкторов есть опыт создания независимых подвесок для динамических медицинских стендов (в первую очередь бегущей дорожки), который может быть полезен и в перспективной работе. Ограничения, накладываемые на конструкцию и эксплуатационные характеристики изделия особенностями конкретного модуля и условиями эксплуатации в



Ход центрифуги нового поколения такой плавный, что человек в закрытой кабине не ощущает вращения



составе космической станции, должны быть проработаны на этапе создания макета установки, а затем уже окончательно решены на этапе проектирования бортовой центрифуги».

## НЕ ВМЕСТО, А ВМЕСТЕ

Специалисты ИМБП отмечают: не следует рассматривать центрифугу короткого радиуса в качестве универсального профилактического средства от всех возможных неблагоприятных проявлений невесомости.

«Та система профилактики, которая сейчас есть на борту МКС, не будет отброшена, – пояснила Милена Колотева. – Центрифуга короткого радиуса должна быть интегрирована в алгоритм имеющихся профилактических мер. Исчезновение гидростатического давления крови, отсутствие весовой нагрузки на костно-мышечный аппарат и изменение функционирования афферентных систем нельзя нивелировать имеющимися средствами профилактики. Восполнить отсутствие гравитационных стимулов возможно лишь путем создания искусственной силы тяжести на борту станции. Результаты исследований показывают, что сочетание воздействия

центрифуги и традиционных профилактических средств, например тренировки на велоэргометре, способствует поддержанию гравитационной устойчивости в большей мере, чем использование этих средств в отдельности».

В ИМБП идет разработка периодичности использования центрифуги короткого радиуса. Возможно, она будет применяться в ранние сроки космического полета, начиная буквально со 2–3-го дня пребывания в невесомости и до окончания миссии.

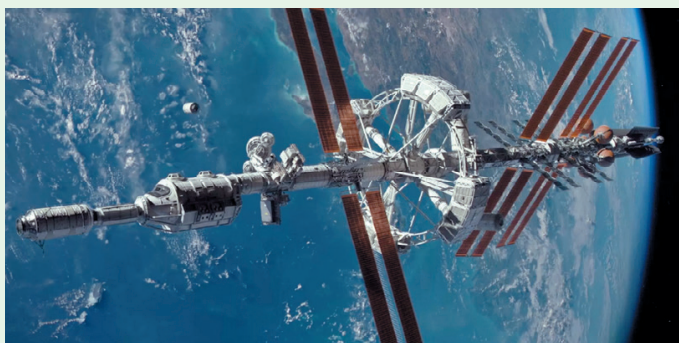
«Сейчас мы ведем речь о дневном использовании центрифуги, потому что должны получать осознанные результаты, – подчеркнула Милена Колотева. – У нас есть возможность общаться во время вращения с испытуемым и фиксировать его ощущения, наблюдения. Но вполне возможно, что у каждого участника экспедиции в дальний космос будет свой протокол использования центрифуги короткого радиуса. У кого-то за время полета, например, к Марсу будет 50 вращений, у кого-то – 150. Это зависит от индивидуальных особенностей человека и реакции физиологической системы. Все это еще подлежит определению». ■

## СИЛА ПРИТЯЖЕНИЯ ИСКУССТВА

Искусственная гравитация фигурирует во многих книгах, фильмах, сериалах, комиксах и компьютерных играх. Например, в фильме Стэнли Кубрика «2001: Космическая одиссея» и одноименном романе Артура Кларка вращающаяся центрифуга космического корабля Discovery создает искусственную гравитацию. Люди там могут ходить по изогнутому «полу», который постоянно вращается внутри внешней оболочки корабля.

В фильме «Интерстеллар», созданном режиссером Кристофером Ноланом, космическая станция и Endurance образуют искусственную гравитацию, вращаясь с определенной частотой, чтобы имитировать гравитацию, аналогичную земной.

В романе Энди Вейра «Марсианин» и одноименном фильме космический корабль «Гермес» намеренно создает искусственную гравитацию. В нем используется кольцевая структура, на периферии которой действуют силы, равные около 40% силы тяжести Земли. Такая искусственная гра-



витация похожа по силе на марсианскую. В центре кольцевой конструкции отсутствие гравитации делает космонавтов практически невесомыми.

Во вселенной телесериала «Звездный путь» искусственная гравитация достигается за счет использования «гравитационной пластины», встроенной в палубу звездолета. А в телесериале «Вдали», премьера которого состоялась в прошлом году, искусственная сила тяжести есть только в каютах экипажа, которые вращаются вокруг основной части космического корабля, не имеющей гравитации.



# ПРОВЕРКА БЕЗ РЕЗУЛЬТАТА

## ДОСРОЧНОЕ ЗАВЕРШЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ СВЕРХТЯЖЕЛОЙ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ SLS МОЖЕТ СТОИТЬ ЛИШНИХ МИЛЛИОНОВ

СВЕРХТЯЖЕЛУЮ РАКЕТУ-НОСИТЕЛЬ SLS ВПОРУ НАЗЫВАТЬ ДОЛГОСТРОЕМ АМЕРИКАНСКОЙ КОСМОНАВТИКИ. ПРОЕКТ, СТАРТОВАВШИЙ ЕЩЕ В ДРУГОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭПОХЕ И СТОИВШИЙ КАЗНЕ МИЛЛИАРДЫ ДОЛЛАРОВ, С КАЖДЫМ ГОДОМ ВЫЗЫВАЕТ ВСЕ БОЛЬШЕ КРИТИКИ. НЕ ПРИБАВИЛИ ОПТИМИЗМА И ДОЛГОЖДАННЫЕ ОГНЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ, ПРЕДПРИНЯТЫЕ В ЯНВАРЕ.

Игорь АФАНАСЬЕВ

16 января проводились огневые стендовые испытания сверхтяжелой ракеты-носителя SLS (Space Launch System), предназначенной для американской лунной программы. Их остановила система аварийной защиты.

Поначалу все шло по плану. Огромный центральный блок SLS (на сегодня самая крупная и мощная ракетная ступень в мире, имеет высоту 64.7 м и диаметр 8.42 м), зажатый в вертикальном испытательном стенде В-2 Космического центра имени Стенниса (округ Хэнкок, штат Миссисипи), ожил: включились четыре его двигателя RS-25, доставшиеся в наследие от шаттлов. Развивая общую тягу более 720 тс и потребляя кислород и водород из колоссальных баков, они должны были проработать 485 секунд. Столько времени требуется SLS, чтобы в реальном полете оторваться от старта и разогнаться до скорости, в 23 раза превышающей

### СЕНАТ НАСТОЯЛ

В 2011 г. президент США Барак Обама закрыл программу Constellation («Созвездие»), объявленную его предшественником – республиканцем Джорджем Бушем-младшим с целью «вернуть американцев на Луну».

Несмотря на проблемы с финансированием, Сенат США настоял на продолжении разработки одного из основных элементов программы – сверхтяжелого носителя – в расчете на перспективы его использования. По этой причине западные острословы называют SLS «Сенатской системой запуска» (Senate Launch System).



скорость звука, доставляя верхнюю ступень с кораблем Orion на высоту более 162 км.

В случае успеха прожига все вопросы, поставленные перед кампанией Green Run\* по подготовке к первому пуску супертяжа, начавшейся год назад, были бы сняты. Но примерно через 45 секунд после включения на одном из четырех двигателей система управления сгенерировала команду «отказ главного компонента», а еще через 20 секунд отключила все двигатели. В итоге двигатели проработали 67 секунд после зажигания.

## НОГУ ЗАНЕСЛИ, НО... ШАГА НЕ СДЕЛАЛИ

После преждевременного завершения испытания Джон Ханикатт, руководитель программы SLS в Центре космических полетов имени Маршалла (Хантсвилл, штат Алабама), сообщил, что команда инженеров уже приступила к анализу данных, который займет несколько дней: «На данный момент я знаю об этом немногим больше вашего. Любая неполадка в двигателе могла инициировать этот сигнал неисправности, но при его поступлении все четыре двигателя были исправны и работали на 109% [номинальной тяги]». Он упомянул также о «небольшой вспышке», зафиксированной примерно через 60 секунд после зажигания в теплозащитном кожухе двигателя №4.

Незадолго до теста, 12 января, представители NASA и компании-производителя Boeing заявили, что для набора массива данных о функционировании центрального блока нужно, чтобы двигатели работали непрерывно не менее 250 секунд. Дело в том, что именно в этот период они отрабатывают полетную циклограмму: включаются, форсируются до 109% тяги от номинала, затем уменьшают ее до 95% для снижения нагрузок на конструкцию ракеты, которая в этот момент в полете проходит зону наибольшего динамического напора, а затем вновь набирают 109% номинала. Таким образом, из-за досрочного аварийного останова основные цели испытаний достигнуты не были.

20 января чиновники NASA назвали причину сбоя. Анализ полученных данных показал, что проблема не в двигателях или оборудовании стенда – там все работало прекрасно. Сбой произошел из-за чрезмерно «зажатых» пара-

\* Это словосочетание используется для обозначения начальных испытаний (обкатки) какой-либо сложной системы.



Установка центральной ступени SLS на испытательный стенд

**В отличие от ранее выполненных проектов, SLS делается при минимальных запасах матчасти: один и тот же блок ракеты предполагается использовать и для огневых стендовых испытаний, и для проверок стартового комплекса, и для отработки заправочных операций. Такая экономия – одна из причин медленных темпов продвижения.**

метров испытаний, заданных из соображений максимальной безопасности во время теста. Конкретно: жесткие ограничения налагались на гидравлическую систему приводов управления вектором тяги двигателей. Ее параметры на двигателе №2 вышли за пределы допуска, из-за чего автоматика и прервала испытания.

Оказывается, первая команда «отказ главного компонента» была сформирована почти сразу – уже через 1.5 секунды после зажигания, но была проигнорирована системой управления, поскольку никак не влияла на работоспособ-





ность двигателей. Возможно, по той же причине (чрезмерно жесткие допуски) аналогичная команда была сформирована и позже, но автоматика на нее прореагировала по-другому. Что касается «вспышки», то инженеры, обследовавшие ступень после отключения двигателей, не нашли никаких следов.

Поскольку результат испытаний нельзя назвать ни положительным, ни отрицательным, ступень готовят к повторному прожигу – он намечен на конец февраля 2021 г.

## СОМНЕНИЯ И АЛЬТЕРНАТИВЫ

С точки зрения сохранности матчасти, ничего чрезвычайного не произошло. Тем не менее повторные испытания, даже если они пройдут полностью успешно, неизбежно приведут к изменению даты первого пуска, намеченной на конец 2021 г.

«Все зависит от того, что это за аномалия и насколько сложно будет ее исправить, – сказал уже бывший администратор NASA Джим Брайденстайн. – Вполне возможно, ничего страшного нет, и тогда мы спокойно отправим ракету на мыс Канаверал и продолжим работы по графику».

На вопрос о реалистичности планов пуска SLS в 2021 г. он ответил: «Думаю, слишком рано говорить об этом. Мы просто еще не знаем».

Впрочем, мало кто удивится такому развитию событий. Проект по созданию SLS можно назвать «космическим долгостроем», ведь сроки первого пуска уже неоднократно переносились. По требованию Сената ракета должна была стартовать еще в 2017 г. По различным причинам эта дата постоянно сдвигалась. А ведь проектирова-

ние основы программы Constellation – носителей Ares I и Ares V – началось еще в 2005 г. Обе ракеты заимствовали компоненты и технологии системы Space Shuttle, из-за чего сенаторы и сделали вывод, что с использованием имеющегося задела ракета SLS на их базе может быть создана достаточно быстро.

Пока намеченного результата достичь не удалось. Отчасти потому, что администрация Барака Обамы, провозгласив в 2011 г. стратегию «гибкого пути», который где-то в 2030-х годах или позже должен был привести американцев на Марс, не поставила никаких конкретных целей, ограниченных по време-

ни. Ну а, как известно, если не знаешь куда плыть, то и ветер не будет попутным.

Наконец, в апреле 2019 г. Майк Пенс, считавшийся первым за многие десятилетия вице-президентом США, которому «небезразличен космос», огласил новую задачу, поставленную президентом Дональдом Трампом: обеспечить высадку «американских мужчин и женщин» на Луну до конца 2024 г., а затем основать там постоянную базу. Это была уже конкретная цель – и NASA взяло под козырек, подтвердив реалистичность сроков.

