

«ЭНЕРГОМАШУ» – 90 ЛЕТ • «СПЕКТР-РГ» ГОТОВ К ЗАПУСКУ • «КОСМИЧЕСКИЙ МУСОР»: АСПЕКТЫ УГРОЗЫ  
INSIGHT ЗАФИКСИРОВАЛ МАРСОТЯСЕНИЕ • ЯПОНСКИЙ НОСИТЕЛЬ H-III • ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ «СЕМЕРКИ»

# РУССКИЙ КОСМОС

Июнь 2019

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

**НОВОСТИ  
КОСМОНАВТИКИ**



**85**

**АЛЕКСЕЮ  
ЛЕОНОВУ**





## ЮБИЛЕИ

- 1 ПЕРВЫЙ В ОТКРЫТОМ КОСМОСЕ.  
АЛЕКСЕЮ ЛЕОНОВУ – 85 ЛЕТ

## НАШ КОСМОС

- 5 «ЭНЕРГОМАШ» ОТМЕЧАЕТ  
90-ЛЕТНИЙ ЮБИЛЕЙ
- 7 «ЭНЕРГОМАШ» ОБНОВЛЯЕТ  
СТЕНДОВУЮ БАЗУ

## МКС

- 10 ХРОНИКА ПОЛЕТА ЭКИПАЖА  
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ  
СТАНЦИИ
- 14 «ДРАКОН» ВСЛЕД ЗА «ЛЕБЕДЕМ»

## НАШ КОСМОС

- 18 О КОСМОНАВТАХ  
И АСТРОНАВТАХ
- 25 ПОЛЕТ «АИСТА»:  
ТРИ ГОДА НА ОРБИТЕ
- 28 ОБЩЕСТВЕННЫЙ СОВЕТ ОБСУДИЛ  
ВОПРОСЫ КОСМИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ
- 29 «БЕЛОЙ НОЧЬЮ МЕСЯЦ КРАСНЫЙ  
ВЫПЛЫВАЕТ В СИНЕВЕ...»
- 34 «КОСМИЧЕСКИЙ МУСОР»:  
АСПЕКТЫ УГРОЗЫ
- 36 ФОТО НОМЕРА



ЛЮДИ НА ЛУНЕ. ПРОДОЛЖЕНИЕ

## НА ОРБИТЕ

- 38 ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ
- 40 ШАНХАЙСКИЕ КАРТОГРАФЫ  
ОСОБОГО РОДА
- 42 «БЭЙДОУ-3» НА ПУТИ К ГОТОВНОСТИ

## ЗАРУБЕЖНЫЙ КОСМОС

- 45 КИТАЙ ИЗУЧИТ ЭКЗОТИЧЕСКИЕ  
ОБЪЕКТЫ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ
- 46 МАРСОТЯСЕНИЕ НА МАРСЕ
- 48 ЯМЫ НА ДОРОГЕ. ВЗРЫВ «ДРАКОНА»
- 50 ХОД РАЗРАБОТКИ ЯПОНСКОГО  
НОСИТЕЛЯ Н-III
- 54 «ЗЕЛЕНОЕ» ТОПЛИВО
- 56 НА ЛУНУ – БЫСТРЕЕ  
И ПО ВОЗМОЖНОСТИ ДЕШЕВЛЕ
- 60 ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО США  
О КОММЕРЧЕСКОЙ КОСМИЧЕСКОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

## ИСТОРИЯ

- 62 ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ  
РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА Р-7
- 68 ПЕРВАЯ РАДИОЛОКАЦИОННАЯ КАРТА  
ВЕНЕРЫ



РЕНТГЕНОВСКАЯ ПАРА ГОТОВИТСЯ  
К ПОЛЕТУ В ТОЧКУ ЛИБРАЦИИ

**РУССКИЙ  
КОСМОС**  
НОВОСТИ  
КОСМОНАВТИКИ

ЖУРНАЛ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСКОСМОС»

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

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

Главный редактор: Игорь Маринин

Обозреватель: Игорь Лисов Редакторы: Игорь Афанасьев, Евгений Рыжков

Дизайн и верстка: Олег Шинькович, Татьяна Рыбасова

Литературный редактор: Алла Синицына

Администратор: Юлия Сергеева

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

Отпечатано в типографии «МЕДИАКОЛОР». Тираж – 800 экз. Цена свободная. Подписано в печать 15.06.2019

Издается  
ЦНИИ машиностроения

Адрес редакции:

141070,

Московская обл.,

г.Королёв,

ул. Пионерская, д. 4

ЦНИИмаш

Тел.: +7 (926) 997-31-39;

+7 (495) 513-46-13

В номере использованы фото Госкорпорации «РОСКОСМОС», ЦЭНКИ, ЦПК, NASA, ТАСС, из архива космонавтов, редакции и из интернета.

На 1-й странице обложки: Космонавт Алексей Архипович Леонов

На 4-й странице обложки: Вулкан Фудзияма (Япония), фотография выполнена Олегом Кононенко с борта МКС



**4 ОКТЯБРЯ 1957 г. ЗАПУСКОМ В СОВЕТСКОМ СОЮЗЕ ПЕРВОГО ИСКУССТВЕННОГО СПУТНИКА ЗЕМЛИ НАЧАЛАСЬ КОСМИЧЕСКАЯ ЭРА. 12 АПРЕЛЯ 1961 г. ПОЛЕТ ЮРИЯ ГАГАРИНА ПРОЛОЖИЛ ЛЮДЯМ ДОРОГУ В КОСМОС. 18 МАРТА 1965 г. АЛЕКСЕЙ ЛЕОНОВ СОВЕРШИЛ ПЕРВЫЙ В ИСТОРИИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА ВЫХОД ИЗ КОСМИЧЕСКОГО КОРАБЛЯ В КОСМИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО, ТЕМ САМЫМ ДОКАЗАВ ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ ВНЕ КОРАБЛЯ.**

**30 МАЯ ДВАЖДЫ ГЕРОЮ СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКУ-КОСМОНАВТУ СССР, ГЕНЕРАЛ-МАЙОРУ В ОТСТАВКЕ АЛЕКСЕЮ АРХИПОВИЧУ ЛЕОНОВУ ИСПОЛНИЛОСЬ 85 ЛЕТ.**



# ПЕРВЫЙ В ОТКРЫТОМ КОСМОСЕ АЛЕКСЕЮ ЛЕОНОВУ – 85 ЛЕТ

Игорь МАРИНИН

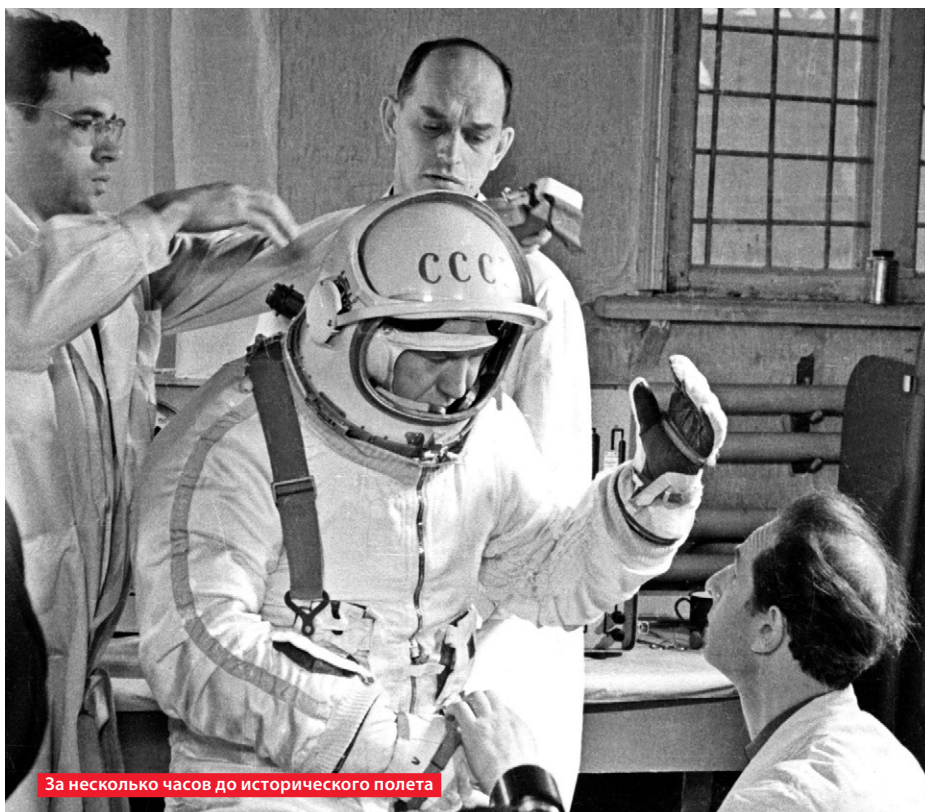
Алексей родился 30 мая 1934 г. в Сибири, в селе Листвянка Тисульского района Кемеровской области, и стал седьмым ребенком в многодетной семье железнодорожного электрослесаря Архипа Леонова. Когда Леше было три года, отца по ложному обвинению арестовали, и мать Евдокия Минаевна осталась беременная одна с детьми. Из родного дома семью «врага народа» выселили, и дети с матерью в чем были одеты в лютый

мороз с огромным трудом добрались до Кемерова, где их приютила семья старшей сестры Алексея Александры. Отца реабилитировали, но уже спустя два года, в 1939 г.

Судьба помотала Алексея основательно и в 1947 г. занесла в далекий, до недавнего германский, город Кёнигсберг, куда был переведен на работу его отец. Там Леонов почувствовал тягу к небу и решил стать летчиком. В 1953 г. он окончил Калининградскую среднюю школу и по комсомольскому набору поступил в

10-ю Военную авиационную школу первоначального обучения летчиков в г. Кременчуге на Украине. Через два года получил «крылья» и продолжил обучение в Чугуевском военном авиационном училище летчиков. В 1957 г. Алексей вступил в Коммунистическую партию. По окончании училища в звании лейтенанта он продолжил службу в Киевском военном округе, пилотируя новейший в то время реактивный самолет истребитель МиГ-15Бис. Здесь в 1959 г. произошло событие, повлиявшее на его будущую жизнь.





Во время одного из полетов при посадке у самолета не вышло шасси. Алексей решил выпустить шасси по аварийной схеме: сделал круг и повел самолет на посадку. Но тут новое ЧП – загорелся транспарант «Пожар двигателя». Катапультироваться или рискнуть? Всего мгновение для принятия решения. И через секунды самолет уже был на полосе. Машина была спасена. Этот факт, возможно, сыграл свою роль при отборе в первый отряд космонавтов.

В декабре того же года Алексея как одного из самых надежных и перспективных летчиков перевели в 294-й разведывательный полк, базирующийся в ГДР. Именно там и в том же 1959-м ему предложили пройти подготовку для полетов на более современной технике. Конечно, он согласился, а позже, уже в госпитале, узнал, что летать придется на спутниках.

7 марта 1960 г. приказом главкома ВВС №267 Алексей Леонов был зачислен на должность слушателя-космонавта в в/ч 26266 (будущий Центр подготовки космонавтов). Всего с марта по июнь 1960 г. в первый отряд космонавтов было набрано 20 военных летчиков. Все они были молодые, перспективные и, конечно, амбициозные. Для первых стартов на кораблях «Восток» было отобрано шесть слушателей. Леонова в эту шестерку не

включили, но в апреле 1963 г. группу «востоковских» космонавтов потребовалось пополнить – и Алексей стал готовиться к длительному, 10-суточному, полету на «Востоке».

После успеха Валерия Быковского и Валентины Терешковой «востоковская» группа стала готовиться к длительному (8–10 суток) групповому полету двух кораблей «Восток». Однако в 1964 г. производство одноместных «Востоков» прекратилось, а ОКБ-1, возглавляемое С.П. Королёвым, стало

создавать трехместную модификацию корабля, а также модификацию для выхода в открытый космос. Алексея Леонова как наиболее физически развитого назначили в первый экипаж для выхода в открытый космос в экипаж с командиром Павлом Беляевым. Готовясь к этому рейсу, Леонов выполнил 18 полетов на самолетах Ту-104 и Ил-14: отрабатывал циклограмму выхода в открытый космос из макета шлюза в скафандре.

Его первый космический старт состоялся 18 марта 1965 г. В 10 часов московского времени РН «Восход» вывела на орбиту космический корабль «Восход-2» с Павлом Беляевым и Алексеем Леоновым на борту. На следующем витке Леонов открыл люк шлюзового отсека и впервые в мире вышел в космос. Беляев сообщил об этом на весь мир: «Внимание! Человек вышел в космическое пространство! Человек вышел в космическое пространство!» Телевизионное изображение с телекамеры, установленной на обресе люка шлюзовой камеры, транслировалось на Землю. В вакууме Леонов находился 23 мин 41 сек, из них вне шлюза – 12 мин 09 сек, удаляясь от корабля более чем на 5 метров. Скафандр был соединен с кораблем электрическим кабелем. Через сутки, на 18-м витке, спускаемый аппарат «Восхода-2» совершил посадку на Урале в Пермской области.

Вся планета рукоплескала успеху советских космонавтов, но мало кто знал, сколько трудностей им пришлось преодолеть. Серия нештатных ситуаций преследовала экипаж. Так,





Леонову не удалось сфотографировать «Восход-2» со стороны микрофотокамерой «Аякс». Эта камера управлялась дистанционно тросиком, до кнопки которого Алексею в условиях невесомости дотянуться не удалось. Из множества нештатных ситуаций целых три могли закончиться трагически.

**Нештатка 1.** Зазор между скафандром и обрезом выходного люка был по 2 см с каждой стороны. В полном вакууме, когда Леонов вышел из шлюза, скафандр раздуло сильнее. Из-за этого пальцы рук перестали ощущать перчатки, ноги не касались подошв ботинок – и Леонов как бы стал плавать внутри скафандра. В такой ситуации он никак не мог вернуться в шлюз ногами вперед, как полагалось. Леонов, не докладывая на Землю, принял самостоятельное решение: сбросить давление в скафандре и влезть в шлюз головой вперед. Резкое падение давления в кислородной атмосфере скафандра могло привести к закипанию азота в крови, но, к счастью, этого не произошло. Алексею удалось протиснуться в шлюз головой вперед, но войти из шлюза в корабль можно было только вперед ногами, так как крышка люка открывалась вовнутрь и занимала треть пространства кабины. К счастью, у него получилось развернуться: он вошел, сел в свое кресло и закрыл люк. Каких усилий это стоило – знает только сам Алексей Архипович. Телеметрия показала, что его пульс в это время достигал 190 ударов в минуту.

**Нештатка 2.** После закрытия люка в шлюзовую камеру и ее отстрела в кабине вдруг стало расти парциальное давление кислорода. Оно дошло до 460 мм рт. ст. при норме 160 мм. Любая искра могла вызвать пожар – ведь в кислородной атмосфере почти все материалы становятся горючими. (Именно в такой ситуации погиб экипаж «Аполлона-1» 27 января 1967 г.) Как объясняет Алексей Архипович, это произошло из-за того, что корабль долго находился в ориентированном относительно Солнца положении. В результате одна его сторона нагрелась до +159°C, другая остыла до -140°C. Из-за этого крышка люка закрылась неплотно, хотя датчики сработали. Давление стало падать, а система наддува стала компенсировать потерю давления нагнетанием кислорода. Потом, когда давление достигло 920 мм рт. ст., крышка прижалась к люку плотнее – и наддув прекратился.

**Нештатка 3.** При возвращении на Землю отказала автоматическая система ориентации корабля. Космонавты на следующем витке вручную провели его ориентацию и включили двигатель на торможение. Космонавты могли сесть в Харькове, в Казани, в Москве, но это было опасно: много жилых построек, предприятий, линий электропередач. И они сами выбрали район посадки – в 150 км от Соликамска. В результате приземлились в тайге Пермской области вместо степей Казахстана, всего в 80 км от выбранной ими точки посадки. Эвакуировали их только через двое суток...

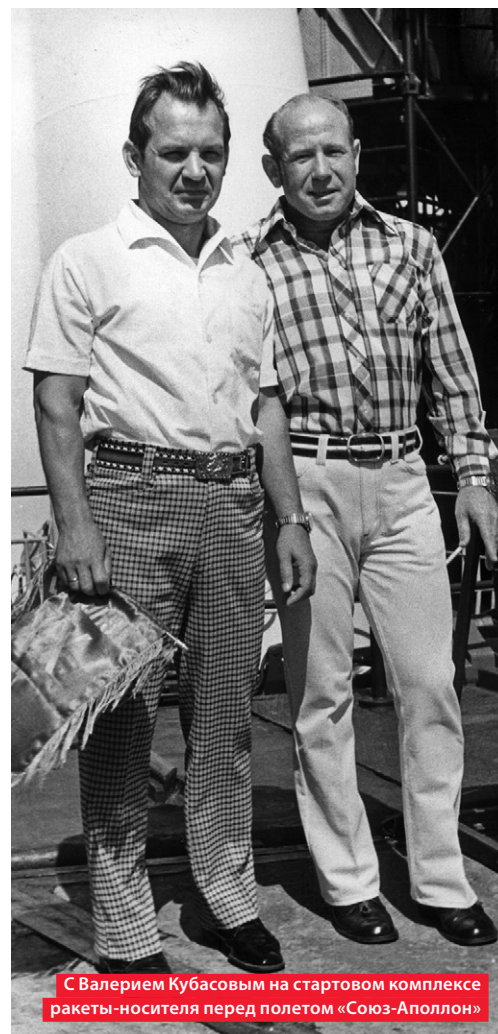
После полета Алексей Архипович не только рассказывал о своих впечатлениях, но и показывал зарисовки, которые он сделал в космосе цветными карандашами. В дальнейшем Алексей Леонов параллельно со службой в отряде космонавтов и в Центре подготовки занимался живописью, стал членом Союза советских художников и почетным членом Российской академии художеств, написал много картин, и не только на космическую тему. В Москве и в других городах прошло несколько его персональных выставок. Он является автором нескольких почтовых марок СССР.

В январе 1967 г. Алексея Леонова как одного из опытейших космонавтов включили в группу подготовки к облету Луны на корабле с условным названием Л-1, совершавшим беспилотные испытательные пролеты под названием «Зонд», а потом назначили командиром первого экипажа этого проекта. В 1968 г. он одновременно готовился в первом экипаже вместе с Олегом Макаровым по программе Н1–ЛЗ для высадки на Луну. При этом он освоил бездвигательную посадку вертолетов Ми-4 и Ми-8 только по приборам и отработал в самолете-лаборатории переход из лунного орбитального корабля в посадочный и обратно, а также действия на поверхности Луны в автономном скафандре «Орлан-94». К сожалению, обе программы не были доведены до пилотируемой стадии.

Параллельно с космическими тренировками Алексей Леонов в 1968 г. успешно окончил Военно-воздушную инженерную академию имени Н.Е. Жуковского.

В мае 1970 г. он был назначен командиром дублирующего экипажа первой в мире орбитальной станции «Салют». После неудачной стыковки

с ней «Союза-10» Леонов должен был лететь на «Союзе-11» вместе с Валерием Кубасовым и Петром Колодиным. Однако случилось непредвиденное: за двое суток до старта в легких Кубасова врачи обнаружили затемнение – и Госкомиссия заменила весь экипаж. Алексей Леонов был вне себя от досады: столько лет тренировок – и вновь старт откладывается на неопределенное время. На «Союзе-11» полетели ду-



блеры: Георгий Добровольский, Владислав Волков и Виктор Пацаев. При возвращении на Землю спускаемый аппарат корабля разгерметизировался – и экипаж погиб. Так «затемнение» в легких коллеги, кстати, вскоре пропавшее, спасло Леонова от гибели. В очередной раз судьба оказалась к нему благосклонной.

В октябре 1971 г. его назначили командиром первого экипажа следующей станции – «Салют-2». Во время полета Леонову и Кубасову предстояло не только провести большие работы на борту станции, но и испытать новую модификацию корабля «Союз»,



на котором вместо третьего члена экипажа размещалась система жизнеобеспечения спасательных скафандров «Сокол-К». Но... ракета-носитель «Протон», которая должна была вывести «Салют-2» на орбиту, взорвалась в полете – и станция погибла.

Еще два месяца подготовки по программе уже автономного полета нового «Союза» для испытаний скафандров – но и этот старт отменен. Корабль полетел без экипажа. Затем еще полугодовая подготовка к экспедиции на следующую станцию – но и она не состоялась. Станция потерпела аварию в мае 1973 г., не дождавшись экипажа.

дий Падалка, Василий Циблиев, и многие другие.

После увольнения из армии и из ЦПК в 1991 г. Алексей Архипович два года был директором космических программ фирмы «Четек», затем советником первого заместителя председателя совета директоров «Альфа-банка», членом Высшего совета партии «Единая Россия».

Общественная деятельность Алексея Архиповича тоже очень значительна и достойна всякого восхищения. После гибели своего друга Юрия Гагарина Леонов стал часто бывать в Гжатске у его родителей, помогая им в трудный период жизни.



В мае 1973 г. Алексея Леонова и Валерия Кубасова назначили основным экипажем для стыковки с американским кораблем «Аполлон». Пришлось осваивать английский. В июле 1975 г. впервые в космосе встретились космические корабли разных стран. Сначала активным кораблем был американский «Аполлон», а затем Леонов выполнил повторную стыковку, управляя вручную «Союзом-19». Полет прошел успешно.

В 1982 г. Алексей Архипович стал первым заместителем начальника ЦПК по летной и космической подготовке и прослужил в этой должности без малого 10 лет. Благодаря ему получили путевку на орбиту такие космонавты, как Виктор Афанасьев, Юрий Гидзенко, Валерий Корзун, Юрий Маленченко, Геннадий Манаков, Генна-

В 1971 г. он поддержал инициативы ЦК ВЛКСМ по созданию движения комсомольских стройотрядов в Гжатске, переименованном в г. Гагарин. Благодаря этим отрядам провинциальный заштатный городишка преобразился. Комсомольцы построили поликлинику, типографию, 16-квартирный жилой дом, благоустроили центральную Красную площадь и многое другое. В работе Гагаринского международного строительного отряда участвовали студенты из всех союзных республик.

По заведенной Леоновым традиции, с 1974 г. ежегодно 9 марта в Гагарине проходят Международные общественно-научные чтения, посвященные памяти первого космонавта. Туда приезжают не только известные люди, но и те, кто только готовит-

ся лететь в космос. Эмблему чтений нарисовал Алексей Архипович. Он же создал эмблему и главный приз международной организации «Ассоциация участников космических полетов», образованной в 1985 г., в год 10-летия международного проекта «Союз-Аполлон», по их с Томасом Стаффордом инициативе. Сейчас в нее входит более 400 космонавтов и астронавтов.

По предложению и стараниями Алексея Леонова уже в 21-м веке неподалеку от г. Гагарина был построен фанерный завод, выпускающий ДСП и ламинат. Благодаря этому десятки жителей города получили рабочие места.

Космические подвиги и «земные» заслуги Алексея Леонова трудно переоценить. Назовем только некоторые из его наград. Советские: две медали «Золотая Звезда» Героя Советского Союза; два ордена Ленина (высшие награды в СССР); орден Красной Звезды; орден «За службу Родине в Вооруженных Силах СССР» III степени.

Российские: ордена «За заслуги перед Отечеством» III и IV степеней; орден Дружбы; Премия Правительства РФ имени Ю.А. Гагарина в области космической деятельности.

Иностранные награды: Герой Социалистического Труда Народной Республики Болгария (НРБ), орден Георгия Димитрова (НРБ); орден Карла Маркса (Германская Демократическая Республика, ГДР); Герой Труда Демократической Республики Вьетнам; орден Государственного знамени Венгерской Народной Республики; орден «За отличие» I степени (Сирийская Арабская Республика); золотая медаль «За воинскую доблесть» (Италия); орден Красного Знамени Монгольской Народной Республики; орден «За заслуги» III степени (Украина).

Алексей Леонов удостоен многих наград субъектов РФ, общественных организаций России и других стран.

«За большой вклад в освоение космоса и многолетнюю добросовестную работу» на благо нашей страны указом Президента России Владимира Владимировича Путина от 29 мая 2019 г. Алексей Архипович Леонов награжден орденом «За заслуги перед Отечеством» I степени.

Редакция журнала «Русский космос» поздравляет Алексея Архиповича с юбилеем. Мы гордимся дружбой с таким замечательным человеком.





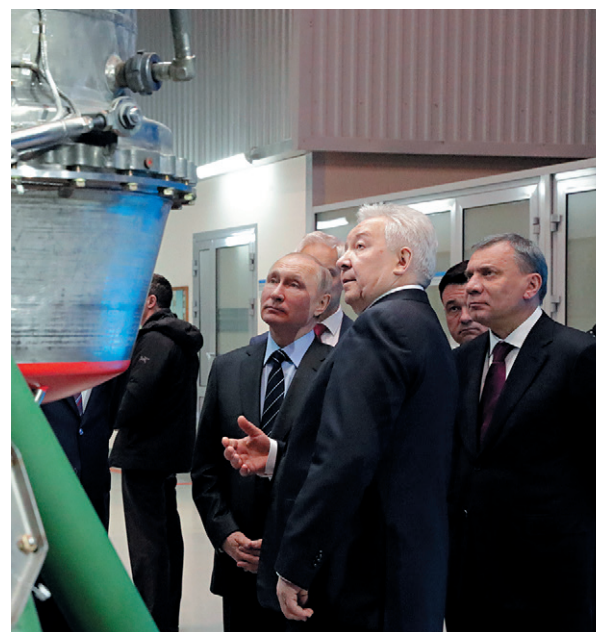
**15 МАЯ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НПО ЭНЕРГОМАШ ИМЕНИ АКАДЕМИКА В. П. ГЛУШКО», ВЕДУЩЕЕ ПРЕДПРИЯТИЕ ПО РАЗРАБОТКЕ МОЩНЫХ ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, ОТМЕТИЛО СВОЕ 90-ЛЕТИЕ. ЗА ПРОШЕДШИЕ ГОДЫ НА ПРЕДПРИЯТИИ, РАСПОЛОЖЕННОМ В ГОРОДЕ ХИМКИ В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ, БЫЛО РАЗРАБОТАНО БОЛЕЕ 60 РАЗЛИЧНЫХ МОДИФИКАЦИЙ ДВИГАТЕЛЕЙ ПЕРВОЙ И ВТОРОЙ СТУПЕНЕЙ, КОТОРЫЕ ИЗГОТАВЛИВАЛИСЬ СЕРИЙНО, ЭКСПЛУАТИРОВАЛИСЬ И ПРОДОЛЖАЮТ ЭКСПЛУАТИРОВАТЬСЯ В СОСТАВЕ БОЕВЫХ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ НОСИТЕЛЕЙ.**

История объединения наполнена событиями, нашедшими отражение в истории нашей страны и мира. К ним можно отнести запуск Первого искусственного спутника Земли, полет первого человека в космос, первый луноход, полет «Энергии» с кораблем «Буран», а также множество других вех на пути мировой космонавтики. На всех ракетах, благодаря которым стали возможны эти триумфальные победы, были установлены изделия, разработанные на химкинском предприятии.

Сегодня НПО Энергомаш – это не только уникальная производственная и испытательная база, но и ведущая научно-исследовательская и конструкторская школа, ставшая кузницей специалистов самой высокой категории, которым принадлежит более 200 патентов и изобретений.

Вполне закономерно, что химкинское предприятие возглавило интегрированную структуру, объединившую ведущие российские предприятия ракетного двигателестроения.

Генеральный директор Госкорпорации «Роскосмос» Д.О. Рогозин поздравил сотрудников НПО Энергомаш с юбилеем, подчеркнув: «Говорить о прошлом можно много... но я хотел бы поговорить о сегодняшнем дне. Неслучайно в этом году 12 апреля, в День космонавтики, Президент Российской Федерации Владимир Владимирович Путин прибыл именно сюда, на НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко. Это связано с тем, что процессы, которые начаты новой администрацией Роскосмоса, затронули прежде всего «Энергомаш» и все ракетное двигателестроение.





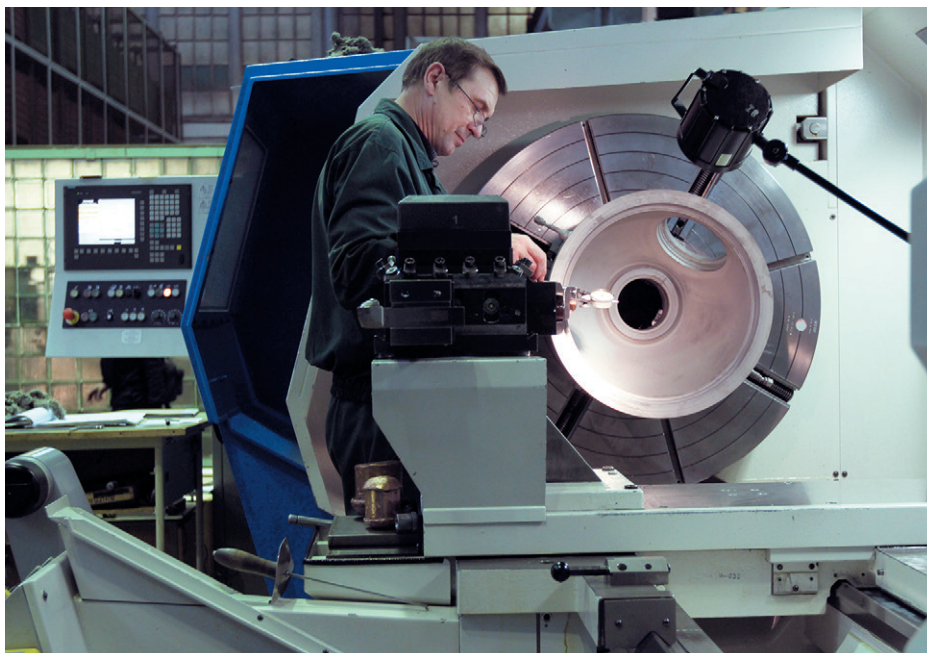


Фото НПО Энергомаш



...Буквально несколько лет назад была создана сама Госкорпорация, которая смогла объединить разрозненные предприятия... А уже «Энергомаш» проложил дорогу для создания других интегрированных структур во всей Госкорпорации, которым предстоит работать на внешних рынках, а опыт «Энергомаша» огромен. На двигателях «Энергомаша» летают сейчас и Atlas, и Antares, а двигатель РД-180 набрал уникальную безаварийную статистику – 85 пусков. Для того чтобы сохранить и развить наше положение на рынке, мы должны соревноваться с крупными международными конкурентами нашими компетенциями, объединениями, как это было в советское время... Это непреложное условие для того, чтобы... начать делать то, что все от нас ждут, – переход на новую ракетно-космическую технику.

И на рубеже 2022–2023 годов мы должны эту технику создать. Это и начало летных испытаний новой ракеты среднего класса «Союз-5», где мы будем работать на возрожденном двигателе – модернизированном и модифицированном РД-171МВ. Это и переход на серийный выпуск ракеты «Ангара»... Это позволит нам вернуться на рынок тяжелых ракет, где всегда мы были. Кроме того, мы уже начали разворачивать работы по созданию ракеты сверхтяжелого класса и до конца этого года мы должны представить эскизный проект ракеты в Правительство Российской Федерации.

Совсем недавно состоялось заседание Совета безопасности России, которое было всецело посвящено развитию ракетно-космической промышленности... Все ракетное будущее основано на двигателях, которые создаются в НПО Энергомаш. Это двигатели безусловно надежные, но надо двигаться дальше. А этот научно-технический задел формируется здесь, в НПО Энергомаш, через создание цифрового проектирования, цифрового моделирования ситуаций, цифровых двойников и изделий, которые производятся в семье «Энергомаша». И это наше будущее, это не сказки и не фантазии...

Нас ждут большие и масштабные решения... Мы должны быть полны воли пройти этот путь, и «Энергомаш» должен сыграть большую ключевую роль в этом вопросе». – И.Б. ■





Игорь АФАНАСЬЕВ

**МИРОВОЙ ЛИДЕР В ОБЛАСТИ РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ НПО ЭНЕРГОМАШ ИМЕНИ АКАДЕМИКА В.П. ГЛУШКО МОДЕРНИЗИРУЕТ СВОЮ СТЕНДОВУЮ БАЗУ КАК ОСНОВУ ДЛЯ ОТРАБОТКИ НОВЫХ МОЩНЫХ ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. УЖЕ В ЭТОМ ГОДУ ПРЕДПРИЯТИЕ ДОЛЖНО ПРИСТУПИТЬ К ИСПЫТАНИЮ АГРЕГАТОВ РД-171МВ, А В ДАЛЬНЕЙШЕМ И САМОГО ДВИГАТЕЛЯ.**

Фото НПО Энергомаш

## «ЭНЕРГОМАШ» ОБНОВЛЯЕТ СТЕНДОВУЮ БАЗУ

Весь проект модернизации рассчитан на период 2018–2023 гг. и включает в себя реконструкцию огневых, автономных стендов и всей инфраструктуры научно-испытательного комплекса (НИК). «В ближайшие несколько лет НИК-751 ожидает напряженная производственная программа, и уже сегодня планируем работы по модернизации таким образом, чтобы минимизировать возможные остановки стендов», – рассказывает руководитель комплекса А. Н. Ушков.

Модернизация стендовой базы началась летом 2018 г., когда в НИКе впервые за много лет проводился плановый останов огневых стендов. Тогда удалось выполнить целый комплекс масштабных работ. В первую очередь, это реконструкция гидрогасителя, которая последний раз осуществлялась почти 10 лет назад. При этом работу удалось сделать в рекордные сроки – на все ушло чуть больше месяца.

Кроме того, был восстановлен газодинамический тракт, проведены регламентные работы по пневмогидравлическими системам, системам измерения и управления. Все работы выполнены в срок и с надлежащим качеством. После останова уже состоялось более десятка испытаний: к стендовому оборудованию замечаний нет.

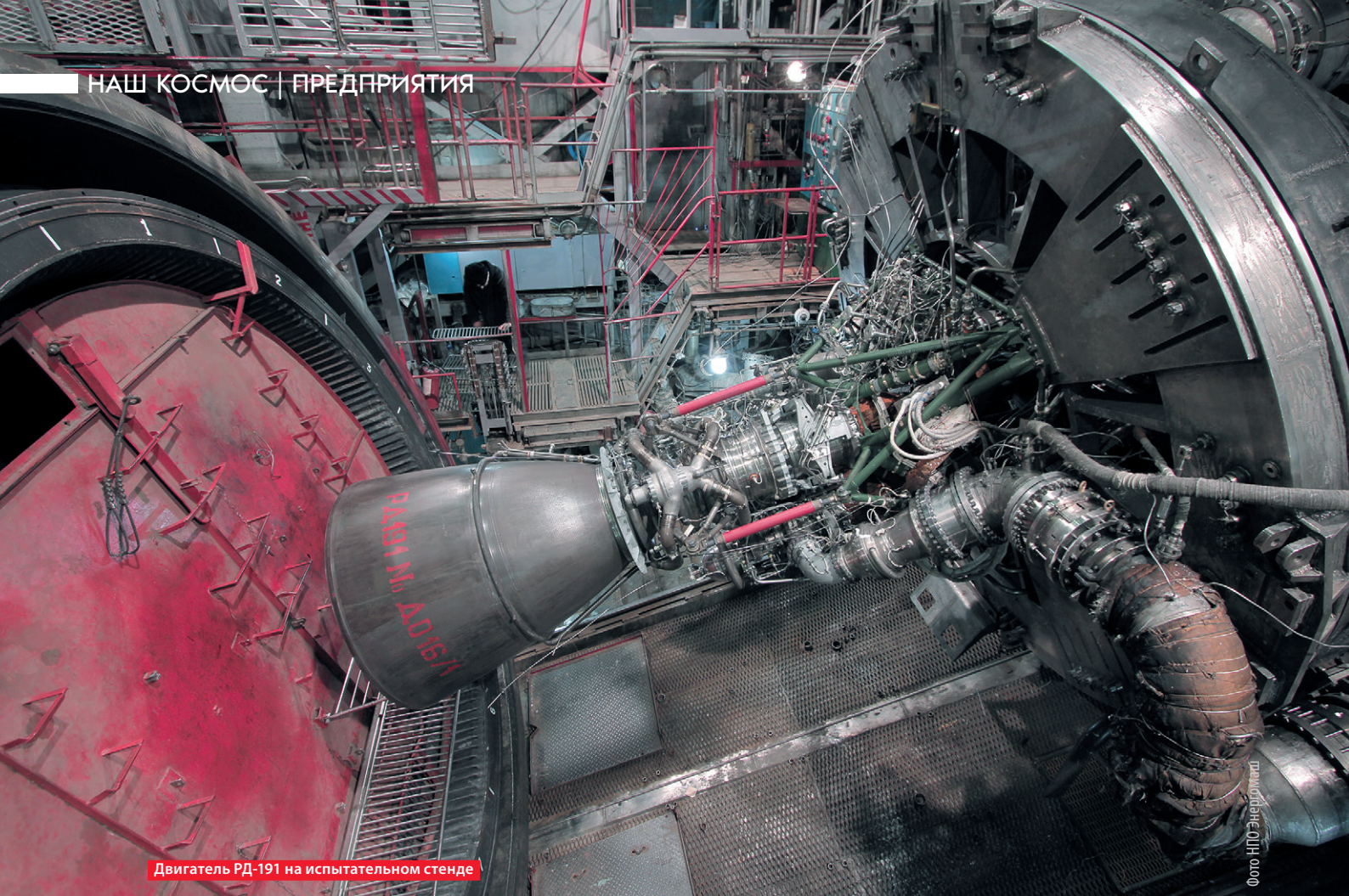
Чтобы представить масштабы комплекса, достаточно сказать, что в его составе находятся 45 действующих испытательных стендов! Они все разные и предназначены для решения различных задач. Есть огневые стенды, а есть агрегатные. Последние служат для климатических и гидравлических тестов, для испытаний на динамические нагрузки, вибрацию, а также на производительность насосных агрегатов.

Ряд агрегатов проходит квалификационные испытания от партии для подтверждения работоспособности

задела. Перед сборкой двигателя необходимо подтвердить характеристики основных агрегатов по отдельности. По этой причине, если не будет функционировать хотя бы один автономный стенд, изделие (двигатель) не может быть допущено к огневому испытанию. «Благодаря этим мерам достигается уникальная надежность наших двигателей. Когда каждый агрегат проходит целый цикл испытаний, подтверждается высокое качество его производства», – отмечает Андрей Николаевич.

Стенд №1 – один из самых больших огневых в мире – позволяет проводить огневые испытания жидкостных двигателей тягой до 1000 тс. Здесь выполняются уникальные по своим масштабам и сложности работы, на которые сегодня в мире мало кто способен. В прошлом году стенду исполнилось 70 лет: первый «прожиг» на нем состоялся в 1948 г.





Двигатель РД-191 на испытательном стенде

В рамках модернизации стенд №1 будет оснащен новой информационно-измерительной системой, которая позволит максимально автоматизировать процесс регистрации параметров и существенно снизить трудоемкость обработки результатов испытания. Она создается на базе решений, реализованных в пермском ПАО «Протон-ПМ».

Процесс испытаний будет полностью автоматизирован: пермские специалисты разработали, изготовили и внедрили систему «Сириус-М», которая управляет работой двигателя и стендовых систем, а также позволяет регистрировать порядка 500 параметров. Создание систем управления началось в 1992 г., и сегодня эти решения используются при испытании двигателей РД-276 для первой ступе-

ни носителя «Протон-М», агрегатов двигателя РД-191 универсальных ракетных модулей носителя «Ангара» и другой перспективной техники.

За это время пермское предприятие накопило опыт и приобрело компетенции, востребованные сегодня на рынке высокотехнологичных услуг.

«В 2018 г. наши специалисты автоматизировали стенд автономных испытаний газогенераторов НПО Энергомаш на базе решения «Орион М-2» и получили хорошие отзывы заказчика, в том числе соответствие всем требованиям, отсутствие случаев отказа или сбоя системы», – отмечает исполнительный директор «Протон-ПМ» Д. В. Щенятский.