Выступая перед инженерами проекта SLS, Пенс тогда потребовал утроить усилия, чтобы вовремя выполнить задачу: «Знайте: президент поручил NASA и администратору Джиму Брайденстайну достичь этой цели любыми необходимыми средствами». Он, правда, оговорился, что сам не является приверженцем какой-либо одной ракеты или компании, поскольку целью была Луна, а не средство ее достижения.

«Если нынешние подрядчики не способны достичь этой цели, мы найдем тех, кто сможет, – грозно заявил Пенс в апреле 2019 г. на заседании Национального совета по космосу в Центре космических полетов имени Маршалла в Хантсвилле. – Если американская промышленность сможет предоставить критически важные коммерческие услуги без государственных разработок, мы их купим. И если коммерческие ракеты – единственный способ доставить американских астронавтов на Луну в ближайшие пять лет, да будет так».

Сейчас никто не может точно сказать, когда полетит SLS и когда состоится первая пилотируе-



мая миссия на Луну. Нет никаких гарантий, что сроки, поставленные политическим руководством страны, будут соблюдены. За десятилетие полномасштабной разработки NASA потратило на ракету 17,5 млрд \$ американских налогоплательщиков, а она все еще не летает... Эксперты задаются вопросом: «А на ту ли ракету мы ставим?» Вслед за ними общественность упрекает NASA, что агентство делает ставку на «устаревшую технику прошлого века» и проходит мимо современных технологий, вроде многоразовых носителей Илона Маска.

Через несколько дней после того, как Пенс высказал свою критику, Брайденстайн в Конгрессе поспешил заявить, что NASA изучает возможность использования для достижения Луны уже эксплуатируемой ракеты Falcon Heavy компании SpaceX. Однако влиятельные конгрессмены посоветовали ему оставить эту идею: никто из них не был готов отказаться от рабочих мест в своих штатах, создаваемых проектом SLS.

Встретив отпор, Брайденстайн предпочел забыть о SpaceX и вновь стал говорить, что людей на Луну доставит SLS. Таким образом, при Трампе не могло быть и речи об альтернативе сверхтягу от Boeing. Но теперь в Белом доме новый президент, и кто знает, в какую сторону повернет американская лунная программа...

## НА РАСПУТЬЕ

Остается только гадать, какое решение примет новая администрация США. Если во время тестов или в первом полете с SLS произойдут серьезные неприятности, ракета станет еще более уязвима для критики.

Кое-кто считает, что SLS могут закрыть и в случае успеха многоразовой системы Super Heavy / Starship компании SpaceX. Эта система, в отличие от Falcon Heavy, полностью многоразовая и, что самое главное, по грузоподъемности сравнима с SLS или даже лучше. Правда, носитель Маска пока далек от первого орбитального полета. Сейчас Super Heavy / Starship выглядит предпочтительнее «сенатской ракеты» только в глазах фанатов Илона Маска.

Однако если SLS не сможет в срок обеспечить высадку на Луну «первой женщины и следующего мужчины», то шансы у ракет Илона Маска, при условии, что они к тому времени успеют себя проявить, конечно, повысятся.

Впрочем, есть и более мягкий сценарий. Американские эксперты считают, что администрация Байдена продолжит финансировать «сенатскую ракету», но может замедлить или прекратить разработку ее верхней ступени Exploration Upper Stage, которая обойдется еще в несколько миллиардов долларов. ■



Огневые испытания ступени SLS на испытательном стенде В-2 Космического центра имени Стенниса



Перед лицом Космоса большинство людских дел  
выглядят незначительными, даже пустячными.

*Карл Саган*

# ЛУНА В ПОЛИТИЧЕСКОМ СПЕКТРЕ

ПОРА ПРИЗНАТЬ: КОГДА МЫ ГОВОРим О КОСМОНАВТИКЕ, ТО, САМИ ТОГО НЕ ЖЕЛАЯ, ГОВОРим О ПОЛИТИКЕ. КАЗАЛОСЬ БЫ, ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО НАУЧНЫЙ И ТЕХНИЧЕСКИЙ ВОПРОС СТРОИТЕЛЬСТВА ЛУННОЙ ОРБИТАЛЬНОЙ СТАНЦИИ СРАЗУ ЖЕ ПРЕВРАЩАЕТСЯ В ПОЛИТИЧЕСКИЙ: «А С КЕМ ДРУЖИТЕ?» И ОТВЕЧАТЬ НА НЕГО В БЛИЖАЙШЕЕ ВРЕМЯ ПРИДЕТСЯ ИМЕННО РОССИИ.



Михаил КОТОВ\*

Скорее всего, освоение Луны в ближайшем будущем будет вестись как минимум двумя блоками стран. Первый пул составят США, Канада, Япония, страны ЕС. Возможно, к ним присоединятся другие сателлиты, такие как Израиль, Южная Корея. Во второй пул войдут Россия и Китай, а также некоторые другие страны, не примкнувшие к США. Это, прежде всего, Индия, которая, несмотря на сложные отношения с Китаем, может согласиться на союз с Россией, Турция, которая только начинает космическую программу, но в перспективе может стать серьезным игроком, страны арабского мира, такие как Объединенные Арабские Эмираты, Саудовская Аравия, Египет.

Никто не говорит, что образование такой разношерстной и не всегда сыгранной коалиции будет простым делом, но нужно понимать, что сообща гораздо больше шансов на реализацию полноценной научной миссии и создание долговременной окололунной станции. По одиночке даже самые сильные страны способны лишь на «флаговтык», в котором гораздо больше политики и шоу, чем собственно науки.

Да, для серьезных научных результатов требуется продуманная программа, четкое понимание и распределение ролей с учетом технологических возможностей каждого участника. Это чертовски сложно, но только так человечество сможет выйти на новый этап освоения космического пространства.

Последнее время все активнее проявляет себя частный бизнес, пытается опередить коалиции стран и застолбить себе место на Луне или на Марсе. С большой уверенностью можно сказать, что сил одной, пусть даже очень успешной, частной компании на это не хватит. Для таких грандиозных космических проектов, как строительство базы на Луне или окололунной станции, потребуются командная игра и готовность работать на дальнюю перспективу. Если бы мы жили в идеальном мире, то могли бы помечтать о возможной коалиции всех космических стран ради одного большого и такого сложного дела, как покорение Луны.

Фантасты не раз описывали совместную работу специалистов всей Земли ради будущего,



ради науки, ради космоса. Создание лунной базы в таких условиях совместной работы стало бы не фантастикой, а делом ближайших пяти, максимум десяти, лет. Увы, нужно признать, что мы живем не в идеальном мире.

США предлагали России принять участие в американской программе Deep Space Gateway, но не на правах равноправного партнера, а на правах подрядчика, и, естественно, получили отказ. Значит американская окололунная станция Gateway будет создаваться без российского участия.

В результате мы получим ситуацию современной околоземной космонавтики: множество отдельных программ, зачастую дублирующих и повторяющих друг друга. Такое покорение Луны несколькими конкурирующими командами в конечном счете дороже, медленнее и гораздо менее эффективно.

Не раз и не два было замечено, что специалисты, работающие в космической отрасли, не только космонавты, но и наземный персонал, умеют договариваться гораздо лучше, чем политики. Понимание, что все делают одно большое дело, позволяет быстрее находить общий язык, видеть выгоду от сотрудничества, забывать про границы, разделяющие нас в обычной жизни.

Хочется надеяться, что и в ближайшее время талант договариваться окажется сильнее политических амбиций. Такое было уже не раз: достаточно вспомнить программу «Союз-Аполлон» или просто поднять глаза к небу, где работает Международная космическая станция. Вместе мы сможем гораздо больше, в том числе и на Луне. ■

---

\* Научный журналист.



РАССЕКРЕЧЕНО



# ПОСЛЕДНЯЯ ПОБЕДА КОРОЛЁВА

## ДЕТАЛИ ПОДГОТОВКИ К ПЕРВОЙ МЯГКОЙ ПОСАДКЕ НА ЛУНУ

Игорь АФАНАСЬЕВ

РАБОТА С ИСТОРИЧЕСКИМИ АРТЕФАКТАМИ ИЗ АРХИВОВ РОСКОСМОСА НЕИЗМЕННО ПРИНОСИТ НЕ ТОЛЬКО ИНТЕРЕСНЫЕ ПОДРОБНОСТИ ЛЕТОПИСИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КОСМОНАВТИКИ, НО И НАСТОЯЩИЕ ОТКРЫТИЯ, ИНОГДА ЛИЧНОСТНОГО, А ПОРОЙ ЗНАКОВОГО ХАРАКТЕРА. КАК РАЗ К ТАКОМУ ТИПУ ОТНОСЯТСЯ ДОКУМЕНТЫ, РАССЕКРЕЧЕННЫЕ К ЮБИЛЕЮ ПЕРВОЙ В МИРЕ МЯГКОЙ ПОСАДКИ НА СПУТНИК ЗЕМЛИ, СОВЕРШЕННОЙ 55 ЛЕТ НАЗАД СОВЕТСКОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СТАНЦИЕЙ «ЛУНА-9». РЯД СВЕДЕНИЙ ПОЗВОЛЯЕТ ИНАЧЕ ВЗГЛЯНУТЬ НА ИЗВЕСТНЫЕ, КАЗАЛОСЬ БЫ, СОБЫТИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ВЫПОЛНЕНИЕМ ЭТОГО УНИКАЛЬНОГО ПРОЕКТА.



## РОЖДЕНИЕ Е-6

Еще до того, как первые «лунники» вывели Советский Союз в лидеры освоения ближнего космоса, главный конструктор ОКБ-1 С.П.Королёв в середине 1958 г. – начале 1959 г. поставил перед своим коллективом задачу сделать аппарат, способный не просто достичь Луны, а не разбиться о поверхность и работать на ней какое-то время, сообщая на Землю важную научную информацию. Реализация проектов «Объект Е-6» (для решения задачи мягкой посадки) и «Объект Е-7» (для создания искусственного спутника Луны) была санкционирована постановлениями Центрального комитета (ЦК) Коммунистической партии Советского Союза (КПСС) и Совета министров (Совмин) СССР от 10 декабря 1959 г. №1388-618 и от 11 октября 1960 г. №1110-462 с целевым сроком начала запусков в 1961 г.

Однако уже через полгода вышло постановление от 13 мая 1961 г. №420-174, которое пересматривало все предложенные на тот момент космические планы в пользу военно-прикладных программ. Под нож попали многие проекты, включая объекты Е-4 (автомати-

ческий контейнер с ядерным боезарядом для прямой – оптической – регистрации факта падения в Луну) и уже упомянутый Е-7. Однако станция для мягкой посадки Е-6 выжила, правда, сроки подготовки ее к пускам были перенесены на 1962 г. ОКБ-1 определило облик аппарата к маю 1961 г.

«Объект Е-6» был гораздо сложнее и тяжелее первых «лунников». Для его запуска планировалось использовать четырехступенчатую ракету-носитель 8К78 (позже ее назвали «Молния»). В это время она разрабатывалась в ОКБ-1 под задачи отправки автоматических станций к Марсу и Венере.

**Проект Е-6 решал многие абсолютно новые на тот момент задачи: старт с промежуточной околоземной орбиты; автономная навигация по звездам; коррекция траектории на большом удалении от Земли; многократный запуск многорежимной двигательной установки в космосе; точное прицеливание и мягкая посадка на безатмосферное небесное тело.**

20

ЦК КПСС

В соответствии с постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 13 мая 1961 г. № 420-174 проведена разработка, изготовление и подготовка к пускам трех космических ракет с автоматическими станциями для исследования Луны.

Задачами пуска являются:

- экспериментальная проверка осуществления "мягкой" посадки автоматической лунной станции (АЛС) на поверхность Луны;
- научные исследования по изучению магнитного поля Луны, космических лучей и сейсмических явлений на Луне;
- получение и передача на Землю телевизионного изображения лунного ландшафта и микроструктуры поверхности Луны;
- проверка работы конструкции объектов в космическом пространстве, принципов ориентации космических объектов и принципов астрокоррекции траектории полета;
- проверка принципов осуществления дальней космической радиосвязи в метровом диапазоне волн и траекторных радиоизмерений.

Конструкция объекта Е-6 предусматривает отделение и посадку АЛС, весом 95 кг, на поверхность Луны. "Мягкая" посадка АЛС (до 200 ед) обеспечивается торможением объекта путем включения двигательной установки на расстоянии 75 км от поверхности Луны.

Для обеспечения попадания в определенный район Луны предусмотрена коррекция движения объекта с помощью корректирующей тормозной двигательной установки (КТДУ), так как ошибки выведения системы управления могут привести к промаху 6,5 тыс. км.

21

2.

Осуществление коррекции траектории должно быть произведено через 86 часов с момента пуска на расстоянии 250±280 тыс. км. Величина и направление корректирующего импульса будут определены на основе точных измерений траектории объекта.

Время полета объекта "Е-6" 3,5 суток, время работы АЛС после посадки 5 суток.

В качестве носителя для объектов "Е-6" используются четырехступенчатые ракеты 8К78, созданные на базе ракеты Р-7. Запуск четвертой ступени носителя производится с промежуточной орбиты спутника Земли.

Для наблюдения и управления объектом в полете и приема с АЛС научной информации будет использован специальный измерительный наземный комплекс дальней космической радиосвязи (г. Симферополь). При проведении телеметрических измерений на начальном участке орбиты и при полете на орбите спутника Земли будут использованы средства существующих наземных измерительных пунктов Министерства обороны СССР и плавучие измерительные комплексы (ТОГЭ-4 и корабли ПТК).

Пуски объектов "Е-6" по астрономическим условиям могут производиться в строго определенное время – 1 раз в месяц.

Просим одобрить наши предложения о запуске космических ракет с автоматическими лунными станциями.

Д. УСТИНОВ  
С. ВЕРБОВ  
В. КАЛЫКОВ  
М. КЕЛДЫШ  
М. ЗАХАРОВ  
С. БИРЮЗОВ

6020

Докладная записка в ЦК КПСС от 10 октября 1962 г.



Базой конструкции объекта Е-6 стала корректирующе-тормозная двигательная установка, созданная в ОКБ-2 А.М.Исаева и обеспечивающая несколько режимов работы. К ней крепились два отделяемых блока со служебной аппаратурой: перед посадкой на Луну, когда необходимость в них отпадала, они сбрасывались. Основу научного оборудования составляли панорамная телекамера и приборы регистрации космического излучения.

В соответствии с директивными документами, ОКБ-1 приступило к изготовлению трех «Объектов Е-6». По готовности, 10 октября 1962 г. в ЦК КПСС ушла докладная записка с просьбой одобрить выполнение запусков лунных станций, которые по астрономическим условиям можно было выполнять в строго определенное время – один раз в месяц. Записку подписали зампред Совмина СССР, председатель Военно-промышленной комиссии Д.Ф.Устинов, первый зампред Госкомитета по оборонной технике С.А.Зверев,

председатель Госкомитета по радиоэлектронике В.Д.Калмыков, председатель Междуведомственного научно-технического совета по космическим исследованиям при Академии наук СССР М.В.Келдыш, заместитель председателя КГБ СССР Н.С.Захаров и главком Ракетных войск стратегического назначения С.С.Бирюзов.

Авторы записки, очень влиятельные люди в высших эшелонах власти, указывали: запуски Е-6 «позволят провести экспериментальную проверку принципов астрокоррекции траектории полета, осуществления мягкой посадки автоматической станции на поверхность Луны с выполнением научных исследований и передачей на Землю телевизионного изображения лунного ландшафта и микроструктуры поверхности» нашего естественного спутника.

Предложения были одобрены. Первую попытку запуска «Объекта Е-6» предприняли 4 января 1963 г., но она оказалась неудачной из-за незапуска двигателя четвертой ступени (блока «Л») ракеты-носителя. В тот же день в ЦК КПСС ушла шифрограмма с сообщением о неудаче, а также о подготовке нового аппарата к астрономической дате 2–3 февраля 1963 г.

Интересно, что Техническое задание на объект Е-6, подготовленное еще в 1962 г., было утверждено С.П.Королёвым лишь 3 января следующего года, накануне первого запуска Е-6. Можно полагать, что руководство ОКБ-1 направило данный документ в Академию наук СССР, чтобы привлечь к работам дополнительное внимание (хотя под подписью М.В.Келдыша на документе стоит «1962 г.» – число и месяц не указаны).

## НЕ ПРОСТО ЕЩЕ ОДНА БУКВА В ИНДЕКСЕ

23 января 1963 г. состоялось совещание Междуведомственного научно-технического совета по космическим исследованиям. Оно посвящалось обсуждению «физических условий на поверхности Луны, применительно к конструкции скафандра космонавта (!) для выхода на поверхность Луны, а также... условий, которые необходимо учитывать при проектировании космических кораблей, предназначенных для посадки на Луну».

Протокол совещания документально подтверждает, что советская пилотируемая программа того времени имела целью высадку человека на Луну, а экспедиции Е-6 направлялись на обеспечение этой цели. Не менее интересно и то,

Источник: www.roscosmos.ru/media/files/history/luna9/1963-01-04.pdf

г. возврату в 4 отдела 8 управления Генерального Штаба в течение 6 суток с момента получения

Экз. № 1

т. Хрущеву Н. С.

СОВЕРШЕННО СЕКРЕТНО (по указанию)

снятие копий воспрещается

**ВХОДЯЩАЯ ШИФРТЕЛЕГРАММА № 100109/ш**

респондента 29 Подана 4.1.63 19.00 Принята 4.1.63 19.55

шла в 8 управление Генерального Штаба 4.1.63 20.00

ПОЛУЧИЛИ ВОЗВРАТУ в 4 отдел общего штаба ЦК КПСС

Вх. № 29 Ш. 5/1 19.63 г.

Ц К К П С С

**РАСЕКРЕЧЕНО**

Д о к л а д ы в а е м:

4 января 1963 года в 11 часов 49 минут московского времени была предпринята попытка пуска объекта Е6 к луне с задачей мягкой посадки на ее поверхность автоматической лунной станции (АЛС).

Четырехступенчатая ракета-носитель стартовала в назначенное время и вывела на промежуточную орбиту четвертую ступень с объектом Е6 и АЛС.

Включение двигателя четвертой ступени должно было произойти в заданном месте промежуточной орбиты (над юго-западным побережьем Африки) для вывода Е6 на траекторию к луне, однако двигатель включен не был.

Для выяснения причин незапуска двигателя четвертой ступени создана техническая комиссия под руководством тов. КОРОЛЕВА.

Одновременно составлен план подготовки носителя с

Провал 4.1.63 20.15 Бугранов тп. 12 экз. ///

Хрущеву	№	№	№
Хрущеву	№	№	№
Козлову	№	№	№
Малиновскому	№	№	№
№	№	№	№
№	№	№	№
№	№	№	№
№	№	№	№

Начальник смены 4 отдела 8 управления Генерального Штаба *Логин*

**Шифртелеграмма С.П. Королёва, Г.А. Тюлина и А.Г. Захарова в ЦК КПСС (4 января 1963 г.)**



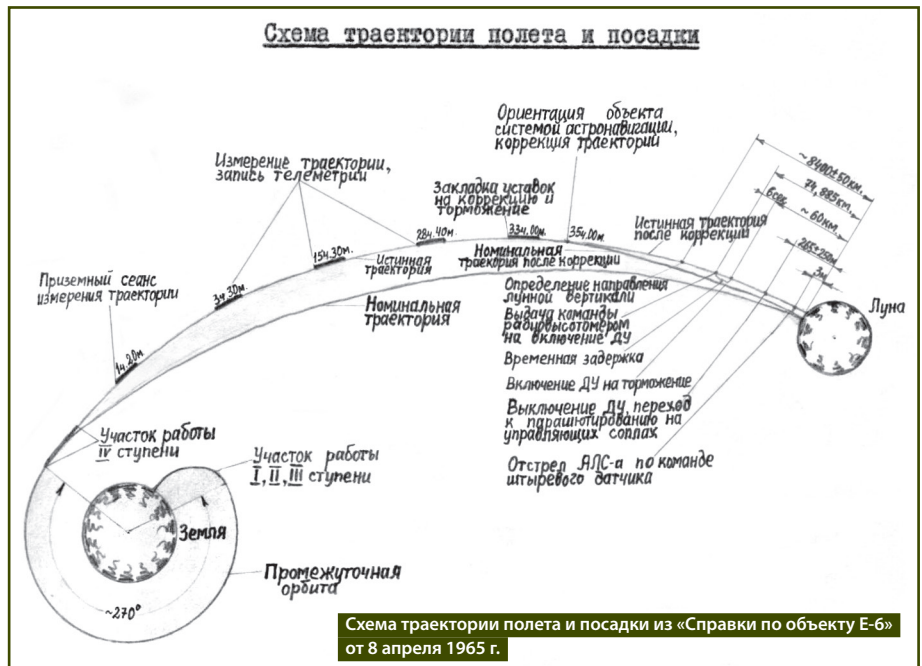
что совещание состоялось за полтора года до того, как официально было санкционировано создание ракетно-космического комплекса Н1-ЛЗ для осуществления высадки советского космонавта на Луну.

Второй запуск Е-6 (3 февраля 1963 г.) опять был неудачным. Стало ясно, что мягко прилуниться быстро не получится, и трех изготовленных станций Е-6 мало. Уже 7 февраля 1963 г. С.П.Королёв пишет М.В.Келдышу письмо о необходимости изготовить пять дополнительных «Объектов Е-6» (и еще одного – в запас), мотивируя просьбу возможностью выполнить до конца 1963 г. еще несколько попыток мягкой посадки (отмечая, правда, что поставка еще пяти-шести комплектов Е-6 в течение года – трудная задача, однако без ее решения вся лунная программа застопорится).

Предложения главного конструктора ОКБ-1, поддержанные президентом Академии наук СССР, получили одобрение и были приняты постановлением ЦК КПСС и Совмина СССР от 21 марта 1963 г. №371-129. В том же году планировалось изготовить пять «Объектов Е-6» и выделить для их запусков пять ракет-носителей.

Менее чем через две недели после выхода постановления, в очередную астрономическую дату 2 апреля был запущен последний Е-6 первой партии. Основную задачу вновь решить не удалось из-за отказа системы астронавигации, однако станция смогла наконец стартовать с околоземной орбиты и даже облететь Луну. Все системы доказали свою работоспособность, подтвердив целесообразность продолжения работ по «Объекту Е-6».

2 октября 1963 г. Сергей Павлович направил Мстиславу Всеволодовичу письмо с техническим отчетом по трем выполненным запускам. Перед описанием результатов миссий он подчеркнул новизну проекта, отметив, что впервые были применены новые решения: объединенная система управления космическим аппаратом и верхними ступенями ракеты; корректирующе-тормозная двигательная установка с двойным запуском в полете (в сеансе «коррекция» и «торможение») и другие новинки космической техники. Можно полагать, что главный конструктор специально подчеркивает сложность и но-



визну решаемых задач, поскольку результаты запусков не вдохновляли.

Между тем изготовление второй партии лунных станций затягивалось. До конца 1963 г. успевали сделать только один экземпляр. Распоряжение Совмина СССР от 30 декабря 1963 г. №2615 разрешало перенести изготовление «четырёх космических объектов Е-6 с носителями» на 1-й квартал 1964 г.





Ориентировочная стоимость запуска

Стоимость объекта	- 3700 тыс.руб.
Стоимость носителя	- 1800 тыс. руб.
Стоимость работ наземного комплекса, транспортировка, командировки	- 570 тыс.руб.
<b>Итого:</b>	<b>- 6070 тыс.руб.</b>

Итоги произведенных пусков

Было произведено 6 пусков объектов "Е-6":

4 января 1963 г. - объект с блоком "Д" вышел на орбиту спутника Земли. Запуск двигателя блока "Д" не произошел из-за выхода из строя преобразователя ПТ-500 (разработчик - ВНИИЭМ Госкомитета по электротехнике);

3 февраля 1963 г. - авария блока "Д" из-за отказа в работе блока "И-100" (автономная система управления разработки НИИ-944);

2 апреля 1963 г. - объект вышел на расчетную орбиту. В связи с отказом в работе системы астроориентации (разработчик НИИ-923 МАП) не удалось провести сеанс коррекции и объект прошел мимо Луны.

21 марта 1964 г. - авария из-за поломки штока пироузла клапана окислителя двигателя 8Д715К (разработчик - ОКБ-154). Двигатель третьей ступени не вышел на основной режим.

20 апреля 1964 г. - авария из-за потери устойчивости изделия на участке работы 3-ей ступени в связи с ненормальной работой системы электропитания: ненормальная работа преобразователя ПТ-500 и как следствие - отказ в работе временных устройств.