Опытная эксплуатация новой системы измерения и управления проводится с октября 2018 г. За это время не

зафиксировано ни одного случая отказа или сбоя, а результаты полностью соответствуют заявленным требованиям. Система позволила увеличить информативность испытаний, сократить время на подготовку и снятие характеристик за счет нового интерфейса программы: он выполнен в виде схемы с отображением всех основных узлов стенда в режиме реального времени.

Пермские специалисты уже приступили к проектным работам со стендом №1, на котором в настоящее время испытываются двигатели РД-180. Объект обследован и подготовлена спецификация оборудования. В июне на предприятии в Перми пройдут предварительные испытания. Монтаж и пусконаладочные работы в Химках начнутся в августе. Сдача в эксплуатацию пройдет поэтапно, поскольку, как уже говорилось, на стенде идут испытания.

«Сначала мы намерены измерять с помощью нашей системы только несколько параметров из каждой группы: провести пробное испытание и убедиться, что они зарегистрированы, а результаты соответствуют статистике, – рассказывает заместитель главного инженера по испытаниям ПАО «Протон-ПМ», руководитель проекта Алексей Ельцов. – На втором

**ПАО «Протон-ПМ», входящее в интегрированную структуру ракетного двигателестроения «Энергомаш», является одним из ведущих предприятий ракетно-космической промышленности страны. Компания специализируется на изготовлении жидкостных ракетных двигателей и является координатором программы развития кластера ракетного и авиационного двигателестроения «Технополис "Новый Звездный"».**



этапе заведем в нашу систему приблизительно половину стендовых и двигательных параметров: температура, показатели датчиков вибрации, датчиков давления и других. И только потом – все параметры».

Ввод системы в эксплуатацию намечен на ноябрь, затем пройдет метрологическая аттестация. Полностью проект планируется реализовать в июле 2020 г.

В последние годы цифровые технологии все шире используются в современном производстве. Не обошла «цифровизация» стороной и процесс проектирования, изготовления и испытаний ракетных двигателей. Неоднократно высказывались идеи о замене цифровым моделированием значительной части натурных испытаний. Однако говорить о полном переходе от «физики» к виртуальной реальности здесь явно преждевременно.

«При всем моем большом уважении к математическому моделированию, я считаю, что в ближайшие 20–25 лет НИК-751 без работы точно не останется. Не созданы еще модели, позволяющие отработать двигатель даже по-агрегатно, – что уж говорить о целом. Некоторые процессы просто неизвестны, а чтобы процесс моделировать, его нужно знать», – уверен А. Н. Ушков.

Тем не менее за цифровыми технологиями будущее. В настоящее время НПО Энергомаш заключило

**Модернизация стенда № 1 имеет свои нюансы, связанные как с масштабами, так и с применяемым топливом. Объект предназначен для испытания двигателей, работающих на жидком кислороде и керосине, тогда как в «Протоне-ПМ» двигатели используют азотный тетроксид и несимметричный диметилгидразин. Это создает нюансы, связанные с функционированием датчиков при низких температурах – до -200°С.**

договор с Московским авиационным институтом (МАИ) на работу по нейросетевому моделированию. Искусственная нейронная сеть – это система соединенных и взаимодействующих между собой процессоров (искусственных нейронов): каждый из них имеет дело только с сигналами, которые периодически получает и передает другим процессорам. Будучи соединенными в достаточно большую сеть с управляемым взаимодействием, такие работающие по определенному алгоритму простые отдельные процессоры вместе способны решать очень сложные задачи.

«Соответственно, если будут правильно и досконально описаны процессы работы двигателя и весь входной ряд параметров, то нейросетевая модель в идеале может принять решение, как этот двигатель отработает, – сделать прогноз. Используя результаты испытания, можно обучать нейросетевую модель, дополнять, до-

водить до совершенства», – объясняет Андрей Николаевич.

По мнению руководителя НИК-751, начальная ступень, необходимая для развития нейросетевого моделирования в части получения достоверного прогноза результатов испытаний, – это создание электронного паспорта, предназначенного для сбора, хранения и анализа параметров двигателя и его агрегатов на всех этапах изготовления. Электронный паспорт, включенный в общую базу данных, позволит создать массив показателей для обучения нейросетевой модели и в итоге приблизиться к наиболее достоверному прогнозу результатов испытаний. Имея всю информацию по двигателю – от момента изготовления заготовки до его сборки, включая документирование всех видов работ и измененных параметров, – разработчики и испытатели смогут использовать этот колоссальный объем данных для создания эффективной нейросетевой модели. ■





# ХРОНИКА ПОЛЕТА ЭКИПАЖА МКС

Евгений РЫЖКОВ

РАБОТА 59-й ЭКСПЕДИЦИИ В ПЕРИОД  
16 АПРЕЛЯ – 15 МАЯ 2019 ГОДА

**НА ОРБИТЕ ПРОДОЛЖАЕТСЯ ВАХТА ЭКИПАЖА МКС-59  
В СОСТАВЕ КОМАНДИРА СТАНЦИИ КОСМОНАВТА РОСКОСМОСА  
ОЛЕГА КОНОНЕНКО И ПЯТИ БОРТИНЖЕНЕРОВ: КОСМОНАВТА  
РОСКОСМОСА АЛЕКСЕЯ ОВЧИНИНА, АСТРОНАВТОВ NASA ЭНН  
МАККЛЕЙН, НИКЛАУСА ХЕЙГА, КРИСТИНЫ КУК И АСТРОНАВТА  
CSA ДАВИДА СЕН-ЖАКА.**

## ПОД КРЫЛОМ «ЛЕБЕДЯ» НА СТАНЦИЮ ПРИЛЕТЕЛИ «ПЧЕЛЫ»

17 апреля с острова Уоллопс (штат Вирджиния) стартовал грузовик Cygnus NG-11. 19 апреля он приблизился к станции и в 09:28 UTC Энн МакКлейн захватила его манипулятором Canadarm2. В 11:31 «Лебедь» пристыковался к надирному порту модуля Unity (Node 1).

Коммерческий корабль корпорации Northrop Grumman доставил на орбиту 3450 кг грузов. В основном это «расходники» для поддержания работоспособности станции и научное оборудование:

- прототипы кубовидных роботов-помощников – «астропчелы» Astrobbee, сконструированные на волне успеха первых роботов-помощников – микроспутников SPHERES, доставленных на МКС в 2006 г.;

- термо-аминовая система очистки воздуха (Thermal Amine System) от углекислого газа, использующая интенсивно нагретые и охлажденные слои аминов;

- система доставки на основе наночастиц (Nanoparticle delivery systems);

- устройство для запуска малых спутников SlingShot-2 (SEOPS, LLC);

- иммунные, материаловедческие и прочие исследования и эксперименты.

Два прибывших робота Astrobbee названы Bumble bee («Шмель») и Honey bee («Медоносная пчела»). Они помогут выполнить утомительную рутинную работу на борту – будь то запись на камеру проводимых экспериментов или задействование встроенного манипулятора для перемещения грузов. Помимо этого, роботы могут выполнять функцию исследовательской платформы, которую можно оснастить

научным оборудованием и запрограммировать на эксперименты.

«Переопончатокрылые» передвигаются по модулям МКС в любом направлении и могут вращаться по всем осям благодаря встроенным лопастям. На каждом роботе установлены камеры и датчики для навигации внутри станции и исключения столкновения с предметами.

Astrobbee работают на аккумуляторах и способны самостоятельно подзаряжаться от стыковочной станции, которую Давид Сен-Жак заблаговременно (15 февраля) установил в Узловом модуле Unity. «Пчелы» способны функционировать полностью в автоматическом режиме, а также управляться астронавтами либо специалистами полета и учеными с Земли.

## НОВАЯ БЕГОВАЯ ДОРОЖКА

23 апреля в модуле Tranquility окончательно вышла из строя американская беговая дорожка COLBERT (Combined Operational Load Bearing External Resistance Treadmill), прослужившая, между прочим, много дольше проектного срока эксплуатации. Кристина Кук заменила ее на новую, чтобы не прерывать бег в космосе, благотворно влияющий на работу сердца и общее самочувствие членов экипажа.



## ПОТОКИ ЭНЕРГИИ ВОВРЕМЯ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛИЛИ

29 апреля была зафиксирована серьезная проблема в системе электропитания американского сегмента станции, вызванная сбоем Коммутационного блока главной шины MBSU-3 (Main Bus Switching Unit), из-за чего станция потеряла почти 25 % мощности электроэнергии.

2 мая специалисты ЦУП-Х, дистанционно управляя манипулятором Canadarm2 с насадкой Dextre, заменили неисправный блок реле на новый – и проблема была устранена. Следует отметить, что без спасительной «канадской руки» потребовался бы внеплановый выход в открытый космос. Экипаж даже не ощутил на себе последствия от снижения энергии МКС. Тем не менее для безостановочного хода экспериментов и гарантированной работы «железа» в орбитальном доме астронавты перенаправили потоки электроэнергии в модуль Unity, используя соединительные кабели.

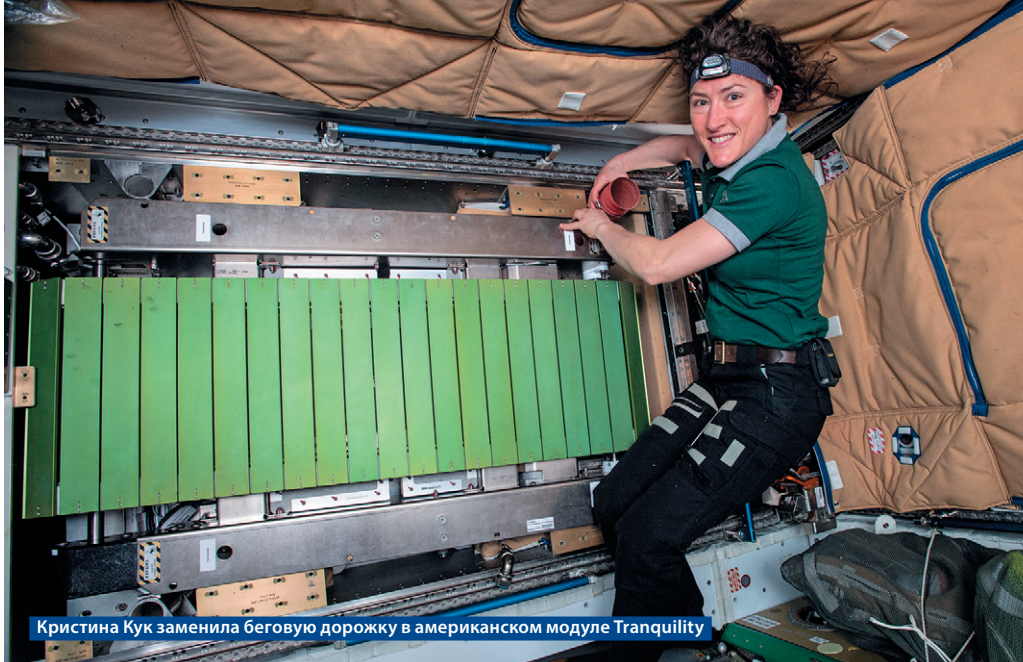
Блок такого типа был заменен на станции уже во второй раз. И если в мае 2017 г. на устранение проблемы ушло около 10 дней, то сейчас – каких-то 72 часа. Бесценный опыт двухлетней давности помог решить схожую проблему намного быстрее.

## И ПРИЛЕТЕЛ «ДРАКОН»...

6 мая в 11:01 UTC при помощи Хейга Сен-Жак, умело орудовавший канадским манипулятором, захватил запущенный 4 мая с мыса Канаверал американский «грузовик» SpX-17. В 13:33 «Дракон» пристыковался к надирному порту модуля Harmony (Node 2).

Коммерческий корабль Маска доставил на МКС почти 2500 кг грузов:

- микроустройства Tissue Chips, спроектированные как модели, структурно и функционально точно повторяющие человеческие органы;
- Орбитальная углеродная обсерватория Orbiting Carbon Observatory-3 (OCO-3), которую установят на внешней поверхности японского модуля «Кибо» и которая займется изучением полного цикла движения углерода в атмосфере нашей планеты;
- «Фотобиореактор» (Photobioreactor) – установка для выращивания микроводорослей, предназначенных для еды астронавтов, а также с целью использования в качестве составной части системы жизнеобеспечения для



Кристина Кук заменила беговую дорожку в американском модуле Tranquility

генерации кислорода и поглощения углекислого газа;

- платформа с перестраиваемой конфигурацией для изучения рыхлых и сыпучих тел в условиях микрогравитации Hermes;
- оборудование для исследования «Гены в космосе-6» (Genes in Space-6) для изучения изменений ДНК на борту МКС;
- другие приборы, устройства и материалы для экспериментов.

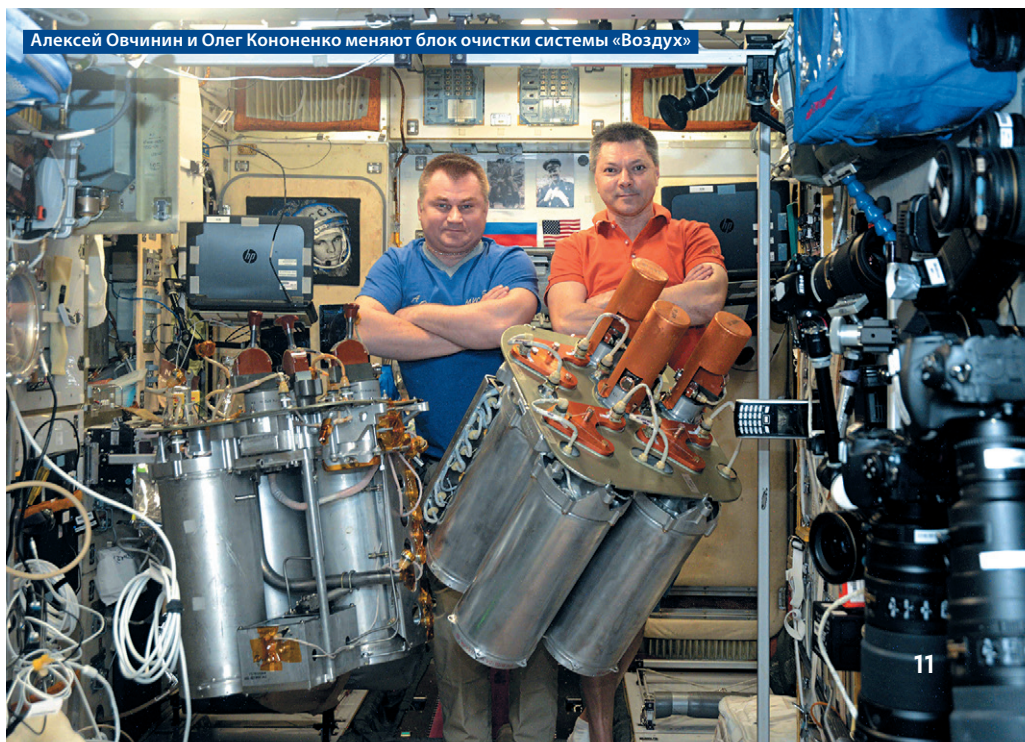
## ОРБИТАЛЬНЫЕ «МАЙСКИЕ»

Российские космонавты Овчинин и Кононенко, находящиеся в орбитальной командировке, в праздничные дни в честь «весны и труда» продолжали работать по программе и только 4 и 5 мая получили некоторые послабления: небольшой отдых и возможность пообщаться с близкими. И в выходные, связанные с 74-летием Победы в Великой Отечественной войне, они, в отличие от большинства россиян, тоже работали, а отдыхали только

9 и 12 числа. Это объясняется тем, что космонавты не могут надолго прервать ежедневные научные эксперименты, сбор данных, наблюдения, фотосъемку, техобслуживание МКС... Так, Олег и Алексей были заняты экспериментом «Сепарация» (TEX-48), цель которого – получение воды из урины для технических нужд станции. А в качестве ремонтных работ они меняли блок очистки атмосферы от CO<sub>2</sub> в системе «Воздух».

Помимо всего прочего, Алексей и Олег «подписались» под репортажи «с места событий» (то есть с околоземной орбиты) для сайта Роскосмоса и социальных сетей, так что работы у ребят всегда «по горло».

Попутно заметим, что свой профессиональный праздник – Международный день полета человека в космос (12 апреля) – россияне провели с пользой: участвовали в сеансах связи, занимались физкультурой для поддержания организма в тонусе, выполняли научные эксперименты.



Алексей Овчинин и Олег Кононенко меняют блок очистки системы «Воздух»





Алексей Овчинин, Никлаус Хейг и Кристина Кук в модуле «Рассвет» проходили тренировку по экстренному покиданию станции

### «БИОАНАЛИЗАТОР»

10 мая Давид Сен-Жак подключил канадский прибор «Биоанализатор», размер которого сопоставим с «консолью для видеоигр». С его помощью будет проще делать медицинские тесты с разными жидкостями в человеческом теле: кровь, слюна, моча.

До появления «Биоанализатора» членам экипажа после процедуры взятия образцов жидкости приходилось хранить их в станционном морозильнике MELFI и только спустя несколько месяцев отправлять на возвращаемых «грузовиках» в земные лаборатории. Теперь жить станет легче:

через 2–3 часа после, например, «кровопускания» обработанные новым прибором данные будут «сброшены» через станционные каналы связи специалистам Канадского космического агентства, откуда их перенаправят ученым.

### К СПАСЕНИЮ ГОТОВЫ

В первой половине мая в модуле «Рассвет» (МИМ-1), к которому пристыкован «Союз», все шесть членов экипажа прошли рядовую тренировку по экстренному покиданию станции на «Союзе» на случай аварийной ситуации на МКС.

### «Дракон» привозил спирт?

Стало известно, что 3 марта, после стыковки первого пилотируемого корабля Crew Dragon компании SpaceX в беспилотном варианте с МКС, анализаторы воздуха выявили в атмосфере станции повышенное содержание изопропилового спирта – с концентрацией около 6 мг/м<sup>3</sup>. По указанию с Земли экипаж включил системы очистки воздуха, в результате чего концентрация этого небезопасного органического соединения снизилась примерно до 2 мг/м<sup>3</sup> (до стыковки «Дракона» концентрация составляла 0.1 мг/м<sup>3</sup> и после отстыковки снизилась). После этого случая российская сторона направила в NASA соответствующие запросы. «Насколько я знаю, из-за этого корабля произошел выброс в атмосферу МКС паров изопропилового спирта... Все замечания выданы, вопросы заданы», – объяснил ситуацию

начальник ЦПК П. Н. Власов, добавив, что российские специалисты общаются со SpaceX через NASA.

Герой России, летчик-космонавт П. В. Виноградов тоже прокомментировал появление сильного запаха спирта на МКС: «То, что это спирт, – совсем неоднозначно. Может казаться, что там спирт, а на деле – другие соединения». Павел Владимирович допустил, что спирт мог использоваться в целях обеззараживания корабля на Земле, или же запах мог быть вызван используемыми внутри корабля материалами. Павел Виноградов добавил, что пробы воздуха, взятые на МКС, отправят на Землю, где и будет установлена настоящая причина появления запаха на МКС после прибытия «Дракона». В любом случае последствия будут быстро ликвидированы благодаря хорошей работе станционной системы очистки воздуха.

### БОЛЕВОЙ ПОРОГ – КАКОЙ ОН?

Во второй половине апреля Олег Конonenko выполнял российский эксперимент «Альгометрия» (МБИ-35) по исследованию болевой чувствительности человека в условиях космического полета. Он проводится с целью улучшения методов оказания медпомощи. Наибольшую актуальность это приобретет, когда люди вернутся на Луну и отправятся исследовать другие планеты самостоятельно. В случае необходимости оказания экстренной помощи придется действовать на месте: эвакуация больного на Землю невозможна – она займет слишком много времени.

«Альгометром» фиксируется порог болевой чувствительности для подбора наиболее действенного для конкретного человека анальгетика. С этой целью осуществляется механическое и тепловое раздражение кожного покрова. Такое обследование проводится до полета, спустя две недели по прибытии на МКС, затем каждый месяц на борту и после полета.

### ОДНОВИТКОВАЯ СХЕМА СБЛИЖЕНИЯ

Инженеры РКК «Энергия» разработали обновленную схему полета космических кораблей, по которой сближение с МКС достигается примерно через 2 часа после запуска.

На сайте предприятия указана следующая информация: «Главное преимущество такой схемы – сокращение времени пребывания космонавтов в небольшом объеме корабля. Еще одним плюсом обновленной схемы является быстрая доставка на



станцию различных биоматериалов для проведения научных экспериментов на МКС. Кроме того, чем быстрее происходит сближение корабля со станцией, тем больше экономятся топливо и другие ресурсы, необходимые для обеспечения полета.

Отмечается необходимость «соблюдения ряда жестких баллистических условий по относительному положению корабля и станции» для реализации одновитковой схемы. Однако специалисты «Энергии» предлагают свою методику, позволяющую использовать новую схему даже чаще, чем «популярную» в последнее время четырехвитковую.

Примечателен вот какой момент: с увеличением широты космодрома эффективность новой методики повышается. Возьмем космодром Восточный. С Дальнего Востока запуски по одновитковой схеме можно проводить без предварительных коррекций орбиты МКС, а в идеале – ежесуточно.

Заместитель руководителя Центра расчетно-теоретического обеспечения Р.Ф. Муртазин напомнил, что двухвитковую схему сближения (около 3.5 часа), с блеском опробованную на «грузовиках» «Прогресс МС-09» и «Прогресс МС-11» (10 июля 2018 г. и 4 апреля 2019 г.), планируется применять и для пилотируемых запусков. Ну а запуски по одновитковой схеме позволят «побить» рекорд доставки экипажей и грузов к станции.

Более того, одновитковая схема может пригодиться для реализации в будущем двухпусковых схем полета к Луне, предполагающих стыковку на околоземной орбите с разгонным блоком (РБ) на низкокипящих компонентах топлива. Срок использования РБ после выведения крайне мал, поэтому максимально быстрое сближение и стыковка с ним очень актуальны.

### Почем «космическое» питание?

14 мая директор НИИ пищевых технологий, д.т.н., заслуженный деятель науки РФ, профессор В. Ф. Добровольский сообщил, что «стоимость рациона космонавтов в сутки составляет 30–35 тыс руб». В 2010 г. «космическое» питание стоило 15 тыс руб, а значит оно подорожало более чем в 2 раза почти за 10 лет.



Ночной кинопоказ на МКС. Угадайте, какой фильм смотрит экипаж?

Еще одна сфера применения быстрых схем сближения – спасательные операции в космосе, когда фактор времени является решающим.

По мнению баллистиков «Энергии», практически реализовать одновитковую схему сближения будет возможно через 2–3 года.

### НОВОСТИ РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА

Российские ученые при участии коллег из научных лабораторий Израиля и США намерены в сентябре отправить на станцию клетки рыбы и мяса. Образцы клеток космонавты напечатают на магнитном 3D-биопринтере. Израильцы снабдят наших ученых клеточным материалом крупного рогатого скота, а американцы – клетками рыб.

До этого, в августе, пройдут орбитальные эксперименты с живой и неживой материей: в частности, с кристаллами или аналогом костной ткани (фосфат кальция).

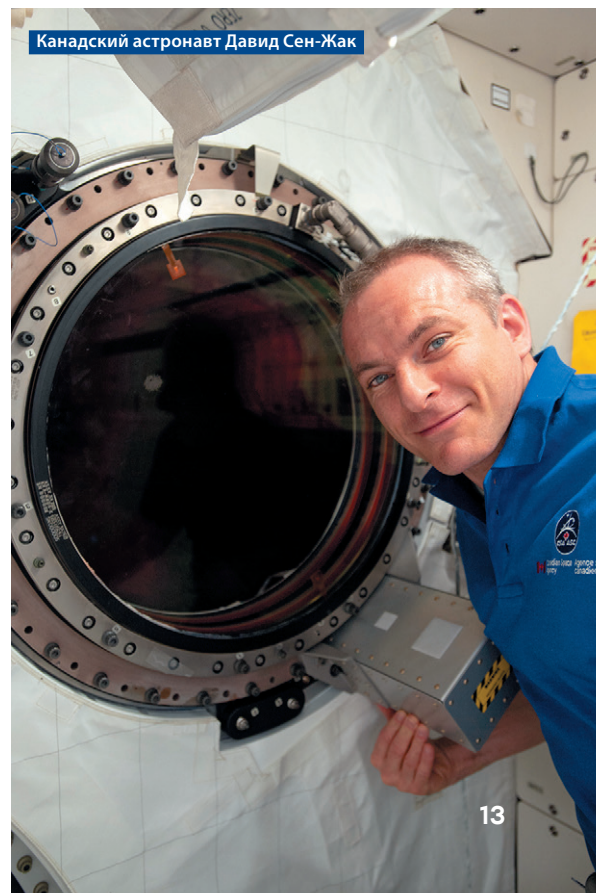
В апреле генеральный директор – главный конструктор НПП «Звезда» С.С. Поздняков сообщил о разработке нового модульного скафандра. «Мы готовим предложение под новый скафандр. В этом году мы уже точно должны сформулировать облик и начать работу. Надеемся, что контракт будет подписан в этом году, вероятнее всего, с «Энергией», – сообщил Сергей Сергеевич. Он отметил, что новый скафандр можно будет использовать не только для ВКД с борта МКС (сейчас используется «Орлан-МКС»), но и для работы на поверхности Селены. Впрочем, для этого потребуется некоторая трансформация снаряжения.

Разработка перспективного скафандра, включая его отработку и испытания, займет несколько лет.

### ПОСВЯЩАЕТСЯ ДНК

25 апреля в знак признания важности генетики и научных достижений в этой области отмечается Международный день ДНК. На борту МКС проводится множество перспективных исследований и экспериментов, связанных с генетической программой развития и функционирования живых организмов.

Ежегодно 5 мая (с 2017 г.) в США проходит Национальный день астронавта, посвященный первому американскому суборбитальному полету. 5 мая 1961 г. астронавт NASA Алан Шепард на корабле Freedom 7 достиг высоты чуть более 185 км (в космос «Эл» полетел лишь 31 января 1971 г. на Apollo 14 и вместе с Эдгаром Митчеллом совершил третью высадку людей на Луну). ■



Канадский астронавт Давид Сен-Жак





# ВСЛЕД ЗА «ЛЕБЕДЕМ» «ДРАКОН»

Игорь АФАНАСЬЕВ

## СYGNUS: ПОДАРКИ К ПАСХЕ

17 апреля со Среднеатлантического регионального космопорта MARS (Mid-Atlantic Regional Spaceport), коммерческого космодрома на острове Уоллопс в штате Вирджиния, состоялся десятый пуск ракеты-носителя Antares с автоматическим транспортным кораблем Cygnus NG-11. Космический грузовик изготовлен отделением Innovation Systems корпорации Northrop Grumman (компания NGIS, ранее – Orbital ATK). В своей одиннадцатой миссии, выполняемой в рамках контракта NASA по услугам коммерческого снабжения МКС Commercial Resupply Services, корабль получил имя собственное «Роджер Чаффи» (S.S. Roger Chaffee) в честь нелетавшего американского астронавта, погибшего 27 января 1967 г. при наземных испытаниях корабля Apollo 1.

В данном полете впервые демонстрировалась возможность поздней загрузки оборудования и материалов, которыми необходимо комплектовать корабль «в последний момент».

Обычно к таким грузам относятся биологические эксперименты (в данном случае – подопытные грызуны, транспортируемые в специальных боксах с системой жизнеобеспечения, имеющей ограниченный ресурс по времени). В этих целях у обтекателя ракеты предусмотрена отделяемая носовая часть. После вывоза из сборочного корпуса на старт носитель поднимают в вертикальное положение, проводят проверку всех систем, а затем вновь опускают. К передней части подводят передвижную «чистую комнату», в которой носок обтекателя откидывается, давая возможность специалистам уложить срочные грузы и закрыть обтекатель.

Ракета Antares (вариант 230, имеющий два жидкостных двигателя РД-181 производства российского НПО Энергомаш на первой ступени и твердотопливный Castor -30XL на второй) сработала штатно и вывела на расчетную орбиту корабль, состоящий из служебного модуля и удлиненного герметичного грузового отсека. Это уже пятый полет грузовика в модификации Enhanced Cygnus, спо-

собной доставлять на МКС до 3500 кг грузов, что на 800 кг больше, чем в стандартном варианте.

Через двое суток маневрирования «Роджер Чаффи» подошел к станции и был пойман манипулятором Canadarm2, которым управляла американская астронавтка Энн Макклейн. Затем его пристыковали к причальному порту модуля Unity (Node 1). Подтягивание к станции после захвата и собственно стыковка выполнялись по командам с Земли.

Общая масса грузов, размещенных на корабле, составила 3436 кг. В герметичном отсеке находились: провизия и вещи для экипажа, материалы для научных исследований, оборудование для выхода в открытый космос, компьютеры и комплектующие, запчасти для оборудования станции. В канун празднования католической Пасхи на станцию прибыли копченая индейка, свиные отбивные, спаржа и фруктовый пирог. Канадское космическое агентство CSA (Canadian Space Agency) направило своему астронавту Дэвиду Сен-Жаку целый продуктовый набор: копченый



Запущенный 17 апреля Cygnus получил имя «Роджер Чаффи». Традиция называть данные корабли в честь астронавтов поддерживается с 2014 г. Предыдущие «грузовики» получили имена в честь астронавтов Дэвида Лоу, Чарльза Фуллертона, Дженис Восс, Дональда Слейтона, Рика Хасбанда, Алана Пойндекстера, Джона Гленна, Юджина Сернана, Джона Янга. Только Cygnus, запущенный 21 мая 2018 г., носил имя не астронавта, а директора Центра космических полетов имени Маршалла Джеймса Томпсона, впоследствии президента компании Orbital Sciences, где корабль Cygnus был создан.





Укладка грузов в транспортный корабль Cygnus NG-11

лосось, печенье с кленовым сиропом, ризотто с грибами и сыром, а также чили с мясом зубра, приготовленное по семейному рецепту канадца.

Всего на борт было доставлено около 800 комплектов космического питания. В общей сложности «Роджер Чаффи» привез на станцию 3162 кг запасов.

На служебном модуле корабля установлен диспенсер фирмы NanoRacks (после отстыковки грузовика он отстрелит наноспутники) массой 239 кг, а также оборудование компании Northrop Grumman массой 35 кг.

NASA сообщило, что корабль покинет МКС 23 июля, после чего выведет на орбиту малые спутники. Автономный полет продлится до декабря, затем Cygnus сведут с орбиты после восьми месяцев пребывания в космосе. До сих пор рекорд длительности пребывания в космосе кораблей данного типа – 100 суток (с ноября 2018 г. по февраль 2019 г.) – принадлежал «Джону Янгу» из десятой миссии (РК № 1, 2019, с.38-41).

Одиннадцатая миссия станет последней в рамках текущего контракта с NASA. Всего в период 2013–2018 гг. к станции стартовали 12 грузовиков типа Cygnus: десять – на ракете Antares (один не вышел на орбиту из-за аварии носителя при старте) и два – на ракете Atlas V. По новому контракту, который начнет выполняться с осени 2019 г., NGIS обязана будет доставить на МКС в ходе шести полетов 20 т грузов.

## DRAGON: НЕ ОТДЕЛИВШИЙСЯ КАБЕЛЬ

Через пару недель к МКС отправится еще один американский грузовик. Dragon компании SpaceX (миссия SpX-17, выполняемая в рамках уже упомянутого контракта по коммерческим услугам снабжения Commercial Resupply Service) стартовал 4 мая 2019 г. на ракете-носителе Falcon 9 с пускового комплекса SLC-40 станции ВВС «Мыс Канаверал» после неоднократных задержек и переносов.

Первоначально запуск планировался на 26 апреля, однако уже 19-го сообщили о переносе даты старта на 30 апреля «по наиболее подходящим баллистическим условиям».

После взрыва корабля Crew Dragon, случившегося на испытательном стенде 20 апреля (с.48-49), многие эксперты полагали, что пуск автоматического грузовика неминуемо перенесут. Так и случилось, но, поскольку виновником «аномального исхода теста» считались двигатели SuperDraco, которых на беспилотном корабле нет, среди причин переносов нештатный исход испытаний не назывался. Более того, SpaceX получила распоряжение передвинуть плавучую автоматическую платформу OCISLY (Of Course I Still Love You; «Конечно, я все еще люблю тебя») на 28 км вдоль по трассе, чтобы предстоящая посадка ступени позволяла «обеспечить целостность района и сохранить ценную информацию».

27 апреля старт перенесли на 1 мая в связи с задержкой технологического прожига первой ступени. Но



Старт ракеты-носителя Antares с кораблем Cygnus NG-11





и тогда пуск не состоялся. Его передвинули на 3-е число из-за проблем с системой электропитания американского сегмента МКС: NASA сообщило, что отказал блок подключения электропитания MBSU, в результате чего отключились два из восьми каналов электропитания, и специалисты перераспределили электропитание через шесть работоспособных каналов. Перенос старта «грузовика» давал им дополнительное время, чтобы разобраться с проблемой.

Тем временем попытка начать миссию 3 мая не имела успеха: обратный отсчет прервали из-за технических проблем с электропитанием... на посадочной платформе OCISLY и утечки гелия в наземном оборудова-

нии стартового комплекса. Впрочем, и при исправности оборудования шансы улететь были невелики: как предупредили метеорологи, запуску могла помешать погода – в сторону флоридского побережья двигался циклон.

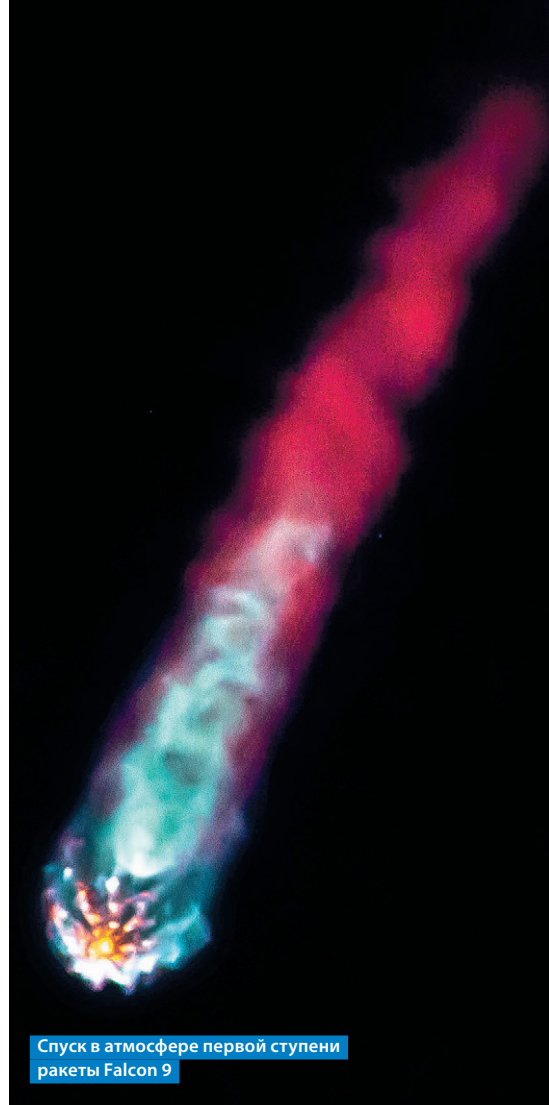
4 мая Falcon 9 наконец-то стартовал. Выведение проходило вполне рутинно – и Dragon оказался на опорной орбите в расчетное время. После отделения первая ступень – она имела номер B1056 – совершила успешную мягкую посадку на самоходное судно. В этой миссии компания использовала уже летавший на МКС Dragon (впервые побывал на станции в августе 2017 г. в рамках SpX-12) и вновь изготовленную ракету-носитель. Из нового у «опробованного в полете» корабля имеется негерметичный грузовой отсек («кузов») с солнечными батареями и отремонтированное теплозащитное покрытие.

После успешного отделения от второй ступени ракеты Dragon начал самостоятельный полет. Сближение со станцией выполнялось по двухсуточной схеме. Казалось, все идет штатно. Однако, когда 6 мая корабль приблизился к МКС, специалисты хьюстонского центра управления обнаружили болтающийся снаружи кабель (он, по-видимому, не отделился при старте) и проинформировали экипаж МКС о находке. Американские астронавты подтвердили, что тоже видят провод. «Земля» пообещала им, что он не должен помешать работе манипулятора, тем не менее рекомендовала выдать команду на увод Dragon'a от станции, если кабель попадет в узел захвата.

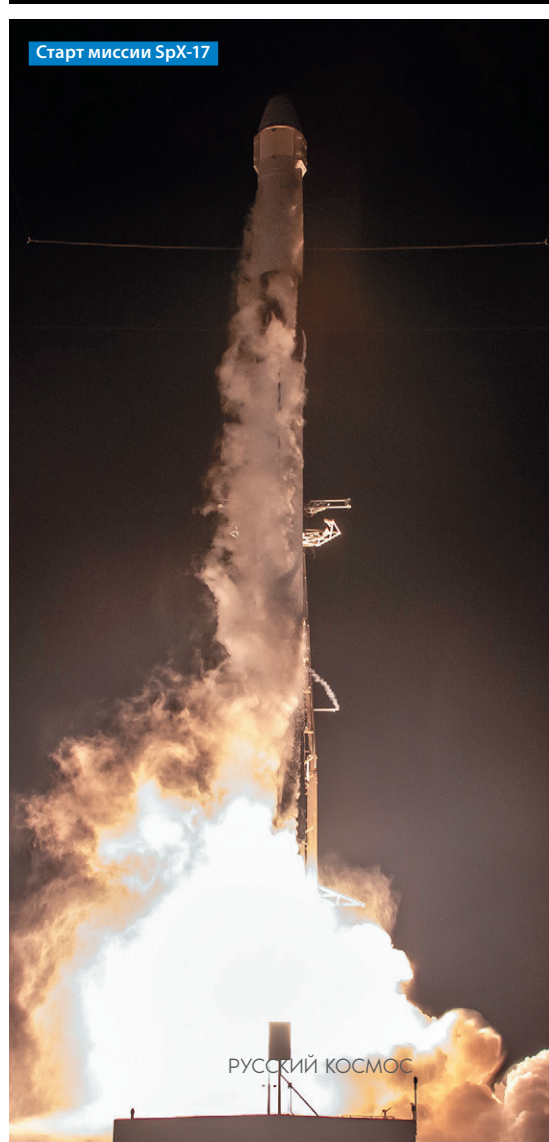
На пресс-конференции после успешного завершения запуска Кенни Тодд, менеджер NASA, ответственный за снабжение МКС, заявил: «У NASA была своя причина отложить запуск на сутки, чтобы дать возможность SpaceX исправить проблему с генератором на посадочной платформе... Вернувшуюся ступень мы считаем «своей» и планируем использовать ее как минимум для миссии SpX-18, а возможно, и для SpX-19».

Если это произойдет, полет SpX-19 будет первым пуском уже дважды летавшей ступени в интересах NASA.

Считается, что повторное использование ракетной матчасти приносит ощутимую выгоду, так как SpaceX возвращает часть сэкономленных денег космическому агентству.



Спуск в атмосфере первой ступени ракеты Falcon 9



Старт миссии SpX-17



В итоге все прошло штатно. Стыковка выполнялась по стандартной схеме: манипулятор Canadarm, которым управлял канадский астронавт Дэвид Сан-Жак, захватил грузовик и пристыковал к американскому модулю Harmony. С этого момента Dragon стал шестым кораблем, пристыкованным к МКС в данное время. Он составил компанию недавно прибывшему «Роджеру Чаффи», двум российским «Прогрессам» и двум «Союзам».

Вновь прибывший Dragon останется в составе станции около месяца, а затем вернется на Землю с материалами научных экспериментов. В настоящее время это единственный грузовозвращающий корабль, обслуживающий МКС.