12 марта 1965 г. - объект с блоком "Д" вышел на траекторию спутника Земли. Двигатель блока "Д" не включился из-за выхода из строя преобразователя ПТ-500. Принято решение на последующих объектах устанавливать преобразователь ПТ-200, надежность работы которого подтверждена.

Страница из «Справки по объекту Е-6»  
от 8 апреля 1965 г.

**СКОЛЬКО СТОИЛА ЛУНА?**

Каждый старт лунного автомата «влетал в копеечку». Рассекреченные документы дают представление о масштабах затрат на советскую лунную программу.

В частности, запуск одной станции Е-6 обходился стране - в ценах 1965 г. - в 6.07 млн руб<sup>1)</sup>, в том числе «Объект Е-6» стоил 3.7 млн руб, ракета-носитель - 1.8 млн руб, работа наземного комплекса оценивалась в 0.57 млн руб.

В справке от 24 апреля 1965 г.<sup>2)</sup> указаны ориентировочные затраты: по первой партии аппаратов Е-6 - 20.375 млн руб, по второй - 26.85 млн руб.

<sup>1)</sup> [https://www.roscosmos.ru/media/files/history/luna9/1965-04-08\\_spavka-e6.pdf](https://www.roscosmos.ru/media/files/history/luna9/1965-04-08_spavka-e6.pdf)

<sup>2)</sup> <https://www.roscosmos.ru/media/files/history/luna9/1965-04-24.pdf>

Спустя пять дней руководители оборонной отрасли и Академии наук направили в ЦК КПСС записку с предложениями по изучению космического пространства. В ней, в частности, говорилось о необходимости исследования Луны с помощью автоматических аппаратов в обеспечение посадочной пилотируемой экспедиции, намечавшейся тогда на 1968-1970 гг.; в 1964 г. предлагалось продолжить пуски «Объектов Е-6», а также возобновить работы по искусственному спутнику Луны - «Объекту Е-7».

Эти предложения получили развитие в историческом постановлении от 3 августа 1964 г. №655-268 «О работах по исследованию Луны и космического пространства», которое дало старт пилотируемым лунным программам Н1-Л3 и УР-500-Л1. Неотъемлемой частью работ являлось исследование Селены автоматами: приложение к документу поручало обеспечить запуск в 1965-1966 гг. шести «Объектов Е-6» «с мягкой посадкой на поверхность Луны для изучения физических явлений на поверхности и фотографирования лунного ландшафта».

Между тем запуски Е-6, возобновившиеся в марте 1964 г., успеха не принесли: 21 марта и 20 апреля все закончилось авариями. В следующем году положение не улучшилось: 12 марта и 10 апреля - снова аварии на участках работы четвертой и третьей ступеней ракет соответственно.

**В ИТОГЕ - УСПЕХ**

В справке, направленной 24 апреля 1965 г. в Комиссию по военно-промышленным вопросам Президиума Совмина СССР, досконально разбираются нештатные ситуации запусков «Объектов Е-6», подчеркивается значение программы для пилотируемой экспедиции на Луну, указывается перечень доработок аппарата. В ней также говорится о необходимости перехода на новую электронику (разработка Е-6 началась в 1959 г., и к середине 1960-х «борт» стал устаревать), в том числе с учетом опыта развернувшихся работ по проекту Е-8 «луноход».

Таким образом, ОКБ-1 еще весной 1965 г. организовало большую ревизию проекта Е-6 для существенного увеличения надежности выполнения основной задачи.

Параллельно 25 мая 1965 г. М.В.Келдыш направил С.П.Королёву письмо с предложениями по составу научной аппаратуры и по научной



программе станции, получившей наименование «Объект Е-6М».

Примерно в это время к проекту Е-6М начали привлекать ОКБ-301 Машиностроительного завода имени С.А.Лавочкина, на который после выхода постановления от 3 августа 1964 г. планировалось передать работы по автоматическим аппаратам для исследования дальнего космоса, чтобы освободить ОКБ-1 для решения задачи высадки человека на Луну.

7 июня 1965 г. главный конструктор ОКБ-301 Г.Н.Бабакин получил «Научную программу Е-6М» для учета в конструкторских работах. Видимо, полноценное включение Завода Лавочкина в проект произошло по приказу министра общего машиностроения С.А.Афанасьева от 10 июля 1965 г. №129, возлагающему на лавочкинцев изготовление ряда комплектующих к лунным станциям. Приложение к приказу содержало план-график поставки ракет-носителей, разгонных блоков «Л» и «Объектов Е-6М» (четырёх летних и двух для стендовых испытаний) в период с октября 1965 г. по июнь 1966 г.

Исходные данные на станцию Е-6М, подготовленные в июне 1965 г., 14 августа были отправлены заместителем главного конструктора ОКБ-1 П.В.Цыбиным в адрес заместителя министра общего машиностроения Г.А.Тюлина. В этом документе ОКБ-1 предлагало конкретный перечень доработок Е-6 для повышения надежности объекта, затрагивающих практически все системы: увеличивались емкость баков и «плечи» управляющих сопел системы ориентации

224

Исх. Д-675сс

п/л 2287

25 мая 1965

Секретно  
Экз. № 3

ГЛАВНОМУ КОНСТРУКТОРУ ОКБ-1 МОМ  
академику КОРОЛЕВУ С.П.

Копия: ГЛАВНОМУ КОНСТРУКТОРУ НИИ-885  
члену-корреспонденту АН СССР РЯЗАНСКОМУ М.С.

Направляю Вам предложения по научной программе объектов Е6М (серия 1965-66 г.г.), подготовленные в Междупрофессиональном научно-техническом совете по космическим исследованиям совместно с институтами Академии наук СССР и предварительно согласованные с представителями ОКБ-1 и НИИ-885.

После проработки сопряжения предлагаемых экспериментов с конструкцией и схемой объекта Е6М, прошу представить Ваши предложения по составу научной аппаратуры в МНТСПОКИ для окончательного утверждения.

ПРИЛОЖЕНИЕ: мп Д-1056сс на 2-х л.  
науч.-на. Д-1056сс 18.11.65

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ МЕЖПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОВЕТА ПО КОСМИЧЕСКИМ  
ИССЛЕДОВАНИЯМ ПРИ АН СССР  
академик -

( М.В.КЕЛДЫШ )

«Предложения по научной программе объектов Е-6М»  
от 26 мая 1965 г.



Сборка автоматической лунной станции на Машиностроительном заводе имени С.А.Лавочкина. Кадр из телефильма «Высокие орбиты». 80-летию НПО Лавочкина посвящается»

Источник: www.cosmos.ru/media/files/history/luna9/1965-05-26.pdf





Аналог автоматической лунной станции «Луна-9» в музее НПО Лавочкина

двигательной установки; вносились изменения в систему радиосвязи и навесные отсеки, при этом оставался прежним общий конструктив. Объем доработок соответствовал созданию новой автоматической станции.

Примерно тогда же баллистик НИИ-4 П.Е.Эльясберг и начальник сектора ОКБ-1 В.К.Безвербый обобщили варианты повышения точности измерения параметров траектории полета Е-6М на Луну: в частности, с использованием нового приемо-ответчика, который обеспечивал почти на порядок более высокую точность угловых измерений. Этот прибор также повышал надежность объекта в целом, так как на больших дальностях измерения производились с нескольких наземных пунктов.

Летом 1965 г. речь шла об изготовлении семи Е-6М (пяти летных и двух запасных) и пяти ракет-носителей. Дальнейшие работы над «Объектами Е-6М» проводились ОКБ-1 и ОКБ-301 совместно с постепенной передачей конструкторской документации и матчасти из «куста»

С.П.Королёва – заводов «Прогресс» (Куйбышев), №88 (Подлипки) и собственно ОКБ-1 – на Завод имени С.А.Лавочкина.

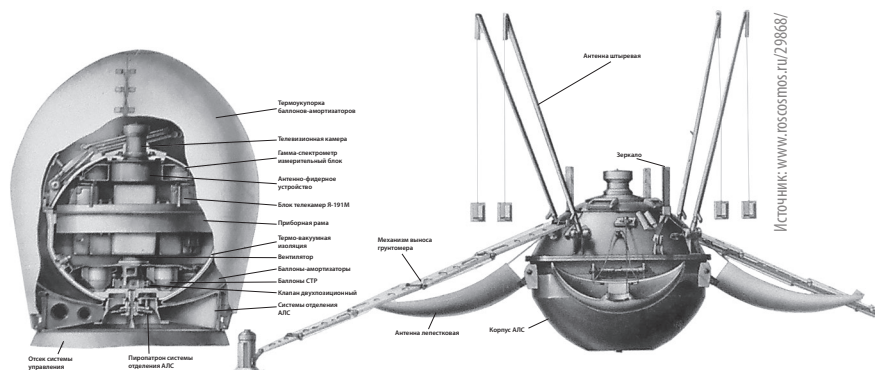
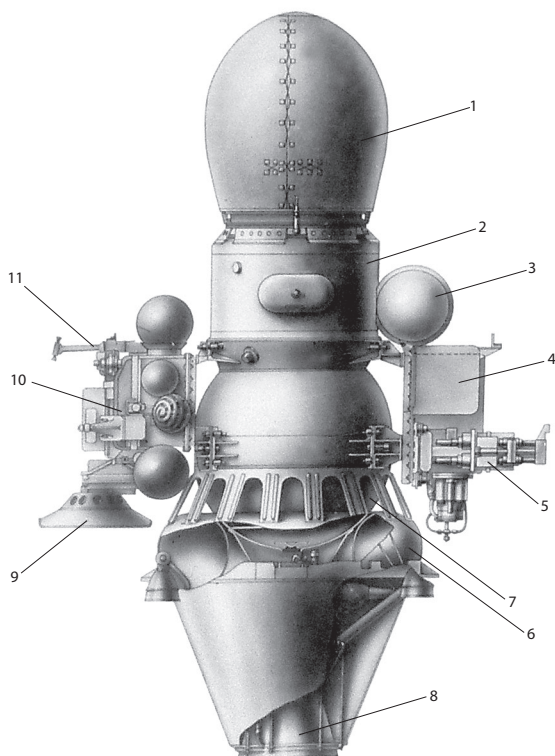
Очередной приказ С.А.Афанасьева по теме Е-6/Е-6М №277 вышел 15 октября 1965 г. и подчеркивал «исключительную важность продолжения экспериментальных пусков... для отработки системы мягкой посадки на Луну».

Документ устанавливал сроки запуска объектов Е-6 (№12) и Е-6М (№202): они «должны быть произведены 1–3 декабря 1965 г. и 1–2 января 1966 г. соответственно».

Первой 3 декабря стартовала «Луна-8», которая через три дня достигла цели, но разбилась при посадке. Это был последний «лунник», запущенный С.П.Королёвым: через месяц главный конструктор ОКБ-1 лег в больницу и 14 января 1966 г. умер во время плановой операции.

Отправить первую Е-6М в начале января не успели, хотя именно она и принесла Сергею Павловичу заслуженный, но, увы, посмертный, триумф.