В рамках миссии SpX-17 на международный орбитальный комплекс доставлено 2482 кг различных грузов, среди которых запасы для экипажа, материалы для научных исследований, снаряжение для выхода в открытый космос, запчасти к оборудованию станции, компьютеры и комплектующие. Часть аппаратуры (965 кг) прибыла в негерметичном отсеке (внешнем «кузове»): это Космическая углеродная обсерватория OCO-3 (Orbiting Carbon Observatory) и набор экспериментов по программе космических исследований BBC США STP-H6 (Space Test Program-Houston-6).

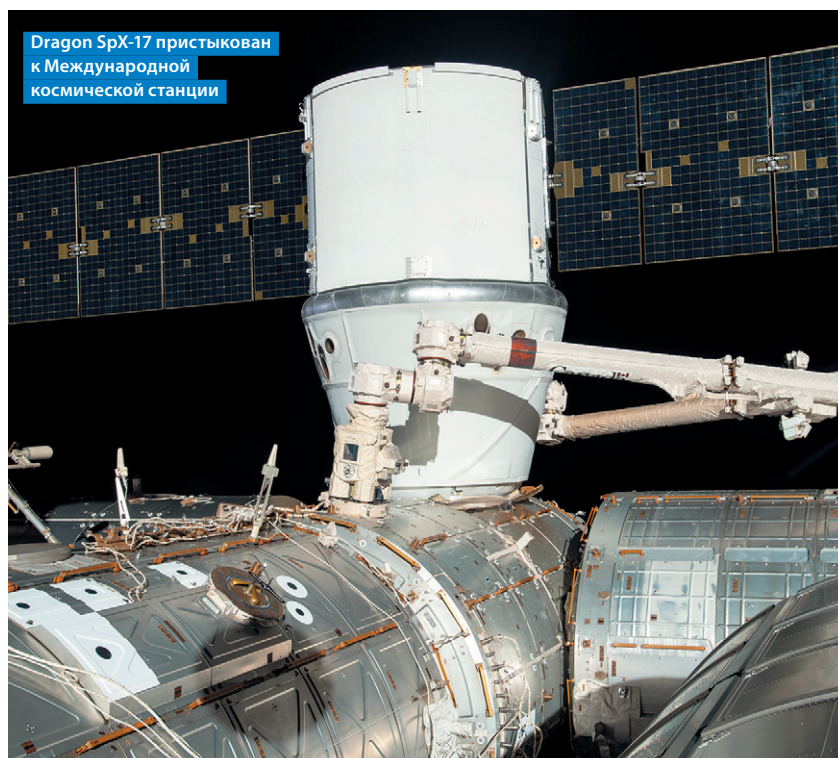
С помощью манипулятора Canadarm2 оба прибора будут извлечены

из «кузова» и установлены снаружи МКС. OCO-3 на внешней стороне японского экспериментального модуля KIBO будет измерять и наносить на карту количество углекислого газа, поступающего из космоса, чтобы обеспечить более глубокое понимание влияния углерода на климат.

В комплект STP-H6 вошли: демонстрационный эксперимент по рентгеновской связи, электростатический анализатор для исследования ионосферы, экспериментальный суперкомпьютер по обработке фото- и видеосъемки в космосе, инфракрасная камера для съемки свечения атмосферы и еще несколько экспериментов, в том числе студенческих.

С помощью этого набора приборов предполагается продемонстрировать новую технологию генерации пучков модулированных рентгеновских лучей, что может быть полезно для обеспечения эффективной связи с исследовательскими зондами в дальнем космосе или для передачи информации с летательных аппаратов, движущихся в атмосфере с гиперзвуковой скоростью и окруженных плазменной оболочкой, препятствующей традиционной радиосвязи.

Кроме того, как сообщили в NASA, на корабле прибыли материалы для идущих на орбите экспериментов (числом более 200) в сфере здравоохранения, космической медицины и других областях. ■



Dragon SpX-17 пристыкован к Международной космической станции

**и** Начальник центра подготовки космонавтов Павел Власов сообщил 22 мая, что ЦПК получил эскизный проект тренажера, который даст возможность имитировать гравитацию на Луне и при этом позволит космонавту работать на большой территории. Тренажер планируется установить в помещении с имитацией лунного рельефа. В составе тренажера будут реализованы технологии дополненной реальности. – П.П.

8 мая на слушаниях в комитете Палаты представителей по науке, космосу и технологиям Конгресса США зам. администратора NASA по пилотируемым программам Билл Герстенмайер признал, что проведенное в апреле 2019 г. испытание парашютной системы корабля Dragon закончилось неудачей. Три купола из четырех сработали нештатно, и возвращаемый аппарат был поврежден при падении на Землю. – П.П.

2 мая компания Blue Origin успешно провела 11-й пуск суборбитального аппарата New Shepard (четвертый для данного экземпляра). На границу космоса была поднята научная аппаратура для проведения 38 экспериментов. – П.П.

14 мая генеральный директор Роскосмоса Дмитрий Рогозин назначил исполняющим обязанности гендиректора НПО «Техномаш» Юрия Власова, ранее занимавшего должность советника руководителя Госкорпорации. – П.П.

Приказом генерального директора ПАО «РКК «Энергия» имени С.П.Королёва от 20 мая 2019 г. сформирован Совет главных конструкторов по космическому ракетному комплексу «Союз-5». В его состав вошли представители РКК «Энергия», РКЦ «Прогресс», РКС, ЦНИИмаш, ЦЭНКИ, НПО «Энергомаш», КБХА, НПО автоматики, НПЦ АП, ЗЭМ, ВМЗ, «Красмаш», НИЦ РКП, НПО «Техномаш» и Центра Келдыша. – П.П.

5 мая министр науки Израиля Офер Акунис объявил, что его ведомство выделит 20 млн долларов на проект лунного зонда «Берешит-2». – П.П.



ЦЕНТР  
ПОДГОТОВКИ КОСМОНАВТОВ  
ИМЕНИ Ю.А. ГАГАРИНА

Евгений РЫЖКОВ,  
Игорь МАРИНИН

# О КОСМОНАВТАХ И АСТРОНАВТАХ

**НАЧАЛЬНИК ЦПК ПАВЕЛ ВЛАСОВ СООБЩИЛ, ЧТО УЖЕ В ЭТОМ ГОДУ НАЧНЕТСЯ НОВЫЙ ОТКРЫТЫЙ НАБОР В ОТРЯД КОСМОНАВТОВ РОСКОСМОСА. ОН НАПОМИНИЛ, ЧТО ПРЕДЫДУЩИЙ, ВТОРОЙ, НАБОР (2017–2018 гг.), ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КОТОРОГО ОТОБРАЛИ ВОСЕМЬ ЧЕЛОВЕК, ЗАНЯЛ ПОЧТИ ДВА ГОДА.**

«В этом году мы объявляем конкурс. [Сейчас] нам нужно подготовить ряд организационных документов, а дальше будет процедура [отбора], которая в этом году точно не закончится», – резюмировал Павел Николаевич.

В настоящее время в отряде космонавтов Роскосмоса 25 космонавтов-испытателей, и еще восемь кандидатов проходят общекосмическую подготовку (см. таблицу).

## ЭКИПИРОВКА АЛЬ-МАНСУРИ

Александр Яров, генеральный директор «Кентавр-науки» – компании, занимающейся разработкой и производством одежды для космонавтов, сообщил, что представитель ОАЭ Хазза аль-Мансури заказал себе летный комбинезон василькового цвета. «На левом рукаве будет флаг ОАЭ, а на правом – эмблема экспедиции. На груди в рамке из четырех цветов – красного, зеленого, белого и черного – будут указаны имя и фамилия космонавта на русском и английском языках. Помимо этого, на груди будет эмблема космического агентства ОАЭ и его название арабской вязью».

Небезынтересен тот факт, что планировавшая отправиться осенью 2015 г. в краткосрочный полет к МКС британская певица Сара Брайтман (в конечном счете она отказалась «по личным, семейным причинам») тоже заказывала себе летный костюм аналогичной цветовой гаммы.

Заметим, что для дублера аль-Мансури – Султана аль-Нияди тоже будет пошит комбинезон.

Оба представителя ОАЭ заказали еще противоперегрузочные костюмы «Кентавр» (одевается при старте/посадке под скафандр «Сокол») и изделие «Браслет» – пояс из эластичных материалов, накладывающийся на бедренную часть ног и создающий нагрузку на вены (для регулирования кровообращения организма в условиях невесомости), а также по три комплекта нижнего белья, рубашку и брюки.

Тем временем в НПП «Звезда» для аль-Мансури уже изготовлено изделие «Казбек-УМ», включающее универсальное амортизационное кресло и индивидуальный ложемент.














Первый космонавт ОАЭ Хазза аль-Мансури полетит в космос в сентябре этого года на «Союзе МС-15» вместе с Олегом Скрипочкой и астронавтом NASA Джессикой Меир. Сессия и комплексные экзаменационные тренировки на знание МКС и «Союза» пройдут в Звездном городке в августе. – Е.Р.



Хазза аль-Мансури и Султан аль-Нияди перед полетом на невесомость на самолете Ил-76 МДК



### Отряд космонавтов Роскосмоса

№ п/п	Ф.И.О.	Дата рождения	Дата отбора (МВК)	Дата зачисления, перевода и выбытия из отряда	Кол-во полетов	Должность	Квалификация (класс)	Примечание
<b>Командир отряда космонавтов</b>								
01	Кононенко Олег Дмитриевич		21.06.1964	29.03.1996 01.06.1996 <sup>3)</sup> 05.01.1999 <sup>2)</sup> 22.01.2011 <sup>4)</sup>	4	ИКИ – командир отряда космонавтов	1-й класс	В полете до 25.06.2019
<b>Космонавты-«менеджеры»</b>								
	Тюрин Михаил Владиславович		20.03.1960	01.04.1994 16.06.1994 <sup>2)</sup> 26.02.2011 <sup>4)</sup> 18.01.2016 <sup>5)</sup>	3	Заместитель командира отряда	1-й класс	В штате отряда космонавтов, не имеет статуса активного космонавта
	Самокутёв Александр Михайлович		13.03.1970	29.05.2003 16.06.2003 <sup>1)</sup> 26.04.2010 <sup>4)</sup> 08.04.2017 <sup>5)</sup>	2	Заместитель командира отряда	2-й класс	В штате отряда космонавтов, не имеет статуса активного космонавта
	Корниенко Михаил Борисович		15.04.1960	24.02.1998 23.03.1998 <sup>2)</sup> 22.01.2011 <sup>4)</sup> 01.12.2017 <sup>5)</sup>	2	Ведущий специалист	1-й класс	В штате отряда космонавтов, не имеет статуса активного космонавта
	Ревин Сергей Николаевич		12.01.1966	09.02.1996 02.04.1996 <sup>2)</sup> 22.01.2011 <sup>4)</sup> 10.05.2017 <sup>5)</sup>	1	Ведущий специалист	3-й класс	В штате отряда космонавтов, не имеет статуса активного космонавта
<b>Командиры групп</b>								
02	Мисуркин Александр Александрович		23.09.1977	11.10.2006 29.12.2006 <sup>1)</sup> 01.08.2009 <sup>4)</sup>	2	ИКИ – нач. группы инструкторов	1-й класс	
03	Борисенко Андрей Иванович		17.04.1964	29.05.2003 08.07.2003 <sup>2)</sup> 10.02.2011 <sup>4)</sup>	2	ИКИ – нач. группы	2-й класс	
04	Скворцов Александр Александрович		06.05.1966	28.07.1997 26.06.1997 <sup>1)</sup> 01.08.2009 <sup>4)</sup>	2	ИКИ – нач. группы кандидатов	2-й класс	3-й полет с 20.07.2019 на «Союзе МС-13» по программе МКС-60/61
<b>Космонавты-испытатели</b>								
<b>Набор 1997 года</b>								
05	Юрчихин Фёдор Николаевич		03.01.1959	28.07.1997 14.10.1997 <sup>2)</sup> 07.02.2012 <sup>4)</sup>	5	ИКИ 1-го класса	1-й класс	
06	Скрипочка Олег Иванович		24.12.1969	28.07.1997 14.10.1997 <sup>2)</sup> 11.06.2011 <sup>4)</sup>	2	ИКИ 2-го класса	2-й класс	3.04.2019 утвержд. командиром ТК «Союз МС-15» (МКС-61/62). Старт 25.09.2019
<b>Набор 2003 года</b>								
07	Иванишин Анатолий Алексеевич		15.01.1969	29.05.2003 04.10.2003 <sup>1)</sup> 01.08.2009 <sup>4)</sup>	2	ИКИ 1-го класса	1-й класс	3.04.2019 утвержд. командиром в дубл. экипаж ТК «Союз МС-16» (МКС-63/64)
08	Шкаплеров Антон Николаевич		20.02.1972	29.05.2003 27.12.2003 <sup>1)</sup> 01.08.2009 <sup>4)</sup>	3	ИКИ 1-го класса	1-й класс	
09	Артемьев Олег Германович		28.12.1970	29.05.2003 08.07.2003 <sup>2)</sup> 22.01.2011 <sup>4)</sup>	2	КИ 3-го класса	3-й класс	



№ п/п	Ф.И.О.	Дата рождения	Дата отбора (МВК)	Дата зачисления, перевода и выбытия из отряда	Кол-во полетов	Должность	Квалификация (класс)	Примечание
<b>Набор 2006 года</b>								
10	Новицкий Олег Викторович	12.10.1971	11.10.2006	06.02.2007 <sup>1)</sup> 01.08.2009 <sup>4)</sup>	2	ИКИ 2-го класса	2-й класс	
11	Овчинин Алексей Николаевич	28.09.1971	11.10.2006	27.12.2006 <sup>1)</sup> 01.08.2009 <sup>4)</sup>	1	КИ 3-го класса	3-й класс	2-й полет 14.03.2019 на «Союзе МС-12» по программе МКС-59/60
12	Рыжиков Сергей Николаевич	9.08.1974	11.10.2006	06.02.2007 <sup>1)</sup> 01.08.2009 <sup>4)</sup>	1	КИ 3-го класса	3-й класс	Дублер команд.ТК «Союз МС-13» по прогр. МКС-60/61 А. Скворцова. 3.04.2019 утвержд. дублером команд. ТК «Союз МС-15» МКС-61/62 О.Скрипочки
13	Тихонов Николай Владимирович	23.05.1982	11.10.2006	20.12.2006 <sup>2)</sup> 22.01.2011 <sup>4)</sup>	—	КИ	—	3.04.2019 г. утвержд. в 1-й полет (15.04.2020) на «Союз МС-16» по прогр. МКС-63/64
<b>Набор 2010 года</b>								
14	Бабкин Андрей Николаевич	21.04.1969	26.04.2010	26.05.2010 <sup>2)</sup> 22.01.2011 <sup>4)</sup>	—	КИ	—	Кандидат технических наук. 3.04.2019 утвержд. в 1-й полет (15.04.2020) на «Союз МС-16» по прогр. МКС-63/64
15	Кудь-Сверчков Сергей Владимирович	23.08.1983	26.04.2010	26.05.2010 <sup>2)</sup> 22.01.2011 <sup>4)</sup>	—	КИ	—	
16	Вагнер Иван Викторович	10.07.1985	12.10.2010	08.11.2010 <sup>2)</sup> 22.01.2011 <sup>4)</sup>	—	КИ	—	3.04.2019 утвержден бортинж. в дублир. экипаж ТК «Союз МС-16» (МКС-63/64)
17	Матвеев Денис Владимирович	25.04.1983	12.10.2010	15.11.2010 <sup>4)</sup>	—	КИ	—	
18	Прокопьев Сергей Валерьевич	19.02.1975	12.10.2010	01.02.2011 <sup>4)</sup>	1	КИ	—	
<b>1-й набор в отряд ФГБУ НИИ ЦПК ГК «Роскосмос» 2012 года</b>								
19	Дубров Пётр Валерьевич	30.01.1978	08.10.2012	26.10.2012	—	КИ	—	
20	Кикина Анна Юрьевна	27.08.1984	08.10.2012	26.10.2012	—	КИ	—	
21	Корсаков Сергей Владимирович	01.09.1984	08.10.2012	26.10.2012	—	КИ	—	
22	Петелин Дмитрий Александрович	10.07.1983	08.10.2012	26.10.2012	—	КИ	—	



№ п/п	Ф.И.О.	Дата рождения	Дата отбора (МВК)	Дата зачисления, перевода и выбытия из отряда	Кол-во полетов	Должность	Квалифи- кация (класс)	Примечание
23	Федяев Андрей Валерьевич	26.02.1981	08.10.2012	25.04.2013	—	КИ	—	
24	Чуб Николай Александрович	10.06.1984	08.10.2012	26.10.2012	—	КИ	—	
<b>Дополнительное зачисление в отряд ЦПК ГК «Роскосмос» 2014 года</b>								
25	Аймаханов Мухтар Рабатович	01.01.1967	09.11.2002 27.01.2014	— 13.08.2014	—	КИ	—	В 2002 г. отобран в группу космонавтов Республики Казахстан. Прошел ОКП в ЦПК. Получил российское гражданство. Зачислен в отряд космонавтов Роскосмоса
<b>2-й набор в отряд ЦПК ГК «Роскосмос» 2018 года</b>								
26	Борисов Константин Сергеевич	14.08.1984	10.08.2018	01.10.2018	—	К	—	
27	Горбунов Александр Владимирович	24.05.1990	10.08.2018	01.10.2018	—	К	—	
28	Гребёнкин Александр Сергеевич	15.07.1982	10.08.2018	06.11.2018	—	К	—	
29	Зубрицкий Алексей Витальевич	22.08.1992	10.08.2018	01.11.2018	—	К	—	
30	Микаев Сергей Николаевич	15.08.1986	10.08.2018	12.11.2018	—	К	—	
31	Песков Кирилл Александрович	01.05.1990	10.08.2018	01.10.2018	—	К	—	
32	Платонов Олег Владимирович	27.06.1986	10.08.2018	16.11.2018	—	К	—	
33	Прокопьев Евгений Валерьевич	09.03.1986	10.08.2018	01.10.2018	—	К	—	
<sup>1)</sup> дата зачисления в отряд космонавтов ЦПК ВВС МО <sup>2)</sup> дата зачисления в отряд космонавтов РКК «Энергия» <sup>3)</sup> дата зачисления на должность космонавта в ЦСКБ «Прогресс» <sup>4)</sup> дата зачисления или перевода в отряд космонавтов ЦПК ГК «Роскосмос» <sup>5)</sup> дата выбытия из отряда ИКИ – инструктор-космонавт-испытатель								





Игорь АФАНАСЬЕВ

Фото И. Афанасьева

# РЕНТГЕНОВСКАЯ ПАРА ГОТОВИТСЯ К ПОЛЕТУ В ТОЧКУ ЛИБРАЦИИ

**25 АПРЕЛЯ 2019 г. ТРАНСПОРТНЫЙ САМОЛЕТ АН-124-100 ДОСТАВИЛ НА КОСМОДРОМ БАЙКОНУР РОССИЙСКИЙ СПУТНИК «СПЕКТР-РГ». 12 ИЮЛЯ СТАРТУЕТ РАКЕТА-НОСИТЕЛЬ «ПРОТОН-М» С РАЗГОННЫМ БЛОКОМ ДМ-03, КОТОРАЯ ЗАПУСТИТ ЭТУ НОВУЮ КОСМИЧЕСКУЮ ОБСЕРВАТОРИЮ, ПОСТРОЕННУЮ В РАМКАХ ФЛАГМАНСКОЙ ПРОГРАММЫ.**

Проект «Спектр-РГ» нацелен на создание орбитальной астрофизической обсерватории, предназначенной для изучения Вселенной в рентгеновском диапазоне длин волн с высокой чувствительностью, угловым и энергетическим разрешением. Задачей проекта является построение полной карты

рентгеновских источников, где будут отмечены свыше ста тысяч скоплений галактик и около трех миллионов черных дыр.

Информация, полученная с научных приборов аппарата, позволит ученым изучать происхождение и эволюцию Вселенной, отслеживая

жизнь галактик, находящихся на различных стадиях развития. Зная точное расположение массивных скоплений галактик, исследователи будут их использовать в качестве «гравитационных линз» для наблюдений еще более далеких объектов, которые «прячутся» за скоплениями. Данные о распределении скопления галактик и черных дыр также необходимы для понимания природы темной материи и темной энергии, занимающих до 95 % вещества и энергии Вселенной.

## ИСТОРИЯ ПРОЕКТА

Идея астрофизической обсерватории с рентгеновским телескопом была сформирована еще в 1987 г. учеными СССР, Финляндии, ГДР, Дании, Италии и Великобритании. Через год концеп-

«Спектр-РГ» («Рентген-Гамма») – второй из четырех планировавшихся научных аппаратов данной серии. Первый – «Спектр-Р» («Радиоастрон») – был запущен 18 июля 2011 г. и успешно отработал на орбите 7 лет 5 месяцев и 9 дней, значительно превысив требования технического задания. В разработке находятся «Спектр-УФ» («Ультрафиолет») и «Спектр-М» («Миллиметрон»).



ция легла в основу эскизного проекта, выполняемого Научно-производственным объединением (НПО) имени С.А.Лавочкина при координации Института космических исследований (ИКИ) Академии наук СССР. Но политические события и экономическая ситуация в России после 1991 г. заметно затормозили работу, а сам облик космического аппарата формировался как компромисс между желаниями ученых и реальными возможностями промышленности.

До 1997 г. финансирование было мизерным, львиная доля бюджетных средств, выделяемых на российский научный космос, шла на программу «Марс-96». Увы, последняя закончилась неудачей, но у «Спектра-РГ» появился шанс: проект приобрел флагманский статус с запланированным на декабрь 1998 г. временем запуска.

Обсерватория проектировалась на базе тяжелой спутниковой платформы, должна была иметь массу 6250 кг. Из этого числа 2750 кг приходилось на научную аппаратуру, основу которой составляли семь приборов из разных стран. Схема миссии предусматривала запуск аппарата ракетой-носителем «Протон-К» на высокоэллиптическую орбиту, с которой наблюдения могли проводиться в течение трех четвертей каждого витка.

Несмотря на то, что с 1997 г. финансирование проекта значительно улучшилось, оно по-прежнему оставляло желать лучшего, составляя 45–50% от необходимого уровня. Из-за хронического недофинансирования дата запуска постепенно «сползала»... В конце 2001 г. выяснилось, что на завершение работ по проекту требуется значительная сумма денег, а с учетом ежегодно выделяемых средств запуск был возможен лишь в 2012 г. Однако уже к 2002 г. часть приборов, подготовленных для «Спектра-РГ», исчерпала гарантийный срок, и их надо было изготавливать заново. К тому же в октябре 2002 г. была запущена Международная обсерватория гамма-лучей INTEGRAL (INternational Gamma-Ray Astrophysics Laboratory), по функционалу похожая на «Спектр-РГ», в ходе работы которой российские ученые рассчитывали на четверть наблюдательного времени. В результате 13 февраля 2002 г. проект «Спектр-РГ» был заморожен, а на первое место вышел космический радиотелескоп «Спектр-Р» («Радиоастрон»), в итоге выведенный 18 июля 2011 г.



25 апреля обсерватория «Спектр-РГ» была доставлена на космодром Байконур

В марте 2002 г. работы над «Спектр-РГ» возобновились, хотя сам проект претерпел существенные изменения, направленные на минимизацию его стоимости. В конце 2002 г. рассматривались два варианта обсерватории: первый на базе спутниковой платформы «Ямал» Ракетно-космической корпорации (РКК) «Энергия» имени С.П.Королёва, второй на базе платформы «Навигатор» НПО имени С.А.Лавочкина. Последняя также планировалась для «Спектра-Р». В результате обсуждения Совет по космосу Российской академии наук (РАН) выбрал второй вариант.

Обновленный проект «Спектра-РГ» был готов в 2007 г. одновременно с решением вопроса о финансировании. Состав научной аппаратуры утвердили в 2006 г., наметив запуск на 2014 г. Соглашение о сотрудничестве по проекту между Федеральным космическим агентством и Германским аэрокосмическим центром DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) было подписано 18 августа 2009 г. на аэрокосмическом салоне МАКС-2009 в Жуковском.

## ОБСЕРВАТОРИЯ И НАЗЕМНАЯ ПОДГОТОВКА

Головными исполнителями по проекту с российской стороны были определены Институт космических исследований (отвечает за научную полезную нагрузку) РАН и НПО имени С.А.Лавочкина (отвечает за платформу, наземный и космический комплекс), с германской стороны – Ин-



16 мая «Спектр-РГ» отправился на станцию по заправке компонентами топлива

ститут внеземной физики Общества имени Макса Планка (отвечает за немецкий научный инструмент).

В комплекс научной аппаратуры вошли два рентгеновских телескопа – немецкий eROSITA (extended Roentgen Survey with an Imaging Telescope Array) и российский ART-XC (Astronomical Roentgen Telescope – X-ray Concentrator), характеристики которых приведены в таблице.





Сборка обсерватории, построенной на основе платформы «Навигатор» (вместо штатных телескопов – массо-габаритные макеты)

Проект предусматривает запуск обсерватории в окрестность точки Лагранжа L2 системы Солнце–Земля, находящейся в 1.5 млн км от нашей планеты, где гравитационные силы, действующие на тело, компенсируют действие центробежных сил во вращающейся системе отсчета. Рентгеновские телескопы могут использоваться здесь постоянно.

штатными образцами бортовой аппаратуры, за исключением радиокомплекса. К этому времени был изготовлен технологический образец телескопа ART-XC, началось производство его летного образца. Поскольку телескоп eROSITA не был готов, запуск аппарата пришлось перене-

сти на 2015 г. Отечественный инструмент поступил на сборку 15 декабря 2016 г., немецкий – в начале 2017 г.

В связи с задержками поставок целевой аппаратуры комплексные испытания КА завершили лишь осенью 2017 г., и запуск перенесли на 2018 г. Но и этот срок выдержать не удалось из-за необходимости замены импортных комплектующих, поставка которых стала невозможной из-за санкций. Радиокомплекс поступил на предприятие лишь в апреле 2018 г.

Комплексные электроиспытания обсерватории закончились в сентябре 2018 г. и подтвердили соответствие фактических параметров расчетным. В конце 2018 г. участок электрических испытаний аппарата НПО Лавочкина посетили германские партнеры. Весной подготовка аппарата к запуску завершилась. ■



**По мнению специалистов, точка L2 в системе Солнце–Земля является идеальным местом для размещения орбитальных обсерваторий и космических телескопов. Экранирование и калибровка аппаратов упрощаются благодаря способности объекта длительное время сохранять свою ориентацию относительно центральной звезды и нашей планеты.**

Массу космического аппарата определили в 2385 кг, включая 370 кг бортового топлива (по другим данным, стартовая масса – 2730 кг). Научная информация будет передаваться со скоростью 512 кбит/сек по радиолинии, работающей в диапазоне X. Расчетный ресурс обсерватории – 6.5 лет при работе в двух основных режимах: четыре года – обзор неба в режиме сканирования с высокой чувствительностью, угловым и энергетическим разрешением, два-три года – детальные исследования тщательно отобранных по заявкам мирового научного сообщества участков небесной сферы в режиме трехосной стабилизации.

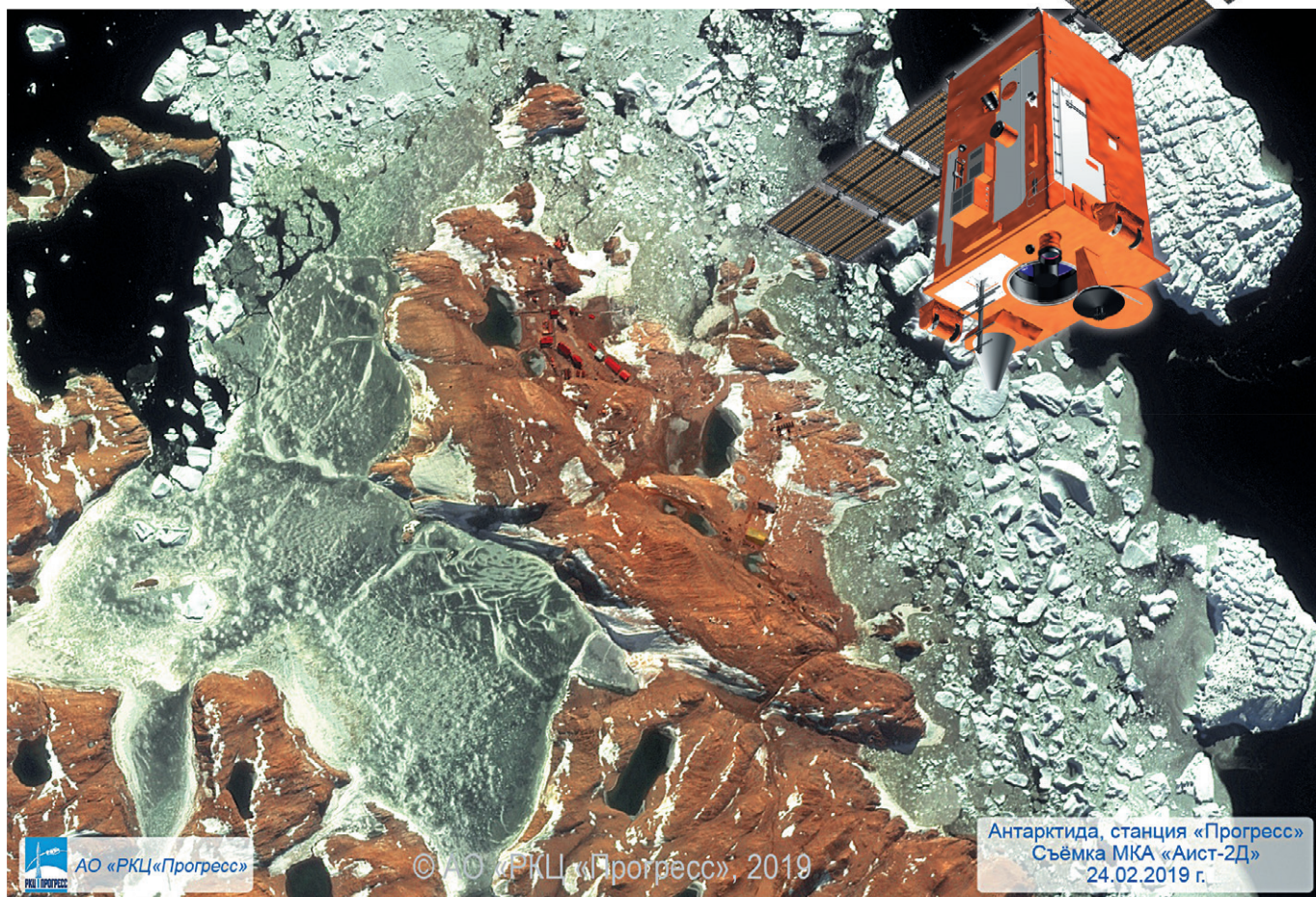
В июле 2013 г. служебный модуль обсерватории был укомплектован

Характеристики телескопов

Данные	eROSITA	ART-XC
Диапазон рабочих энергий, кэВ	0.3–10	6–30
Поле зрения	1°	0.3°
Угловое разрешение	15»	45»
Эффективная площадь, см <sup>2</sup>	2400	450
Масса, кг	760	350







Игорь АФАНАСЬЕВ

# ПОЛЕТ «АИСТА»: ТРИ ГОДА НА ОРБИТЕ

**РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИЙ ЦЕНТР (РКЦ) «ПРОГРЕСС» И САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЁВА (ДАЛЕЕ – САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ) 28 АПРЕЛЯ ОТМЕТИЛИ ТРИ ГОДА УСПЕШНОЙ РАБОТЫ СОЗДАННОГО ИМИ МАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «АИСТ-2Д».**

28 апреля 2016 г. состоялся первый пуск с нового российского космодрома Восточный. Ракета-носитель «Союз-2.1А» с блоком выведения «Волга» доставила на орбиту три космических аппарата: спутник дистанционного зондирования Земли «Аист-2Д», обсерваторию для исследования космических лучей предельно высоких энергий и быстропотекающих процессов в атмосфере «Михайло Ломоносов», технологический и образовательный кубсат «Самсат-218».

Космический комплекс «Аист-2» с опытно-технологическим малым аппаратом – демонстратором «Аист-2Д» предназначен для отработки и сертификации целевой аппаратуры, научных приборов, обеспечивающих систем и их программного обеспечения для дальнейшего использования в перспективных разработках РКЦ «Прогресс». Он разрабатывался в рамках проекта «Создание высоко-технологичного производства малых космических аппаратов наблюдения с использованием гиперспектральной аппаратуры в интересах социально-экономического развития России и международного сотрудничества», санкционированного постановлением

Правительства России от 9 апреля 2010 г. Кроме указанных организаций, в работе участвовали Научно-производственное предприятие «Оптэкс», Красногорский завод имени С.А. Зверева, ряд предприятий Роскосмоса.

Напомним: проектирование собственных космических аппаратов в Куйбышевском авиационном институте (КуАИ, как назывался тогда Самарский университет) началось еще в середине 1980-х. Первые спутники «Пион», созданные в вузе, были запущены в 1989 г. Они имели сферическую форму и предназначались для изучения верхних слоев атмосферы. Всего до 1992 г. стартовало шесть аппаратов данной серии.





Ракета-носитель «Союз-2.1А», космодром Восточный



Спутник «Аист-2Д» собирают в РКЦ «Прогресс»

Проекту «Аист-2Д» предшествовали разработки малых аппаратов «Аист»: в 2006 г. группа студентов Самарского университета инициировала проектирование малого университетского спутника. Его разработка велась в содружестве с РКЦ «Прогресс» при поддержке правительства Самарской области.

19 апреля 2013 г. ракета «Союз-2.1А», стартовав с космодрома Байконур, вывела на орбиту первый «Аист», который стал попутной нагрузкой для научного спутника «Бион-М» №1. 28 декабря 2013 г. в первом пуске нового носителя легкого класса «Союз-2.1В» с космодрома Плесецк на орбиту был выведен второй «Аист», размещенный на блоке выведения «Волга». Эти аппараты решали ряд образовательных, научно-технических и экспериментальных задач, в том числе измеряли магнитное поле Земли и обрабатывали системы измерения и компенсации микроускорений, исследовали проблемы микрогравитации и поведения высокоскоростных механических частиц естественного и искусственного происхождения, а также обрабатывали в космосе перспективные типы солнечных батарей из арсенида галлия, созданных на основе нанотехнологий.

Согласно проекту «Аист-2Д» предназначен для дистанционного зондирования Земли с солнечно-синхронной околокруговой орбиты высотой 490 км и наклоном 97,3°. Несмотря на то, что он относится к классу малых космических аппаратов (имеет массу всего 531 кг, из которых 250 кг занимает платформа), по возможностям «Аист-2Д» сопоставим с большими собратьями аналогичного назначения. На борту спутника размещены оптико-электронная аппаратура «Аврора» разработки Красногогорского завода имени С.А.Зверева холдинга «Швабе» Госкорпорации Ростех и комплекс оптико-электронной целевой аппаратуры разработки Научно-производственного предприятия ОПТЭК – филиала РКЦ «Прогресс».

Системы отличаются сочетанием высокого разрешения (1,48 м в панхроматическом и 4,5 м в мультиспектральном режиме) с увеличенной полосой захвата (39,6 км) при минимальных массогабаритных характеристиках. Среднесуточная производительность съемки и доставки информации на наземные средства управления, получения и обработ-

ки информации достигает 88 тыс км<sup>2</sup> в панхроматическом диапазоне, 187 тыс км<sup>2</sup> в мультиспектральном диапазоне и 203 тыс км<sup>2</sup> в инфракрасном диапазоне.

В состав целевой аппаратуры также входит инновационный радиолокатор для пассивной локации Земли в диапазоне частот 432–438 МГц, предназначенный для отработки возможности наблюдения из космоса не только видимых поверхностей, но и археологических объектов, в т.ч. находящихся в густой растительности. Локатор разработан в Поволжском государственном университете телекоммуникаций и информатики.

Данные дистанционного зондирования «Аиста-2Д» применяются для выявления природных пожаров и мониторинга гидрологической обстановки, обнаружения мест незаконной добычи общераспространенных полезных ископаемых и обновления цифровых топографических карт, выявления незаконных вырубок леса и определения мест произрастания различных видов растений, выявления мест незаконных свалок твердых бытовых отходов и мониторинга сельскохозяйственных угодий, а также особо охраняемых природных территорий.

В отличие от большинства других «стандартных» спутников дистанционного зондирования, «Аист-2Д» несет дополнительную научную нагрузку: шесть комплектов аппаратуры, созданных студентами и аспирантами Самарского университета и предназначенных для отработки технологий ориентации и управления малым космическим аппаратом, изучения воздействия космической среды на материалы конструкции и бортовое оборудование спутника, исследования потоков микрометеоритов и частиц космического мусора.

С самого начала проект рассматривался значительно шире, чем просто разработка конкретного космического аппарата. Спутник изначально проектировался как универсальная космическая платформа для мониторинга земной поверхности, позволяющая размещать различные типы целевой аппаратуры для решения разных задач: «Аист-2» может нести либо камеру, работающую в оптическом или инфракрасном диапазоне, либо гиперспектральную аппаратуру.

Особенностью космического аппарата является то, что вся бор-



товая аппаратура разрабатывается и изготавливается в России, преимущественно на отечественной электронно-компонентной базе.

За три года работы «Аист-2Д» провел съемку территории земной поверхности общей площадью более 39 млн км<sup>2</sup>; получено и обработано более чем 7500 маршрутов. Результаты съемок востребованы потребителями, среди которых – Национальный центр управления в кризисных ситуациях МЧС России, Международная организация гражданской обороны, Росреестр, Научно-исследовательский и производственный центр «Природа» и множество других организаций. МЧС России использует данные для оперативной оценки обстановки в районах чрезвычайных ситуаций и стихийных бедствий, прежде всего в пожароопасный период и во время паводков, а Министерство лесного хозяйства, охраны окружающей среды и природопользования Самарской области – для выявления мест незаконной добычи общераспространенных полезных ископаемых и несанкционированных свалок. Росреестр на основе оперативных и архивных материалов космической съемки с «Аиста-2Д» обновляет топографические карты России масштабом 1:25 000.

В настоящее время сделанные со спутника фотографии выложены для широкого доступа на сайте РКЦ «Прогресс»: предприятие осуществляет управление, прием, обработку и распространение данных дистанционного зондирования. На базе полученной информации успешно реализованы пилотные проекты по мониторингу акваторий Тихого океана, Средиземного и Красного морей, что свидетельствует о способности «Аиста-2Д» выявлять незаконные рыболовные суда.

Данные, получаемые со спутника, используются и при реализации образовательных проектов, связанных с подготовкой специалистов в области обработки изображений и геоинформационных технологий. Так, с 1 по 10 марта 2019 г. РКЦ «Прогресс» принял участие в программе «Дежурный по планете-2» (РК № 4, 2019, с.44-45) в части обеспечения данными с «Аиста-2Д» участников космической смены, проходившей в образовательном центре «Сириус».

В настоящее время прорабатываются различные варианты и ус-

ловия использования информации, получаемой со спутника: специалисты РКЦ «Прогресс» изучают потребности возможных коммерческих заказчиков, ведут переговоры с потенциальными инвесторами, а также рассматривают возможность создания группировки из малых аппаратов дистанционного зондирования Земли на основе платформы и аппаратуры «Аиста-2Д».

В начале текущего года специалисты РКЦ «Прогресс» и Самарского университета продемонстрировали представителям Госкорпорации «Роскосмос» проекты перспективных малых аппаратов на базе данной платформы. Среди предложенных вариантов – «Аист-2М», предназначенный для дистанционного зондирования Земли с целью получения стереоскопических космических изображений и последующего построения на их основе объемных топографических карт местности с высоким разрешением, и «Аист-3» для дистанционного зондирования и научных экспериментов.

В перспективе рассматривается возможность дальнейшего наращивания орбитальной группировки малых космических аппаратов на базе платформ серии «Аист», а также средств управления спутниками, приема и обработки поступающей с них информации. Предполагается внести изменения и в обеспечивающие системы, в том числе в систему

управления для повышения скорости разворота спутника по трем осям. С целью наращивания возможностей спутников в составе орбитальной группировки (в том числе увеличения гибкости ее перестроения и повышения возможностей при выведении на рабочую орбиту) в число элементов аппарата может быть введена двигательная установка на базе электро ракетных двигателей. Разработчики отмечают, что все эти перемены нацелены на повышение характеристик малого космического аппарата, но не ведут к крупным экономическим и временным потерям.

Наиболее интересные изменения ожидают целевую аппаратуру: «Аврора» имеет значительный потенциал для модернизации, позволяющий существенно улучшить разрешение получаемых изображений. Кроме того, при объединении двух телескопических модулей оптико-электронной аппаратуры в один можно получить качественно новый результат – малый аппарат с субметровым разрешением и широкой полосой захвата. Численные оценки данных вариантов зависят от параметров орбиты, степени изменений в комплексе аппаратуры и ряда других факторов. При этом специалисты РКЦ «Прогресс» надеются, что успех проекта «Аист-2Д» способен привести к новым важным проектам в области малоразмерного, но эффективного космического аппаратаостроения. ■







# ОБЩЕСТВЕННЫЙ СОВЕТ ОБСУДИЛ ВОПРОСЫ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

25 апреля на территории музея Научно-производственного объединения (НПО) имени С.А. Лавочкина в подмосковных Химках состоялось очередное заседание Общественного совета Госкорпорации «Роскосмос» по теме «О фундаментальных и прикладных исследованиях, используемых при освоении космического пространства, и перспективных научных разработках».

Во вступительном слове председатель Общественного совета

**Общественный совет – постоянно действующий совещательно-консультативный орган, призванный обеспечить соблюдение общественно значимых интересов при осуществлении Роскосмосом функций и полномочий в сфере деятельности, определенных Федеральным законом «О Государственной корпорации по космической деятельности "Роскосмос"», иными нормативными правовыми актами РФ, международными договорами и межгосударственными соглашениями. В своей деятельности Общественный совет руководствуется Конституцией и нормативно-правовыми актами РФ и Роскосмоса.**

И.В. Бармин отметил, что текущее заседание стало десятым с момента образования Совета и первым в выездном формате.

Приветствуя участников заседания, генеральный директор Роскосмоса Д.О. Рогозин подчеркнул, что государственные интересы Российской Федерации в области космической деятельности подразумевают обеспечение независимого гарантированного доступа в космос с российской территории, развитие космической техники, технологий, услуг и ракетно-космической промышленности в целом, обеспечение возможности полноценного участия международного сообщества в проектах по исследованию, освоению и использованию космического пространства, а также становление и развитие коммерческого сектора отечественной космической деятельности.

В рамках заседания научный руководитель Института космических исследований (ИКИ) Российской академии наук, академик РАН Л.М. Зелёный, члены-корреспонденты РАН Б.М. Шустов и О.И. Корablёв проинформировали участников мероприятия о программах и результатах исследований Луны, планет Солнечной системы и ближнего космоса с помо-

щью космических аппаратов НПО Лавочкина в рамках Федеральной космической программы на 2016–2025 гг.

НПО Лавочкина – одна из ведущих организаций отечественной ракетно-космической промышленности в области разработки и изготовления космических аппаратов, с использованием которых проводятся астрофизические и планетные исследования, дистанционное зондирование Земли и мониторинг геофизической обстановки.

Заместитель генерального конструктора по общему проектированию НПО Лавочкина И.В. Москатиньев представил информацию об основных направлениях реализации Лунной программы.

Заместитель директора Института прикладной геофизики имени академика К.Е. Фёдорова В.Т. Минлигареев сделал доклад о состоянии и перспективах развития космического сегмента Системы мониторинга геофизической обстановки и прикладном значении исследований, выполняемых в интересах Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

И.В. Бармин подвел итоги заседания Общественного совета Госкорпорации. – И.Б.



# «БЕЛОЙ НОЧЬЮ МЕСЯЦ КРАСНЫЙ ВЫПЛЫВАЕТ В СИНЕВЕ...»

**ПРЕЖДЕ ЧЕМ В ЛУННОЙ ПЫЛИ ОСТАВЯТ СВОИ СЛЕДЫ РОССИЙСКИЕ КОСМОНАВТЫ (РК N2, 2019, с.2-7), АВТОМАТЫ, СОЗДАННЫЕ В НПО ИМЕНИ С.А. ЛАВОЧКИНА, ДОЛЖНЫ ВСЕ ДОСКОНАЛЬНО ПОДГОТОВИТЬ. ВОПРОСАМ ПОДГОТОВКИ И ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ЛУННОЙ ПРОГРАММЫ БЫЛА ПОСВЯЩЕНА ЗНАЧИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ ЗАСЕДАНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО СОВЕТА ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСКОСМОС», ПРОШЕДШЕГО 25 АПРЕЛЯ В ПОДМОСКОВНЫХ ХИМКАХ НА ТЕРРИТОРИИ МУЗЕЯ НПО ЛАВОЧКИНА.**

## ПОЧЕМУ ЛУНА?

Заместитель председателя Совета РАН по космосу академик Л.М. Зелёный отметил важность возвращения интереса к изучению ночного светила: «Часто мы слышим возражения типа: «Люди уже были на Луне в конце 1960-х – начале 1970-х годов во время знаменитой советско-американской космической гонки – что можно нового сделать сейчас?» По моему мнению, исследования Луны переживают ренессанс, поскольку наш вечный спутник можно было бы назвать “седьмым континентом Земли”».

До сих пор не существует общепризнанной модели, разъясняющей все особенности образования Луны. Однако «кислородная подпись» (наличие вполне определенного изотопа кислорода) образцов лунного грунта, доставленных советскими станциями и американскими астронавтами, показала, что пропорции между изотопами кислорода на Земле и на Луне совершенно идентичны. Луна – это часть Земли. Как она появилась – это

следующий вопрос, ответ на который может дать изучение внутреннего строения небесного тела.

Наиболее популярная теория строится на модели «косо́го удара»: на самой заре образования Солнечной системы, вскоре после того как из протопланетного облака сформировались небесные тела, одно из них – размером с Марс (обычно его именуют «планетой Тейя») – ударило по касательной по Земле и срезало ее верхние слои. Это объясняет, с одной стороны, большой угловой момент системы «Земля – Луна», с другой – близость кислородных изотопов. С этого момента наш спутник стал очень сильно влиять на центральную планету.

По словам Льва Матвеевича, «время на заре Солнечной системы вообще было очень интересное: проходила «тяжелая бомбардировка» и Луны, и Земли телами, которые оставались после образования планет. Кроме того, в этом процессе интенсивно участвовали ледяные кометы, принося на планеты воду. На Земле

самые древние участки коры имеют возраст десятки миллионов лет – все остальное стерто тектоническими процессами, водной и воздушной эрозией. А Луна – это «вечная книга», содержащая память обо всем, что происходило миллиарды лет назад. Ученым-планетологам очень интересно то, что стало «с начала времен». Луна помнит об этом».

Интересный момент: в образцах грунта, доставленных миссией Apollo 14, обнаружены фрагменты земного вещества: когда-то гигантский метеорит с силой ударил о нашу планету, выбив часть поверхности, которая не просто улетела в космос, но и попала на Луну. Очень интересно иметь образцы, которые слетали «туда, сюда и обратно».

Второй фактор: поскольку Луна образовалась очень близко от Земли, гигантские приливы, существовавшие в те времена, интенсивно перемешивали сушу и первичный океан, содержащий органические молекулы, прилетевшие из космоса с кометами



или образовавшиеся в результате физико-химических реакций на нашей планете. Когда ученые обсуждают образование жизни на Земле, они четко увязывают его с Луной, считая последней одним из источников формирования «питательного бульона».

Третьим фактором, обусловившим начало своеобразного второго витка «лунной гонки», стали открывшиеся недавно обстоятельства: при изучении Луны автоматическими аппаратами с орбиты, возобновленного в 1990-е годы, внутри постоянно затененных областей в приполярных областях естественного спутника, где солнечные лучи падают на поверхность почти по касательной, были обнаружены признаки летучих веществ, в том числе и водяного льда. Стало понятно, что в приполярных кратерах, в которые никогда не попадает солнечный свет, есть водяной лед. Его происхождение является научной проблемой, которую пока не решили. Возможно, вода образовалась при электротермическом взаимодействии лунной поверхности с солнечным ветром, а может быть, воду принесли кометы. Кроме того, в тех же кратерах обнаружены сложные органические молекулы.

До недавнего времени посещение этих районов автоматическими аппаратами было крайне затруднено из-за сложностей навигации на конечном участке посадки, а также из-за недостатка солнечной энергии для систем электроснабжения зондов.

Ситуация кардинально изменилась, когда российский нейтронный детектор LEND (Lunar Exploration Neutron Detector), работающий на борту американского космического аппарата LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter) на окололунной орбите, измерил содержание водяного льда во всем поверхностном слое лунного реголита с очень высоким пространственным разрешением. Выяснилось, что лед может находиться в небольших полярных районах лунной «вечной мерзлоты» как внутри, так и за пределами теневых областей около лунных полюсов.

Данный факт сразу определил желательность и воз-

можность прямого экспериментального исследования Луны посадочными аппаратами и послужил основанием для новой российской лунной программы. Перед ней были поставлены следующие важные цели.

Во-первых, детально изучить состав лунного полярного реголита. В летучих веществах, которые он хранит, может быть закодирована хроника эволюционных процессов Солнечной системы. Если споры простейших организмов внеземного происхождения переносятся между звездными системами под ледяными панцирями комет, эти споры должны присутствовать и в веществе лунных полюсов. Исследование полярного реголита в земных лабораториях поможет раскрыть тайну происхождения жизни на Земле и, возможно, в нашей Галактике.

Во-вторых, для изучения Луны «на месте» потребуется освоить технологию добычи и переработки грунта, что является необходимым усло-

вием будущего исследования летучих соединений на борту лунной станции и лунных транспортных средств.

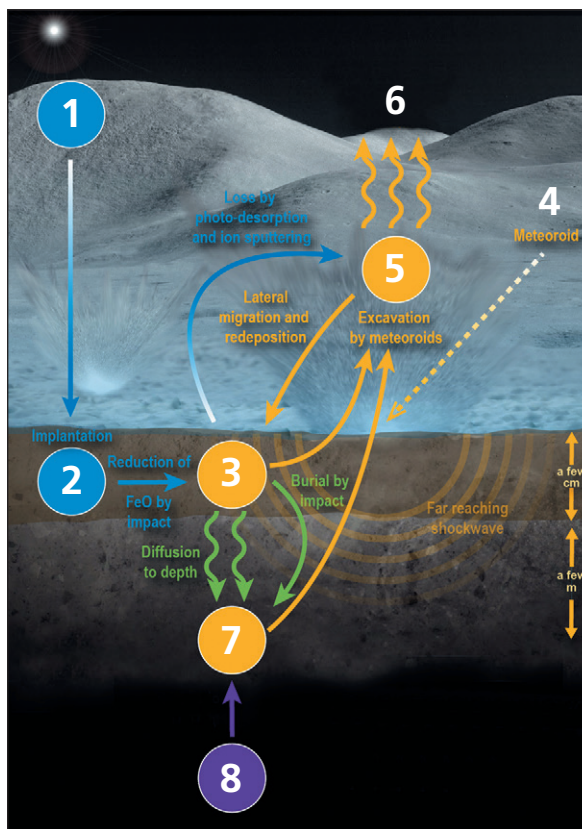
В-третьих, следует изучить физические условия в полярных зонах. Они могут значительно отличаться от среды умеренных широт – из-за того, что солнечные лучи падают на поверхность почти по касательной и местные особенности рельефа вносят существенный вклад в процесс взаимодействия межпланетной плазмы с грунтом. Важен вопрос и о радиационной обстановке на поверхности в условиях спокойного и активного Солнца.

По результатам предложенной программы будут сделаны выводы относительно процессов возникновения и эволюции Луны, ранних этапов образования и эволюции Солнечной системы. Это позволит планировать как дальнейшие научные космические исследования на лунных полярных полигонах и на окололунной орбите, так

и будущие пилотируемые экспедиции. Предстоит построить научно-инженерную модель поверхности и экзосферы лунных полярных районов и исследовать наличие и распространенность летучих соединений в полярном реголите. Данная информация станет базой освоения Луны человеком и создания элементов лунной космической инфраструктуры.

С учетом вышеописанных ограничений на первый план вышел выбор места посадки. Судя по картам, составленным современными автоматами, районов, где присутствует реголит с заметными включениями водяного льда, на Луне мало. Тем не менее и их количество следует свести к минимуму, чтобы сажать аппараты прицельно.

Требуется не только обеспечить достижимость места посадки с точки зрения средств навигации, но и найти район, освещаемый Солнцем как можно более продолжительное время в течение лунных суток, имеющий при этом длительные периоды радиовидимости Земли (нужно для управления аппаратом и передачи собранной информации). Имеет значение и возможность его использования с



Круговорот воды на Луне в настоящее время.

По одной из версий, протоны солнечного ветра (1) взаимодействуют с поверхностным слоем лунного реголита толщиной несколько сантиметров, насыщая его водородом (2), который вступает в реакцию с окислами железа, порождая воду (3). Микрометеориты (4) также доставляют на Луну некоторое количество воды. Часть ее сразу же испаряется в «лунную экзосферу» (5), часть навсегда уходит в вакуум (6), но часть проникает внутрь поверхностного слоя (7) и распространяется дальше, смешиваясь с глубинными «древними водами» (8), занесенными на Луну кометами.

Графика Центра Годдарда (NASA)



точки зрения размещения постоянно действующей лунной базы: расположение последней должно быть интересным как для научных исследований самой лунной поверхности в его окрестности, так и для размещения научных приборов.

Указанный набор требований сводит число мест возможных посадок до единиц.

Лунная программа должна реализовываться поэтапно. Исследования начнут автоматы – орбитальные и посадочные, первого и второго поколений, затем к ним присоединятся космонавты. Результаты первых этапов должны использоваться для последующих исследований автоматическими станциями следующего поколения, а в перспективе – для пилотируемых миссий и начала освоения Луны.

Успех первых проектов позволит восстановить отечественные компетенции в области мягкой посадки на Луну и обеспечения продолжительной работы аппаратов (в том числе мобильных) в условиях длительной лунной полярной ночи, воссоздав их на современном технологическом уровне. Научные эксперименты, запланированные на станциях, дадут возможность выбрать наиболее перспективные районы для следующих шагов в освоении Луны. Технологии мобильных исследовательских экспедиций на автоматических долгоживущих луноходах большого радиуса действия и возвращения космических аппаратов с Луны на Землю гарантируют доступ к лунным ресурсам, а со временем позволят решать задачи изучения Марса, астероидов, спутников планет-гигантов.

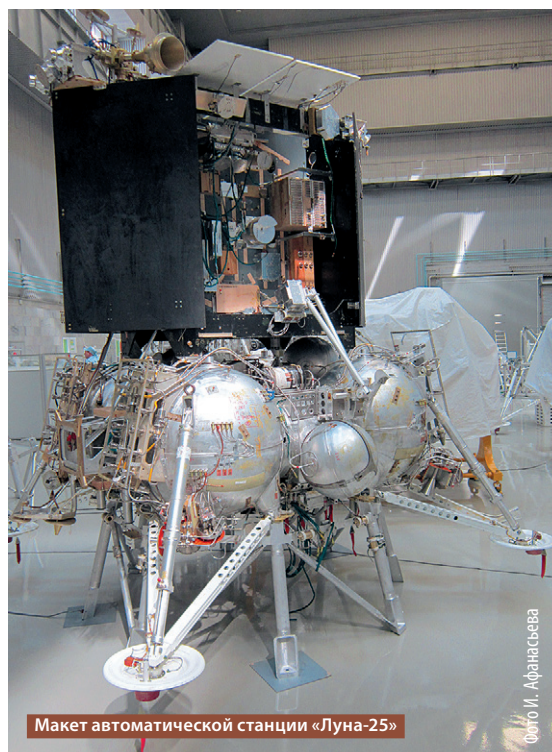
## КОГДА И КАК?

Глава Госкорпорации по космической деятельности «Роскосмос» Д.О.Рогозин кратко охарактеризовал миссии автоматических станций «Луна-25», -26 и -27, которые должны быть осуществлены в рамках Федеральной космической программы на период с 2016 по 2025 год (ФКП-2025). После этого, по словам Дмитрия Олеговича, «на Луне планируется провести работы с помощью роботов (в том числе с использованием антропоморфных робототехнических комплексов) для закрепления за Россией определенного места на Луне для последующих экспедиций».

Первые станции будут запущены с помощью ракеты-носителя средне-

го класса «Союз-2.1Б» с разгонным блоком «Фрегат», следующие – тяжелой «Ангарой-А5». Дальнейшие перспективы данного направления связаны с реализацией ракетно-космического комплекса сверхтяжелого класса, который позволит отправлять к Луне полезные нагрузки массой не менее 27 т, включая пилотируемые корабли. Он должен быть создан к 2028 г.

Все пуски планируется проводить с космодрома Восточный, наземная космическая инфраструктура которого развивается в обеспечение гарантированной возможности доступа России в космос с национальной территории. «Нам крайне важно уже сейчас приступить к созданию стартового комплекса для ракет семейства «Ангара», – подчеркнул глава Роскосмоса. – Возобновить летно-конструкторские испыта-



Макет автоматической станции «Луна-25»

Фото И. Афанасьева

**Создание базового аппарата дает возможность дальнейшей его коммерциализации за счет доставки на лунную поверхность полезных грузов заказчиков, например луноходов. Начальная масса «Луны-25» составляет 1750 кг, тогда как «Союз-2.1Б» может отправить к Луне целых 2200 кг. Резерв массы позволяет запускать попутно со станцией малые космические аппараты.**

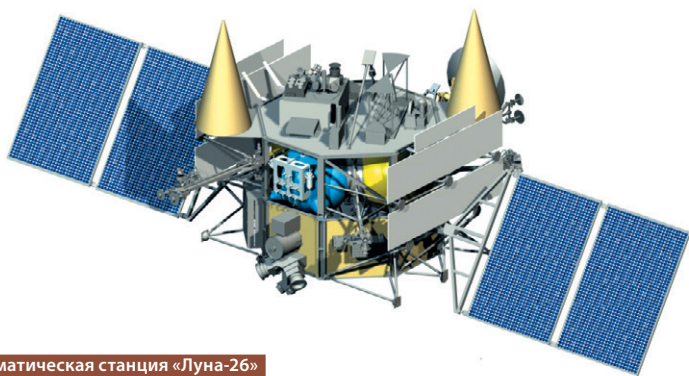
ния планируется до конца текущего года. На московской индустриальной площадке Центра Хруничева будут развернуты работы по созданию водородной ступени для варианта «Ангара-А5В»...

Некоторые детали реализации начальной – беспилотной – фазы лунной программы прояснил заместитель генерального конструктора НПО Лавочкина по общему проектированию И.В.Москатынцев. По его словам, «развитие будет происходить поэтапно. Первый этап представлен тремя аппаратами – «Луна-25», -26 и -27. Запуск первого запланирован на 2021 год. Станция нацелена на исследование поверхности Луны в околополярной области (южный полюс), а также отработку технологии мягкой посадки. Сейчас совместно с ИКИ РАН определены две точки посадки – основная и резервная – в тех местах, где наибольшая вероятность обнаружить водяной лед».

Орбитальный аппарат «Луна-26» предназначен для дистанционного изучения естественного спутника Земли, построения карт и цифровой модели рельефа. Будет проводиться поиск безопасных мест мягкой посадки, где уклоны поверхности достаточны не только для надежного прилунения, но и для работы. Помимо комплекса научных исследований, «Луна-26» обеспечит связью следующий зонд – «Луна-27»: в тех районах, где предполагается его посадка, зоны радиовидимости с Земли не очень большие и необходима поддержка орбитального ретранслятора.

Основные задачи первого этапа – отработка технологий мягкой посадки и разработка новых служебных систем и бортовой аппаратуры. Как пояснил Иван Владимирович, последние миссии отечественных лунных автоматов завершились более 40 лет назад, поэтому всю элементную базу и всю аппаратуру надо делать заново.





Автоматическая станция «Луна-26»

во. Посадка в район южного полюса создает определенные трудности. Кроме того, расчетный срок активного существования аппарата на лунной поверхности должен составить не менее года. Для этого станции предстоит неоднократно пережить лунную ночь, что также представляет сложности.

Первый этап предусматривает создание определенного технологического задела. Если в «Луна-25» практически все служебные системы выполняются в рамках опытно-конструкторской разработки, то в дальнейшем планируется использовать их как облетанные (получившие летную квалификацию) изделия.

В рамках лунной программы предполагается организовать сотрудничество с зарубежными партнерами, что позволит России сэкономить ресурсы, сосредоточив их на наиболее перспективных космических технологиях. В частности, плодом такого сотрудничества должна стать станция «Луна-27», предназначенная для контактных научных исследований в приполярной области Луны с участием научных специалистов Европейского космического агентства.

Аппарат будет отличаться большей массой и наличием системы высокоточной безопасной посадки, которая позволит при прилунении осуществлять маневр уклонения, если на поверхности вдруг окажутся какие-либо камни или уклоны более требуемых. Кроме того, «Луна-27» будет иметь установку для криогенного бурения, способную получать реголит в замороженном состоянии с глубины до 2 м и исследовать его с помощью спектрометров на борту аппарата.

Схема перелета «Луны-25» и «Луны-27» следующая: с космодрома Восточный стартует ракета-носитель «Союз-2.1Б», ко-

торая выводит аппарат на отлетную траекторию с помощью разгонного блока «Фрегат». Затем следует пассивный полет к Луне с двумя коррекциями; для их осуществления требуется правильно и оперативно выполнять траекторные измерения. Затем станция выводится на орбиту искусственного спутника Луны высотой 100 км. После этапа фазирования начинается торможение: аппарат переходит на орбиту 100x18 км, далее производится торможение на корректирующей двигательной установке, гашение горизонтальной скорости и переход к вертикальному спуску.

В связи с отсутствием системы высокоточной безопасной посадки на «Луна-25» нет возможности маневра. «Поэтому здесь многое зависит, прежде всего, от наземной экспериментальной отработки, от тех стендов, которые мы запланировали, от тщательности этой отработки с одной стороны, – подчеркнул представитель НПО Лавочкина. – С другой стороны, успех этой миссии во многом зависит и от того района, который мы на сегодня определяем совместно с Академией наук».

Этот район уже выбран: намечены места, где уклоны в 15% и выше,

которых следует опасаться, занимают не более 4% площади.

Схема прилунения станций, оснащенных системой высокоточной безопасной посадки с лазерным дальнометром (лидар) и оптическим блоком, отличается от описанной выше: после гашения горизонтальной скорости на участке вертикального снижения поверхность Луны сканируется лидаром, который формирует карту. Оцениваются препятствия и при необходимости совершается маневр увода от них. При этом имеется определенный запас высоты, обеспечивающий дальнейшие траекторные коррекции.

Компоновка посадочных аппаратов строится от двигательной установки. Над ней размещен приборный каркас из углепластика. Обращает на себя внимание необычное расположение солнечных батарей: они стоят вертикально, поскольку садиться придется на широтах в районе 80° и соответственно Солнце все время будет находиться довольно низко над горизонтом.

По компоновке орбитальный аппарат отличается от посадочного, прежде всего, условиями функционирования. Его двигательная установка расположена внутри конструкции, на внешний вид особо не влияет и легко может быть поставлена за несколько месяцев до пуска перед заключительными операциями по испытаниям.

На сегодня разработан конструкторский макет «Луны-25», создан стенд бросковых испытаний. Весьма важен объем наземной экспериментальной отработки, включающей сбросы, отработку взаимодействия бортового комплекса и двигательной установки и т.д. От того, насколько тщательно это будет проработано на Земле, будет зависеть успех миссии.

По итогам реализации первого этапа Россия будет располагать технологиями посадки практически в любой точке Луны, включая обратную сторону. Будет обеспечена возможность серийного повторения аппаратов типа «Луна-27» для запусков в интересах в том числе иностранных заказчиков. При этом цикл создания лунного зонда от получения документации до полной комплектации должен составить не более 10 месяцев.

Второй этап начнется с «Луны-28» (цель – возврат лунного грунта) и заложит основу пило-



Станция «Луна-27» с буровой установкой



тируемых полетов на спутник Земли. Пока по данной миссии ведется предпроектная проработка. Для запуска зонда рассматриваются «Ангара» или «Союз-5». В рамках этого этапа, уже за рамками ФКП–2025, планируется реализовать еще более тяжелый аппарат «Луна-29», проектируемый с учетом создания и отработки на его базе посадочной ступени корабля для будущих пилотируемых миссий. В миссии «Луна-29» ступень будет облегченной, ее запуск будет осуществляться ракетой «Ангара-А5В» с водородным разгонным блоком, что позволит отправить к Луне станцию массой 4,5 т, включая около 3 т полезной нагрузки. В частности, «Луна-29» доставит тяжелый луноход массой 1300 кг.

В рамках использования носителя сверхтяжелого класса рассматриваются аппараты «Луна-26/1» и «Луна-27/1». Первый проектируется как ретранслятор и картограф в обеспечение пилотируемых миссий, второй повторит «Луну-27», но совершит посадку в зону, где в перспективе планируется создание полигона для подготовки пилотируемых посадочных миссий – там, где предполагается наличие лунного льда.

Второй этап решает задачи связи и навигации и выполняет программу научных исследований. По мнению специалистов НПО Лавочкина, станции «Луна-28» («Луна-Грунт») и «Луна-29» (тяжелая посадочная платформа) должны быть масштабируемыми. «По сути дела это должен быть один и тот же аппарат. Для «Луны-28» посадка 4,5 т избыточна – нам достаточно гораздо меньше (возвратная ракета может быть до тонны массой плюс еще какой-то дополнительный груз), – подчеркнул И.В. Москатынцев. – Приходится думать над тем, как сделать посадочную платформу для этих двух проектов масштабируемой, чтобы она с минимальными издержками могла превратиться в тяжелую...»

На втором этапе будет выполняться отработка доставки грузов, геологоразведка и высадка лунохода с элементами антропоморфных роботов. «Это интересная тема, она совсем недавно появилась, но нам представляется достаточно перспективной, поскольку человек на Луне когда-то должен появиться, – полагает докладчик. – Но прежде чем он появится, туда должен прилететь робот, автомат. И как он должен выглядеть? Похожим на человека или нет? Ведь

и луноход тоже можно назвать роботом, правда, не антропоформным».

Для второго этапа потребуются новые средства выведения. Это прежде всего «Ангара-А5» с блоком «ДМ». Тяжелый лунный корабль («Луна-29») должен запускаться ракетой «Ангара-А5В» с водородной третьей ступенью и с водородным разгонным блоком. Начав разработку «Луны-27», НПО Лавочкина первоначально ориентировалось на «Ангару-А5» с разгонным блоком «ДМ». Однако перспективные задачи создания тяжелой посадочной платформы, обсуждаемые вместе с РКК «Энергия», требуют учитывать

их реализации появится возможность доставки полезной нагрузки массой до 4,5 т в любую точку на поверхность Луны.

Третий и четвертый этапы должны быть реализованы в 2031–2040 гг. Сейчас они находятся в стадии научно-исследовательских работ, где рассматриваются такие варианты, как обеспечение тяжелыми посадочными платформами, доставка грузов, многогоразовый лунный корабль для миссии к околослунным станциям, а также межорбитальный транспортный буксир на электроракетных двигательных установках.

## Прежде чем человек появится на Луне, туда должен прилететь робот. Будет ли он похож на человека?

возможность использования разработок в пилотируемых программах. Предусмотрено и создание тяжелого лунохода. Для этих задач потребуются носители сверхтяжелого класса.

Проекты, разрабатываемые в рамках первого и второго этапов, дадут ряд новых возможностей, обеспечив создание стендовой базы и соответствующей наземной инфраструктуры. Все созданное может успешно применяться и на последующих этапах лунной программы.

Ключевые моменты второго этапа – масштабируемая тяжелая посадочная платформа, отработка взлета с поверхности Луны и возврата грузов (либо на околослунную орбиту, либо прямым перелетом на Землю). В ходе

Начиная с 2031 г. предполагается использовать технологии и наработки предыдущих этапов в целях создания многогоразового лунного корабля (возможно, на базе «Луны-28») для поддержки пилотируемых миссий. На основе орбитального аппарата возможно создание будущей лунной навигационной системы. Орбитальный аппарат сможет работать и на орбите около Луны высотой 100 км, а также в точках Лагранжа L1 и L2 системы Земля–Луна. Рассматриваемый межорбитальный буксир предполагается применять не только для обслуживания экспедиции к Луне, но и в качестве модуля, который будет летать к астероидам и планетам Солнечной системы. ■





# «КОСМИЧЕСКИЙ МУСОР»: АСПЕКТЫ УГРОЗЫ

Игорь АЛЕКСАНДРОВСКИЙ

**С 17 ПО 19 АПРЕЛЯ 2019 г. В ИНСТИТУТЕ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РАН ПРОШЛА ПЕРВАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЙ МУСОР: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УГРОЗЫ» С ПРИВЛЕЧЕНИЕМ УЧЕНЫХ И ЭКСПЕРТОВ ИЗ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСКОСМОС», МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ РФ, РАН, МИНОБРНАУКИ, МЧС, ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ», НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ИНСТИТУТОВ, ВУЗОВ, МЕЖДУНАРОДНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ.**

Космос сегодня играет ключевую роль в решении ряда оборонных и народнохозяйственных задач (дистанционное зондирование Земли и картография, метеорология, связь, навигация), в проведении фундаментальных научных исследований. Использование космических ресурсов имеет значение для нашей повседневной жизни.

На околоземных орбитах находится более 2000 действующих спутников. Свыше 80 государств, международных и коммерческих организаций владеют космическими средствами или эксплуатируют их, причем отмеча-

го составляет «космический мусор» (КМ) – завершившие свою миссию и прекратившие функционировать космические аппараты (КА), верхние ступени ракет-носителей и разгонные блоки, операционные элементы запусков, фрагменты разрушений космических объектов (КО) в результате взрывов и столкновений, а также элементы деградации поверхности КО при воздействии на них таких факторов космического пространства, как высокоэнергичная корпускулярная радиация, атомарный кислород, вакуум.

в области низких орбит. Суммарное количество опасных фрагментов размером свыше 1 см оценивается в 600 тысяч.

Проведение конференции обусловлено необходимостью обсудить вопросы безопасности космической деятельности в условиях нарастающего количества КМ в ОКП. Основными целями являлись обмен информацией и выработка предложений по комплексному решению проблемы.

С приветственным словом к участникам обратился директор Департамента стратегического планирования Роскосмоса Ю.Н.Макаров. Он отметил важность проблемы и остановился на прикладных аспектах тех угроз, которые «космический мусор» представляет для аппаратов и для самой возможности осуществления космической деятельности в целом.

Член Президиума РАН, директор ИКИ в 2002–2018 гг. Л.М.Зелёный сообщил, что Совет РАН по космосу уделяет данной проблеме постоянное внимание. По результатам ее обсуждения в 2018 г. и была инициирована настоящая конференция.

Директор Института астрономии РАН Б.М.Шустов полагает, что из существующих на сегодняшний день

**Следующее заседание Совета РАН в сентябре 2019 г. будет посвящено правовым вопросам регулирования космической деятельности, которые затем планируется обсудить на специальной конференции по «космической дипломатии».**

ется неуклонный рост как числа участников космической деятельности, так и объектов, выводимых в околоземное космическое пространство (ОКП).

На сегодняшний день в ОКП скопилось множество техногенного вещества, основную часть которого

Засоренность космического пространства создает опасность и для автоматических, и для пилотируемых аппаратов. Угрозу для действующих КА представляет как крупный, так и мелкий «мусор» – ввиду огромных космических скоростей, особенно



космических угроз проблема техногенной засоренности ОКП является самой насущной. Для ее эффективного решения необходимо «подключение» фундаментальной науки, причем на системном уровне.

Работа конференции была разделена на пять секций:

1. «Современные и перспективные методы и средства наблюдений космического мусора в околоземном космическом пространстве. Радарные и оптические наблюдения КМ наземными средствами. Проекты космических аппаратов для обнаружения и мониторинга КМ». Председатель секции – А. П. Лукьянов (ПАО МАК «Вымпел»).

2. «Каталогизация искусственных объектов. Базы данных искусственных спутников Земли и КМ, информационные системы». Председатель секции – В. В. Сидоренко (ИПМ имени М. В. Келдыша РАН).

3. «Моделирование эволюции объектов космического мусора. Проблема точности прогнозов общей обстановки в ОКП и в отдельных областях ОКП. Методы повышения надежности (точности) определения орбит и прогнозирования орбитальных событий (в том числе оценки рисков столкновений и падений)». Председатель секции – И. В. Усовик (ЦНИИмаш).

4. «Пути уменьшения засоренности ОКП. Современные и перспективные возможности борьбы с техногенным загрязнением околоземного пространства. Методы предотвращения столкновений с фрагментами КМ и защита космических аппаратов». Председатели секции – С. С. Вениаминов (НИИЦ ЦНИИ ВВКО МО РФ), А. М. Мерзлый (Совет по космосу РАН).

5. «Вопросы внутрироссийской координации и международного сотрудничества. Правовые вопросы». Председатель секции – В. М. Агапов (ИПМ имени М. В. Келдыша РАН).

Докладчики рассказали о современных методах и средствах наблюдения космических объектов с помощью наземных оптико-электронных и радиолокационных средств, а также о мониторинге КМ с помощью перспективных средств наземного и космического базирования.

М. П. Симонов сделал обзорный доклад об Автоматизированной системе предупреждения об опасных ситуациях (АСПОС) в ОКП, а И. Е. Молотов подробно остановился на использовании ее оптических средств,

размещенных в России, Армении и Бразилии. В настоящее время система мониторит примерно 7500 объектов на высоких орбитах, что превышает число объектов, отслеживаемых американской Системой контроля космического пространства. Достигнута высокая частота просмотра: на геостационаре около 90% объектов наблюдается каждую ночь, а на высокоэллиптических орбитах регулярно контролируется 45% объектов. Были приведены предварительные результаты наблюдений фрагментов разрушения американских верхних ступеней Centaur, зарегистрированных 26 марта и 6 апреля 2019 г.

Об используемых средствах наблюдения рассказали представители обсерваторий в Архызе, Иркутске, Коровке, Кастельгранде, Терсколе, Санглоке и Научном.

Во второй день обсуждались вопросы ведения баз данных, каталогизации космических объектов, мониторинга опасных событий, а также моделирования эволюции объектов «космического мусора» в различных областях ОКП. Обзор требований к базам данных КО сделал В. М. Агапов. Н. А. Евсеев доложил, что в базе данных АСПОС ОКП числится 19 598 космических объектов, в том числе 14 440 на низких орбитах, 593 – на средневысотных, 2657 – на высокоэллиптических и 1660 – на околоstationарных. Для сравнения: в американском каталоге КО на 1 апреля значилось 19 404 объекта.

А. В. Оголев напомнил по крайней мере о четырех случаях вывода из строя функционирующих КА в результате столкновений и сообщил о росте числа опасных сближений на орбитах: если в 2010 г. прогнозировалось лишь четыре таких события, то

в 2018 г. – уже 23. За прошедший год зарегистрировано восемь случаев разрушения КО.

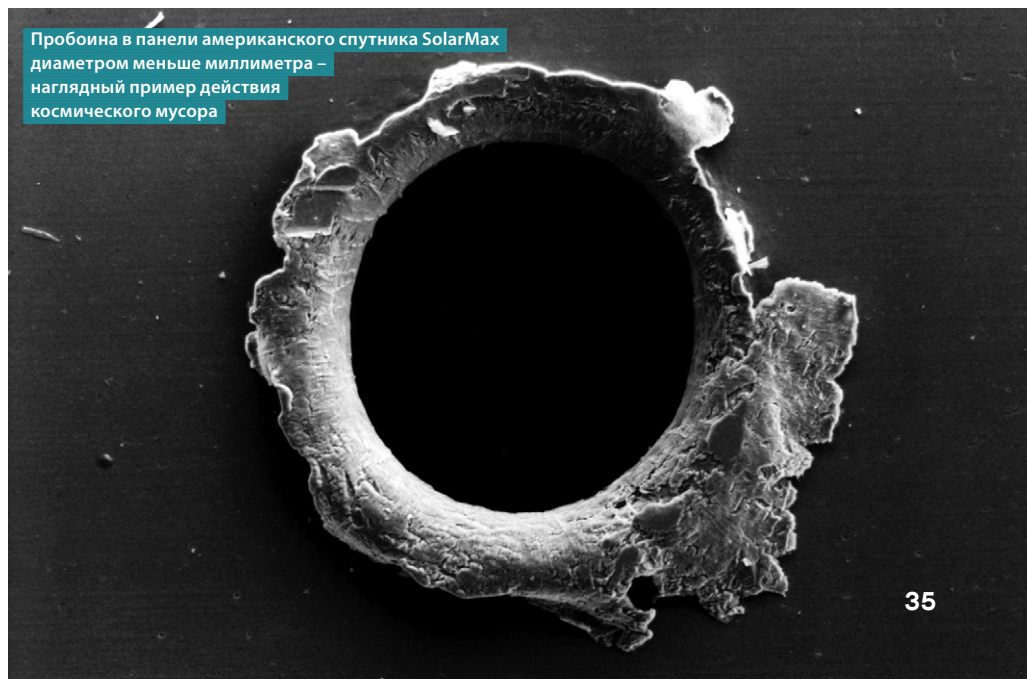
В. М. Агапов, Ю. Ф. Колюка и другие докладчики затронули проблему повышения точности прогнозирования параметров движения КО с целью предотвращения столкновения объектов «космического мусора» с действующими спутниками и сопровождения неуправляемых сходов с орбиты крупногабаритных объектов.

Третий, заключительный, день конференции был посвящен вопросам уменьшения засоренности ОКП путем предупреждения образования, ликвидации, утилизации и увода объектов КМ на орбиты захоронения или орбиты с ограниченным сроком существования. Речь также шла о международном сотрудничестве в сфере обеспечения долгосрочной устойчивости космической деятельности и безопасности космических операций.

Участники «круглого стола» в рамках форума отметили, что актуальность проблемы «космического мусора» в современном мире постоянно и интенсивно растет. Они сформулировали ряд практических рекомендаций по разработке эффективных методов изучения данного вопроса и парирования этой и других космических опасностей. По общему мнению, в России необходима консолидация всех имеющихся сил и средств, а также развитие новых.

Первая всероссийская конференция по проблеме с КМ с широким представительством российских и международных исследовательских организаций стала важным шагом на пути обеспечения безопасности космической деятельности. ■

Пробоина в панели американского спутника SolarMax диаметром меньше миллиметра – наглядный пример действия космического мусора







## ХУДОЖНИК

Космонавт Алексей Архипович Леонов умеет и любит рисовать. Многие его картины на космическую тему широко известны не только у нас в стране, но и за рубежом.



# ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Павел ПАВЕЛЬЦЕВ



Ракета-носитель Electron  
на старте. 4 мая 2019 г.  
Новая Зеландия

**ЗА ПЕРИОД С 16 АПРЕЛЯ ПО 15 МАЯ 2019 г. В МИРЕ БЫЛО ВЫПОЛНЕНО ПЯТЬ КОСМИЧЕСКИХ ПУСКОВ, ВСЕ УСПЕШНЫЕ. ВОСЕМЬ ОСНОВНЫХ КА ВЫВЕДЕНЫ НА РАСЧЕТНЫЕ ОРБИТЫ И ВНЕСЕНЫ В АМЕРИКАНСКИЙ КАТАЛОГ, ЕЩЕ 13 АППАРАТОВ НЕ ЗАРЕГИСТРИРОВАНЫ В НЕМ.**

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

Дата и время старта, UTC	Международное обозначение	Наименование	Место старта	Носитель	Параметры начальной орбиты			
					i°	Hp, км	Ha, км	P, мин
17.04.2019, 20:46	2019-022A	Cygnus NG-11	Уоллопс	Antares	51.61	188.5	230.5	88.69
	Нет	ThinSat Type 1 (3КА)			Близкая к предыдущей			
		ThinSat Type 2 (6КА)			Близкая к предыдущей			
		ThinSat Type 3 (3КА)			Близкая к предыдущей			
		SASSI2			Близкая к предыдущей			
20.04.2019, 14:41	2019-023A	Бэйдоу-3 I1	Сичан	CZ-3B	28.47	193	35789	631.0
29.04.2019, 22:52	2019-024A	Тяньхуэй-2 01A	Тайюань	CZ-4C	97.45	503.0	518.7	94.84
	2019-024C	Тяньхуэй-2 01B			97.44	501.8	516.7	94.81
04.05.2019, 06:48	2019-025A	Dragon SpX-17	Канаверал	Falcon 9	51.63	204.9	382.0	90.39
05.05.2019, 06:00	2019-026A	AFOTEC-1	Махия	Electron /Curie	40.01	498.8	511.9	94.73
	2019-026B	SPARC-1			40.02	493.7	511.0	94.66
	2019-026E	Harbinger			40.02	498.3	510.9	94.71



## 2019-022: CYGNUS NG-11 И ТОНКОСПУТНИКИ

Коммерческий грузовой корабль компании Northrop Grumman (ранее Orbital Sciences Corp.) стартовал 17 апреля с грузами для МКС и спустя два дня успешно пристыковался к ней (с.14). Среди грузов – многочисленные наноспутники класса «кубсат», которые будут выведены либо с борта МКС, либо в автономном полете после расстыковки.

Из пяти пусковых контейнеров на второй ступени носителя были отправлены в полет еще 13 объектов: стандартный кубсат SESSI2 Университета Иллинойса для изучения неравновесных термохимических процессов при движении в верхней атмосфере и 12 аппаратов ThinSat, созданных на средства Управления по космическим полетам штата Вирджиния компанией NearSpaceLaunch при участии примерно 400 школьников из 70 школ девяти штатов. Оказавшись по условиям выведения на очень низкой орбите, они сгорели в атмосфере в течение нескольких суток. Этим фактом, а также сложностью обнаружения малых КА экзотической конфигурации, вероятно, и объясняется отказ от регистрации.

Спутники ThinSat настолько экзотичны, что вызывает трудность обоснованная оценка их количества. Компания Northrop Grumman в пресс-релизе после запуска заявила, что их было 60. Джонатан МакДауэлл и Гюнтер Кребс, два ведущих мировых эксперта по космическим аппаратам и запускам, утверждают, что их только 12 – с обозначениями от ThinSat-1A до ThinSat-1L.

Дело в том, что аппараты ThinSat (буквально – «тонкий спутник») являются связками из нескольких типовых электронных модулей площадью 11х11 см и толщиной 1 см, каждый из которых в принципе способен работать самостоятельно, общаясь с Землей через спутники системы

Globalstar. Соединительные элементы представляют собой ленты-гармошки длиной 40–50 см и шириной 5 см с наклеенными на них фотоэлементами. Всего таких «ленточных» объектов запущено 12, из них:

- три состоят из трех модулей и двух соединительных лент, так что масса объекта близка к 1.1 кг, а длина в развернутом состоянии – 1.3 м;

- шесть состоят из шести модулей и пяти соединительных лент, имея массу 2.1–2.2 кг и длину 2.7 м;

- три состоят из четырех штатных и одного двойного модуля и четырех соединительных лент, имея массу 1.95–2.15 кг и длину 2.2 м.

Таким образом, всего в состав 12 объектов входят 60 модулей.

## 2019-023: «БЭЙДОУ-3 11»

20 апреля был выведен на геопереходную орбиту, а с нее самостоятельно перешел на рабочую первый наклонный геосинхронный аппарат китайской системы «Бэйдоу» 3-го поколения (с.42-44).

## 2019-024: «ТЯНЬХУЭЙ-2» – КАРТОГРАФЫ? СОМНИТЕЛЬНО!

Утром 30 апреля по местному времени в Китае были запущены два спутника, официально заявленные как первая группа картографических аппаратов «Тяньхуэй-2». Правда, особенности их совместного поведения заставляют в этом усомниться (с.40-41).

## 2019-025: DRAGON SPX-17

Коммерческий грузовой корабль компании SpaceX был запущен 4 мая с грузами для МКС и научной аппаратурой для размещения на внешней поверхности станции. Стыковка состоялась 6 мая (с.16).

## 2019-026: ОПЯТЬ НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ!

5 мая со стартового комплекса на мысе Махия в Новой Зеландии состоялся шестой пуск ракеты Electron с игривым названием «Какой смешной кактус». Как и четыре предыдущих старта, он прошел успешно. С помощью верхней ступени Curie на расчетную орбиту наклонением 40° и высотой чуть более 500 км доставлены основной спутник Harbinger и два попутных кубсата.

Аппарат Harbinger массой 150 кг создан по заказу Армейского командования космоса и ПРО американской

компанией York Space Systems с целью демонстрации ее дешевой миниспутниковой платформы типа S со следующими характеристиками: трехосная стабилизация, четыре солнечные батареи, масса – 65 кг плюс полезная нагрузка массой до 85 кг со средневитковым электропотреблением 100 Вт; стоимость от 0.675 до 1.6 млн \$.

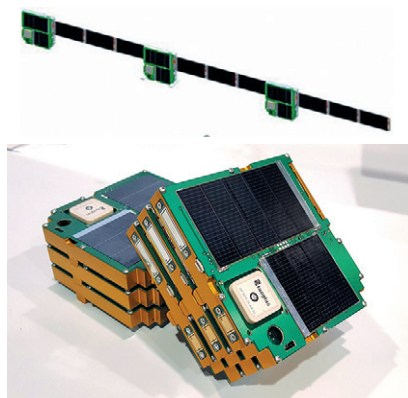
В варианте Harbinger платформа оснащена двигательной установкой на электрореактивных двигателях типа FEEP, усиленной системой электропитания, выдающей до 3000 Вт мощности в пике, и лазерной системой передачи информации компании BridgeSat с пропускной способностью до 1 Гбит/сек. В качестве полезной нагрузки установлен радиолокатор X-диапазона с разрешением 10 м, аналогичный использованному на финляндских спутниках ICEYE-X1 и -X2.

SPARC-1 представляет собой кубсат типа 6U совместной разработки Исследовательской лаборатории BBC США и шведского оборонного агентства FMV. Аппарат выполнен на платформе Supernova компании Pumpkin и имеет две откидные солнечные батареи. Целью создания КА являются орбитальные испытания концепции наноспутника с автоматически подключаемой полезной нагрузкой, что и описано в названии КА (Space Plug-and-Play Architecture Cubesat). Экспериментальный спутник оснащен американским реконфигурируемым радиокомплексом ASR и шведской камерой SSA для обзора космической обстановки.

AFOTEC-1 – кубсат самого малого типоразмера 1U, созданный в учебной Академии BBC США для калибровки наземных радиолокационных и оптических средств. Объектами для калибровки являются два стальных шарика от шарикоподшипников диаметром 2 см и 4 см, которые должны быть отделены от основного КА.

Проект имеет также образовательную цель: кадеты Академии, осуществляя его совместно со специалистами Центра оперативных испытаний и оценок (Air Force Operational Test and Evaluation Center) BBC США, получили знания о выполнении реальных задач Минобороны США в космосе. Второе наименование спутника – Falcon-ODE (Orbital Debris Experiment, эксперимент по орбитальному мусору).

Заказчиком пуска была программа космических испытаний BBC США, у которой он проходил под наименованием STP-27RD. ■







# ШАНХАЙСКИЕ КАРТОГРАФЫ ОСОБОГО РОДА

**30 АПРЕЛЯ В 06:52 ПЕКИНСКОГО ВРЕМЕНИ (29 АПРЕЛЯ В 22:52 UTC) С КОСМОДРОМА ТАЙЮАНЬ НОСИТЕЛЕМ «ЧАНЧЖЭН-4В» (CZ-4В) БЫЛИ ВЫВЕДЕНЫ ДВА СПУТНИКА, ОБЪЯВЛЕННЫЕ ВМЕСТЕ КАК 01-Я ГРУППА СИСТЕМЫ «ТЯНЬХУЭЙ-2». ОНИ УСПЕШНО ДОСТАВЛЕНЫ НА СОЛНЕЧНО-СИНХРОННУЮ ОРБИТУ НАКЛОНЕНИЕМ 97.45° И ВЫСОТОЙ ОКОЛО 510 КМ.**

В официальном сообщении о запуске говорилось, что аппараты предназначены для научных экспериментов, обследования земельных ресурсов, географических исследований и картографирования и что их разработчиком является Шанхайская исследовательская академия космической техники SAST, но никаких других данных не приводилось.

В официальном сообщении о запуске говорилось, что аппараты предназначены для научных экспериментов, обследования земельных ресурсов, географических исследований и картографирования и что их разработчиком является Шанхайская исследовательская академия космической техники SAST, но никаких других данных не приводилось.

Между тем и заявленное назначение, и название системы «Тяньхуэй-2» (天绘二号) являлись отсылкой ко вполне открытой картографической системе «Тяньхуэй-1», созданной в 2010–2015 гг. Для нее с космодрома

Цзюцюань были последовательно запущены три одноименных спутника производства компании «Хантянь Дунфанхун» с оптической аппаратурой для стереосъемки земной поверхности с разрешением 5 м и для детальной съемки с разрешением 2 м.

Их рабочие орбиты лежали в одной плоскости и тоже были солнечно-синхронными – наклоном 97.35° и высотой 496 км.

Похоже? Похоже. Но не то!

Первый «звоночек» в душе аналитика прозвенел при взгляде на время старта и оформился в четкую мысль, как только появились американские орбитальные элементы на вновь запущенные спутники. Их солнечно-синхронная орбита располагалась так, что спутники проходили нисходящий узел, то есть пересекали экватор в направлении с севера на юг, в 06:00 местного времени, а восходящий узел – соответственно в 18:00. У такой орбиты есть специальное наименование – терминаторная. Обращаясь по ней, спутник постоянно ходит над границей света и тени.

Для оптических наблюдений терминаторная орбита малоприспособна:

**Обращаясь по терминаторной орбите, спутник постоянно ходит над границей света и тени.**

Запуск не был анонсирован ни в китайских публикациях любого рода, ни путем объявления закрытых зон для полетов по трассе выведения. Более того, он вообще никем не предсказывался даже на уровне слухов, так что сообщение о состоявшемся

Цзюцюань были последовательно запущены три одноименных спутника производства компании «Хантянь Дунфанхун» с оптической аппаратурой для стереосъемки земной поверхности с разрешением 5 м и для детальной съемки с разрешением 2 м.



если Земля под спутником и освещена, то Солнце стоит низко и тени очень длинные. А вот для радиолокационной съемки она хороша: радиолокатору все равно – день под ним или ночь, а вот постоянное или почти постоянное нахождение на свету самого спутника дает максимально возможный приход электроэнергии от солнечных батарей и тем самым обеспечивает его эффективную работу.

Дальше – больше. По американским орбитальным элементам было несложно определить, что на протяжении 1–5 мая оба спутника отработали согласованную программу маневров и поднялись на рабочую орбиту условной средней высотой 515.7 км на расстоянии 0.25°, то есть примерно 30 км друг от друга.

Опять же подобное взаимное положение совершенно не характерно для аппаратов оптического наблюдения любого назначения, однако оно известно для некоторых систем радиолокационной съемки. Хорошо известным примером являются германские спутники TerraSAR-X и TanDEM-X с целевой задачей построения цифровых моделей местности. В разное время совместного полета они работали и как тесная пара, осуществляющая радиоинтерферометрическую съемку, и на расстоянии 76 км друг от друга, в режиме бистатической съемки, когда один аппарат работает излучателем, а второй – приемником.

«Вишенкой на торте» стали два сообщения китайских компаний, задействованных в проекте на уровне субподрядчиков. Так, Шэньсийский институт прикладной физической химии отчитался об успешной работе своих пиросредств в составе механиз-

ма расчеховки и раскрытия «новой большой антенны», а 14-й институт Китайской корпорации электронной техники – об использовании «микроволновой плетеной сетки», то есть сеточной антенны для работы в микроволновом диапазоне. Чтобы у читателя не осталось сомнений, авторы последнего сообщения добавили, что спутники «Тяньхуэй-2» будут производить «всепогодные круглосуточные измерения в целях глобальной топографической съемки с высоким разрешением».

Какую именно конфигурацию примет пара спутников после испытаний и начала работы – нам еще предстоит узнать. Что же касается их массово-габаритных характеристик, то пока можно лишь утверждать, что два КА уместились под головным объекателем диаметром 3.35 м и что их суммарная масса не превосходит 3066 кг – предельной массы полезного груза ракеты CZ-4В при запуске на солнечно-синхронную орбиту высотой 500 км.

Добавим, что «Тяньхуэй» стала третьей современной китайской системой, основанной на парной работе низкоорбитальных спутников. 27 июня 2018 г. стартовали два «спутника для испытаний новых технологий» XJS, которые заняли позиции на орбите наклонением 35° и высотой 482 км на удалении примерно 1200 км друг от друга. Через четыре месяца, 9 октября 2018 г., два спутника 01-й группы типа «Яогань-32» были доставлены на солнечно-синхронную орбиту высотой 696 км и работают на дистанции около 75 км. Названные аппараты являются разработкой компании «Хантянь Дунфанхун». ■



Обломки первой ступени упали прямо у автомобильного моста

**i** 20 мая в аэропорт Игнатьево Амурской области был доставлен космический аппарат «Метеор-М» №2-2 и оборудование для его сборки и испытаний. 21 мая груз транспортировали из аэропорта на космодром Восточный. Выведение КА «Метеор-М» №2-2 – основная функциональная задача пятого пуска с космодрома Восточный. – П.П.

23 мая NASA объявило о выборе компании Maxar Technologies (бывшая SSL) для изготовления и демонстрации энергодвигательного модуля и средств связи лунной орбитальной платформы LOP-Gateway. Модуль будет оснащен солнечной электродвигательной установкой мощностью 50 кВт. Работа рассчитана на пять этапов и оценена в 375 млн \$. – П.П.

Менеджер программы пилотируемых коммерческих систем Кэти Людерс сообщила 28 мая Консультативному совету NASA, что расследование причин и обстоятельств взрыва корабля Crew Dragon 20 апреля продолжается, но сроки его завершения и объем необходимых доработок пока неизвестны. Вместо погибшей машины для испытания SAC в полете будет использована следующая, предназначавшаяся для испытательного пилотируемого полета Demo-2, а вместо нее – корабль, изготавливавшийся для первого регулярного рейса к МКС. – П.П.

Государственная комиссия по рассмотрению хода летных испытаний КА «Спектр-Р», заслушав 30 мая доклады представителей ракетно-космической отрасли и научного сообщества, приняла решение о завершении проекта. Спутник «Спектр-Р» был запущен в 2011 г. и отработал 7.5 лет против 3 лет по заданию. В начале января 2019 г. была утрачена возможность управления аппаратом. Попытки специалистов НПО имени С.А.Лавочкина обеспечить вхождение в связь с КА в рамках работ по программе главного конструктора не увенчались успехом. – П.П.





# «БЭЙДОУ-3» НА ПУТИ К ГОТОВНОСТИ

20 АПРЕЛЯ В 22:41 ПЕКИНСКОГО ВРЕМЕНИ (14:41 UTC) С КОСМОДРОМА СИЧАН РАКЕТОЙ «ЧАНЧЖЭН-3В» (CZ-3В) БЫЛ ЗАПУЩЕН ПЕРВЫЙ НАКЛОННЫЙ ГЕОСИНХРОННЫЙ СПУТНИК КИТАЙСКОЙ НАВИГАЦИОННО-СВЯЗНОЙ СИСТЕМЫ ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ С ОФИЦИАЛЬНЫМ ОБОЗНАЧЕНИЕМ BDS-3 IGSO01 И ФОРМАЛЬНЫМ НАИМЕНОВАНИЕМ «44-й СПУТНИК НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ БЭЙДОУ». ВЫПОЛНИВ ЧЕТЫРЕ МАНЕВРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОБСТВЕННОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ, 26 АПРЕЛЯ В 04:08 АППАРАТ ВЫШЕЛ НА КРУГОВУЮ ОРБИТУ НАКЛОНЕНИЕМ 54.92° И ВЫСОТОЙ 35 778 КМ.

Павел ПАВЕЛЬЦЕВ

## КОСМИЧЕСКИЕ БЛИЗНЕЦЫ?

Определенная интрига пуска заключалась в том, что конфигурация запретных зон для авиации соответствовала выведению с помощью носителя CZ-3В на стандартную геопереходную орбиту. Поэтому наблюдатели полагали, что запущен будет второй геостационарный спутник третьего поколения, аналогичный тому, что стартовал 1 ноября 2018 г. под именем BDS-3 GEO01. Новый аппарат действительно был выведен на геопереходную орбиту наклонением 28.5°, практически такую же, как и у GEO01, но неожиданно заявлен как IGSO01.

Разница между первым и вторым состоит в наклонении рабочей круговой суточной орбиты: 0° (экваториальная) или 55° (наклонная). Перевод КА с орбиты выведения на рабочую в обоих случаях сводится к серии коррекций с подъемом перигея и изменением наклона. При этом потребные затраты бортового запаса топлива для изменения наклона от 28.5° до нуля и от 28.5° до 55° будут практически одинаковыми. Это позволяет использовать один и тот же служебный модуль для создания аппаратов обоих типов, тем самым сокращая расходы.

Унификацию двух типов подтвердил главный конструктор спутников «Бэйдоу-3» в Китайской исследовательской академии космической техники CAST Чэнь Чжунгуй (陈忠贵). Он отметил, что IGSO01 – это тяжелый аппарат с большой располагаемой мощностью и многими типами излучаемых сигналов. Добавим, что этот спутник является 268-м в истории CAST и ее филиалов и подразделений и, как утверждается на сайте фирмы, на 100% состоит из компонентов отечественного производства. За навигационную полезную нагрузку и антенную подсистему отвечало Сианьское отделение CAST.

Вторая загадка пуска состояла в том, что вполне официальная «Кэцзи жибао» («Научно-техническая газета») приписала IGSO01 стартовую массу 5400 кг, близкую к предельной грузоподъемности CZ-3В на геопереходную орбиту. Между тем после ноябрьского запуска GEO01 заместитель главного конструктора КА Лю Тяньсюн (刘天雄) утверждал, что аппарат создан на платформе DFH-3В существенно меньшей массы. И хотя именно она изначально закладывалась в проекты обоих спутников, окончательный вывод по этому вопросу пока сделать нельзя.

## К ИСТОРИИ СИСТЕМЫ

Создание спутниковой навигационно-связной системы «Бэйдоу» в КНР началось в 1994 г. Своим именем она обязана созвездию Большой Медведицы, которое в Китае называется «Северный ковш». Осенью 2000 г. на геостационарную орбиту были выведены два первых спутника. Владельцы активных терминалов, ведущих с ними двусторонний радиообмен, могли определять свое положение в Северном полушарии в пределах зоны видимости обоих КА, а также передавать и принимать короткие текстовые сообщения.

Эта система, однако, не могла использоваться для определения местоположения пассивного приемника

Чэнь Чжунгуй сообщил, что установленный на борту КА водородный стандарт частоты имеет на порядок более высокую стабильность, чем прежде:  $10^{-15}$  вместо  $10^{-14}$ . Это означает, что бортовые часы могут «уйти» на секунду лишь за 30 млн лет. Ранее освоенные Китаем и также используемые на навигационных КА рубидиевые «часы» обладают стабильностью на уровне  $10^{-14}$ .



по аналогии с американской GPS и российской ГЛОНАСС. Как известно, для этого необходимо одновременно принимать навигационные сигналы по крайней мере четырех спутников; по разностям времени прохождения их от каждого источника приемник определяет с высокой точностью свои текущие координаты и время.

Разработка новой китайской системы началась в 2004 г. Поскольку имеющиеся связные возможности требовалось сохранить, она не получила нового имени, а стала обозначаться «Бэйдоу-2» (BDS-2). Как и в американской системе GPS, в китайской был принят принцип кодового разделения навигационных сигналов, передаваемых на одних и тех же номиналах частот. Аппараты второго поколения оснащались бортовыми стандартами частоты с постепенным переходом от импортных изделий к блокам китайского производства.

Первый экспериментальный спутник был выведен на орбиту в апреле 2007 г., а активная фаза развертывания имела место в 2010–2012 гг. Впервые в мире была создана гибридная навигационная группировка, включающая пять спутников на геостационарной орбите, пять – на наклонных геосинхронных и четыре – на «классических» для космических навигационных систем средневысотных орбитах, обозначаемых как МЕО. Для «Бэйдоу-2» была выбрана орбита наклонением 55° и высотой 21 528 км; ее же сохранили и для «Бэйдоу-3». Четыре аппарата этого типа позволили подтвердить реализованные технические решения, но для реальной навигации могли использоваться лишь в нечастые периоды нахождения в зоне видимости приемника.

27 декабря 2012 г. было объявлено о вводе в строй системы «Бэйдоу-2» в качестве региональной для обслуживания абонентов в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Начиная с 2016 г. она была дополнена четырьмя резервными аппаратами, последний из которых стартовал 17 мая 2019 г.

Система третьего поколения «Бэйдоу-3» с глобальным покрытием разрабатывалась с 2009 г. Орбитальную группировку спроектировали в следующем составе: 24 среднеорбитальных КА и по три геостационарных и наклонных синхронных. Предстояло создать новые спутники всех трех типов и оснастить их новыми, более точными и стабильными стандар-

тами частоты, а также аппаратурой межспутниковой связи. Наземная инфраструктура модернизировалась с общей целью повышения точности местоопределения и стабильности работы системы.

На протяжении 2015 г. и 2016 г. были запущены пять экспериментальных аппаратов двух разных производителей (Китайской исследовательской академии космической техники CAST в Пекине и Инновационной исследовательской академии микроспутников в Шанхае), на которых отрабатывались новые платформы, бортовые «часы» и навигационные сигналы.

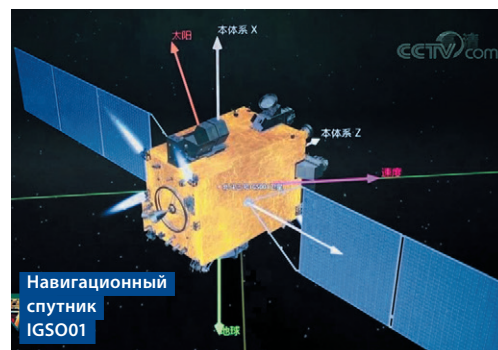
В период с 5 ноября 2017 г. по 19 ноября 2018 г. девятью носителями CZ-3В с разгонным блоком YZ-1 были доставлены на орбиты 18 среднеорбитальных аппаратов – восемь шанхайских и десять пекинских. 27 декабря 2018 г. они были официально введены в строй и начали передавать навигационные сигналы для пользователей в глобальном масштабе, обозначав базовую систему «Бэйдоу-3». В ноябре 2018 г. и апреле 2019 г. были запущены первые спутники двух других типов – геостационарного и наклонного геосинхронного, которые сейчас проходят испытания. Они призваны улучшить условия навигации в Азиатско-Тихоокеанском регионе за счет большего количества видимых спутников.

В течение 2019 г. планируется запустить девять спутников «Бэйдоу-3», заявил заместитель главного конструктора Чжан Лисинь (张立新). В это число входят шесть недостающих средневысотных аппаратов и три спутника геостационарного и геосинхронного типов. Развертывание полной группировки 3-го поколения завершится в 2020 г., когда будет введен на орбиту последний штатный аппарат и несколько резервных.

Однако задачи системы «Бэйдоу-3» не ограничиваются пассивной навигацией.

## СПУТНИКИ И ИХ СИГНАЛЫ

К сожалению, по спутникам третьего поколения до сих пор не опубликована общая обзорная информация, где были бы указаны использованные платформы, габариты и стартовые массы аппаратов различных типов. Достоверно известно лишь, что Академия CAST изготавливает три геостационарных, три наклонных гео-



синхронных и 14 среднеорбитальных спутников из 24; еще 10 были заказаны Исследовательскому институту навигационных спутников в составе Инновационной исследовательской академии микроспутников Китайской академии наук.

Опубликован, однако, перечень навигационных и информационных сигналов, которые будут передаваться в 2020 г. аппаратами «Бэйдоу-3» разных типов. Этот перечень включает пять номиналов частот и восемь типов навигационного сигнала, а также сигналы информационного обмена и межспутникового «общения».

Первоначально на спутниках «Бэйдоу-2» в открытом доступе были реализованы сигналы B1I, B2I и B3I. На «Бэйдоу-3» дополнительно введен сигнал B1C, а вместо B2I – новый сигнал B2a, которые аналогичны по частотам и структуре американским и европейским сигналам – соответственно L1C и L5, E1 и E5a. Благодаря этому достигается взаимозаменяемость.

Система «Бэйдоу-3» обеспечит в глобальном масштабе точность определения координат лучше 10 м, определения скорости – лучше 0.2 м/с и определения времени – лучше 20 нс. В Азиатско-Тихоокеанском регионе эти показатели должны быть еще вдвое лучше за счет видимости дополнительных спутников.

С трех геостационарных КА системы будут передаваться сигналы





### Использование сигналов на аппаратах различных типов в системе «Бэйдоу-3»

Сервис	Доступ	Сигналы	Спутники
Навигационный сигнал	Открытый	B1I, B3I B1C, B2a	Все 3 IGSO + 24 MEO
	Закрытый	B1A, B3Q, B3A	Не объявлено
Широкозонное дополнение	Региональный	B1C, B2a	3 GEO
Услуги точной навигации	Региональный	B2b	3 GEO
Сервис обмена короткими сообщениями	Региональный	L (вверх), S (вниз)	3 GEO
	Глобальный	L (вверх) B2b (вниз)	14 MEO 3 IGSO + 24 MEO
Международная служба космического поиска и спасания		406 МГц (вверх)	6 MEO
		1544–1545 МГц (вниз)	3 IGSO + 24 MEO

### Номиналы частот сигналов «Бэйдоу-2» и «Бэйдоу-3»

B2a	$575 \cdot 2.046 = 1176.450$ МГц
B2I, B2Q, B2b	$590 \cdot 2.046 = 1207.140$ МГц
B3I, B3Q, B3A	$620 \cdot 2.046 = 1268.520$ МГц
B1I, B1Q	$763 \cdot 2.046 = 1561.098$ МГц
B1C, B1A	$770 \cdot 2.046 = 1575.420$ МГц

широкозонного дополнения SBAS, позволяющие увеличить точность местоопределения для гражданской авиации в зоне их видимости до 1.5 м в плане и 2.0 м по высоте. Помимо этого, раз в шесть секунд будет передаваться информация о доступности, целостности и непрерывности системы, то есть о работоспособности китайских спутников и должном качестве их сигналов. В октябре 2017 г. под этот сервис системе «Бэйдоу-3» были выделены коды псевдослучайных сигналов PRN 130, 143 и 144.

Сигнал B2b с геостационарных КА будет нагружен данными, обеспечивающими в пределах Китая и окрестных стран высокоточную навигацию с ошибкой на дециметровом уровне в динамическом режиме и на сантиметровом в статическом.

Полностью обновлена региональная система обмена короткими сообщениями через геостационарные спутники «Бэйдоу-3». Теперь пользователям разрешается передавать единомоментно до 1000 иероглифов (14 кбайт; рост в 10 раз), причем мощность передатчика уменьшена в 10 раз, а сервисом может воспользоваться до 10 млн пользователей в час вместо 540 тысяч. Система позволит также передавать изображения и другую информацию.

Глобальная система обмена сообщений пока имеет эксперименталь-

ный характер и обеспечивает единовременную передачу 40 иероглифов (560 байт). Ее приемные устройства размещаются на 14 среднеорбитальных спутниках (очевидно, на аппаратах пекинского производства), а передающие – на всех среднеорбитальных и на наклонных геосинхронных.

Шесть среднеорбитальных КА (вероятно, по два в каждой из трех плоскостей) оснащаются приемопередатчиками сигналов аварийных радиобуев системы КОСПАС/SARSAT.

Наконец, гибридная система межспутниковых радиолиний Ка-диапазона позволяет аппаратам обмениваться информацией между собой и функционировать длительное время без контакта с наземной частью системы.

### СОТЫЙ СТАРТ

Состоявшийся пуск стал юбилейным, сотым, для китайских ракет-носителей семейства CZ-3A. Первая такая ракета была запущена 8 февраля 1994 г. От своего предшественника CZ-3 она отличалась двигателем установки третьей ступени, которую оснастили двумя новыми кислородно-водородными ЖРД YF-75 тягой по 8 тонн. Впоследствии были созданы две более тяжелые версии носителя – CZ-3B с четырьмя жидкостными ускорителями и CZ-3C с двумя. Все они запускались с двух стартовых позиций космодрома Сичан. Всего за четверть века оттуда ушло 27 CZ-3A (все успешно), 57 CZ-3B (одна аварийно, две с выводением на нерасчетную орбиту) и 16 CZ-3C (все успешно). Ракеты использовались для выведения геостационарных спутников связного, метеорологического и иного назначения, навигационных спутников системы «Бэйдоу» и первых китайских лунных аппаратов. ■





Евгений КУЗИКОВ

# КИТАЙ ИЗУЧИТ ЭКЗОТИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

**КИТАЙСКОЕ НАЦИОНАЛЬНОЕ КОСМИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГОТОВИТ АМБИЦИОЗНУЮ МИССИЮ ПО ИЗУЧЕНИЮ АСТЕРОИДА 2016 НОЗ И КОМЕТЫ 133Р (ЭЛЬСТА-ПИСАРРО). ОБ ЭТОМ СООБЩИЛ ЗАМЕСТИТЕЛЬ РУКОВОДИТЕЛЯ ЛУННОЙ ПРОГРАММЫ КИТАЯ ЛЮ ЦЗИЧЖУН, ПРЕДСТАВЛЯЯ 18 АПРЕЛЯ ПРОЕКТ В ЦЕНТРЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛУНЫ И КОСМИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ КИТАЙСКОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ АДМИНИСТРАЦИИ CNSA.**

По словам Лю Цзичжуна, в проекте могут принять участие как китайские научные организации и частные компании, так и иностранные. Аппарат сможет взять на борт восемь единиц научной аппаратуры, включая различные камеры, спектрометры и анализаторы.

Предполагается, что китайский аппарат сблизится с астероидом, осуществит его облет, посадку на поверхность и сбор образцов. После старта с поверхности аппарат с возвращаемым модулем приблизится к Земле, его возвращаемый модуль отделится и совершит посадку, а сама межпланетная станция продолжит путешествие еще в течение семи лет. Совершив гравитационный маневр у Марса, она войдет в пояс астероидов, после чего выполнит сближение с кометой 133Р и выход на орбиту вокруг нее.

Сообщение сопровождалось схемой, в которой сроком запуска на ракете CZ-3В был обозначен 2022 год с возвращением к Земле в 2024 г. и с изучением объекта 133Р в 2030–2031 гг. Однако позднее в интервью журналу Nature менеджер по международному сотрудничеству CNSA Ян Жуйхун сообщил, что старт заплани-

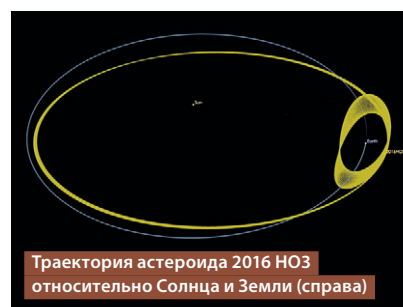
рован на 2024 год и что проект еще должен быть формально утвержден Госсоветом КНР.

Астероид 2016 НОЗ был открыт 27 апреля 2016 г. с помощью автоматического телескопа Pan-STARRS на Гавайских островах специалистами Лаборатории реактивного движения и впоследствии получил постоянный номер 469219 и имя Камооалева.

Диаметр объекта находится в пределах от 40 до 100 метров. У него необычная орбита с периодом обращения, равным земному году, но довольно заметным наклоном ( $7.77^\circ$ ) и эксцентриситетом (0.104). Как следствие, с точки зрения Земли астероид выглядит как ее очень далекий спутник, обращающийся на дистанции от 14 до 38 млн км. Баллистические рас-

четы показывают, что 2016 НОЗ был захвачен на его нынешнюю орбиту около 100 лет назад и останется на ней по меньшей мере 1 млн лет.

Не менее экзотична и вторая цель полета. Как показал поиск в архивах, впервые она была обнаружена в 1979 г. Робертом МакНотом с коллегами и получила обозначение 1979 OW7 как типичный астероид главного пояса. В 1996 г. бельгийский астроном Эрик Эльст обнаружил на снимках, сделанных Гвидо Писарро в Европейской южной обсерватории (Чили), типичную комету с хвостом, которой дали предварительное обозначение P/1996 N2. Расчеты, однако, показали, что орбита новой кометы совпадает с орбитой астероида 1979 OW7 – это был просто один и тот же объект. И действительно, во время следующего прохождения перигелия в 2001 г. хвост у него опять появился. В итоге объект был включен и в списки астероидов с номером 7968, и в списки комет под номером 133Р: в обоих случаях под именем Эльст-Писарро. В настоящее время известно только пять объектов, имеющих одновременно обозначения астероида и кометы. ■





Евгений КУЗИКОВ

# МАРСОТРАСЕНИЕ НА МАРСЕ

**23 АПРЕЛЯ 2019 г. БЫЛО ОБЪЯВЛЕНО, ЧТО АМЕРИКАНСКИЙ ЗОНД INSIGHT ВПЕРВЫЕ ЗАРЕГИСТРИРОВАЛ НА ПОВЕРХНОСТИ МАРСА СОБЫТИЕ, ПОХОЖЕЕ НА «МАРСОТРАСЕНИЕ».**

Слабый сейсмический сигнал был зафиксирован французским прибором SEIS (Seismic Experiment for Interior Structure) 6 апреля, в 128-й день работы аппарата на планете. Это первый сигнал, который, вероятно, пришел из ее недр, а не с поверхности. По продолжительности и структуре он напоминает сейсмические события, регистрировавшиеся в 1969–1977 гг. американскими сейсмометрами на Луне. Ученые все еще изучают полученные данные, чтобы точно установить его источник.

Три других сейсмических сигнала прибор SEIS принял 14 марта (105-й сол), 10 и 11 апреля (132-й и 133-й сол). Импульсы были зафиксированы более чувствительными датчиками VBB – они намного слабее того, что пришел 6 апреля, и более неопределенные.

Впрочем, и этот сигнал слишком слаб для того, чтобы извлечь из него информацию о внутреннем строении Марса. Поверхность планеты вообще очень спокойная, поэтому для работы на ней требуется специально спроектированный чувствительный сейсмограф. В земных условиях в местах с повышенной сейсмической активностью (например, в Южной Калифор-

нии) ежесуточно фиксируются десятки подобных событий.

История сейсмических измерений за пределами Земли началась полвека назад. В ходе реализации программы «Аполлон» астронавты оставили на Луне пять сейсмографов, которые работали с 1969 по 1977 год и зафиксировали несколько тысяч сигналов.

На Земле сейсмическая активность связана с глобальной тектоникой плит. На Луне и на Марсе литосферных плит не существует, следовательно, сотрясения поверхности вызываются какими-то другими причинами: возможно, неравномерным нагревом и остыванием поверхности. Существует предположение, что слабые сейсмические сигналы могут порождать даже марсианские пыльные бури.

Как мы уже сообщали (РК №3, 2019), сейсмометр SEIS был выставлен на поверхность Марса 19 декабря и подготовлен к работе 4 февраля. Сразу после этого, 12 февраля, на грунт вынесли германский глубинный датчик HP3 для измерения теплового потока из грунта. 40-сантиметровый зонд – так называемый «крот», глав-

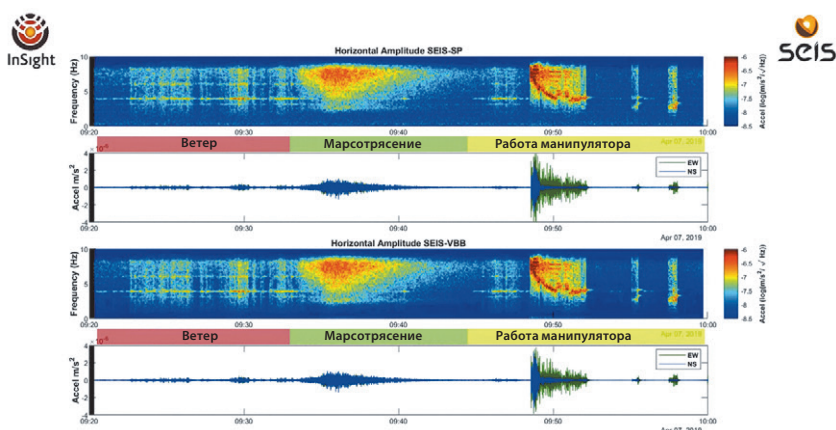
ная часть инструмента HP3, – был рассчитан на проникновение на 5 метров вглубь с целью определения динамики тепла под поверхностью, ниже глубины прогрева марсианским днем.

Подобные измерения позволили бы понять причину существования и поддержания на Марсе нынешних климатических условий. Предстояло измерять уровень тепла, выделяемый запасами радиоактивных элементов урана и тория и радиоактивного изотопа калия. Эти данные, в свою очередь, помогли бы построить модели формирования Марса.

28 февраля началось бурение марсианской поверхности. «Кроту» было выделено четыре часа на внедрение на глубину 70 см, где планировалось начать измерения теплопроводности грунта. Измерения показали, однако, что уже через пять минут продвижение зонда остановилось из-за какого-то препятствия. Ударный механизм, тем не менее, продолжал работать, и головка «крота» отклонилась в сторону на угол до 15°; сама же бурильная установка сместилась от этого на 2 см в сторону.

Дальнейшего продвижения не произошло: похоже было, что, легко





Записи датчиков SP и VBB в составе сейсмометра SEIS

отодвинув первое препятствие, зонд уткнулся в крупный камень или в слой гравия. Глубину погружения оценили по суточному ходу показаний датчиков в пределах от 18 см до 50 см, а наиболее вероятно – от 28 см до 32 см.

Постановщики эксперимента уповали на то, что во время наземных испытаний «крот» умудрялся пройти через слой гравия и отодвинуть камень в сторону. Однако и при второй попытке бурения 3 марта продвижения не было. Команда решила сделать паузу на две недели для анализа ситуации. У разработчиков появилась вторая гипотеза: а что если при наклоне на 15° хвостовая часть зонда или его кабель застряли в направляющей трубе? Или еще один вариант: быть может, твердый верхний слой грунта обеспечивает слишком малое трение и за очередным ударом следует свободный отскок?

26 марта провели «диагностический» сеанс бурения с фиксацией процесса датчиками сейсмометра и камерой IDC. Измерения оказались в пользу третьей версии: трение в канале есть, но недостаточное, чтобы обеспечить продвижение вперед в условиях низкой гравитации Марса. На снимках удалось разглядеть верхушку зонда в

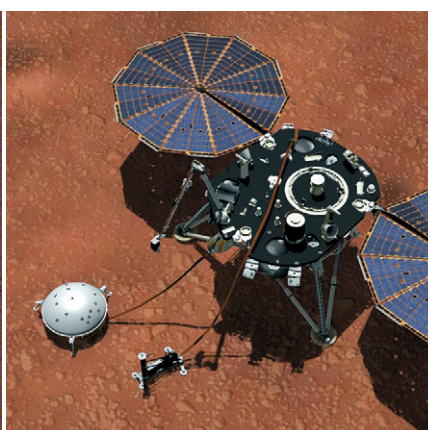
трубе, подтвердить глубину погружения (30 см) и даже заметить небольшое продвижение за время теста.