1 - АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЛУННАЯ СТАНЦИЯ (АЛС), 2 - ОТСЕК СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, 3 - ПРИЕМОУВЕТЧИК, 4 - ОТДЕЛЯЕМЫЙ ОТСЕК I (ЭЛЕКТРОННАЯ АППАРАТУРА СИСТЕМЫ АСТРОНАВИГАЦИИ, ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ), 5 - БЛОК ДАТЧИКОВ СИСТЕМЫ АСТРОНАВИГАЦИИ, 6 - БАК ГОРЮЧЕГО, 7 - БАК ОКСИДЕЛЯ, 8 - ДВИГАТЕЛЬ, 9 - РАДИОВЫСОТОМЕТР, 10 - ОТДЕЛЯЕМЫЙ ОТСЕК II (АППАРАТУРА КОМАНДНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ РАДИОЛИНИИ, ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ), 11 - ПНЕВМОСИСТЕМА ОРИЕНТАЦИИ

Проспект автоматической лунной станции Е-6М

## ВЕЧНЫЙ ПАМЯТНИК

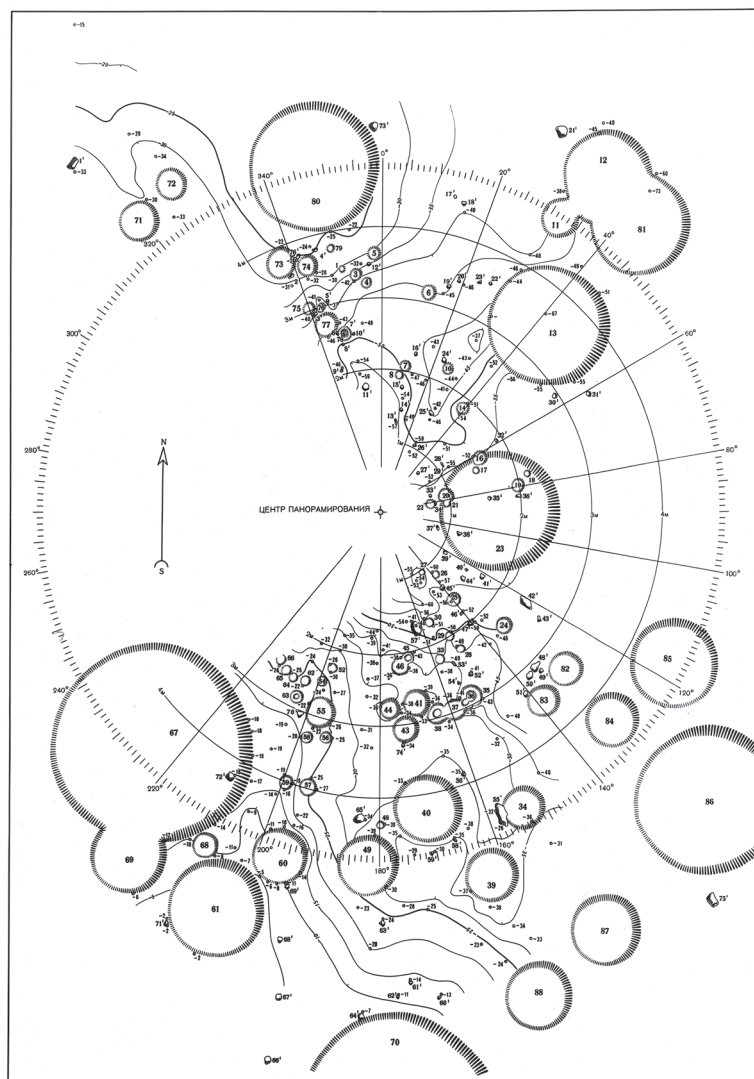
Ставшие открытыми документы показывают, что вся идеология лунных посадочных аппаратов – как Е-6, так и Е-6М – была сформирована в ОКБ-1. Изготовление станции Е-6М (№202) началось еще в Подлипках, но завершилось уже в Химках. Решение о ее запуске зафиксировано в историческом протоколе заседания Госкомиссии, состоявшегося на Байконуре 31 января 1966 г.

«1. Пуск изделия 8К78М [ракета-носитель «Молния-М»] №49 с объектом Е6М №202 [будущая «Луна-9»] произвести 31 января 1966 г. в 14 часов 41 минуту 37.6 секунд  $\pm$  10 секунд (время московское).

2. Разрешить техническому руководителю испытаний, главному конструктору тов. Бабакину Г.Н. и инженер-полковнику тов. Кириллову А.С. произвести пуск изделия в установленное время».

Исторический старт состоялся в обозначенный момент. И носитель (включая блок «Л»), и сам «Объект Е-6М» отработали штатно, с честью выполнив возложенные на них задачи. 3 февраля 1966 г. автоматическая лунная станция «Луна-9» (Е-6М №202) успешно совершила мягкую посадку в точке с координатами 7°8' с.ш. и 64°22' з.д. в районе океана Бурь, западнее кратеров Рейнер и Марий. Там она и находится и будет находиться тысячи, а возможно, и миллионы лет – как памятник С.П.Королёву и его соратникам. ■

## ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ СХЕМА МЕСТА ПОСАДКИ СОВЕТСКОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ "ЛУНА-9"