6 мая руководитель эксперимента Тильман Шпон сообщил, что два следующих сеанса пройдут в вечернее время, наиболее благоприятное для съемки верхушки зонда и кабеля. Планируется также попытка бурения при поддержке манипулятора, который будет оказывать давление либо на правую переднюю опору установки, либо на грунт возле нее. Это может улучшить трение и обеспечить продвижение зонда.

Добавим, что 24 и 25 апреля, в 145-й и 146-й солы, камера IDC отсняла закат и восход на Марсе, а камера ICC сделала красивые снимки вечерних облаков.

Начиная с 19 февраля публикуются ежедневные сообщения о погоде на Марсе, то есть данные прибора TWINS о температуре, скорости ветра и атмосферном давлении. По состоянию на 6 мая, максимальная зарегистрированная скорость ветра составила 28 м/с.

Солнечные батареи InSight заплынены на 30%, но все еще дают 2700 Вт·ч за сутки – почти вдвое больше, чем нужно для повседневной работы. ■



Как сообщила 22 мая газета O Globo со ссылкой на заявление находящегося с визитом в КНР вице-президента Бразилии Антониу Гамилтона Моурау, стороны обсуждали возможность использования космодрома Алкантара для запуска китайских спутников. Представителям КНР реализация такой инициативы показалась затруднительной из-за высокой стоимости доставки собственного оборудования до стартовой площадки. Кроме того, они полагают, что власти США не позволят Бразилии запускать аппараты КНР под предлогом использования американских технологий. – П.П.

Инженер американской компании PMI Industries Джеймс Смолли может быть приговорен к 10 годам тюрьмы и штрафу в 250 тыс \$ за фальсификацию десятков отчетов о проверке качества деталей и запасных частей, используемых в ракетах-носителях Falcon 9 и Falcon Heavy компании SpaceX. Об этом сообщил 23 мая телеканал CNBC со ссылкой на Министерство юстиции США. В ходе аудиторской проверки было обнаружено 76 бракованных и не прошедших инспекцию деталей, которые PMI Industries поставила SpaceX. 41-летний Смолли был арестован 22 мая в штате Нью-Йорк. – П.П.

3 мая BBC США объявили конкурс провайдеров космических запусков в интересах национальной безопасности под названием National Security Space Launch Phase 2 (ранее – EELV Phase 2). В 2020 г. будут выбраны два подрядчика для заключения контрактов в 2020–2024 гг. и проведения примерно 25 запусков по 2027 г. включительно. Один из победителей получит 60%, другой 40% заказов. К рассмотрению принимаются как одноразовые, так и многоразовые системы. – П.П.

6 мая Ariane Group объявила о начале производства ракет Ariane 6. Первый полет нового носителя запланирован на вторую половину 2020 г. Предусмотрено, что в с 2021 по 2023 г. будут осуществлены 14 пусков. Серийное производство будет развернуто с начала 2021 г. – П.П.





Игорь АФАНАСЬЕВ

# ЯМЫ НА ДОРОГЕ. ВЗРЫВ «ДРАКОНА»

**ФИНИШНАЯ ПРЯМАЯ, НА КОТОРУЮ ВЫШЛА КОМПАНИЯ SPACEX ПОСЛЕ УСПЕШНОЙ МАРТОВСКОЙ МИССИИ КОРАБЛЯ CREW DRAGON (PK N4, 2019, с.12-15), УДЛИНЯЕТСЯ И РИСКУЕТ ПРЕВРАТИТЬСЯ В ПУНКТИР: 20 АПРЕЛЯ ПРИ НАЗЕМНЫХ ИСПЫТАНИЯХ СИСТЕМЫ АВАРИЙНОГО СПАСЕНИЯ ПРОИЗОШЕЛ ВЗРЫВ, ФАКТИЧЕСКИ УНИЧТОЖИВШИЙ АППАРАТ...**

Объектом теста, проводившегося на территории Посадочной зоны LZ-1 (Landing Zone 1) на базе ВВС США «Мыс Канаверал», стал уже летавший первый экземпляр корабля. Многочисленные свидетели, отдыхавшие на флоридских пляжах, сначала увидели рваное оранжево-коричневое облако, потянувшееся над местом тестирования, а затем услышали громкий хлопок...

В заявлении пресс-секретаря компании-разработчика отмечалось: «Сегодня SpaceX провел серию испытаний двигателей опытного образца Crew Dragon... Первоначальные тесты завершились успешно, но окончательные привели к аномальной ситуации на испытательном стенде». Чуть позже представитель 45-го космического крыла 14-й воздушной армии, ба-

зирующегося на авиабазе Патрик во Флориде, сообщил прессе: «20 апреля 2019 г. на станции ВВС «Мыс Канаверал» произошла аномалия во время огневых стендовых испытаний [корабля] Dragon 2. Аномалия локализована, никто не пострадал».

В тот же день достоянием публики стал короткий ролик, выложенный в сеть одним из инженеров Центра космических полетов имени Кеннеди (NASA): видео невысокого качества (снятое, видимо, с большого расстояния или через бронированное окно наблюдения) показывает взрыв (или даже два взрыва) командного модуля, установленного на ферменной подставке.

Первые дни никакой другой официальной информации о происшествии не было. Лишь 25 апре-

ля, выступая в Центре космических полетов имени Маршалла, председатель Консультативной группы по аэрокосмической безопасности NASA Патрисия Сандерс сообщила: «Событие произошло во время огневых стендовых испытаний, проводимых перед тестом системы аварийного спасения... Прожиг служил для демонстрации характеристик интегрированной системы [двигателей] SuperDraco при виброакустическом уровне в два раза выше, чем в аварийных условиях. Была успешно продемонстрирована работа 12 [микродвигателей] Draco служебной секции. Включение восьми [двигателей] SuperDraco привело к аномалии».

В начале мая вице-президент SpaceX по надежности Ханс Кенигс-



манн чуть приоткрыл завесу тайны: по его информации, все произошло во время активации двигательной установки системы аварийного спасения, которая производится примерно за полсекунды до зажигания.

Напомним: пилотируемый многоразовый корабль Crew Dragon, разработанный компанией SpaceX по заказу NASA в рамках коммерческой пилотируемой программы CCDev (Commercial Crew Development), оснащен двигателями двух типов: Draco тягой примерно по 40 кгс (их двенадцать) для ориентации, стабилизации, орбитального маневрирования, причаливания к МКС и схода с орбиты; SuperDraco тягой примерно по 7400 кг. Восемь последних смонтированы в четырех боковых нишах попарно и предназначены для увода корабля от терпящей бедствия ракеты-носителя.

В соответствии с первоначальной концепцией SuperDraco должны были также обеспечивать и реактивную посадку корабля. Эта технология считалась универсальной для применения как на Земле, так и на Марсе. Однако согласно контракту с NASA все пилотируемые миссии к станции должны совершаться вновь построенными кораблями. Поэтому за SuperDraco осталась лишь функция аварийного спасения.

Оба типа двигателей используют вытеснительную подачу топлива: долгохраняемые самовоспламеняющиеся компоненты (азотный тетроксид и монометилгидразин) выдавливаются из баков гелием высокого давления, который содержится в композитных шар-баллонах. Внимательные эксперты «на слух и на цвет» по ролику определили точку начала взрыва: чуть ниже и правее входного люка, где находится баллон гелия и один из топливных баков. Это дало основание для неофициальной версии о разрушении баллонов как основной причине взрыва.

Кенигсманн не назвал вероятную причину инцидента (по его словам, это было бы преждевременно), но предположил, что проблема не связана с самими двигателями SuperDraco, поскольку те отработаны в шести сотнях стендовых огневых испытаний.

По мнению вице-президента SpaceX, «маловероятно, что инцидент имел какое-либо отношение к композитным баллонам высокого

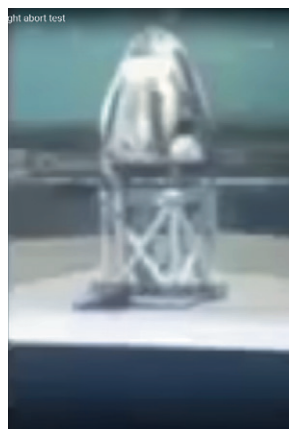
**Компания Илона Маска избегает слова «взрыв», предпочитая такие казуистические термины, как «аномалия» (anomaly) или «быстрая незапланированная разборка» (rapid unplanned disassembly).**

давления...» (Заметим, что последние стали причиной взрыва, случившегося 1 сентября 2016 г. во время подготовки ракеты-носителя Falcon 9 к прожигу на стартовом столе.) Он заявил: «Это не те баллоны, что стоят на Falcon 9, – они изготовлены из другого материала и имеют иную форму. Я вполне уверен, что с баллонами все будет хорошо».

По словам Кенигсманна, компания SpaceX сосредоточена на расследовании происшествия. Он отказался оценить, каким образом «аномалия» повлияет на график предстоящих испытательных полетов, заявив: «Завершение расследования и устранение этой аномалии является нашей главной задачей».

Об этом сообщил, выступая 8 мая на слушаниях в комитете Палаты представителей по науке, космосу и технологиям Конгресса США, заместитель директора NASA по пилотируемым программам Билл Герстенмайер: «При испытании системы из четырех парашютов три из них не сработали штатно». Он уточнил, что командный модуль «был поврежден при падении на землю».

«Итоги этого теста не были удовлетворительными – мы не получили тех результатов, на которые рассчитывали, но появилась информация, которая будет учтена при создании парашютных систем в будущем, – заявил зам. главы агентства. – Нам предстоит выяснить, была ли неудача следстви-



Тем временем в июне планировалось испытание системы аварийного спасения Crew Dragon в условиях максимального скоростного напора. В тесте должен был участвовать именно этот экземпляр корабля. Теперь SpaceX должна будет либо построить новое изделие для испытаний, либо использовать одно из имеющихся и предназначенных для пилотируемых полетов. Вице-президент отметил, что у компании есть «несколько кораблей» на разных стадиях производства, что должно смягчить негативный эффект от потери.

Между тем взрыв стал не единственной неприятностью с Crew Dragon... В апреле SpaceX провела на полигоне в штате Невада проверку парашютной системы посадки корабля, и она также оказалась неудачной.

ем каких-то обстоятельств, возникших при самом испытании, или же проблема с общей конструкцией системы».

Неудачные результаты двух испытаний по отработке ключевых систем безопасности экипажей затормозят программу: в лучшем случае (если речь идет о производственном браке или о неправильной эксплуатации) причины «аномалий» могут быть устранены в течение нескольких месяцев. Если же выяснится, что оба инцидента связаны с конструктивными ошибками, допущенными при проектировании корабля, тогда на их устранение уйдет гораздо больше времени. В любом случае первый пилотируемый полет Crew Dragon, прежде намечавшийся на июль, теперь состоится не раньше начала 2020 г. ■



# ХОД РАЗРАБОТКИ ЯПОНСКОГО НОСИТЕЛЯ H-III



Евгений РЫЖКОВ

**В ЯПОНИИ ПОЛНЫМ ХОДОМ ИДУТ ОГНЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ТЯЖЕЛОЙ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ H-III. ОНА ПРИЗВАНА ЗАМЕНИТЬ ЭКСПЛУАТИРУЕМУЮ С 2001 г. РАКЕТУ H-IIA И НА БЛИЖАЙШУЮ ПЕРСПЕКТИВУ СТАТЬ ОСНОВНЫМ ЯПОНСКИМ НОСИТЕЛЕМ ДЛЯ ВЫВОДА СПУТНИКОВ В КОСМОС.**

Первый испытательный пуск H-III должен состояться в 2020 финансовом году (1.04.2020 – 31.03.2021), второй – в 2021 ф.г., а с 2024 г. начнется полноценная эксплуатация нового носителя.

На первой ступени H-III будет стоять два или три двигателя LE-9, а вто-

рой – один двигатель LE-5B-3. Ракета будет комплектоваться двумя или четырьмя твердотопливными ускорителями SRB-3, либо они будут полностью отсутствовать. Предусмотрено также два типа головного обтекателя.

## ИСПЫТАНИЯ УСКОРИТЕЛЯ SRB-3

Для H-III рассматривается три варианта использования SRB-3: без ускорителей, два или четыре ускорителя. В случае если не устанавливать SRB-3 на ракету, тогда на геопереходную орбиту получится доставить лишь около 2 т грузов, а если поставить четыре ускорителя – то все 6.5 т. Тяга одного SRB-3 – примерно 203 тс.

На первый взгляд, SRB-3 почти аналогичен твердотопливному ускорителю SRB-A, используемому на носителях H-IIA и H-IIB (запуски японских «грузовиков» «Конотори» к МКС) и легкой трехступенчатой твердотопливной ракете Epsilon\*. Однако корпус двигателя, механизм отделения ускорителя и некоторые другие детали спроектированы настолько инновационно, что их можно будет использовать «в деле» даже через 20 лет!

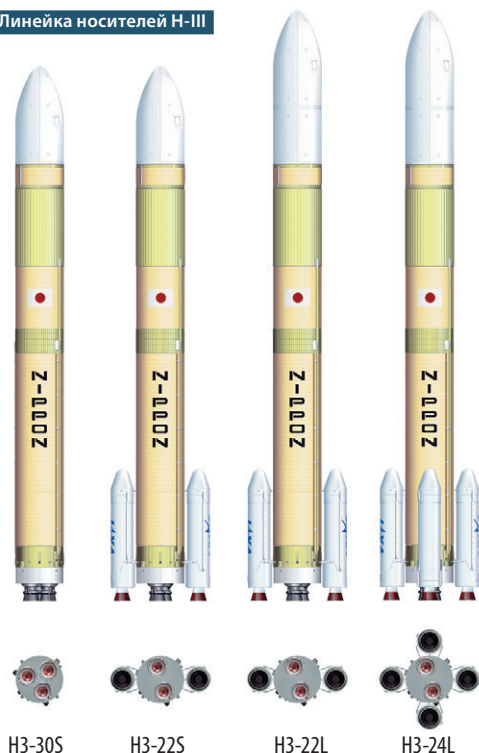
Огромный опыт по изготовлению и эксплуатации в полете более 100 единиц SRB-A пошел на пользу. Так, разработчики придумали новую конструкцию ускорителей SRB-3 на основе более прочных материалов и другие дерзкие технические решения. Например, габариты корпуса двигателя у SRB-3 и SRB-A равны, но объем топлива увеличен почти на 1 т.

Вот еще пример. В случае с SRB-A в зависимости от комплектации – два или четыре ускорителя – было два профиля горения топлива, а у SRB-3 будет единый профиль горения, такой же, как и на первой ступени ракеты Epsilon.

Инженеры также изменили способ соединения ускорителей с корпусом H-III и метод их отделения.

В апреле 2017 г. начались испытания SRB-3 на прочность. А 26 августа 2018 г. на стенде для испытаний твердотопливных ракет Такэсаки (竹崎固体ロケット試験場) Космического центра Танэгасима (преф. Кагосима) с успехом прошли наземные огневые испытания твердотопливного ускорителя SRB-3 для ракеты следующего поколения H-III (фото в заголовке).

Линейка носителей H-III



\* Проведено четыре пуска носителя: испытательный – 14.09.2013, последующие пуски усиленной версии ракеты – 20.12.2016, 18.01.2018 и 18.01.2019. Пятый пуск намечен на 2020 г.



В отличие от жидкостных, прожиги твердотопливных ускорителей нельзя остановить в процессе их проведения.

Во время прожига длительностью 110.1 сек, где проверялась надежность конструкции SRB-3, были зафиксированы максимальные значения давления (10.7 МПа) и тяги (2137 кН), что лишь подтвердило правильность проектных решений.

В этот раз использовался прототип РМ (prototype model). После испытаний специалисты проверили состояние внутренней стороны корпуса двигательной установки и другие элементы конструкции ускорителя.

Руководствуясь полученными данными с теста РМ, специалисты должны были создать экземпляр для квалификационных испытаний (qualification model) и использовать его в 2019 г. для двух огневых испытаний, в одном из которых предполагалось задействовать качающиеся сопла для ракеты Epsilon. В конце 2018 ф.г. на макете реального размера предстояло также проверить механизм отделения SRB-3 от H-III. Несмотря на имевшиеся планы, больше информации по испытаниям нового ускорителя от JAXA не поступало. Тем не менее это не исключает возможности проведения таких испытаний, только без «скоропалительного» обнародования результатов. Все-таки, как говаривал красноармеец Сухов, «Восток – дело тонкое!»

Параллельно с проверками SRB-3 в 2019 ф.г. должны завершиться прочностные испытания головного обтекателя, корпуса двигателя, а также адаптеров и иных элементов, посредством которых ускоритель SRB-3 крепится на H-III. По их завершении, если все пойдет по плану, наконец-то начнется сборка предсерийного образца SRB-3 для испытательного пуска H-III.

## ПРОВЕРКИ ДВИГАТЕЛЯ LE-9

LE-9 – маршевый кислородно-водородный двигатель тягой 150 тс (в вакууме), который будет стоять на первой ступени H-III. При этом H-IIA имела один основной двигатель (LE-7A), а на H-III их будет два или три, поэтому разработчики улучшили возможности по управлению первой ступенью.

Для ракеты H-III необходим двигатель, развивающий тягу примерно на 40% выше, чем LE-7A, установленный на первой ступени H-IIA и H-IIB.

В конце 2016 г. начались испытания двигателя LE-9:



Твердотопливный ускоритель SRB-3 перед испытаниями 28 августа 2018 г.

- 27 декабря 2016 г. – 20 февраля 2017 г. Первая серия автономных испытаний турбонасосных агрегатов (ТНА) LE-9 (7 раз ТНА на жидком кислороде и 5 раз ТНА на жидком водороде);

- 27 апреля – 12 июля 2017 г. Первая серия огневых испытаний LE-9 (11 раз);

- 5 июня – 3 августа 2017 г. Вторая серия автономных испытаний ТНА (6 раз ТНА на жидком кислороде и 5 раз ТНА на жидком водороде);

- 12 декабря 2017 г. – 25 июня 2018 г. Вторая серия огневых испытаний LE-9 (8 раз);

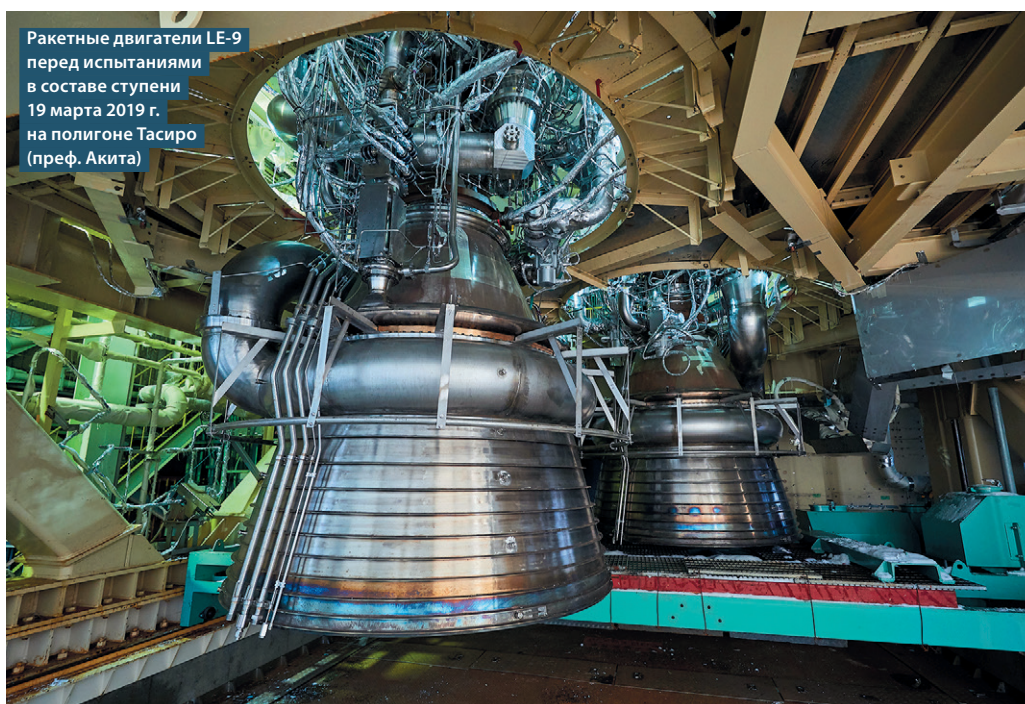
- 20 февраля – 9 марта 2018 г. Третья серия автономных испытаний ТНА (4 раза ТНА на жидком водороде);

- 23 августа 2018 г. Третья серия огневых испытаний LE-9 (1 раз);

- 24 сентября 2018 г. Четвертая серия огневых испытаний LE-9 (1 раз);

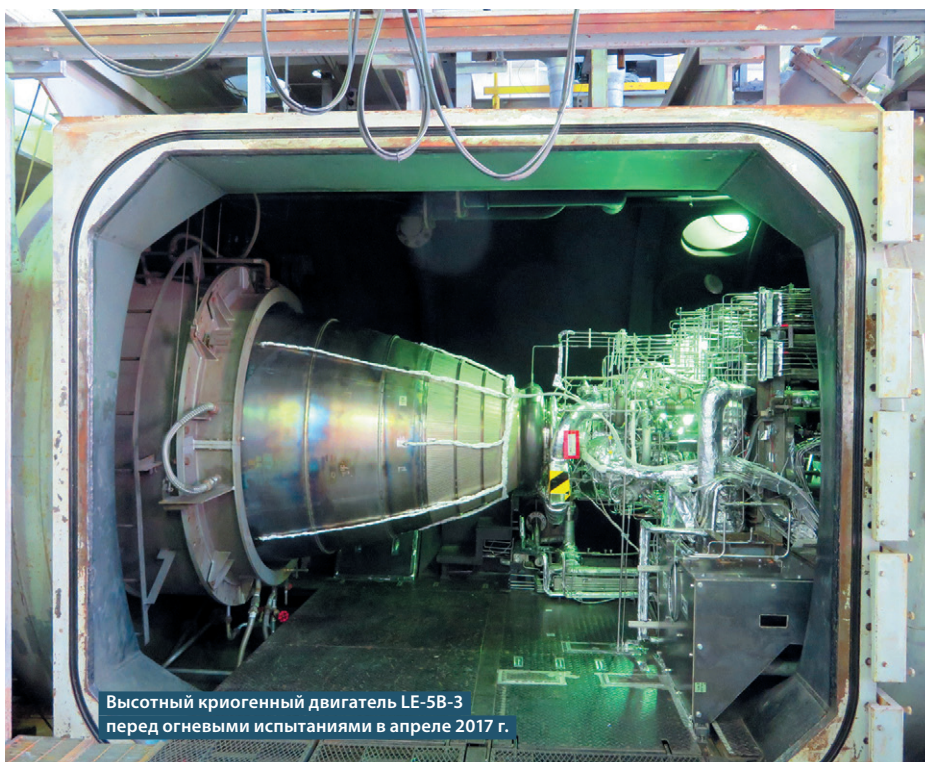
- 25 сентября – 5 октября 2018 г. Четвертая серия автономных испытаний ТНА (3 раза ТНА на жидком водороде);

- с 25 декабря 2018 г. – в процессе (23 мая 2019 г. состоялся 7-й прожиг). Пятая серия огневых испытаний LE-9 (планируется 8 раз).



Ракетные двигатели LE-9 перед испытаниями в составе ступени 19 марта 2019 г. на полигоне Тасиро (преф. А키타)





Высотный криогенный двигатель LE-5B-3 перед огневыми испытаниями в апреле 2017 г.

## ИСПЫТАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ LE-5B-3

LE-5B-3 – это криогенный (кислород/водород) жидкостный двигатель для второй ступени H-III тягой 14 тс. Он, как и LE-5B, работающий на H-IIA, будет единственным ЖРД ступени.

В первом квартале 2017 г. начались испытания:

- 30 марта – 31 октября 2017 г. Первая серия квалификационных огневых испытаний LE-5B-3 (20 раз). Первый опытный образец;
- 10 ноября 2018 г. – 18 февраля 2019 г. Вторая серия квалификаци-

онных огневых испытаний LE-5B-3 (15 раз). Второй опытный образец.

8 марта, спустя 20 дней после окончания второй серии прожигов, JAXA сообщило, что испытания опытных образцов LE-5B-3 подошли к концу.

## ДРУГИЕ ТЕСТЫ

Для H-III предусмотрено множество наземных испытаний. Вот некоторые из них:

- апрель–сентябрь 2017 г. Испытания HARE (H3\* scaled Acoustic Reduction Experiments) для определения акустических нагрузок на конструкцию

## «Персик» – молодец!

Что касается частного сектора, то 4 мая прототип первой частной японской ракеты-носителя сверхлегкого класса «Момо» («Персик») с третьей попытки (неудачные пуски датируются 30.07.2017 и 30.06.2018) достиг линии Кармана и преодолел ее, «взяв высоту» примерно 113,4 км. Полетное время составило 8 мин 35 сек. «Момо» приводнилась в 37 км к востоку-юго-востоку от стартовой площадки Тайки (восточный берег о-ва Хоккайдо).



ракеты в момент отрыва H-III от стартового устройства. Испытательный полигон Носиро (преф. А�ита);

- июль–декабрь 2017 г. Проверка различных антенн, планируемых к установке на H-III. Космический центр Цукуба (преф. Ибараки);

- с февраля 2018 г. Первая серия испытаний электросистем H-III. Завод Тобисима (преф. Айти) компании Mitsubishi Heavy Industries;

*\* В Японии принято именно такое написание, но мы применяем более удобное и понятное обозначение H-III.*



Тягачи для перемещения мобильной пусковой установки из Здания вертикальной сборки к месту старта  
Справа – мобильная пусковая установка для ракеты H-III





Идут огневые испытания ВРТ двигателей LE-9  
19 марта 2019 г. на полигоне Тасиро



- с апреля 2018 г. Прочностные испытания агрегатов ракеты;

- 21 января 2019 г. – в процессе (12 апреля состоялся 4-й прожиг). Battleship Firing Test, то есть огневые испытания стенового образца первой ступени, в которых используется топливный бак вместе с двигателями LE-9 с усиленной рамой (планируется восемь испытаний). При этом два или три LE-9 собираются в связку, как в реальной конструкции ракеты. Являются кульминацией разработки первой ступени H-III.

### СИНЕРГИЯ EPSILON И H-III

Активно прорабатывается и постепенно реализуется вопрос «переброса» новейших технологий с Epsilon на разрабатываемую H-III и наоборот.

Вот некоторые примеры «объединения» технологий по двум проектам:

- Корпус, топливо и другие элементы конструкции двигателя первой ступени Epsilon будут максимально идентичны аналогичным элементам ускорителя SRB-3 ракеты H-III (технологии «перетекут» с H-III на Epsilon). Для двигателя первой ступени Epsilon будет разработана функция управления вектором тяги, как на H-III.

- Добытые в результате разработки двигателя второй ступени усиленной версии Epsilon новые технологии: упрощение структуры слоев теплоизоляционных материалов на внутренней обшивке корпуса двигателя, оптимизация способов производства материалов для критического

сечения сопла (nozzle throat) и другие будут использованы на H-III.

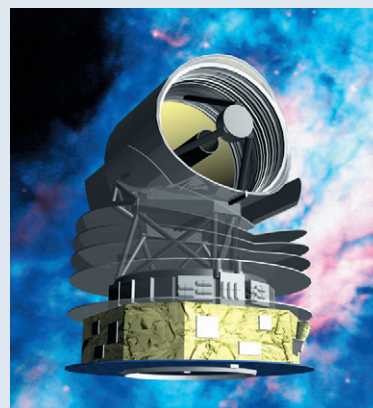
- Устанавливаемая при необходимости на третью ступень Epsilon с целью повышения точности вывода ПН на заданную орбиту доводочная жидкостная ступень PBS (Post Boost Stage, известная также как CLPS – Compact Liquid Propulsion Stage) позаимствует некоторые элементы газореактивной системы управления H-III.

В настоящее время на площадке для запуска ракет тяжелого класса 大型ロケット発射場 (она же площадка Ёсинобу 吉信射点) космодрома Танэ-гасима вовсю идет монтаж нового и модернизация существующего пускового оборудования для первого испытательного пуска H-III.

Так, в марте 2018 г. завершилось строительство здания пункта управления стартового комплекса для H-III, из которого дистанционно будет вестись предпусковая подготовка.

А 25 ноября 2018 г. на космодром прибыл последний, 7-й контейнер с комплектующими новой мобильной пусковой установки (Movable Launcher) общим весом 700 т. В 2019 г. проводится сборка мобильной установки и испытания.

Что интересно, в декабре 2018 г. уже был подписан первый коммерческий контракт на использование H-III: в 2022 г. новая японская ракета должна запустить коммуникационный спутник компании Inmarsat. А пока что будем ждать первого испытательного пуска носителя H-III в 2020 г.! ■



### Инфракрасная обсерватория SPICA

На ракете H3 планируется доставить в 2032 г. в точку Лагранжа L2 системы Солнце – Земля (около 1.5 млн км от Земли) инфракрасную астрономическую обсерваторию SPICA (Space Infrared Telescope for Cosmology and Astrophysics). Японская обсерватория – совместный европейско-японский проект по изучению эволюции галактик и образования планетных систем – будет иметь стартовую массу 3600 кг и высоту 5.8 м.

В мае 2018 г. SPICA – наряду с аппаратом по изучению транзиентных высокоэнергетических явлений в небе и ранней Вселенной Theseus (Transient High Energy Sky and Early Universe Surveyor) и зондом для изучения природы и текущего статуса геологической активности на поверхности Венеры и ее взаимосвязи с венерианской атмосферой EnVision – был отобран из числа 25 кандидатов в качестве миссии класса M5 по программе EKA Cosmic Vision. Окончательное решение, кто же в итоге полетит, будет объявлено в 2021 г.







Игорь ЧЁРНЫЙ

# «ЗЕЛЕНОЕ» ТОПЛИВО

**НЕДАВНО ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ СМИ ДРУЖНО ПОДХВАТИЛИ НОВОСТЬ: КАНАДСКИЕ И АМЕРИКАНСКИЕ УЧЕНЫЕ СОЗДАЛИ БЕЗОПАСНОЕ ДЛЯ ОБРАЩЕНИЯ, «ЗЕЛЕНОЕ» РАКЕТНОЕ ТОПЛИВО КАК АЛЬТЕРНАТИВУ ВЫСОКОТОКСИЧНОМУ ГИДРАЗИНУ. ПОПРОБУЕМ РАЗОБРАТЬСЯ В ЭТОМ ВОПРОСЕ.**

Для создания реактивной силы (тяги) в двигательных установках современных космических аппаратов чаще всего используется химическое вещество или совокупность веществ, являющихся одновременно источником энергии и рабочим телом. Эти вещества называются ракетным топливом и обычно находятся в твердом или жидком агрегатном состоянии. Жидкие топлива подразделяются на однокомпонентные и двухкомпонентные. Последние – наиболее энергоемкие; в них роль окислителя играют кислородосодержащие соединения (перекись водорода, азотная кислота или окислы азота), а роль горючего – органические или неорганические вещества, такие как спирты, углеводороды и амины. К последним относятся гидразин и его производные – монометилгидразин (ММГ) или несимметричный диметилгидразин (он же знаменитый «гептил»). Гидразин зачастую используется как унитарное топливо, поскольку энергично разлагается в присутствии катализаторов.

Указанные вещества хорошо отработаны и доступны; в частности, гидразин применяют в органическом синтезе, в производстве пластмасс, резины, инсектицидов и взрывчатых веществ, а также для восстановителя кислорода, содержащегося в деминерализованной воде, применяемой для питания котлов. Особо чистый сульфат гидразина даже используют в качестве лекарства при онкологических заболеваниях.

Первыми гидразин в качестве компонента ракетного топлива начали использовать немцы. Горючим на истребителе-перехватчике Me-163, ограниченно применяемым в конце Второй мировой войны, служил C-Stoff (смесь из ~57% метилового спирта, ~30% гидразин-гидрата и ~13% воды), который бурно вступал в реакцию (самовоспламенялся) при контакте с окислителем T-Stoff (ингибированной 80% перекиси водорода).

Помимо высокой энергоемкости и возможности самовоспламенения при контакте компонентов, указанным выше веществам свойственна

возможность длительного хранения, что упрощает эксплуатацию ракетно-космической техники, особенно космических аппаратов.

На этом плюсы, пожалуй, и заканчиваются: все ракетные топлива небезвредны и требуют особого внимания при хранении и эксплуатации. В частности, гидразин и большинство его производных очень токсичны и относятся к I классу опасности. Даже следы этого вещества в воздухе вызывают раздражение глаз и дыхательных путей. При повышении концентрации начинается головокружение, головная боль и тошнота. Далее следуют судороги, токсический отек легких, а за ними – кома и смерть. Предельно допустимая концентрация (ПДК) гидразина в рабочей зоне составляет 0.1 миллиграмма на кубометр воздуха.

Продукты сгорания гидразина считаются безвредными, когда речь идет о полном сгорании. Однако в реальности так бывает далеко не всегда. Ежегодно аэрокосмическая отрасль выбрасывает в атмосферу около 12 тысяч тонн продуктов сгорания гидразинсодержащих топлив.

Неудивительно, что ученые и инженеры ищут более безопасные и экологически чистые – «зеленые» – компоненты.

Например, в Университете Макгилла (Канада) изучают металло-органические каркасные структуры MOF (metal-organic frameworks), а также металло-органические координационные полимеры МОСР (metal-organic

**Исследование MOF и МОСР в качестве энергетических материалов до сих пор велось с ориентацией на использование их взрывчатых свойств: ученых больше интересовала их термическая и ударная чувствительность. Самовоспламеняемость как ценное качество компонента ракетного топлива до поры оставалась вне поля зрения исследователей.**



coordination polymers) с содержанием цинка, кобальта и кадмия. Такие материалы представляют собой решетку из ионов (или небольших группировок атомов) металлов, связанных органическими «перемычками», обладают микропористой структурой с размером пор на уровне нанометров, высокой идентичностью пор, большой площадью поверхности, высокими значениями пористости.

При контакте с окислителем свойства нового горючего становятся химическим «триггером», способным разблокировать энергию металлоорганического каркаса. Исследователям удалось создать шесть видов топлива на основе MOF, содержащих цинк, кобальт и кадмий. Выяснилось, что по удельному тепловыделению они приближаются к гидразину и тринитротолуолу. Физику нового топлива можно настраивать, например, на определенную задержку воспламенения (возможно сверхбыстрое зажигание – всего в течение двух миллисекунд).

Вещества могут применяться во многих космических миссиях (однако пока не годятся для длительных межпланетных экспедиций). Ученые полагают, что со временем MOF и МОСР будут способны заменить гидразин, сохраняя такое ценное качество, как самовоспламеняемость, но являясь при этом гораздо более экологически чистым и безопасным веществом, где отсутствуют канцерогены.

Канадцы полны оптимизма. «Это новый, более чистый подход к производству легковоспламеняющегося топлива, которое не только намного безопаснее используемого сегодня, но и быстро вступает в реакцию или воспламеняется, а это важно для ракетного топлива», – сообщил Томислав Фришчич, профессор химического факультета Университета Макгилла. Он выразил заинтересованность в коммерциализации новой технологии, предлагая сотрудничество с компанией Accuspace, которая производит MOF.

В свою очередь, ведущий автор исследования Хатем Тити заявил: «Хотя мы все еще находимся на лабораторной стадии работ с этими материалами, результаты открывают возможность создания класса нового, чистого и легко настраиваемого самовоспламеняющегося топлива для аэрокосмической промышленности».

Уже несколько лет подряд NASA совместно с ВВС США ведут разработки менее токсичных и более эффек-

тивных компонентов топлива для следующего поколения РН и КА, которые предполагается испытать в рамках демонстрационного проекта «Миссия с применением «зеленого» топлива» GPIM (Green Propellant Infusion Mission), проводящегося под управлением Центра космических полетов имени Маршалла.

В частности, рассматривается монотопливо на основе нитрата гидроксилламония, которое может быть более чистым экологически по сравнению с гидразином, а также его смесь с окислителем. Новые компоненты предполагается испытать в рамках миссии STP-2 (Space Test Program 2) во время третьего пуска сверхтяжелого носителя Falcon Heavy компании SpaceX, намеченного на июнь 2019 г.

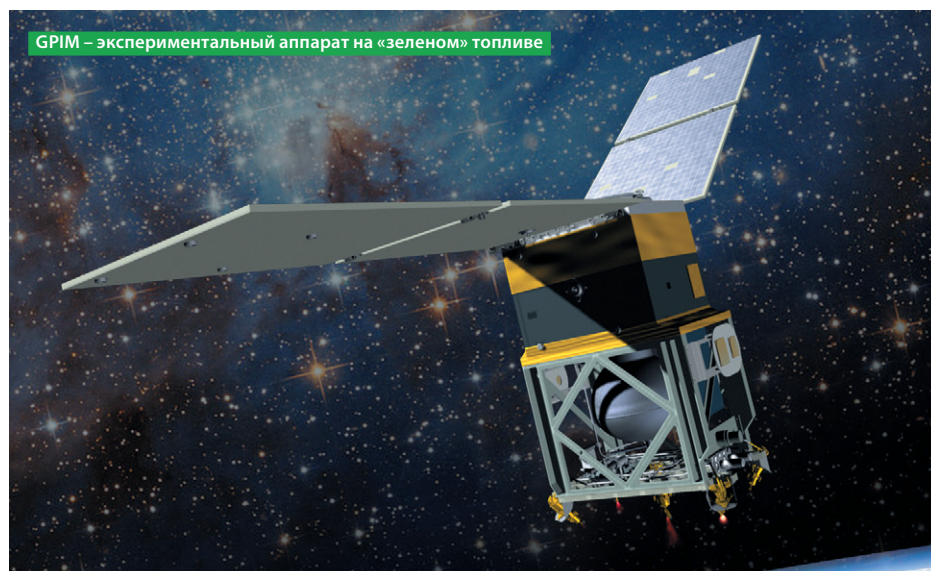
Исследования в области нетоксичных компонентов ведутся не только за рубежом. Так, несколько лет назад в Опытно-конструкторском бюро «Факел» стартовала исследовательская программа «Зеленое топливо». Она предусматривала разработку технологии производства малотоксичного монотоплива и выбор материалов для термодинамических двигателей малой тяги. «Зеленое» топливо должно включать смесь окислителя, горючего и растворителя. В качестве окислителя рассматриваются ионные жидкости – растворы солей в кислотах с температурой плавления ниже 100°C, например тот же нитрат гидроксилламония. В качестве горючего изучаются спирты и глицин, в то время как растворителем выступает... вода. По энергетике монотопливо должно превосходить гидразин при гораздо более низком классе опасности.



AF-M315E – новое «зеленое»  
однокомпонентное топливо

В январе 2019 г. специалисты Российского национального центра «Прикладная химия» во время Академических чтений по космонавтике сообщили о разработке топлива, и также на основе ионных жидкостей. Его отличают высокая энергоемкость, очень низкая температура кристаллизации, а также высокая плотность – примерно 1350 кг на кубический метр.