УСЛОВНЫЕ  
ОБОЗНАЧЕНИЯ  
+15  
—15  
—35  
—55  
—75  
—95  
—115  
—135  
—155  
—175  
—195  
—215  
—235  
—255  
—275  
—295  
—315  
—335  
—355  
—375  
—395  
—415  
—435  
—455  
—475  
—495  
—515  
—535  
—555  
—575  
—595  
—615  
—635  
—655  
—675  
—695  
—715  
—735  
—755  
—775  
—795  
—815  
—835  
—855  
—875  
—895  
—915  
—935  
—955  
—975  
—995  
—1015  
—1035  
—1055  
—1075  
—1095  
—1115  
—1135  
—1155  
—1175  
—1195  
—1215  
—1235  
—1255  
—1275  
—1295  
—1315  
—1335  
—1355  
—1375  
—1395  
—1415  
—1435  
—1455  
—1475  
—1495  
—1515  
—1535  
—1555  
—1575  
—1595  
—1615  
—1635  
—1655  
—1675  
—1695  
—1715  
—1735  
—1755  
—1775  
—1795  
—1815  
—1835  
—1855  
—1875  
—1895  
—1915  
—1935  
—1955  
—1975  
—1995  
—2015  
—2035  
—2055  
—2075  
—2095  
—2115  
—2135  
—2155  
—2175  
—2195  
—2215  
—2235  
—2255  
—2275  
—2295  
—2315  
—2335  
—2355  
—2375  
—2395  
—2415  
—2435  
—2455  
—2475  
—2495  
—2515  
—2535  
—2555  
—2575  
—2595  
—2615  
—2635  
—2655  
—2675  
—2695  
—2715  
—2735  
—2755  
—2775  
—2795  
—2815  
—2835  
—2855  
—2875  
—2895  
—2915  
—2935  
—2955  
—2975  
—2995  
—3015  
—3035  
—3055  
—3075  
—3095  
—3115  
—3135  
—3155  
—3175  
—3195  
—3215  
—3235  
—3255  
—3275  
—3295  
—3315  
—3335  
—3355  
—3375  
—3395  
—3415  
—3435  
—3455  
—3475  
—3495  
—3515  
—3535  
—3555  
—3575  
—3595  
—3615  
—3635  
—3655  
—3675  
—3695  
—3715  
—3735  
—3755  
—3775  
—3795  
—3815  
—3835  
—3855  
—3875  
—3895  
—3915  
—3935  
—3955  
—3975  
—3995  
—4015  
—4035  
—4055  
—4075  
—4095  
—4115  
—4135  
—4155  
—4175  
—4195  
—4215  
—4235  
—4255  
—4275  
—4295  
—4315  
—4335  
—4355  
—4375  
—4395  
—4415  
—4435  
—4455  
—4475  
—4495  
—4515  
—4535  
—4555  
—4575  
—4595  
—4615  
—4635  
—4655  
—4675  
—4695  
—4715  
—4735  
—4755  
—4775  
—4795  
—4815  
—4835  
—4855  
—4875  
—4895  
—4915  
—4935  
—4955  
—4975  
—4995  
—5015  
—5035  
—5055  
—5075  
—5095  
—5115  
—5135  
—5155  
—5175  
—5195  
—5215  
—5235  
—5255  
—5275  
—5295  
—5315  
—5335  
—5355  
—5375  
—5395  
—5415  
—5435  
—5455  
—5475  
—5495  
—5515  
—5535  
—5555  
—5575  
—5595  
—5615  
—5635  
—5655  
—5675  
—5695  
—5715  
—5735  
—5755  
—5775  
—5795  
—5815  
—5835  
—5855  
—5875  
—5895  
—5915  
—5935  
—5955  
—5975  
—5995  
—6015  
—6035  
—6055  
—6075  
—6095  
—6115  
—6135  
—6155  
—6175  
—6195  
—6215  
—6235  
—6255  
—6275  
—6295  
—6315  
—6335  
—6355  
—6375  
—6395  
—6415  
—6435  
—6455  
—6475  
—6495  
—6515  
—6535  
—6555  
—6575  
—6595  
—6615  
—6635  
—6655  
—6675  
—6695  
—6715  
—6735  
—6755  
—6775  
—6795  
—6815  
—6835  
—6855  
—6875  
—6895  
—6915  
—6935  
—6955  
—6975  
—6995  
—7015  
—7035  
—7055  
—7075  
—7095  
—7115  
—7135  
—7155  
—7175  
—7195  
—7215  
—7235  
—7255  
—7275  
—7295  
—7315  
—7335  
—7355  
—7375  
—7395  
—7415  
—7435  
—7455  
—7475  
—7495  
—7515  
—7535  
—7555  
—7575  
—7595  
—7615  
—7635  
—7655  
—7675  
—7695  
—7715  
—7735  
—7755  
—7775  
—7795  
—7815  
—7835  
—7855  
—7875  
—7895  
—7915  
—7935  
—7955  
—7975  
—7995  
—8015  
—8035  
—8055  
—8075  
—8095  
—8115  
—8135  
—8155  
—8175  
—8195  
—8215  
—8235  
—8255  
—8275  
—8295  
—8315  
—8335  
—8355  
—8375  
—8395  
—8415  
—8435  
—8455  
—8475  
—8495  
—8515  
—8535  
—8555  
—8575  
—8595  
—8615  
—8635  
—8655  
—8675  
—8695  
—8715  
—8735  
—8755  
—8775  
—8795  
—8815  
—8835  
—8855  
—8875  
—8895  
—8915  
—8935  
—8955  
—8975  
—8995  
—9015  
—9035  
—9055  
—9075  
—9095  
—9115  
—9135  
—9155  
—9175  
—9195  
—9215  
—9235  
—9255  
—9275  
—9295  
—9315  
—9335  
—9355  
—9375  
—9395  
—9415  
—9435  
—9455  
—9475  
—9495  
—9515  
—9535  
—9555  
—9575  
—9595  
—9615  
—9635  
—9655  
—9675  
—9695  
—9715  
—9735  
—9755  
—9775  
—9795  
—9815  
—9835  
—9855  
—9875  
—9895  
—9915  
—9935  
—9955  
—9975  
—9995  
—10015  
—10035  
—10055  
—10075  
—10095  
—10115  
—10135  
—10155  
—10175  
—10195  
—10215  
—10235  
—10255  
—10275  
—10295  
—10315  
—10335  
—10355  
—10375  
—10395  
—10415  
—10435  
—10455  
—10475  
—10495  
—10515  
—10535  
—10555  
—10575  
—10595  
—10615  
—10635  
—10655  
—10675  
—10695  
—10715  
—10735  
—10755  
—10775  
—10795  
—10815  
—10835  
—10855  
—10875  
—10895  
—10915  
—10935  
—10955  
—10975  
—10995  
—11015  
—11035  
—11055  
—11075  
—11095  
—11115  
—11135  
—11155  
—11175  
—11195  
—11215  
—11235  
—11255  
—11275  
—11295  
—11315  
—11335  
—11355  
—11375  
—11395  
—11415  
—11435  
—11455  
—11475  
—11495  
—11515  
—11535  
—11555  
—11575  
—11595  
—11615  
—11635  
—11655  
—11675  
—11695  
—11715  
—11735  
—11755  
—11775  
—11795  
—11815  
—11835  
—11855  
—11875  
—11895  
—11915  
—11935  
—11955  
—11975  
—11995  
—12015  
—12035  
—12055  
—12075  
—12095  
—12115  
—12135  
—12155  
—12175  
—12195  
—12215  
—12235  
—12255  
—12275  
—12295  
—12315  
—12335  
—12355  
—12375  
—12395  
—12415  
—12435  
—12455  
—12475  
—12495  
—12515  
—12535  
—12555  
—12575  
—12595  
—12615  
—12635  
—12655  
—12675  
—12695  
—12715  
—12735  
—12755  
—12775  
—12795  
—12815  
—12835  
—12855  
—12875  
—12895  
—12915  
—12935  
—12955  
—12975  
—12995  
—13015  
—13035  
—13055  
—13075  
—13095  
—13115  
—13135  
—13155  
—13175  
—13195  
—13215  
—13235  
—13255  
—13275  
—13295  
—13315  
—13335  
—13355  
—13375  
—13395  
—13415  
—13435  
—13455  
—13475  
—13495  
—13515  
—13535  
—13555  
—13575  
—13595  
—13615  
—13635  
—13655  
—13675  
—13695  
—13715  
—13735  
—13755  
—13775  
—13795  
—13815  
—13835  
—13855  
—13875  
—13895  
—13915  
—13935  
—13955  
—13975  
—13995  
—14015  
—14035  
—14055  
—14075  
—14095  
—14115  
—14135  
—14155  
—14175  
—14195  
—14215  
—14235  
—14255  
—14275  
—14295  
—14315  
—14335  
—14355  
—14375  
—14395  
—14415  
—14435  
—14455  
—14475  
—14495  
—14515  
—14535  
—14555  
—14575  
—14595  
—14615  
—14635  
—14655  
—14675  
—14695  
—14715  
—14735  
—14755  
—14775  
—14795  
—14815  
—14835  
—14855  
—14875  
—14895  
—14915  
—14935  
—14955  
—14975  
—14995  
—15015  
—15035  
—15055  
—15075  
—15095  
—15115  
—15135  
—15155  
—15175  
—15195  
—15215  
—15235  
—15255  
—15275  
—15295  
—15315  
—15335  
—15355  
—15375  
—15395  
—15415  
—15435  
—15455  
—15475  
—15495  
—15515  
—15535  
—15555  
—15575  
—15595  
—15615  
—15635  
—15655  
—15675  
—15695  
—15715  
—15735  
—15755  
—15775  
—15795  
—15815  
—15835  
—15855  
—15875  
—15895  
—15915  
—15935  
—15955  
—15975  
—15995  
—16015  
—16035  
—16055  
—16075  
—16095  
—16115  
—16135  
—16155  
—16175  
—16195  
—16215  
—16235  
—16255  
—16275  
—16295  
—16315  
—16335  
—16355  
—16375  
—16395  
—16415  
—16435  
—16455  
—16475  
—16495  
—16515  
—16535  
—16555  
—16575  
—16595  
—16615  
—16635  
—16655  
—16675  
—16695  
—16715  
—16735  
—16755  
—16775  
—16795  
—16815  
—16835  
—16855  
—16875  
—16895  
—16915  
—16935  
—16955  
—16975  
—16995  
—17015  
—17035  
—17055  
—17075  
—17095  
—17115  
—17135  
—17155  
—17175  
—17195  
—17215  
—17235  
—17255  
—17275  
—17295  
—17315  
—17335  
—17355  
—17375  
—17395  
—17415  
—17435  
—17455  
—17475  
—17495  
—17515  
—17535  
—17555  
—17575  
—17595  
—17615  
—17635  
—17655  
—17675  
—17695  
—17715  
—17735  
—17755  
—17775  
—17795  
—17815  
—17835  
—17855  
—17875  
—17895  
—17915  
—17935  
—17955  
—17975  
—17995  
—18015  
—18035  
—18055  
—18075  
—18095  
—18115  
—18135  
—18155  
—18175  
—18195  
—18215  
—18235  
—18255  
—18275  
—18295  
—18315  
—18335  
—18355  
—18375  
—18395  
—18415  
—18435  
—18455  
—18475  
—18495  
—18515  
—18535  
—18555  
—18575  
—18595  
—18615  
—18635  
—18655  
—18675  
—18695  
—18715  
—18735  
—18755  
—18775  
—18795  
—18815  
—18835  
—18855  
—18875  
—18895  
—18915  
—18935  
—18955  
—18975  
—18995  
—19015  
—19035  
—19055  
—19075  
—19095  
—19115  
—19135  
—19155  
—19175  
—19195  
—19215  
—19235  
—19255  
—19275  
—19295  
—19315  
—19335  
—19355  
—19375  
—19395  
—19415  
—19435  
—19455  
—19475  
—19495  
—19515  
—19535  
—19555  
—19575  
—19595  
—19615  
—19635  
—19655  
—19675  
—19695  
—19715  
—19735  
—19755  
—19775  
—19795  
—19815  
—19835  
—19855  
—19875  
—19895  
—19915  
—19935  
—19955  
—19975  
—19995  
—20015  
—20035  
—20055  
—20075  
—20095  
—20115  
—20135  
—20155  
—20175  
—20195  
—20215  
—20235  
—20255  
—20275  
—20295  
—20315  
—20335  
—20355  
—20375  
—20395  
—20415  
—20435  
—20455  
—20475  
—20495  
—20515  
—20535  
—20555  
—20575  
—20595  
—20615  
—20635  
—20655  
—20675  
—20695  
—20715  
—20735  
—20755  
—20775  
—20795  
—20815  
—20835  
—20855  
—20875  
—20895  
—20915  
—20935  
—20955  
—20975  
—20995  
—21015  
—21035  
—21055  
—21075  
—21095  
—21115  
—21135  
—21155  
—21175  
—21195  
—21215  
—21235  
—21255  
—21275  
—21295  
—21315  
—21335  
—21355  
—21375  
—21395  
—21415  
—21435  
—21455  
—21475  
—21495  
—21515  
—21535  
—21555  
—21575  
—21595  
—21615  
—21635  
—21655  
—21675  
—21695  
—21715  
—21735  
—21755  
—21775  
—21795  
—21815  
—21835  
—21855  
—21875  
—21895  
—21915  
—21935  
—21955  
—21975  
—21995  
—22015  
—22035  
—22055  
—22075  
—22095  
—22115  
—22135  
—22155  
—22175  
—22195  
—22215  
—22235  
—22255  
—22275  
—22295  
—22315  
—22335  
—22355  
—22375  
—22395  
—22415  
—22435  
—22455  
—22475  
—22495  
—22515  
—22535  
—22555  
—22575  
—22595  
—22615  
—22635  
—22655  
—22675  
—22695  
—22715  
—22735  
—22755  
—22775  
—22795  
—22815  
—22835  
—22855  
—22875  
—22895  
—22915  
—22935  
—22955  
—22975  
—22995  
—23015  
—23035  
—23055  
—23075  
—23095  
—23115  
—23135  
—23155  
—23175  
—23195  
—23215  
—23235  
—23255  
—23275  
—23295  
—23315  
—23335  
—23355  
—23375  
—23395  
—23415  
—23435  
—23455  
—23475  
—23495  
—23515  
—23535  
—23555  
—23575  
—23595  
—23615  
—23635  
—23655  
—23675  
—23695  
—23715  
—23735  
—23755  
—23775  
—23795  
—23815  
—23835  
—23855  
—23875  
—23895  
—23915  
—23935  
—23955  
—23975  
—23995  
—24015  
—24035  
—24055  
—24075  
—24095  
—24115  
—24135  
—24155  
—24175  
—24195  
—24215  
—24235  
—24255  
—24275  
—24295  
—24315  
—24335  
—24355  
—24375  
—24395  
—24415  
—24435  
—24455  
—24475  
—24495  
—24515  
—24535  
—24555  
—24575  
—24595  
—24615  
—24635  
—24655  
—24675  
—24695  
—24715  
—24735  
—24755  
—24775  
—24795  
—24815  
—24835  
—24855  
—24875  
—24895  
—24915  
—24935  
—24955  
—24975  
—24995  
—25015  
—25035  
—25055  
—25075  
—25095  
—25115  
—25135  
—25155  
—25175  
—25195  
—25215  
—25235  
—25255  
—25275  
—25295  
—25315  
—25335  
—25355  
—25375  
—25395  
—25415  
—25435  
—25455  
—25475  
—25495  
—25515  
—25535  
—25555  
—25575  
—25595  
—25615  
—25635  
—25655  
—25675  
—25695  
—25715  
—25735  
—25755  
—25775  
—25795  
—25815  
—25835  
—25855  
—25875  
—25895  
—25915  
—25935  
—25955  
—25975  
—25995  
—26015  
—26035  
—26055  
—26075  
—26095  
—26115  
—26135  
—26155  
—26175  
—26195  
—26215  
—26235  
—26255  
—26275  
—26295  
—26315  
—26335  
—26355  
—26375  
—26395  
—26415  
—26435  
—26455  
—26475  
—26495  
—26515  
—26535  
—26555  
—26575  
—26595  
—26615  
—26635  
—26655  
—26675  
—26695  
—26715  
—26735  
—26755  
—26775  
—26795  
—26815  
—26835  
—26855  
—26875  
—26895  
—26915  
—26935  
—26955  
—26975  
—26995  
—27015  
—27035  
—27055  
—27075  
—27095  
—27115  
—27135  
—27155  
—27175  
—27195  
—27215  
—27235  
—27255  
—27275  
—27295  
—27315  
—27335  
—27355  
—27375  
—27395  
—27415  
—27435  
—27455  
—27475  
—27495  
—27515  
—27535  
—27555  
—27575  
—27595  
—27615  
—27635  
—27655  
—27675  
—27695  
—27715  
—27735  
—27755  
—27775  
—27795  
—27815  
—27835  
—27855  
—27875  
—27895  
—27915  
—27935  
—27955  
—27975  
—27995  
—28015  
—28035  
—28055  
—28075  
—28095  
—28115  
—28135  
—28155  
—28175  
—28195  
—28215  
—28235  
—28255  
—28275  
—28295  
—28315  
—28335  
—28355  
—28375  
—28395  
—28415  
—28435  
—28455  
—28475  
—28495  
—28515  
—28535  
—28555  
—28575  
—28595  
—28615  
—28635  
—28655  
—28675  
—28695  
—28715  
—28735  
—28755  
—28775  
—28795  
—28815  
—28835  
—28855  
—28875  
—28895  
—28915  
—28935  
—28955  
—28975  
—28995  
—29015



# У КОГО ЧТО БОЛИТ БОЛЕВОЙ СИНДРОМ НА ЗЕМЛЕ И В КОСМОСЕ

ОЩУЩЕНИЕ БОЛИ ВОЗНИКАЕТ НЕ ПРОСТО ТАК, А СИГНАЛИЗИРУЕТ О ПОЯВЛЕНИИ КАКИХ-ЛИБО ПОВРЕЖДЕНИЙ ИЛИ НАРУШЕНИЙ ОРГАНИЗМА. НАСКОЛЬКО ЭТОТ ИНДИКАТОР ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА ПРАВИЛЬНО РАБОТАЕТ В НЕВЕСОМОСТИ – УЧЕНЫЕ ПЫТАЮТСЯ ВЫЯСНИТЬ В ХОДЕ ЭКСПЕРИМЕНТА «АЛЬГОМЕТРИЯ» НА БОРТУ МКС.

Космонавт Сергей Волков выполняет эксперимент «Альгометрия»

Игорь МАРИНИН

Болевые ощущения в жизни человека – настолько важный аспект, что для их изучения создана Международная ассоциация по изучению боли (IASP). Ученые пришли к выводу, что боль бывает как ощущаемая физически (сенсорная), так и эмоциональная. Она может быть вызвана не только реальным повреждением или нарушением, но и психическим потрясением.

Во время космического полета, когда человек длительное время находится в специфических условиях микрогравитации, искусственной среды обитания, замкнутого пространства, на организм действует множество факторов, которые не только вызывают изменения в органах, но и могут повлиять на болевые ощущения. Причем нарушение порога чувствительности у космонавта может быть в течение всего полета и даже может сохраниться на некоторое время по возвращении на Землю. Поэтому знания об этой функции человека крайне важны при оказании медицинской помощи в условиях космического полета и при возможной аварийной посадке.

Большой интерес для ученых представляет изменение порога боли космонавта в ходе полета: оно может привести к неоправданному превышению доз обезболивающих лекарств или к недооценке тяжести заболевания или травмы.

## С НАРАСТАЮЩИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

Для исследования динамики изменений болевой чувствительности космонавта в 2015 г. был разработан эксперимент «Альгометрия». Его инициатором и постановщиком стал Институт медико-биологических проблем (ИМБП) РАН при участии РКК «Энергия» и Центра подготовки космонавтов. По заказу ИМБП Санкт-Петербургская фирма «ЭФА-медика» разработала комплект оборудования «Тензо-термоальгометр» массой 4.15 кг.

Для определения порога болевой чувствительности механическим методом космонавт помещает средний палец правой руки в специальное приспособление (тензошуп), нажимает кнопку включения прибора и удерживает ее. При этом металлический штырь (тензошток) плавно, с равномерно нарастающим усилием надавливает на подушечку пальца. При возникновении непри-



Комплект «Тензо-термоальгометр». Оценка порога болевой чувствительности проводится двумя методами: механическим (тензоальгометрия) и термическим (термоальгометрия). Отсюда и название оборудования



ятных ощущений испытуемый отпускает кнопку – воздействие на палец прекращается, а прибор фиксирует цифровое значение давления тензо-штока. Это значение и является количественной оценкой порога болевой чувствительности.

Примерно так же все происходит и при термическом воздействии. Обследуемый прикладывает нагреваемую пластину термощупа на определенное место левого предплечья, после чего нажимает кнопку нагрева и удерживает ее. Пластина нагревается. При возникновении дискомфорта космонавт отпускает кнопку – нагрев пластины прекращается. Фиксируемое при этом значение температуры пластины является еще одной численной оценкой порога болевой чувствительности.

Величины давления штыря и температуры пластины, при которых произошло отключение, сохраняются в памяти прибора и на внешнем носителе информации, который по окончании экспедиции доставляется с экипажем на Землю для обработки полученных данных.

Обследование космонавта выполняется по следующей схеме:

- дополетные: незадолго до старта определяются пороги болевой чувствительности при механическом и термальном воздействии;
- полетные: регулярно проводятся аналогичные измерения на всех этапах космического полета;
- послеполетные: замеры периодически делаются уже на Земле для отслеживания процесса восстановления порога болевой чувствительности.

## НАБИРАЯ ДАННЫЕ

Начиная с 2015 г. уже несколько экспедиций выполнили эксперимент «Альгометрия». Для набора статистических данных необходимо обследовать не менее 25 космонавтов. Эксперимент проводится в два этапа. Первый проходил в период с 43-й по 49-ю экспедицию на МКС с участием семи космонавтов.

На втором этапе должно быть обследовано не менее 18 космонавтов. Этот этап начался с экспедиции МКС-50, а закончится осенью текущего года, когда на Землю вернутся члены МКС-65. На сегодняшний день уже обследовано 15 космонавтов.

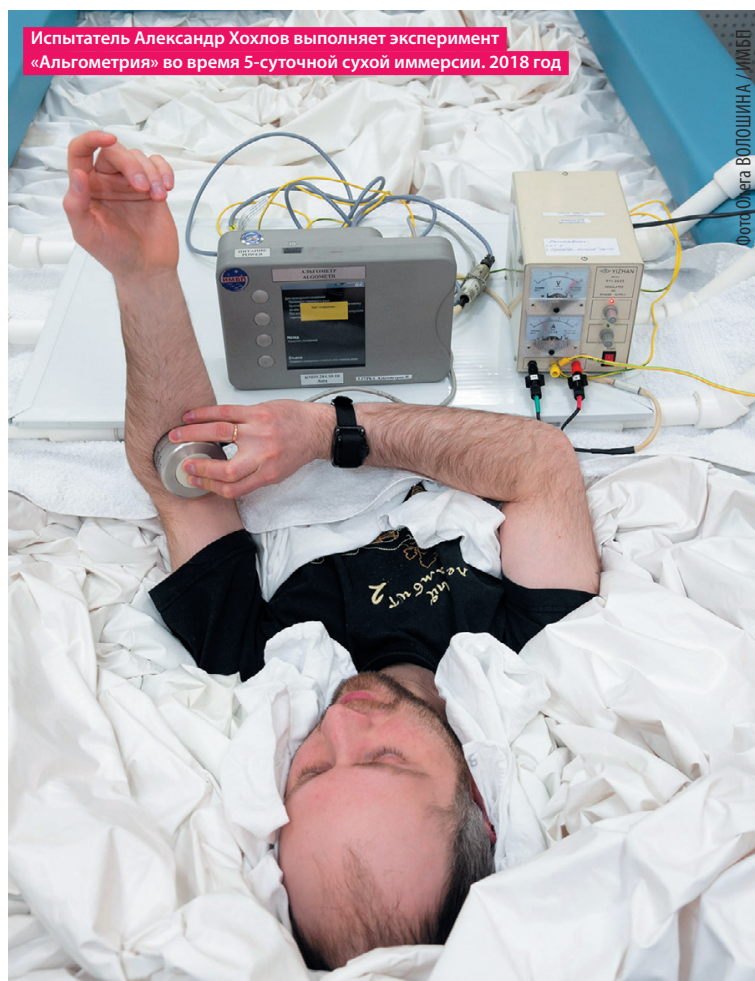
Нынешние российские обитатели станции Сергей Рыжиков и Сергей Кудь-Сверчков тоже

участвуют в эксперименте. За 60 и за 30 суток до полета они прошли фоновые исследования, и их индивидуальные пороги болевой чувствительности в земных условиях были зафиксированы. Во время экспедиции каждый из них должен провести три цикла: первый – с 10-го по 17-й день полета, второй – с 90-го по 120-й, третий – после 140 дней полета.

По окончании орбитальной вахты они должны будут три раза вернуться к эксперименту «Альгометрия» (на 1–3-е, 5–7-е и 10–14-е сутки от приземления).

После обработки всех полученных данных ученые будут иметь достоверную информацию о влиянии факторов космического полета на болевую чувствительность человека. Не исключено, что в результате потребуется пересмотреть подходы врачей к оценке состояния и методикам лечения космонавтов при возникновении у них заболеваний или травм.

Проведенные исследования могут внести существенный вклад в теоретические знания о понимании природы боли в целом и изменениях болевой чувствительности в частности. ■





# СТРАШНЕЕ ПЫЛИ ЗВЕРЯ НЕТ?

## НЮАНСЫ ОСВОЕНИЯ ЛУНЫ

ПОСЛЕ ТОГО, КАК ЮДЖИН СЕРНАН И ХАРРИСОН ШМИТТ, ПОСЛЕДНИЕ АСТРОНАВТЫ ПРОГРАММЫ APOLO, В ДАЛЕКОМ ДЕКАБРЕ 1972 г. ОСТАВИЛИ ОТПЕЧАТКИ БОТИНОК В ЛУННОЙ ПЫЛИ, В ПИЛОТИРУЕМЫХ ПОЛЕТАХ К НАШЕМУ ЕСТЕСТВЕННОМУ СПУТНИКУ НАСТУПИЛА ПОЛУВЕКОВАЯ ПАУЗА. ВПРОЧЕМ, ДОВОЛЬНО СКОРО ОНА МОЖЕТ ПРЕРВАТЬСЯ.

Игорь ЧЁРНЫЙ

На ближайшее столетие Луна, возможно, будет наиболее посещаемым местом Солнечной системы. Причем речь идет не об оставлении следов и «воткнутого флага», а о том, чтобы задержаться там надолго для научных исследований и освоения лунных ресурсов. К последним относится не только (и даже не столько) пресловутый гелий-3, сколько водяной лед. Ученые полагают, что его залежи сконцентрированы в районе полюсов, где в кратеры не заглядывает солнце. Между тем лед – это не только питьевая вода, но и доступное сырье, из которого можно получить топливо для двигателей и кислород для дыхания.

Однако у всех этих планов есть мелкий, но крайне неприятный противник – лунная пыль! Первым вопрос о ней поставил известный ученый и писатель-фантаст Айзек Азимов. В конце 1950-х, когда планы лунных экспедиций стали обретать зримые черты, он опубликовал в журнале Science Digest научно-популярную статью «14 миллионов тонн». Оказывается, такое количество микрометеоритов – космической пыли – ежегодно выпадает на Землю. На основе этих оценок ученые предположили, что за время су-

ществования Луны на ее поверхности образовался слой пыли толщиной в десятки метров!

Эта гипотеза легла в основу одного из наиболее цитируемых произведений Артура Кларка. Его фантастический роман «Лунная пыль», увидевший свет в 1962 г., описывает внеземной мир, покрытый толстым слоем вещества с необычными свойствами. Перемещаться здесь можно только в специальных герметичных санях-«пылеходах» (по сюжету один пылеход терпит аварию).

### ПЫЛЬ ПОД НОГАМИ

Опасения насчет пыли привели к дискуссиям среди инженеров, занятых разработкой космических аппаратов для полета на Луну. Разрешить спор во второй половине 1960-х помогли посадки первых автоматических станций на поверхность и высококачественные снимки ночного светила. Консенсусом было решено, что если пыль и есть, то она покрывает Луну сравнительно тонким слоем. Вспомним известную записку С.П.Королёва: «Посадку ЛК [Лунного корабля] следует рассчитывать на достаточно твердый грунт типа пемзы...»

Первыми с пылью столкнулись экипажи «Аполлонов»: ее оказалось меньше, чем про-



гнозировали ученые 1950-х, но от этого она не стала менее опасной! Во время посадки кораблей тонкодисперсная наэлектризованная взвесь, поднятая с поверхности двигателями и зависшая в исчезающе чахлой лунной «атмосфере», ухудшала видимость, а при выходе на Луну оказывала пагубное воздействие на перчатки, шлемы, приборы и механизмы. Занеся пыль внутрь кабины на ботинках и скафандрах, астронавты отмечали ее резкий запах (как у отстрелянных пистонов) и сильнеешие абразивные свойства.

По словам Юджина Сернана, «пыль, вероятно, была одним из величайших тормозов нормальной работе на Луне». Он полагал: «Думаю, в будущем мы сможем решить все другие физиологические, физические или механические проблемы, кроме пыли». Его коллега геолог Харрисон Шмитт заметил: «Одним из наиболее ограничивающих аспектов исследования лунной поверхности является пыль, прилипающая ко всем поверхностям вне зависимости от материала – будь то кожа, ткань скафандра, металл... И ее воздействие подобно истиранию».

Во время кратковременных экспедиций «Аполлона» отрицательные свойства лунной пыли могли не проявиться вовсе, однако при длительном пребывании на поверхности пыль способна замутить оптику, закоротить электронику, вывести из строя подвижную механику. Более того, по утверждению Питера Сима, специалиста по неотложной медицине из Ньюпорт-Ньюса (штат Вирджиния), лунная пыль представляет «токсическую угрозу» для здоровья человека: наиболее восприимчива к ней дыхательная система, но мишенью могут стать также глаза, кожа и желудочно-кишечный тракт!

## МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ

Чтобы быть готовыми во всеоружии встретить «страшного зверя», ученые и инженеры уже сейчас задумываются над вопросами защиты машин и человека. NASA разрабатывает «Интегрированную стратегию предотвращения образования пыли». Для механизмов предлагается использовать медленные методичные движения и выделять достаточно времени на процедуры очистки машин от пыли. Скафандры предусматривается хранить вне обитаемых объемов баз и пилотируемых луноходов – попросту говоря, снаружи.



Лунный реголит в пробирке

**Лунную поверхность покрывает неслоистый рыхлый и разнотернистый слой обломков и пыли, состоящий из измельченных фрагментов породы, минералов, метеоритов и угловатых камней ударно-взрывного происхождения, сцементированных стеклом. Поверхностная пыль представляет собой тонкодисперсный порошок, включающий сверхмелкие стеклянные частицы с острыми краями.**

В качестве простейших примеров защиты от лунной пыли специалисты российского стартапа «Лин Индастриал» предлагают не засыпать грунтом модули лунной базы, как это обычно рисуется в проспектах, а развернуть над ними крышу, и на нее, в свою очередь, насыпать реголит, чтобы обеспечить доступ к модулям без контакта с пылью.

Но самый кардинальный способ решить проблему – превратить врага если не в друга, то по крайней мере в союзника! Лунная пыль, как и весь реголит, почти на 45% состоит из кислорода, связанного с различными металлами – в частности, с железом и титаном. Александр Мерисс и Бет Ломакс из Университета Глазго смогли освободить кислород и металл из смоделированной лунной пыли. А это значит, что на Луне можно будет получать не только бесценный кислород для дыхания, но и расходные материалы для 3D-принтеров! Сейчас инженеры подбирают параметры процесса, чтобы увеличить выход кислорода и снизить температуру, необходимую для его производства. ■



# ПОТОК В НЕБО

## ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Игорь АФАНАСЬЕВ

**В ЯНВАРЕ 2021 г. РАКЕТЫ-НОСИТЕЛИ СТАРТОВАЛИ СЕМЬ РАЗ И ВЫВЕЛИ НА ОРБИТУ 219 КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ. ЭТО НОВЫЙ МЕСЯЧНЫЙ РЕКОРД ПО ЗАПУСКУ СПУТНИКОВ ЗА ВСЕ ГОДЫ КОСМИЧЕСКОЙ ЭРЫ. ЧАЩЕ ВСЕГО ЛЕТАЛИ АМЕРИКАНЦЫ: ТРИЖДЫ – FALCON 9, ПО РАЗУ – ELECTRON И LAUNCHERONE; ДВАЖДЫ В КОСМОС УХОДИЛИ КИТАЙСКИЕ «ВЕЛИКИЕ ПОХОДЫ». ГЛАВНЫМИ СОБЫТИЯМИ ПУСКОВОГО МЕСЯЦА СЛЕДУЕТ ПРИЗНАТЬ ПЕРВУЮ УСПЕШНУЮ МИССИЮ РАКЕТЫ ВОЗДУШНОГО СТАРТА LAUNCHERONE И РЕКОРДНОЕ ЧИСЛО СПУТНИКОВ (К МОМЕНТУ НАПИСАНИЯ ОБЗОРА ЗАРЕГИСТРИРОВАНО 143 АППАРАТА ОПЕРАТОРОВ ИЗ 11 ГОСУДАРСТВ), ВЫВЕДЕННЫХ НОСИТЕЛЕМ FALCON 9 ВО ВРЕМЯ МИССИИ TRANSPORTER-1.**

### ПЕРВЫЙ ПУСК ГОДА

Falcon 9 вывел на эллиптическую суперсинхронную орбиту с очень высоким апогеем геостационарный спутник связи пятого поколения Türksat 5A, изготовленный компанией Airbus Defense and Space по заказу Министерства транспорта и инфраструктуры Турции. Многоразовая первая ступень ракеты совершала четвертый полет и, выполнив задачу, села на платформу Just Read the Instructions в 673 км от места старта в Атлантическом океане. Обе створки обтекателя подобраны из воды, одна повреждена и не годится для повторного использования.