Сравнительно небольшие объемы нового топлива, получаемого на специальной экспериментальной установке, – 100 кг в год – достаточны для исследования его свойств и характеристик. При этом по стоимости производства вещество сравнимо с гидразином. Считается, что «зеленое» топливо, разработанное в России, в будущем сможет применяться в двигательных установках межпланетных зондов для исследования Луны и Марса. ■



GPIM – экспериментальный аппарат на «зеленом» топливе





Игорь АФАНАСЬЕВ, Павел ПАВЕЛЬЦЕВ

**УКАЗАНИЕ О ВЫСАДКЕ АМЕРИКАНСКИХ АСТРОНАВТОВ НА ЛУНУ НЕ ПОЗДНЕЕ 2024 г., ДАННОЕ 26 МАРТА ПРЕЗИДЕНТОМ США ДОНАЛЬДОМ ТРАМПом (РК №5, 2019, с.54-59), ТРЕБУЕТ ОТ NASA ПОЧТИ НЕВОЗМОЖНОГО. ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ ЗА ОСТАВШИЕСЯ ПЯТЬ ЛЕТ НУЖНЫ НЕМАЛЫЕ РЕСУРСЫ И МОБИЛИЗАЦИЯ ВСЕХ СИЛ И СРЕДСТВ КОСМИЧЕСКОГО ВЕДОМСТВА И ПРОМЫШЛЕННОСТИ США.**

# НА ЛУНУ – БЫСТРЕЕ И ПО ВОЗМОЖНОСТИ ДЕШЕВЛЕ

## ПОД ЗНАКОМ АРТЕМИДЫ

30 апреля директор пилотируемых программ NASA Уильям Герстенмайер представил предварительный вариант плана полета на Луну к указанному сроку. «На бумаге [план] выглядит реальным, – заявил он и добавил: – План этот нелегкий и содержит риски».

Для решения задачи будет принято всего три пуска «супертяжа» SLS (Space Launch System). Как и ранее, цель первого полета EM-1 (Exploration Mission-1) – испытания новой ракеты и корабля Orion в беспилотном рейсе

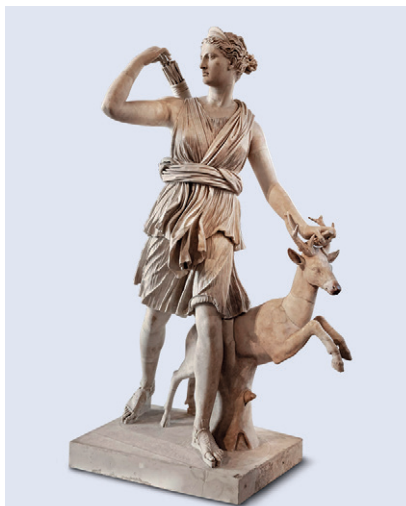
к Луне и по орбите вокруг нее. Пилотируемый полет EM-2 на орбиту вокруг Луны запланирован на 2022 г., а высадка на Луну – уже в миссии EM-3 в 2024 г. Для сравнения: первая высадка на Луну в июле 1969 г. была реализована в шестом пуске тогдашнего «супертяжа», и ей предшествовали четыре пилотируемых испытательных полета «Аполлона».

Ракета SLS далека от готовности, и дата ее первого полета в настоящее время не определена. Директивная дата – июнь 2020 г. – уже нереальна. В лучшем случае, сказал Герстенмай-

ер, старт может состояться в конце 2020 г., но более вероятно, что это произойдет «где-то в 2021 г.». Впрочем, в NASA считают, что этот сдвиг никак не скажется на дальнейшем ходе программы, поскольку между первой и второй миссией все еще остается годовой зазор.

Основные проблемы сверхтяжелого носителя сейчас связаны с изготовлением двигательного отсека центрального блока: чтобы компенсировать вызванные этим задержки, инженеры предполагают отказаться от вертикальной сборки ракеты в





**13 мая новая американская пилотируемая лунная программа получила официальное название Artemis. В греческой мифологии Артемиды – вечно юная богиня охоты, плодородия, женского целомудрия, покровительница всего живого на Земле, а позднее стала почитаться как богиня Луны; ее брат Аполлон считался олицетворением Солнца.**

пользу горизонтальной. Но в любом случае перед первым полетом необходимо провести огневые стендовые испытания ступени – их нельзя обойти, поскольку это противоречит общемировой практике и мнению Консультативного совета по безопасности ASAP (Aerospace Safety Advisory Panel). Агентство рассматривает возможность заменить полноценный вось-

**Неудивительно, что, по утверждению руководства NASA, первая посадка на Луну будет «спартанской» – с короткой экспедицией и минимальной программой работ астронавтов на поверхности спутника Земли.**

минутный прогон в Космическом центре имени Стенниса на короткое, десятисекундное, включение непосредственно на стартовом комплексе в Центре Кеннеди. Вместе с тем Герстенмайер признает, что при этом не будут получены ответы на все имеющиеся вопросы.

Параллельно с «допиливанием» SLS в условиях жесткого дефицита времени начинается разработка пилотируемой инфраструктуры для высадки на Луну. Напомним: от контракта с фирмой Grumman на лунный модуль в ноябре 1962 г. до его первого полета по околоземной орбите прошло более пяти лет. Чуть больше остается сейчас до директивной даты реальной посадки на Луну!

NASA уже получает предложения от аэрокосмических фирм по «интегрированной концепции» посадки на Луну, включающей создание транспортного элемента для полетов между станцией Gateway и низкой окололунной орбитой, посадочного и взлетного модулей, причем с возможностью дозаправки. «Мы запрашиваем... по существу всеобъемлющую услугу по посадке [на Луну]», – говорит Герстенмайер.

Конкурс NextSTEP-2 (Next Space Technologies for Exploration

Partnerships) изначально был заявлен NASA для отбора предложений по коммерческой доставке грузов различной массы на лунную поверхность, но 7 февраля 2019 г. агентство дополнило его запросом предложений на системы для пилотируемой посадки на Луну. До 25 марта NASA принимало предложения, а 16 мая объявило о выборе 11 фирм для шестимесячных исследований по выбранным ими темам, в которые со своей стороны вложит 45.5 млн \$. В число участников вошли: Aerojet Rocketdyne, Blue Origin, Boeing, Dynetics, Lockheed Martin, Masten Space Systems, Northrop Grumman Innovation Systems, OrbitBeyond, Sierra Nevada Corporation, SpaceX и SSL.

Вопросом возвращения с Луны они пока заниматься не будут – новый конкурс на «интегрированное» решение планируется объявить летом 2019 г. Кроме прочего, в сжатые сроки нужно получить новый лунный скафандр для астронавтов. В первом туре конкурса ожидается участие нескольких компаний.

Понятно, что новые вводные президента не реализуемы без значительного роста расходов. Запрошенный 11 марта бюджет NASA на 2020 финансовый год в сумме 21.019 млрд \$ явно будет недостаточным, тем более что в



**Тяжелая ракета-носитель SLS – основной элемент обеспечения лунной программы США – в представлении художника**





Концепция лунной миссии от художников Lockheed Martin

текущем 2019 ф.г. агентство располагает 21.500 млрд \$.

Администратор NASA Джим Брайденстайн на слушаниях в профильном подкомитете комитета по ассигнованиям Сената 1 мая заверил законодателей, что дополнительно будет запрошено не так много, как кое-кто утверждает. Однако он ушел от вопроса председателя подкомитета, сенатора-республиканца от Канзаса Джерри Морана, заявив, что NASA представило «довольно хорошее» предложение в Административно-бюджетное управление ОМВ, которое проводит свой собственный анализ вместе с Национальным космическим советом NSC. Им предстоит «выработать единую административную позицию» в отношении того, сколько дополнительного финансирования будет запрашивать агентство. Брайденстайн отверг слухи, что NASA изыскивало дополнительно по 8 млрд \$ в год в течение пяти лет. По другим (и тоже неофициальным) данным, оно потребует «всего лишь» 3–5 млрд \$ в год.

Администратор NASA считает, что высадить астронавтов на Луну в 2024 г. можно и для этого не потребуются новые технологии. «Мы вполне способны достичь этого, – сказал он. – Технологически все, что нам нужно для достижения цели, есть... Единственное: нам нужно взять элементы, которые требуют разработки, и форсировать работу с ними. Думайте об этом, по сути, как о росте финанси-

рования с целью попасть на Луну в ближайшие пять лет», – сказал он.

По его мнению, форсированный «прыжок» гораздо продуктивнее вялотекущей работы: «Чем дольше длится программа, тем труднее достичь конечных состояний из-за политических рисков. Чем быстрее мы идем к цели, тем больше вероятность, что сможем [достичь ее]».

Впрочем, этот энтузиазм наткнулся на скепсис некоторых конгрессменов. Например, сенатор-демократ от штата Мэриленд Крис Ван Холлен заметил: «Наши политические решения должны определяться научными, а не политическими календарями...»

13 мая администрация Трампа запросила для NASA дополнительное финансирование в размере 1.6 млрд \$ на 2020 ф.г. Джеймс Брайденстайн заявил, что «эти дополнительные средства представляют собой первоначальный взнос для NASA в стремлении высадить людей на Луну в 2024 г.». Правда, он отказался сообщить, сколько еще денег понадобится, чтобы реализовать программу в директивные сроки: «Мы ожидаем, что в следующие годы потребуются больше, чем нынешние 1.6 млрд \$, выделенные на 2020 ф.г. Мы все это знаем».

Раскладка в соответствии с новым финансированием выглядит так:

- 1000 млн \$ – на обеспечение разработки коммерческих систем посадки на Луну;
- 651 млн \$ – дополнительно на носитель SLS и корабль Orion;

- 132 млн \$ – на разработку технологий (солнечные электрические ДУ, демонстрация получения воды из полярных льдов);

- 90 млн \$ – дополнительно на исследование полярных областей Луны автоматическими КА.

Запрошенное ранее финансирование программы околорунной станции-портала LOP-G (Lunar Orbital Platform-Gateway) сокращается на 321 млн \$.

## ПЛАНЫ И ПРОЕКТЫ

Новая стратегия (или все же тактика?) NASA предполагает использование упрощенной версии LOP-G, которая на протяжении последней пары лет была стержнем пилотируемой лунной программы, несмотря на то, что окончательное решение относительно станции еще не принято. Недавно руководитель направления гражданской космической политики NSC Райан Уитли заявил, что LOP-G могут вообще убрать из проекта возвращения на Луну, отметив, впрочем, что на некотором витке эволюции «она обязательно появится». В данном случае под первым этапом понимается высадка астронавтов, а на втором – «устойчивое присутствие» в лунном пространстве.

Если LOP-G останется в программе, то двигатель-энергетический модуль для него должен быть запущен до конца 2022 г. пока не выбраным коммерческим носителем. Еще недавно предполагалось определить



его до ноября 2019 г., но сейчас срок сдвинули на нынешнее лето. Малый стыковочный модуль с жилым отсеком планируется запустить до запланированной в 2024 г. посадки на Луну. К нему будут стыковаться прилетающие с Земли корабли Orion и лунный взлетно-посадочный аппарат. При отказе от окололунной станции последний будет встречаться на окололунной орбите непосредственно с пилотируемым кораблем. Все же считается, что LOP-G послужит убежищем, к которому взлетно-посадочный аппарат вернется в случае нештатной ситуации.

10 апреля свою схему лунной экспедиции, основными элементами которой являются ракета SLS, корабль Orion и новый двухмодульный лунный посадочный аппарат, представила компания Lockheed Martin. Для создания лунного модуля фирма предполагает использовать наработки по командному отсеку, служебному модулю и двигательной установке корабля Orion. В данной концепции первый полет корабля Orion в беспилотном режиме должен состояться в 2020 г. Как и в плане NASA, в 2022 г. запускается двигательно-энергетический модуль с малым жилым модулем окололунной станции. Затем к нему отправится Orion с экипажем, который выполнит стыковку с LOP-G. Для этого потребуются изменить конструкцию корабля, добавив отсутствующий сейчас стыковочный узел. Два модуля взлетно-посадочного аппарата по отдельности доставляются на станцию в начале 2024 г. коммерческими носителями. Несколько позднее, но в том же году, должен состояться третий полет пилотируемого корабля, в ходе которого астронавты перейдут в кабину взлетно-посадочного модуля и высадятся на Луну в районе южного полюса. Этот не принятый пока план может стать основой будущей стратегии NASA.

Специалисты Lockheed Martin полагают, что предложенная схема позволит осуществить высадку на Луну в 2024 г. «Наверняка есть несколько способов добиться этого, – сказал Роб Чамберс, директор компании по стратегии пилотируемых полетов и развитию бизнеса. – Задача состоит в том, чтобы выстроить архитектуру, которая передвинет стрелку из положения «Это возможно» в [позицию] «Как нам сделать это лучше всего»».

Однако, по мнению Чамберса, чтобы уложиться в заданный график,

работы над лунным кораблем следует начать уже в 2020 г.: «В следующем году мы уже должны будем «гнуть металл», а это значит, что оснастка уже должна быть готова (надеюсь, кто-нибудь уже догадался заказать много-много алюминия). К концу текущего года нам нужно иметь все необходимые материалы, а подрядчики должны начать работу, иначе мы сильно рискуем».

У предложенного подхода есть ряд подводных камней. Один из них – взаимоотношения с зарубежными партнерами по проекту: на первом этапе, с упрощенным и усеченным вариантом LOP-G, для них просто нет места. Этот факт уже вызвал обеспокоенность у европейцев и японцев относительно того, какую роль они будут играть в первоначальном рывке на Луну. На вопрос журналистов об этой коллизии Брайденстайн заметил, что возможности для международного сотрудничества откроются на втором этапе, а ЕКА по-прежнему продолжит производить служебные модули для кораблей Orion.

Примерно об этом же 23 апреля рассказал исполнительный секретарь NSC Скотт Пейс. Он сообщил, что встречался с партнерами для обсуждения этой темы. «В краткосрочной перспективе основное внимание уделяется созданию организации, способной осуществить возвращение [людей на Луну]», – сказал он. Но поскольку вслед за этим главным станет долгосрочная устойчивость, у партнеров,

по его словам, появятся широкие возможности по созданию модулей окололунной станции и лунных кораблей.

Упор на «устойчивость» подразумевает освоение лунной поверхности, в отличие от разовых кратковременных высадок. «Нам нужна лунная база, чтобы осваивать лунную поверхность и добираться оттуда в разные места, – убежден Пейс. – Станция на южном полюсе может быть точкой доступа ко всей остальной поверхности Луны».

Район южного полюса считается богатым залежами льда, что важно для обеспечения жизнедеятельности лунной базы. Правда, доступность этого ресурса еще предстоит выяснить, между тем база может поддерживать эти и другие исследования. «Мы собираемся попасть на Луну по многим причинам, и наука – только одна из них. Вместе с тем нам надо убедиться, что наука, которой мы будем там заниматься, на самом деле определяется интересами научного сообщества», – пояснил Пейс.

Тем временем 9 мая основатель и владелец компании Blue Origin Джеффри Безос продемонстрировал публике макет лунного посадочного аппарата Blue Moon с кислородно-водородным двигателем BE-7, способного доставить на поверхность Луны 8000 фунтов (3600 кг) груза. В будущем компания намерена создать версию грузоподъемностью 13000 фунтов (5900 кг) для использования в пилотируемой программе. ■





# ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО США О КОММЕРЧЕСКОЙ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Игорь ПОРОХИН

Окончание. Начало в РК №5, 2019

## КОММЕРЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В СФЕРЕ ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ В КОСМОСЕ

Конгресс США исходит из того, что американский частный сектор обладает серьезным потенциалом по разработке космических средств и предоставлению транспортных услуг в космосе в дополнение к тем возможностям, которые имеются у Правительства США.

По мнению американских законодателей, интересам национальной безопасности и международной политики страны отвечает создание мощной космической транспортной инфраструктуры со значительным вовлечением коммерческого сектора. Решению этой задачи, как они считают, будет способствовать установление стабильного, минимально необходимого и адекватного механизма правового регулирования коммерческой деятельности в сфере космического транспорта.

Такой механизм должен применяться оперативно и справедливо в отношении всех участников коммерческого рынка, включая нарождающуюся индустрию пилотируемых полетов на коммерческих космических и суборбитальных кораблях.

Для выполнения вышеуказанных задач на министра транспорта США

возлагаются следующие обязанности:

- стимулирование коммерческих космических полетов, включая полеты непрофессиональных астронавтов;
- вовлечение частного сектора в космическую транспортную деятельность;
- содействие образованию государственно-частных партнерств между правительственными ведомствами и частным сектором в целях создания, расширения, модернизации и эксплуатации космической инфраструктуры полетов.

## КАТЕГОРИИ АСТРОНАВТОВ

Законодательство США выделяет три категории астронавтов:

- член экипажа – сотрудник коммерческого оператора (обладателя лицензии) или его подрядчика/субподрядчика, который осуществляет космические полеты в силу своих служебных обязанностей;
- правительственный астронавт – лицо, назначаемое NASA для совершения космических полетов и являющееся правительственным служащим либо астронавтом государства – партнера по МКС;
- участник космического полета (УКП) – лицо, которое осуществляет полет на борту космического кораб-

ля, но не является членом экипажа или правительственным астронавтом.

Таким образом, в отличие от членов экипажа и правительственных астронавтов, участники космического полета не являются профессионалами.

## ПОЛЕТЫ УКП

Для того чтобы коммерческий оператор (имеющий лицензию) мог отправить участника в космический полет, необходимо выполнить ряд условий:

- коммерческий оператор должен проинформировать УКП о рисках, связанных с полетом, включая статистику полетов кораблей используемого типа;
- министр транспорта должен письменно уведомить УКП о рисках в отношении каждой фазы полета на основании имеющейся у министра статистики применительно к используемому типу кораблей;
- коммерческий оператор должен письменно проинформировать участника, что корабль, на котором полетит УКП, не проходил государственную сертификацию (в отличие от правительственных кораблей, которые такую сертификацию проходят);
- УКП должен предоставить письменное информированное согласие на участие в полете.



## ВЗАИМНЫЙ ОТКАЗ ОТ ТРЕБОВАНИЙ ОБ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

Лицензия коммерческого оператора на полетные услуги должна включать требование о том, что он согласовал взаимный отказ от требований об ответственности с участниками полета, по которому каждый участник соглашается взять на себя ответственность за ущерб здоровью, имуществу либо причинение смерти своим сотрудникам или самому участнику (для УКП).

Под участниками понимаются:

- подрядчики, субподрядчики и заказчики коммерческого оператора;
- подрядчики и субподрядчики заказчиков;
- участники космических полетов.

Аналогичный взаимный отказ должен быть заключен между правительственным агентством США (при участии в полете) и коммерческим оператором.

Отказ Правительства США от претензий к коммерческому оператору за ущерб правительственной собственности может применяться только к сумме свыше 100 млн долларов США, поскольку коммерческий оператор должен взять на себя финансовую ответственность за ущерб на сумму 100 млн долларов США либо осуществить страхование ответственности на данную сумму.



Суборбитальный комплекс New Shepard для туристических полетов

Что касается ответственности Правительства США перед коммерческим оператором и другими участниками полета, то оно не вправе освободить себя от ответственности за причинение смерти, ущерба здоровью и имуществу в случае собственных умышленных действий.

## КОСМИЧЕСКАЯ РЕКЛАМА

Законодательство США запрещает так называемую «навязчивую» коммерческую рекламу в космосе, под которой понимается реклама в открытом космическом пространстве, которая может быть видима с Земли без использования телескопа и иных технических средств. В то же время коммерческие операторы вправе размещать «ненавязчивую» рекламу на своих космических кораблях, полезных нагрузках, космическом оборудовании.

## РАЗРАБОТКА СТАНДАРТОВ БЕЗОПАСНОСТИ

Министру транспорта США предоставляется право принимать правила, регулирующие конструкцию или операции космических кораблей, в целях защиты здоровья и безопасности экипажей. Помимо этого, министру предписывается координировать свои действия с коммерческим сектором для разработки добровольных стандартов, основанных на практическом опыте, с целью повышения безопасности экипажей. С периодичностью один раз в 30 месяцев министр представляет в профильные комитеты Сената и Палаты представителей отчеты о прогрессе коммерческой космической индустрии в разработке вышеуказанных добровольных стандартов.

## О КОММЕРЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Закон 2015 г. о конкурентоспособности коммерческих космических запусков накладывает на Администрацию США обязанность:

- способствовать коммерческой разведке и коммерческому использованию космических ресурсов американскими компаниями и гражданами;
- устранять бюрократические барьеры, препятствующие развитию в США экономически эффективных, безопасных и устойчивых секторов промышленности для коммерческой разведки и добычи космических ресурсов;



Falcon 9 – коммерческий носитель компании SpaceX – быстро завоевал значительную долю рынка запусков

- продвигать право американских компаний и граждан на коммерческую разведку и добычу космических ресурсов и защищать это право от любых мер противодействия, при соблюдении международных обязательств США, соблюдении разрешительного режима и под постоянным надзором Администрации.

Понятие «космические ресурсы» включает воду и минералы, добытые в космосе, в том числе на астероидах.

Американские компании и граждане, которые занимаются коммерческой добычей ресурсов в космосе, будут иметь права владения, собственности, транспортировки, использования и продажи добытых ими космических ресурсов.

Закон 2015 г. подчеркивает, что его принятие не означает утверждение США суверенитета, исключительных прав либо юрисдикции или собственности в отношении любого космического тела.

Вместе с тем последняя оговорка не избавила США от обоснованных возражений и критики со стороны ряда стран мира, включая Российскую Федерацию. Предоставление американским компаниям и гражданам прав на коммерческую добычу полезных ископаемых в космосе рассматриваются ими как нарушение основополагающих принципов международного космического права, в частности статьи II Договора по космосу 1967 г. В ней установлено, что космическое пространство, включая небесные тела, не подлежит национальному присвоению любыми средствами. ■





Л. КРОВОТА, В. СПИРИДОНОВ, М. МИХАЙЛОВ, И. МИЛАЦИОН, А. ПОЛЕХИН

**В МАЕ 1957 г. БЫЛ ПРОИЗВЕДЕН ПЕРВЫЙ ПУСК МЕЖКОНТИНЕНТАЛЬНОЙ БАЛЛИСТИЧЕСКОЙ РАКЕТЫ Р-7. А 4 ОКТЯБРЯ 1957 г. ВЫВОДОМ НА ОРБИТУ ПЕРВОГО ИСКУССТВЕННОГО СПУТНИКА ЗЕМЛИ ОНА ОТКРЫЛА КОСМИЧЕСКУЮ ЭРУ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА. МОДИФИКАЦИИ ЭТОЙ МБР ДО СИХ ПОР НА СЛУЖБЕ РОССИИ. О НЕЙ ПОЙДЕТ НАШ РАССКАЗ.**

Ракеты как летательные аппараты прошли длительный путь эволюции с древних времен и до наших дней. Испокон веков человек мечтал о полете в космос. Когда-то это были сказки, мифы, легенды, затем научная фантастика. Целые поколения выросли на произведениях Жюль Верна, где описывалось нечто по тем временам совершенно нереальное, казавшееся невозможным порождением человеческой фантазии. Но эти истории будоражили умы, заставляли распахнуть разум – и вот уже начали производиться теоретические расчеты, ставятся эксперименты, появляются модели.

Первый в мире проект ракетного летательного аппарата для полета человека был разработан в России изобретателем Н.И. Кибальничем еще

в 1881 г., но опубликовали его только в 1918 г.

Прародителем отечественной космонавтики считается К.Э. Циолковский. Его статья о теоретических основах полета в космос была издана в 1903 г. Константин Эдуардович писал о необходимости создания искусственных спутников Земли, орбитальных станций, создал проект ракеты, способной преодолеть земное притяжение.

Очень долго все разработки в области космонавтики были теоретическими и лишь обосновывали возможность полета человека в космос. Тем удивительнее, что в наше время многие фантастические мечты прошлого воплотились в жизнь и продолжают реализовываться с пугающей скоростью. Прошло чуть больше 100 лет со дня

публикации работ К.Э. Циолковского и немногим более полувека с момента запуска Первого спутника – а вокруг Земли кружат несколько тысяч аппаратов, человек побывал на Луне, «дотянулся» до Марса, Венеры, Юпитера.

#### **ОТ ПЕРВОГО СТАРТА ДО ЗАПУСКА СПУТНИКА**

Первая в истории баллистическая ракета дальнего действия для поражения целей на расстояние 320 км была создана в Германии в годы Второй мировой войны и носила название А-4, или V-2 («Фау-2»). После победы для изучения этой ракеты в Германию была направлена группа советских ученых, в числе которых был и С.П. Королёв.

Уже 10 декабря 1948 г. с пусковой установки на полигоне Капустин Яр



успешно стартовала и, пролетев около 300 км, попала в заданную цель баллистическая ракета дальнего действия Р-1 – копия «Фау-2».

В наши дни одним общим именем «семерка» называют семейство ракет-носителей, созданных под руководством С.П.Королёва в Опытном-конструкторском бюро (ОКБ-1; сейчас – Ракетно-космическая корпорация «Энергия») на базе межконтинентальной баллистической ракеты (МБР) Р-7 (8К71).

Первым представителем семейства стала ракета-носитель «Спутник» (8К71ПС), сделанная на базе прототипа МБР, с которого сняли головную часть, измерительную аппаратуру, верхний отсек системы управления, кабели, соединяющие ракету и боеголовку, значительную часть аппаратуры управления полетом, включая систему радиоуправления, а также часть батарей электропитания.

Первая ступень ракеты была представлена четырьмя идентичными по конструкции боковыми блоками «Б», «В», «Г» и «Д» конической формы, размещенными вокруг центрального блока «А» второй ступени. Двигатели РД-107 боковых блоков и РД-108 центрального блока разработали под руководством В.П.Глушко в ОКБ-456 (сейчас – Научно-производственное объединение Энергомаш).

Именно эта ракета-носитель вывела на околоземную орбиту 4 октября и 3 ноября 1957 г. первый и второй советские спутники с Пятого научно-исследовательского испытательного полигона Министерства обороны СССР (ныне – космодром Байконур).

Третий советский спутник был запущен с помощью специального варианта МБР (переходная модернизация между исходной МБР 8К71 и еще не испытанной более совершенной 8К74), подвергнутого более существенной переработке в целях значительного увеличения массы выводимого груза: на ракете стояли форсированные двигатели, для РД-108 введено дросселирование для затягивания момента выключения. Для облегчения конструкции была изменена технология изготовления топливных баков, с первой ступени снята телеметрическая система, а ее задачи по передаче данных поручены одному блоку на второй ступени. Отсек радиооборудования заменили переходником, изменив также систему отделения полезной нагрузки.

Всего состоялось два пуска данной модификации, известной как 8А91: 27 апреля 1958 г. ракета разрушилась на 102-й секунде полета вследствие возникновения автоколебаний, а 15 мая 1959 г. успешно вывела на орбиту третий советский спутник – объект «Д» №2. Все запуски спутников проводились с космодрома Байконур.

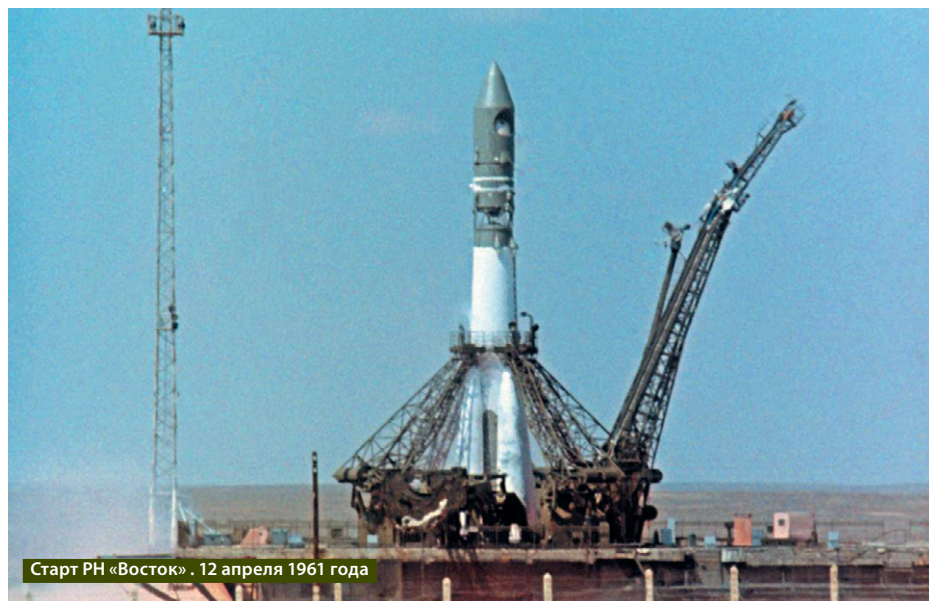
## КУРС – НА ПИЛОТИРУЕМЫЙ ПОЛЕТ

Космическая эра поставила перед советскими специалистами новые цели, и их решение предполагало создание новых ракет-носителей, способных выводить на орбиту тяжелые спутники.

Появилась задача, связанная с запуском автоматических станций для исследования Луны. Сроки для ее решения были исключительно сжатыми. А в арсенале конструкторов на

Начиная с мая 1960 г. ракета 8К72 использовалась для запуска на околоземную орбиту прототипов советских кораблей-спутников. Всего было произведено 13 пусков данного носителя, из них лишь шесть были успешными. В последнем, состоявшемся 1 декабря 1960 г., на орбиту был выведен третий корабль-спутник с собаками Пчелкой и Мушкой на борту. Все пуски осуществлялись с космодрома Байконур.

Параллельно с разработкой и испытаниями этой ракеты шли работы по созданию носителя, который позволил бы осуществить первый полет человека в космос. Эта ракета-носитель, ныне известная как «Восток» (8К72К, «Восток-К»), была создана в ОКБ-1 путем модернизации предыдущего варианта с установкой на третьей ступени более совершенного двигателя разработки ОКБ-154 под руководством С.А.Косбергa.



тот момент имелась лишь одна ракета Р-7, взяв которую за основу, можно было начать необходимые разработки. С.П.Королёв предложил оснастить ее третьей ступенью – блоком «Е». Так появилась ракета-носитель «Луна» (8К72), известная также как «Восток-Л».

Первый пуск с автоматической лунной станцией Е-1, состоявшийся 23 сентября 1958 г., стал аварийным. Две последующие попытки (11 октября и 4 декабря 1958 г.) успехом также не увенчались. И лишь четвертый старт – 2 января 1959 г. – оказался удачным: в сторону Луны ушла автоматическая станция, названная впоследствии «Луной-1».

Первый пуск ракеты 8К72К, состоявшийся 22 декабря 1960 г., закончился аварией. Успехом увенчался старт 9 марта 1961 г., в ходе которого на околоземную орбиту был выведен четвертый корабль-спутник с собакой Чернушкой на борту.

Именно эта ракета-носитель 12 апреля 1961 г. впервые в мире вывела на орбиту пилотируемый космический корабль «Восток» с первым человеком, покоровшим космическое пространство, космонавтом Ю.А.Гагариным на борту. Впоследствии она служила для выведения остальных кораблей серии «Восток», а также для запуска первых автоматических спутников-разведчиков «Восток-2К» («Зе-



нит-2») и лабораторий серии «Электрон» для изучения радиационных поясов Земли. Все 13 пусков данной ракеты (последний – 10 июля 1964 г.) были проведены с космодрома Байконур, и лишь два оказались аварийными.

### «ВОСТОК-2», «ПОЛЕТ», «МОЛНИЯ» И ДАЛЕЕ

Одной из модификаций носителя стал «Восток-2» (8A92) с аналогичными тактико-техническими характеристиками, разработанный в интересах Министерства обороны СССР для запуска разведывательных спутников «Зенит-2». Первый пуск, выполненный 1 июня 1962 г., закончился аварией. Полет 28 июля 1962 г. был успешным.



Ракета-носитель «Молния-М»

Всего было проведено 44 пуска ракеты-носителя «Восток-2», из которых 40 стали успешными. 38 раз ракета стартовала с космодрома Байконур и 6 раз – с 53-го Государственного испытательного полигона Министерства обороны СССР, ныне именуемого космодром Плесецк. Последний пуск «Востока-2» состоялся 11 мая 1967 г.

Дальнейшей доработке эта ракета подверглась в первой половине 1960-х годов («Восток-2М», 8A92М) с целью выведения на околоземную орбиту метеоспутников серий «Метеор», «Метеор-1», «Метеор-М», «Метеор-МВ», «Метеор-Природа», разведчиков серии «Целина-Д» и спутников «Ресурс», «Астрофизика», «Интеркосмос-Болгария», IRS-1 (Индия).

Первый пуск «Востока-2М» – со спутником «Космос-44» – состоялся 28 августа 1964 г. и прошел успешно. В качестве стартовых площадок использовались космодромы Байконур и Плесецк. Всего было 93 пуска ракеты данной модификации, лишь один из которых – 1 февраля 1969 г. – оказался аварийным.

Несмотря на такую впечатляющую статистику, в истории «Востока-2М» есть своя черная страница: 18 марта 1980 г. на космодроме Плесецк во время предстартовой подготовки произошел взрыв ракеты, который унес жизни 48 военнослужащих.

Ракета «Полет» (11A59), которая запускалась всего два раза, была получена в Куйбышевском филиале №3 ОКБ-1 (в настоящее время Ракетно-космический центр (РКЦ) «Прогресс») путем модернизации носителя «Восток». Данная конфигурация отличалась отсутствием третьей ступени и предназначалась для вывода на орбиту прототипов маневрирующих спутников по программе противоспутниковых систем разработки ОКБ-52 В. Н. Челомея.

Особое место в семействе «семерок» занимает «Молния» (8K78), имеющая третья ступень – блок «И», созданную на базе второй ступени МБР Р-9А (8K75), и четвертую ступень – блок «Л» – с новым двигателем замкнутой схемы, имеющим возможность запуска в невесомости. Эта ракета-носитель, разработанная в ОКБ-1 в период 1959–1960 годов и производимая в Куйбышевском филиале №3 ОКБ-1, предназначалась для запуска межпланетных аппаратов к Венере и Марсу. Модернизированный вариант с существенно измененной системой

На месте трагедии 18 марта 1980 г. в войсковой части 14056 установлен памятный обелиск «Вечная память покорителям космоса, погибшим при испытаниях ракетно-космической техники»



управления впоследствии служил для запуска автоматических лунных станций серий Е-6 и Е-6С и высокоорбитальных спутников связи «Молния».

Первый пуск ракеты – 10 октября 1960 г. – закончился аварией. Всего состоялось 40 полетов, из них 10 были аварийными, а 11 – частично успешными (космический аппарат выходил на околоземную орбиту, но на межпланетную траекторию его перевести не удалось). Последний раз «Молния» стартовала 22 октября 1967 г. со спутником связи. Как и все остальные, этот полет был произведен с космодрома Байконур.

В дальнейшем ракета, оснащенная модернизированными двигателями первой и второй ступеней, получила название «Молния-М». Для этой модификации ракеты разрабатывалось несколько различных вариантов четвертой ступени. Блок «Л» служил для запуска станций «Луна-7» – «Луна-14»; «МЛ» – для запуска спутников связи серии «Молния»; «ВЛ» – станций «Венера-4» – «Венера-6»; «МВЛ» – станций «Венера-7» – «Венера-9а»; «2БЛ» – для запуска спутников системы предупреждения о ракетном нападении серии «Око», а также в трех случаях для вывода на орбиту космических аппаратов по международным программам; «СО-Л» применялся для автоматических станций серии «Прогноз».

Первый пуск «Молнии-М» с автоматической станцией «Луна-7» со-



стоялся 4 октября 1965 г. Эта ракета летала 280 раз: два пуска были аварийными, 12 – частично успешными (не удалось обеспечить перевод полезной нагрузки на межпланетную траекторию или полезная нагрузка вышла на нерасчетную околоземную орбиту). Последний пуск состоялся 30 сентября 2010 г.

## РОЖДЕНИЕ «СОЮЗА»

Трехступенчатый «Восход» (11K57), разработанный в ОКБ-1, использовал в качестве первой и второй ступеней МБР Р-7А. Третьей ступенью стал блок «И», заимствованный с ракеты «Молния» (8K78).

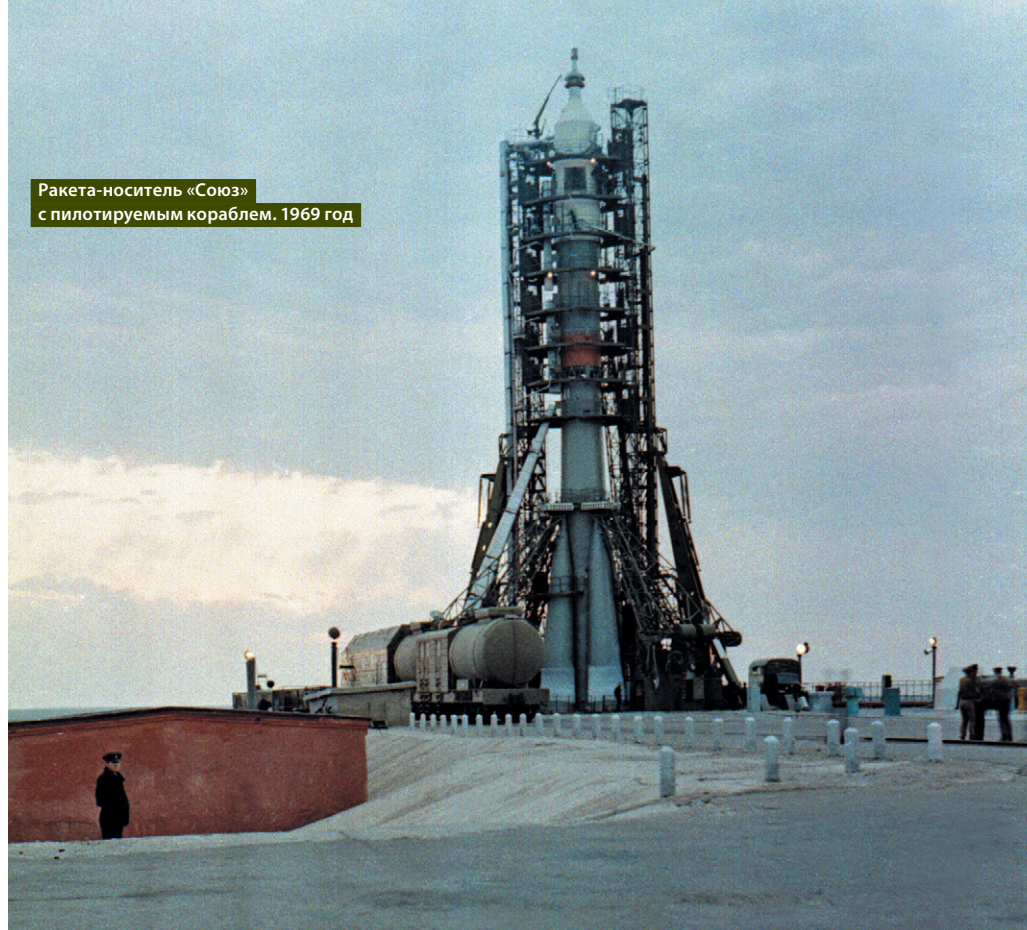
Носитель выводил на околоземную орбиту разведывательные спутники «Зенит-4» и пилотируемые корабли серии «Восход». Всего прошло 367 пусков (первый – 16 ноября 1962 г., последний – 29 сентября 1976 г.), из них 13 аварийных.

Эта ракета стала прототипом «Союза» (11A511), предназначенного для выведения пилотируемых космических кораблей одноименной серии. Проектирование носителя началось в 1963 г., когда ОКБ-1 развернуло работы по пилотируемому комплексу «Союз» (7К-9К-11К). Данный комплекс предполагалось выводить на орбиту с помощью ракеты «Восход». Когда же проектная масса корабля превысила 6 т, а масса головного обтекателя с двигателями системы аварийного спасения (САС) достигла 2 т, стало понятно, что этому носителю с задачей не справиться. Тогда в ОКБ-1 решили его модернизировать для увеличения грузоподъемности.

Работы были направлены на оптимизацию конструкции ракетных блоков и системы управления. Внешне ракета практически не изменилась, но была существенно модернизирована за счет облегчения бортовой кабельной сети, замены телеметрической системы, повышения прочности силовых элементов первой ступени. Полезная нагрузка также увеличилась за счет снижения наклона орбиты выведения к плоскости экватора с 64,8° до 51,5°.