### 2021-002

#### УСПЕХ ВОЗДУШНОГО СТАРТА

Легкий носитель воздушного пуска LauncherOne американской компании Virgin Orbit, потерпевший аварию при испытаниях 25 мая 2020 г.,

успешно вывел на орбиту десять кубсатов в рамках образовательной программы Educational Launch of NanoSatellites, осуществляемой NASA.

Эксперты отмечают: это первый в мире успешный пуск сравнительно большой (длина 21 м) двухступенчатой кислородно-керосиновой ракеты с самолета-носителя. Модифицированный Boeing 747 (под названием Cosmic Girl) сбросил LauncherOne на высоте примерно 10,2 тыс метров над Тихим океаном. Дальнейшие операции по выведению прошли штатно.

### 2021-003А

#### ТЯЖЕЛЫЙ СПУТНИК МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Стартовав с космодрома Сичан, ракета-носитель «Чанчжэн-3В» (CZ-3В) вывела на орбиту третий спутник «Тяньтун-1» (Tiantong 1-03) с огромной раскладной остроуправленной антенной.



 <b>07.01.2021</b> 01:27 UTC	<b>Falcon 9</b> Мыс Канаверал (США) 	Межд. обозн. 2021-001A	КА Türksat 5A	i° Нр, км На, км Р, мин 17.7 288 55049 1046.8	 <b>24.01.2021</b> 15:00 UTC	<b>Falcon 9</b> Мыс Канаверал (США) 	Межд. обозн. 2021-006 <sup>2</sup>	КА Starlink (10 КА) QPS-SAR 2 Capella 3 (2 КА) ICEYE (3 КА) GHGSat C2 Hawk 2 (3 КА) Sherpa-FX 1 ION-SCV 002 (ION-SCV 002 Laurentius) Aurora Insight Charlie Hiber 4 ASELSAT PIXL 1 SOMP 2b IDEASSat YUSAT 1 UVSQ-SAT V-R3 (3 КА) Flock-4s (48 КА) Kepler (8 КА) Astrocast (5 КА) SpaceBEE (36 КА) Lemur-2 (8 КА) PTD 1 Prometheus-2 ARCE 1A ARCE 1B ARCE 1C	i° Нр, км На, км Р, мин 97.5 <sup>1</sup> 517 <sup>1</sup> 536 <sup>1</sup> 94.5 <sup>1</sup>
 <b>17.01.2021</b> 19:13 UTC	<b>LauncherOne</b> Воздушное пространство над Тихим океаном (США) 	Межд. обозн. 2021-002	КА PolarCube MiTEE CACTUS-1 Q-PACE TechEdSat-7 RadFXSat-2 EXOCUBE CAPE-3 PICS A и B	i° Нр, км На, км Р, мин 60.7 <sup>1</sup> 499 <sup>1</sup> 525 <sup>1</sup> 94.7 <sup>1</sup>					
 <b>19.01.2021</b> 16:25:04 UTC	<b>CZ-3B</b> Сичан (Китай) 	Межд. обозн. 2021-003A	КА Tiantong 1-03	i° Нр, км На, км Р, мин 28.49 182 35815 631.3					
 <b>20.01.2021</b> 07:27 UTC	<b>Electron</b> Махия (Новая Зеландия) 	Межд. обозн. 2021-004A	КА GMS-T	i° Нр, км На, км Р, мин 89.9 1281 1139 108.7					
 <b>20.01.2021</b> 13:02 UTC	<b>Falcon 9</b> Мыс Канаверал (США) 	Межд. обозн. 2021-005	КА Starlink (60 КА)	i° Нр, км На, км Р, мин 53.0 <sup>1</sup> 257 <sup>1</sup> 284 <sup>1</sup> 89.9 <sup>1</sup>	 <b>29.01.2021</b> 04:47 UTC	<b>CZ-4C</b> Цзюцюань (Китай) 	Межд. обозн. 2021-007	КА «Яогань-31-2А» «Яогань-31-2В» «Яогань-31-2С»	i° Нр, км На, км Р, мин 63.41 <sup>1</sup> 1090 <sup>1</sup> 1097 <sup>1</sup> 107.1

<sup>1</sup> Приведены средние значения параметров орбиты.

<sup>2</sup> На момент написания статьи номера объектов были присвоены не всем отделенным космическим аппаратам.

После выхода на геостационарную орбиту аппарат обеспечит мобильной связью в диапазоне S пользователей Китая, Ближнего Востока, Африки, а также регионов Индийского и Тихого океанов.

Спутник разработан Китайской академией космических технологий CAST. Первый аппарат данного типа был запущен 5 августа 2016 г., второй – 12 ноября 2020 г.

## 2021-004A ЗАГАДОЧНЫЙ СПУТНИК «ЭЛЕКТРОНА»

При 18-м запуске с новозеландского полуострова Махия ракетой-носителем сверхлегкого класса типа Electron на низкую околоземную орбиту выведен спутник GMS-T, построенный германской компанией OHV Group (возможно, в сотрудничестве с китайскими организациями). Его точное назначение неизвестно. Эксперты полагают, что



Ракета-носитель CZ-3B на стартовом комплексе



это прототип ретранслятора или аппарат для проверки определенных частот, которые могут быть использованы в будущем на других спутниках.

## 2021-005

### ШЕСТНАДЦАТАЯ ПАРТИЯ «СТАРЛИНКОВ»

Falcon 9, ушедший со стартовой площадки А комплекса LC-39 мыса Канаверал, вывел на орбиту очередную партию из 60 космических аппаратов низкоорбитальной многоспутниковой системы связи Starlink компании SpaceX. Первая ступень ракеты, выполняя восьмой полет в своей карьере, совершила посадку на плавучую платформу в 633 км от места старта.

По-видимому, пусковики Маска так уверены в надежности своей техники, что не проводили обычные в таком случае огневые испытания ступени на старте. Эта миссия отличалась минимальным временем между двумя посадками различных ступеней – 13 суток (от 7 до 20 января), а также минимальной длительностью межстартового обслуживания одной и той же первой ступени (51 сутки).

## 2021-006

### В НОВОМ ФОРМАТЕ

Уже во второй раз Falcon 9 полетел на околополярную орбиту с мыса Канаверал. Во время миссии, названной Transporter-1, в космос доставлено рекордное число спутников – 143. Многогоразовая первая ступень, использовавшаяся в пятый раз (кстати, перед этим она тоже не подвергалась предстартовым огневым испытаниям), совершила посадку на морскую платформу Of Course I Still Love You (OCISLY) в Атлантическом океане.

Основной задачей миссии являлась демонстрация возможности выведения на орбиту большого количества малых спутников. На второй ступени над «стопкой» из десяти сравнительно крупных «Старлинков» крепились кольцевые адаптеры вторичных нагрузок с диспенсерами микро- и наноспутников. Ряд диспенсеров для кубсатов находился даже в задней части ступени вблизи ракетного двигателя.

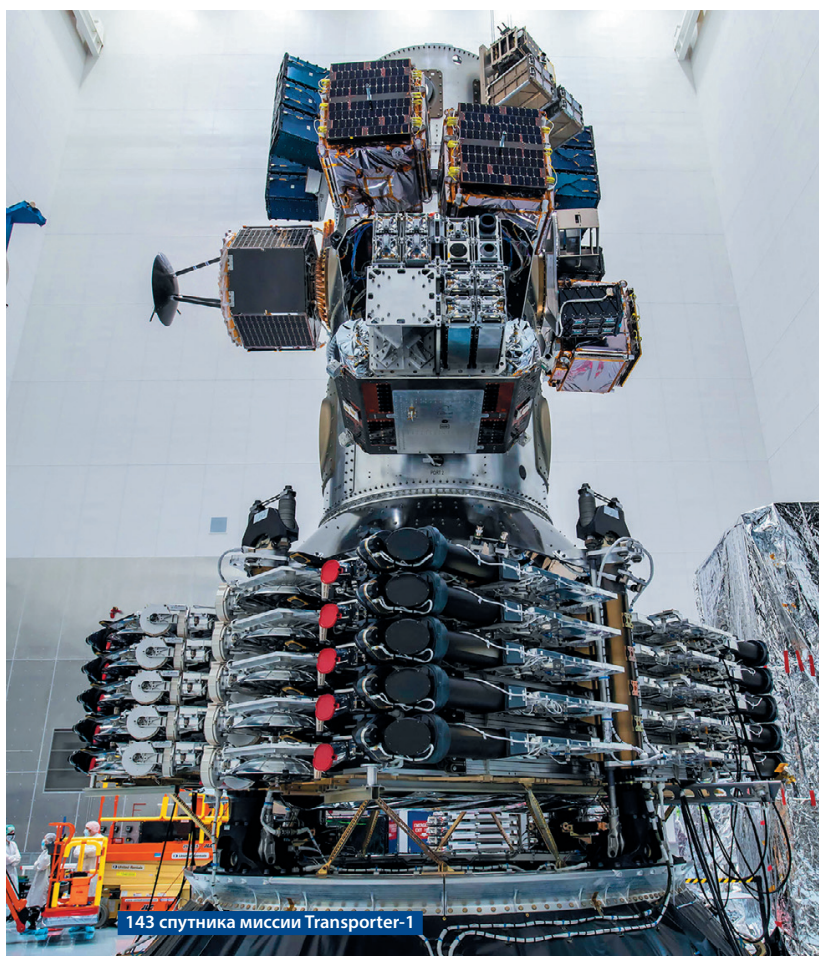
Космические аппараты запускались в интересах NASA, Германского космического агентства, компаний SpaceX, Planet, Swarm Technologies, Kepler, NanoRacks, HawkEye 360, Celestis, Tyvak Nano-Satellite Systems, Capella и многих других фирм из США, Германии, Швейцарии, Канады, Турции, Италии, Тайваня, Израиля, Финляндии, Франции и Японии.

## 2021-007

### РАДИОНАУШНИКИ N2

Взлетев с северо-западного китайского космодрома Цзюцюань, ракета CZ-4C вывела на орбиту тройку спутников «Яогань-31» №2, предназначенных (по словам разработчиков носителя) «для научных экспериментов, разведки морских и земных ресурсов и других задач». Между тем, по сообщению агентства Синьхуа, космические аппараты служат «главным образом для зондирования электромагнитной обстановки и проведения соответствующих технических испытаний». Как полагают наблюдатели, именно такая формулировка используется в Китае для спутников радиоэлектронной разведки.

Западные эксперты считают, что аппараты «Яогань-31» способны определять местоположение радиоизлучающих объектов на море методом триангуляции. ■



143 спутника миссии Transporter-1





35 ЛЕТ НАЗАД НА ОРБИТУ  
БЫЛ ЗАПУЩЕН БАЗОВЫЙ  
БЛОК, С КОТОРОГО НАЧАЛОСЬ  
СТРОИТЕЛЬСТВО СОВЕТСКОГО-  
РОССИЙСКОГО ОРБИТАЛЬНОГО  
КОМПЛЕКСА «МИР».  
ОН НАХОДИЛСЯ В КОСМОСЕ  
15 ЛЕТ, ДО 23 МАРТА 2001 ГОДА