На третьей ступени (блоке «И») был установлен более совершенный двигатель. Но самым большим отличием новой ракеты от других носителей семейства Р-7, предназначенных для пилотируемых полетов, стала САС нового типа.

Так, ранее на «Востоке» (8К72К) в случае аварии ракеты на начальном



Ракета-носитель «Союз» с пилотируемым кораблем. 1969 год

участке полета космонавт катапультировался из корабля вместе с креслом; на последующих участках предполагалось выключить двигатель ступени и отделить спускаемый аппарат, игравший роль спасательной капсулы. На «Восходе» (11K57) катапультирование космонавтов вообще не предполагалось, и зона безопасного прекращения запуска была резко сужена.

Для «Союза» был реализован новый алгоритм спасения: спускаемый аппарат вместе с бытовым отсеком корабля отделялся от ракеты-носителя с помощью специальной пороховой двигательной установки САС, смонтированной в верхней части головного обтекателя. Затем спускаемый аппарат «выпадал» из обтекателя и при-

землялся на Землю на парашюте. Новая САС обеспечивала безопасность экипажа по всей траектории полета.

Всего состоялся 31 пуск РН «Союз» (первый – 28 ноября 1966 г., последний – 14 октября 1976 г.), и во всех полезной нагрузкой служили корабли типа «Союз». Один старт (5 апреля 1975 г.) стал аварийным на участке работы третьей ступени: экипаж корабля «Союз-18-1» совершил суборбитальный полет и приземлился на советской территории.

## ШАГ ЗА ШАГОМ...

Ракета-носитель послужила базой для разработки двух следующих модификаций – «Союз-Л» (11A511/1) и «Союз-М» (11A511М).



Установка на стартовый комплекс ракеты-носителя «Союз-У». Космодром Плесецк





Сборка РН «Союз-У» в МИКе космодрома Плесецк

Первая модификация использовалась для отработки лунного корабля ЛК (объект Т-2К) ракетно-космического комплекса Н1-ЛЗ и отличалась «надкалиберным» головным обтекателем новой конструкции. Ракета трижды стартовала с космодрома Байконур в 1970–1971 гг. и успешно вывела на орбиту космические аппараты «Космос-379», «Космос-398» и «Космос-434».

Вторая модификация разрабатывалась для запуска военно-исследовательского корабля «Союз 7К-ВИ», над которым в середине 1960-х годов трудились коллективы филиала № 3 и завода «Прогресс». Проект корабля был закрыт, но ракета «Союз-М» в 1971–1976 гг. успешно вывела на орбиту восемь спутников специального назначения с космодрома Плесецк.

«Союз» стал прототипом еще одной ракеты «семерочного» семейства. Носитель «Союз-У» (11А511У) предназначался для выведения на околоземную орбиту пилотируемых кораблей типа «Союз», беспилотных транспортных кораблей типа «Прогресс», КА серии «Космос», «Ресурс-Ф», «Фотон», «Бион», а также ряда зарубежных аппаратов.

Первая и вторая ступени «Союза-У» впервые были оснащены двигателями с повышенными энергетическими характеристиками, что и стало

главным отличием от исходного «Союза». Эта ракета нашла самое массовое применение из всех носителей на базе МБР Р-7 и Р-7А. На ее основе были созданы модификации:

- «Союз-У-ПВБ» (11А511У-ПВБ, пожаровзрывобезопасная);
- «Союз-У/50КС» (11А511У/50КС, с разгонным блоком «Икар»);
- «Союз-У/РФБ» (11А511 У/ РФБ, с разгонным блоком «Фрегат»),
- «Союз-У2» (11А511У-2, с использованием синтетического горючего «циклин» на второй ступени);
- «Союз-ФГ» (11А511У-ФГ, с усовершенствованными форсуночными головками на двигателе второй ступени).

Специалисты РКЦ «Прогресс» продолжили модернизацию «Союза-У». Результатом стало семейство РН «Союз-2», позволяющее доставлять на низкие, средние, высокие, солнечно-синхронные и геостационарные орбиты КА массой от 9,2 т до 2,8 т соответственно. С помощью этих изделий предусматривался запуск грузовых и пилотируемых космических кораблей на Международную космическую станцию.

### ЭТАП ЗА ЭТАПОМ...

Развитие семейства шло несколькими этапами. Первым стал «Союз-2.1А» (14А14-1А), созданный путем замены двух аналоговых систем управле-

ния на единую цифровую производства НПО автоматики. Это позволило снизить зависимость от импортных комплектующих, а также повысить точность выведения, устойчивость и управляемость ракеты, используя при этом полезную нагрузку больших габаритных размеров.

Модификация «Союз-2.1А» отличается также модифицированным «универсальным» блоком третьей ступени и модернизированными двигателями первой и второй ступеней, где применены новые форсуночные головки, обеспечивающие более эффективное смесеобразование.

«Союз-2.1А» служит как для прямого выведения полезной нагрузки на целевую орбиту, так и для загрузки головного блока на переходную орбиту с дальнейшим довыведением с использованием разгонного блока «Фрегат», разработанного НПО имени С.А.Лавочкина. Последний позволяет существенно повысить энергетические и эксплуатационные характеристики ракеты. «Фрегат» способен выводить КА практически на любые заданные орбиты.

Первый пуск «Союза-2.1А» с грузом полезной нагрузки состоялся 8 ноября 2004 г. с космодрома Плесецк, а 18 октября 2006 г. с космодрома Байконур был выполнен первый орбитальный пуск.



Модификация второго этапа «Союз-2.1Б» (14А14-1Б) отличается от предыдущей двигательной установкой «универсальной» третьей ступени с двигателем РД-0124, разработанным Конструкторским бюро химавтоматики (КБХА) и обладающим повышенным удельным импульсом и улучшенной управляемостью. Ранее, еще на первом этапе модернизации, конструкция третьей ступени (блока «И») была доработана в связи с возможностью установки одного из двух двигателей – «старого» РД-0110 или «нового» РД-0124 – и изменением соотношения объемов заправляемых компонентов из-за применения другого типа горючего (керосин РГ-1 вместо Т-1).

«Союз-2.1Б» обладает большими энергетическими возможностями и способен вывести большую массу полезной нагрузки. Как и предыдущий вариант, он может использоваться и для прямого выведения, и для запуска с использованием разгонного блока «Фрегат».

В первый раз новая ракета стартовала с Байконура 27 декабря 2006 г., а с Плесецка – 26 июля 2007 г.

Для обеспечения коммерческих запусков с космодрома Куру (Французская Гвиана) на базе «Союза-2.1А» разработали модифицированную ракету-носитель «Союз-СТ-А» (372РН21-А): доработана система управления, внесены изменения в комплекс сбора и обработки телеметрической информации под прием европейских наземных станций, а также изменения, связанные с условиями окружающей среды. Основные различия с исходной ракетой связаны с изменением технологии подготовки и запуска. Для тех же целей на базе «Союза-2.1Б» была создана модификация «Союз-СТ-Б» (372РН21-Б).

Первый пуск «Союза-СТ-А» состоялся 17 декабря 2011 г., «Союз-СТ-Б» полетел 21 октября 2011 г.

Последней модификацией «Союза-2» можно считать ракету-носитель легкого класса «Союз-2.1В» (14А15), которая позволяет выводить на круговую орбиту высотой 200 км полезную нагрузку массой порядка 3 т. Основное отличие от остальных ракет семейства «Союз»: на данной модификации не используются четыре боковых блока – на центральном блоке установлен жидкостный ракетный двигатель НК-33-1 (разработан Самарским научно-техническим комплексом имени Н.Д. Кузнецова для лунной программы Н-1), обладающий улучшенными характеристиками по сравнению с РД-108А ракет «Союз-2.1А» и «Союз-2.1Б». В качестве рулевого используется специальный вариант двигателя РД-0110 с третьей ступени ракеты «Союз»: четыре его камеры расположены вокруг маршевого двигателя. В перспективе на данный носитель может быть установлен двигатель на основе РД-191, разработанный в НПО Энергомаш.

«Союз-2.1В» используется совместно с блоком выведения «Волга», разработанным РКЦ «Прогресс». Планировалось, что ракета в перспективе заменит устаревшие носители легкого класса типа «Рокот», «Космос-3М», «Циклон».

Первый пуск «Союза-2.1В» с малым космическим аппаратом «Аист» успешно выполнен с космодрома Плесецк 28 декабря 2013 г.

Невозможно переоценить вклад, который внесли «семерки» в развитие отечественной космонавтики. Р-7 стала первой в мире межконтинентальной баллистической ракетой, которая



Самая свежая модификация легендарной «Семерки» – РН «Союз-2.1В»

легла в основу целого семейства космических носителей. С их помощью на околоземную орбиту выведены многие искусственные спутники Земли, включая самые первые. Можно смело утверждать, что «семерки» открыли космическую эру и продолжают активно участвовать в освоении космоса человеком. Все советские и российские космонавты побывали в космосе исключительно при содействии этих ракет. На сегодня «семерочное» семейство остается самым востребованным при доставке на орбиты спутников и космических кораблей. ■

Космодром Плесецк. Старт ракеты «Союз-2.1Б»





Игорь АФАНАСЬЕВ



# ПЕРВАЯ РАДИОЛОКАЦИОННАЯ КАРТА ВЕНЕРЫ

**30 ЛЕТ НАЗАД, 4 МАЯ 1989 г., ШАТТЛ «АТЛАНТИС», СТАРТОВАВШИЙ ИЗ КОСМИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ИМЕНИ КЕННЕДИ НА МЫСЕ КАНАВЕРАЛ, ВЫВЕЛ НА МЕЖПЛАНЕТНУЮ ТРАЕКТОРИЮ АВТОМАТИЧЕСКУЮ СТАНЦИЮ MAGELLAN. В УСЛОВИЯХ ЗАВЕРШАЮЩЕЙСЯ «КОСМИЧЕСКОЙ ГОНКИ» ЕЙ ПРЕДСТОЯЛО СТАТЬ ВЕСОМЫМ ОТВЕТОМ НА СОВЕТСКИЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ВЕНЕРЫ.**

Напомним: к середине 1980-х годов Советский Союз добился решающих успехов в изучении соседки Земли. К этому времени аппараты семейства «Венера» и «Вега» провели непосредственные исследования поверхности второй от Солнца планеты, передавая панорамы района посадки, выполняли радиолокационное картографирование полюса Венеры, а аэростатные зонды станции «Вега» по 46 часов каждый дрейфовали в облачном слое атмосферы (РК № 4, 2019, с.36-39).

Magellan стал вершиной аналогичных американских проектов, начатых за три десятилетия до этого.

Первым из автоматов передал ценную информацию о межпланетном пространстве и успешно провел изучение другой планеты Mariner 2. Пройдя 8 декабря 1962 г. на расстоянии 34,7 тыс км от поверхности Венеры, он обнаружил, что «сестра» Земли вращается вокруг оси в направлении, обратном орбитальному движению, причем крайне медленно. Со сравнительно близкой дистанции он показал, что планета постоянно покрыта густой завесой облаков с высоким содержанием углекислого газа. Данные, переданные приборами зонда, позволили предположить, что при сравнительно холодном верхнем слое облачного по-

крова глубины атмосферы раскалены до многих сотен градусов. Впервые в мире он измерил плотность, скорость и состав солнечного ветра.

Следующей американской станцией, направленной к Венере, стал Mariner 5. 19 октября 1967 г. он прошел на расстоянии 4 тыс км от верхнего слоя облаков, измерив магнитное поле, заряженные частицы, плазму и ультрафиолетовую эмиссию атмосферы. Аппарат подтвердил, что вторая от Солнца планета обладает очень горячей поверхностью, а ее атмосфера еще плотнее, чем ожидалось. Благодаря полученным данным специалисты продолжили изучение солнечного ветра.

Через пять лет впервые в истории космонавтики зонд – Mariner 10 – должен был изучить сразу две планеты – Венеру и Меркурий, измеряя данные околопланетной среды, атмосферы, поверхности, а также форму обеих планет. 5 февраля 1974 г. он прошел на расстоянии 5770 км от поверхности нашей соседки. Первая точка пролета сыграла роль гравитационной «пращи», изменив скорость и направление полета зонда в сторону Меркурия. Mariner 10 стал двенадцатым космическим аппаратом, достигшим окрестностей Венеры и вось-

мым передавшим научные данные об особенностях планеты. К тому же он сделал первую в мире фотографию Утренней звезды крупным планом: после использования ультрафиолетового фильтра для улучшения цветности перед специалистами предстала облачная атмосфера планеты – так, как ее мог увидеть человеческий глаз.

Если названные аппараты относились к семейству Mariner и изучали Венеру с пролетной траектории, то следующие должны были провести исследования «на месте». Орбитальный Pioneer Venus Orbiter (его также называли Pioneer Venus 1) был буквально нашпигован научной аппаратурой: имел на борту измерители температуры электронов, анализаторы плазмы, масс-спектрометры ионов и нейтральных частиц, ультрафиолетовый спектрометр, инфракрасный радиометр, фотополяриметр облачного слоя, магнитометр, детекторы электрического поля и гамма-всплесков, а также радиокартограф, рассчитанный как на получение изображений поверхности планеты через облачный слой, так и на измерение высоты элементов рельефа. Его первоочередными целями были радиолокационное картографирование поверхности, измерение вертикального распреде-



ления облаков, определение состава и характеристик верхнего слоя атмосферы – всего планировалось семнадцать научных экспериментов.

Зонд достиг цели своего путешествия 4 декабря 1978 г. и вышел на вытянутую околовенерианскую орбиту, которую несколько раз корректировал. Последние параметры обеспечивали период обращения в 24 часа и позволяли охватить большую часть поверхности планеты.

Измерения показали практическое отсутствие собственного венерианского магнитного поля. В то же время выяснилось, что солнечный ветер индуцирует магнитное поле в ионосфере, одновременно «прижимая» ее к поверхности планеты. По данным аппарата удалось построить модель венерианской ионосферы, определить ее состав и характер взаимодействия с солнечным ветром. Была оценена динамика облачного покрова планеты, обнаружены частые грозные разряды, сконцентрированные в ограниченных областях. Радиолокационное картографирование показало различные типы рельефа поверхности.

Зонд был рассчитан на работу в течение одних венерианских суток – 243 земных дней, но продолжал функционировать и за этими пределами, многократно превысив гарантийный срок. К концу 1980 г. он составил радиолокационные карты 93 % поверхности планеты, выполнил съемку облачного покрова в ультрафиолете, попутно изучив кометы Энке, Галлея, Вильсона и NTT. К началу 1992 г. минимальная высота орбиты снизилась до пределов атмосферы – зонд начал интенсивно тормозиться и в августе прекратил существование.

Через три месяца после старта Pioneer Venus Orbiter к планете Бурь отправился Pioneer Venus Multiprobe (он же Pioneer Venus 2), который должен был доставить в венерианскую атмосферу четыре спускаемых аппарата – один большой и три малых.

Большой состоял из титановой сферы диаметром 1.5 м с отделяемым коническим теплозащитным экраном, оснащался аккумуляторным электропитанием, парашютной системой, программно-временным устройством, передатчиком, антенной, а также записывающим устройством. Научную аппаратуру представляли масс-спектрометр нейтральных частиц, газовый хроматограф, датчики температуры,

давления и ускорений, солнечный и инфракрасный радиометры, спектрометр облачных частиц и нефелометр.

Каждый малый спускаемый аппарат также состоял из титанового сферического корпуса, но диаметром лишь 0.73 м, с неотделяемым коническим теплозащитным экраном; парашютов не было. По составу служебных систем малый аппарат был подобен большому, но имел меньше научных приборов, среди которых имелись датчики температуры, давления и ускорений, нефелометр и радиометр чистого потока.

9 декабря 1978 г. спускаемые аппараты вошли в атмосферу Венеры: большой и один малый – на дневной стороне, остальные – на ночной. После интенсивного торможения в течение часа они спускались в атмосферу, передавая данные о ее параметрах вплоть до удара о поверхность Венеры. Интересно, что один малый зонд –

тот, что приземлялся на дневной стороне, – достигнув поверхности, проработал на ней свыше часа, при том что ни один из «шариков» не был рассчитан на это!

Полученные данные позволили определить состав атмосферы Венеры и по высокой концентрации инертных газов предположить наличие вулканической активности. Важными открытиями стали обнаружение под облаками водяных паров и выявление достаточно высокой (по сравнению с ожидаемой) концентрации молекул кислорода: видимо, в геологическом прошлом на планете было много воды.

Аппараты нашли в облачном покрове как минимум три хорошо различимых слоя: верхний (высота 65–70 км) из капель концентрированной серной кислоты, средний – с примесями жидких и твердых частиц серы и нижний (высота около 50 км) – с более крупными частицами серы.





Станция получила название в честь средневекового испанского и португальского мореплавателя Фернана Магеллана (Фернандо Магальяйнша) (1480–1521 гг.), знаменитого благодаря организации первого в мире кругосветного путешествия (1519–1522 гг.). Во время плавания Магеллан погиб.

Первоначальные планы NASA предусматривали запуск с борта шаттлов нескольких межпланетных миссий, однако катастрофа «Челленджера» в январе 1986 г. спутала карты. В частности, запуск зонда Magellan задержался не менее чем на год.

Верхние слои атмосферы оказались холоднее, чем считалось ранее: на высоте 100 км – минус 93°C, на верхней границе облаков – минус 40–60°C. Температурный срез подтвердил гипотезу об интенсивном парниковом эффекте.

В целом американская программа исследований Венеры была не менее успешна, чем советская, а с точки зрения информативности, пожалуй, впечатляла даже больше. Конечно, эффектные цветные панорамы поверхности, переданные «Венерами», крыть было нечем, но «вишенкой на торте» сотрудники NASA сделали миссию Magellan (Venus Radar Mapper), призванную составить высокдетальную карту поверхности с помощью радара с синтезированной апертурой и измерить гравитационное поле планеты.

По своим параметрам и возможностям межпланетная станция сильно отличалась от предшественников: при длине 4,6 м и диаметре антенны радиолокатора 3,7 м ее начальная масса составляла 3500 кг. Зонд, который был в 3,5 раза тяжелее самой крупной американской станции, летавшей до этого ко второй от Солнца планете, построила компания Martin Marietta (в настоящее время входит в корпорацию Lockheed Martin). Интересно, что при изготовлении платформы ис-

пользовались запасные компоненты, оставшиеся на складах от предыдущих межпланетных миссий, включая Voyager, Galileo, Ulysses и Mariner 9.

Magellan должен был довершить работу, начатую советскими станциями «Венера-15» и «Венера-16», которые за время полного оборота планеты вокруг своей оси (с 11 ноября 1983 г. по 10 июля 1984 г.) получили радиолокационное изображение 30% поверхности планеты в области от северного полюса приблизительно до 30° северной широты. Американский аппарат не имел фотокамер, но его радар, работавший на длине волны 12,6 см, позволял картографировать поверхность Венеры с разрешением 100–300 м и измерять высоты объектов с точностью 30–50 м в полосе обзора шириной от 17 км до 28 км. Для сравнения: аналогичная аппаратура зонда Pioneer Venus Orbiter обеспечивала пространственное разрешение не лучше одного-двух километров на пиксель, то есть Magellan повышал качество съемки как минимум в шесть раз.

Это была первая межпланетная миссия, отправленная с борта шаттла: 5 мая 1989 г. двухступенчатый разгонный блок IUS, освобожденный из грузового отсека «Атлантика», вывел станцию на гелиоцентрическую орбиту. Зонд прибыл к Венере лишь 10 ав-

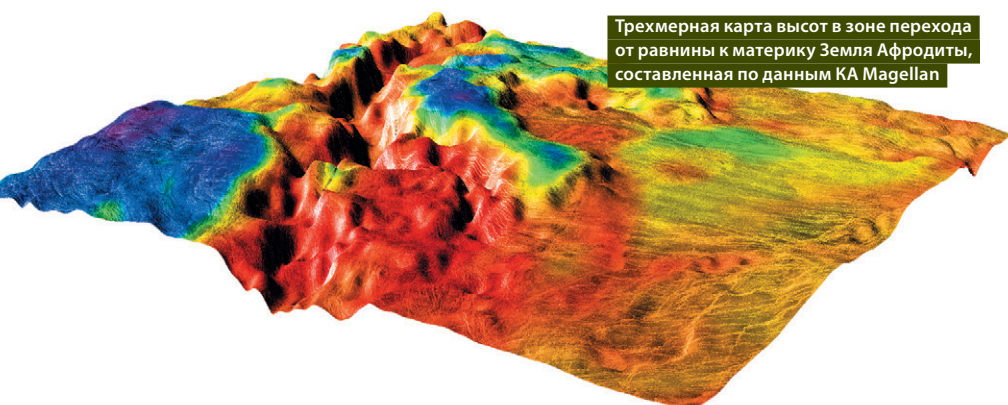
густа 1990 г. В тот же день он вышел на полярную орбиту искусственного спутника планеты и принялся за дело.

Работу зонда разбили на шесть этапов длительностью одни венерианские сутки каждый. За время первого цикла (15 сентября 1990 г. – 15 мая 1991 г.) аппарат обернулся вокруг Венеры 1792 раза и выполнил радиолокационную съемку 70% (по другим данным, 84%) поверхности планеты. Результатом второго цикла (15 мая 1991 г. – 14 января 1992 г.) стало картографирование зон, не охваченных на первом этапе, в частности района южного полюса. На третьем цикле (15 января 1992 г. – 13 сентября 1992 г.) Magellan завершил радиолокационную съемку поверхности планеты, сняв ряд участков повторно для получения стереоскопических изображений рельефа Венеры, что делалось впервые в истории.

14 сентября 1992 г. начался четвертый этап миссии: аппарат практически повторил программу съемки второго этапа и параллельно исследовал гравитационное поле Венеры. Пятый этап (с 24 мая 1993 г.) ознаменовался тем, что двигательная установка изменила перигелий орбиты – он оказался в пределах верхних слоев атмосферы. На каждом витке Magellan «чиркал о воздух» в нижней точке орбиты: при каждом таком «касании» снижался апоцентр орбиты. Таким образом, после первоначального включения двигателя для перевода зонда с вытянутой на околокруговую орбиту с периодом обращения 94 минуты не требовалось ни грамма топлива.

Метод аэродинамического торможения в верхних слоях атмосферы («аэробрейкинг») позволил в период с мая по август округлить орбиту. В конце торможения она имела минимальную высоту 180 км, а максимальную 540 км. Здесь с 3 августа 1992 г. Magellan продолжил исследование гравитационного поля планеты: он уже не снимал поверхность Венеры, а транслировал на Землю постоянный радиосигнал. Фиксируя изменение частоты за счет доплеровского эффекта, можно было с высокой точностью определить даже малые изменения скорости, вызванные гравитационными возмущениями, что, собственно, и позволило сформировать гравитационную карту, охватывающую 95% поверхности планеты.

Завершающий этап миссии (продолжался с 30 августа 1994 г. и вплоть до потери контакта с зондом 12 ок-



Трехмерная карта высот в зоне перехода от равнины к материкам Венеры, составленная по данным КА Magellan



тября 1994 г.) посвящался изучению ветровых потоков Венеры. Задачей аппарата стали аэродинамические исследования методом... падения в атмосфере, а результатом эксперимента – данные о поведении молекул в самых верхних слоях атмосферы. Для получения требуемых результатов панели солнечных батарей повернули так, чтобы образовать лопасти своеобразного «пропеллера», закручивающего зонд относительно продольной оси. Magellan начал медленно спускаться в облака по спирали и спустя десять часов сгорел в неласковой венерианской атмосфере...

Так закончилась одна из самых успешных межпланетных миссий в истории космонавтики. Ее итогом стал гигантский массив информации: достаточно сказать, что по итогам только первого цикла зонд передал на Землю свыше 1.2 Тбайт данных, что превышало объем информации, полученный NASA во всех предыдущих миссиях!

На основе данных Magellan'a ученые создали радиолокационную карту 98–99% поверхности Венеры, а часть участков (22%) имела стереоскопические изображения. Столь подробный атлас позволил не только дать всеобъемлющее представление о рельефе планеты, но и сделать ряд важных научных открытий. В частности, оказалось, что не менее 85% поверхности покрыто вулканическими потоками, имеется множество щитовых базальтовых вулканов, диаметр которых колеблется от единиц до сотен километров. При этом самые большие венерианские вулканы крупнее земных. Гораздо реже, чем у нас, попадаются вулканические купола с крутыми склонами, и не исключено, что они совсем не из базальта.

На нашей планете подобные геологические образования, как правило, расположены группами (пример – «Огненное кольцо», окружающее Тихий океан). На Венере же сотни тысяч вулканов разбросаны по поверхности без всякой закономерности. Любопытно, что вулканических кратеров здесь немного, зато поверхность изобилует разными образованиями вулканического происхождения. Например, не редкость лавовые каналы длиной в тысячи километров.

С точки зрения геологии, поверхность Венеры молодая: она сформировалась около 500 млн лет назад, тогда как сама планета возникла почти одновременно с Землей, и ей

примерно 4.6 млрд лет. Долгое время – свыше 4 млрд лет – обе планеты развивались сходно, но полмиллиарда лет назад с Венерой что-то произошло, и ее геологическое развитие пошло по иному руслу.

Magellan помог обнаружить ранее неизвестные особенности венерианской геологии. Это и длинные протоки очень вязкой лавы, и отсутствие заметных признаков ветряной эрозии. Атмосферный перенос пыли и песка имеет ограниченный характер.

Гравитационное поле тесно связано с топографией поверхности «сестры» Земли. Этот факт свидетельствует, что механизм формирования венерианской поверхности весьма не похож на земной и, видимо, управляется пока неизвестными процессами, происходящими в глубине планеты. Пока же ученые могут лишь предполагать, что Венера, несмотря на всю ее внешнюю схожесть с Землей, по внутреннему строению и параметрам разительно отличается от нее: не ис-



Группа обеспечения запуска «Магеллана» празднует успешный старт в ангаре АО на мысе Канаверал

Это тем более странно, что на Марсе, где плотность атмосферы на четыре порядка ниже, есть и пылевые бури, и следы ветровой эрозии. Данные, полученные американским зондом, показали, что даже температуры порядка 475°C, характерные для поверхности Венеры, не приводят к высокой скорости эрозии. Объяснение этому – практически полное отсутствие влаги, из-за чего можно наблюдать поверхность планеты такой, какой она была и миллионы лет назад!

Тем не менее следы ветров все же видны: в рельефе присутствуют «хвосты» надувания или раздувания за ветровыми препятствиями, но мало дюн и ярдангов – борозд раздувания. Кое-где, в основном на крутых склонах, видны следы обвалов и оползней.

Для Земли характерна довольно высокая тектоническая подвижность: крупные плиты земной коры иногда перемещаются на сантиметры в год. Ничего подобного на Венере нет – никаких характерных образований, таких как срединно-океанические хребты.

ключено отсутствие так называемой «астеносферы», то есть буферного слоя между корой и мантией. У нашей планеты этот «буфер» есть, из-за чего, как считают ученые, гравитационное поле далеко не так часто отражает топографию поверхности.

К сожалению, даже такой результативный проект, как Magellan, не смог раскрыть всех загадок Утренней звезды. По мнению ученых, основная из них такая: «Была ли современная поверхность Венеры сформирована одновременно полмиллиарда лет назад, или ее формирование происходило постепенно?» Когда будет получен ответ на этот вопрос – сказать трудно. Возможно, ситуацию прояснит российско-американский проект «Венера-Д». Пока Magellan является последним межпланетным зондом NASA «для Венеры». Кстати, после него «соседа» Земли исследовали только два автомата – европейский Venus Express и японский Akatsuki (PK № 2, 2019, с.56–59). Для обоих приоритетом было изучение атмосферы и погоды. ■





Павел ПАВЕЛЬЦЕВ

Продолжение. Начало в РК №2–5, 2019

# ЛЮДИ НА ЛУНЕ

## К 50-ЛЕТИЮ ПЕРВОЙ ВЫСАДКИ ЗЕМЛЯН НА ЛУНУ

Еще перед первым стартом ракеты «Сатурн V» в ноябре 1967 г. NASA объявило, что не два, а три первых ее пуска будут беспилотными. После шумного успеха стало казаться, что третий старт все-таки лишний. Ход и результаты второго полета играли на руку перестраховщикам, и в то же время причины всех отказов были ясны, а уверенность в спасении экипажа даже выросла.

Отказа от третьего беспилотного пуска властно требовала политика: в октябре 1967 и апреле 1968 года СССР продемонстрировал автоматическую стыковку на орбите двух «Союзов», а 3 марта отправил беспилотный корабль Л-1 под именем «Зонд-4» в полет по высокому эллипсу, имитируя облет Луны. Более того, средства космической разведки уже дважды засняли на старте советский аналог «Сатурна V», ракету Н-1. США рисковали вновь пропустить русских вперед, и космическое ведомство не могло себе позволить потерять даже несколько месяцев.

27 апреля 1968 года NASA объявило, что по итогам двух беспилотных пусков «Сатурна V» приступает к подготовке третьей ракеты для пилотируемого старта в 4-м квартале 1968 г. Это решение принял накануне администратор Джеймс Вебб по рекомендации генерала Филлипса. «Однако мы сохраним возможность выполнить еще один беспилотный пуск, если дальнейший анализ и наземные испытания покажут, что это наилучший путь», – на всякий случай отметил директор программы Apollo.

### ПЕРВЫЙ ТЕСТ ЛУННОГО МОДУЛЯ

Разработка лунного модуля на фирме Grumman Aircraft шла, можно сказать, автономно от создания командного и служебного модулей. По сути LM и CSM были двумя отдельными кораблями, каждый с собственным набором бортовых систем, но способными стыковаться между собой с образованием герметичного переходного тоннеля. Требования к ним были принципиально разными. Конечно, LM должен был иметь достаточную прочность, чтобы выдержать перегрузки при выведении, но сферой его деятельности были окололунная орбита, посадка на Луну и взлет с нее в условиях 1/6 от земной силы тяжести. Возвращение на Землю не требовалось, так что отпадала мощная теплозащита, зато нужны были специфические средства наведения и навигации. Требовалась маленькая гермокабина на двух человек с запасом расходимых ресурсов на трое-четыре суток, двигательная установка для старта с Луны и выхода на орбиту, и посадочная ступень с более мощной двигательной установкой и четырьмя опорами. Все это вместе имело почти семь метров в высоту и сильно напоминало гигантского паука с треугольными глазами-иллюминаторами.

Масса лунного модуля была жестко ограничена возможностями ракеты, и на фирме долго и тяжело боролись с перевесом. Компания Grumman даже обещала премию в 25 000 долларов за каждый фунт массы, от которого удастся избавиться. Обшивка

гермокабины имела толщину от 0.4 до 0.6 мм в самых тонких местах и от 1.4 до 1.6 мм на местных утолщениях вафельной структуры. Звучит страшно, хотя это был прочный алюминиевый сплав, способный выдерживать внутреннее давление в 0.33 атм. Правда, при наддуве кабины входной люк и панели иллюминаторов осязаемо выпучивались.

Инженеры и рабочие фирмы Grumman работали с удивительным энтузиазмом и любовью к своему странному детищу. По свидетельству астронавта Юджина Сернана, они целовали каждый построенный лунный модуль, прежде чем передать его NASA!

23 июня 1967 г. первый из них с обозначением LM-1 был доставлен с завода фирмы Grumman на Лонг-Айленде в Космический центр имени Кеннеди для подготовки к беспилотному автономному испытательному полету. Вскоре после этого потребовалась доработка двигателей обеих ступеней, вносилось множество других изменений, и лишь 19 ноября адаптер SLA и лунный модуль LM-1 были установлены на носитель. Для пуска была выделена ракета SA-204 – та самая, на верхушке которой погибли Гриссом, Уайт и Чаффи.

Пуск с обозначением AS-204 и именем «Аполлон-5» состоялся 22 января 1968 г. в 17:48 местного времени. Через 593 секунды ступень S-IVB вышла на орбиту, очень близкую к расчетной: 157.6 км в перигее и 221.5 км в апогее при наклонении 31.63°.

Лунный модуль LM-1 отделился через 54 минуты после старта с ис-



пользованием собственных двигателей системы реактивного управления. Он имел массу 14 301 кг, из которых 9595 кг приходилось на посадочную и 4706 кг – на взлетную ступень. Каждая ступень имела собственную двигательную установку, DPS и APS соответственно, с двигателями LMDE и LMAE и баками горючего и окислителя, которые воспламенялись при контакте. Первое изделие не имело посадочных опор, зато было способно к беспилотному полету. Специальное программно-временное устройство PRA могло управлять системами модуля в обход штатного навигационного компьютера.

Два витка модуль летел в пассивном режиме, досаждая операторам скачками уровня сигнала УКВ-диапазона на входе цифрового командного приемника; из-за этого на борту не прошли семь из 407 отправленных команд. На третьем витке, через 4 час 00 мин после старта, по команде от навигационного компьютера был включен двигатель LMDE посадочной ступени, который должен был проработать 38 секунд: первые 26 сек на уровне 10% и затем 12 сек на полной тяге – 4760 кгс. Увы, через четыре секунды навигационный компьютер отключил его из-за низкого темпа набора тяги.

Как потом выяснилось, это произошло из-за плохой координации при планировании полета, но в реальном времени пришлось перейти на запасной вариант программы с минимальным набором целей. Основной импульс посадочного двигателя продолжительностью 734 сек, имитирующий сход с окололунной орбиты, выдавать не стали. Вместо этого на отметке 6 час 11 мин от программно-временного устройства были инициированы два последовательных коротких включения, на 33 и 28 секунд, а затем смоделирован отказ от посадки и срочный уход от лунной поверхности. Двигатель LMDE был выключен, тут же запустился двигатель LMAE взлетной ступени, и уже после этого подорвали пироболты, соединяющие ее с посадочной. Этот рискованный маневр с колоритным названием «Fire in the hole» («Огонь в дырке») прошел без замечаний. Работу двигателя прервали командой с Земли на 60-й секунде; взлетная ступень оказалась на орбите высотой 172×961 км.

В ходе дальнейшего полета ступень полностью истратила топливо

реактивной системы управления – и вновь по вине наземных служб, которые не заложили в бортовой компьютер новые массогабаритные характеристики объекта. Через программно-временное устройство двигатель LMAE был запущен на торможение в 7 час 44 мин после старта и проработал до исчерпания топлива примерно 377 секунд. Ступень вошла в атмосферу и сгорела над Тихим океаном.

По фактическим результатам январский полет LM-1 прошел даже хуже, чем апрельский тест корабля SC-020 на ракете «Сатурн V». Однако NASA сочло, что проверено главное – длительная работа двигателя LMAE взлетной ступени, призванного спасти астронавтов в аварийной ситуации. Что же касается двигателя LMDE, то его длительное включение можно будет отработать и

## К ЛУНЕ КАК МОЖНО СКОРЕЕ!

27 апреля NASA объявило, что третий «Сатурн V» будет запущен с экипажем и с лунным комплексом полного состава, то есть с командно-служебным и лунным модулями. Однако задача этого полета с обозначением AS-503 названа не была.

По внутренней классификации агентства, предложенной Оуэном Мейнардом, ею была так называемая миссия D – совместная отработка двух кораблей в полете по низкой околоземной орбите в декабре 1968 г. До нее, в октябре, необходимо было выполнить миссию C – летные испытания одного CSM с экипажем на борту. Для этого было достаточно ракеты «Сатурн IB». На февраль 1969 г. планировались миссия E – испытания двух кораблей на орбите с высоким апогеем (7400 км). Далее в плане стояли мис-



В Центре управления полетом в Хьюстоне во время полета «Аполлона-5» Юджин Кранц (справа) беседует с Расселлом Швейкартом (в центре) и Джеймсом МакДивиттом (слева)

в пилотируемом полете под контролем экипажа, а при необходимости прервать в любой момент.

27 января агентство объявило полет LM-1 «в целом успешным», а 30 января сообщило о приостановке отправки на мыс Кеннеди модуля LM-2, поскольку «второго беспилотного испытания может не потребоваться для допуска аппарата к полету с людьми на борту». 16 марта агентство действительно отменило такое испытание, планировавшееся на ракете SA-206, и сообщило, что первый пилотируемый полет лунного модуля состоится в 1968 г. с запуском на РН Saturn V.

сии типа F – отработка техники в полетах к Луне, включая «генеральную репетицию» на окололунной орбите – и типа G – собственно посадка на Луну. Предсказать, насколько сложными будут последние этапы отработки и с какими трудностями столкнутся, было невозможно, и руководители программы планировали первую высадку на полет AS-509 в декабре 1969 г. Осуществление ее означало бы, что поставленная Джоном Кеннеди задача выполнена, и выполнена в срок.

По миссии C (она же AS-205) особых проблем не ожидалось. Командный модуль типа Block II был отправлен с завода North American Rockwell



в калифорнийском городке Дауни в Космический центр имени Кеннеди 29 мая и принят 3 июня 1968 г. Служебный модуль прибыл туда же 17 мая. По состоянию на 9 августа, когда корабль установили на носитель, расчетной датой старта было 10 октября. К полету готовились Уолтер Ширра, Донн Айзли и Уолтер Каннингэм.

Гораздо хуже дело обстояло с миссией D. Лунный модуль LM-3, пригодный для пилотируемых испытаний, доставили в Центр Кеннеди к 14 июня, но при первых проверках было выявлено много замечаний, не говоря уже о необходимости замены двигателя LMAE новой, модернизированной версией. К началу августа старт бесповоротно «ушел» с декабря на январь с перспективой дальнейшей отсрочки до марта. Такая отсрочка угрожала срывом всего графика пу-

почву, так что от первого ее обсуждения в узком кругу до директивного утверждения прошло всего 12 суток! Политически ее обеспечивал панический страх NASA и высшего руководства США проиграть русским и этот этап космической гонки. Технически – удовлетворительные результаты беспилотных пусков «Сатурна V» и почти полная готовность корабля «Аполлон» версии Block II в лунном варианте. Недостающие средства навигации и связи, включая бортовую остронаправленную антенну, успевали к сроку. Предварительные баллистические расчеты полетов к Луне и в варианте облета, и с выходом на окололунную орбиту, были уже проведены, разработка детальных программ также выглядела реально.

Итак, 7 августа Лоу поручил главе директората летных операций

простой облет, рекомендовал Билл Тиндалл, главный специалист по баллистике, навигации и компьютерным программам в директорате Крафта, и все с ним согласились.

14 августа новый план был одобрен на совещании в Вашингтоне у первого заместителя администратора NASA Томаса Пейна. Узнав об этом, заместитель администратора по пилотируемым полетам Джордж Миллер рявкнул: «Этого делать нельзя! С ума посходили!» Глава агентства Джеймс Вебб также был шокирован, однако 16 августа дал Пейну разрешение начать подготовку полета к Луне без публичного объявления об этом. (Вебб и Миллер находились на международной конференции в Женеве, а потому переговоры с ними велись по телефону и телеграфу, а окончательное решение откладывалось.)

19 августа Томас Пейн объявил, что «Аполлон-8» полетит в декабре без лунного модуля и что решение о конкретном плане полета будет принято только после «Аполлона-7» и оценки его результатов. В тот же день Сэмюэл Филлипс назвал дату старта «Аполлона-7» – 11 октября – и сообщил, что в декабре на «Аполлоне-8» полетит экипаж в составе Фрэнка Бормана, Джеймса Ловелла и Уильяма Андерса.

По старому плану должна была лететь команда Джеймса МакДивитта, но он, узнав о радикальном изменении программы, предпочел оставить за собой испытания лунного модуля на низкой орбите, к которым начал готовиться еще осенью 1966 года вместе с Дэвидом Скоттом и Расселлом Швейкартом. Поэтому 10 августа директор операций летных экипажей Дональд Слейтон вызвал из командировки Фрэнка Бормана, который без колебаний отказался от «подскока» до 6400 км по плану миссии E и выбрал Луну.

19 августа с разрешения Пейна Филлипс упомянул, что помимо основного варианта «Аполлона-8» с околоземным полетом возможны также облет Луны и выход на орбиту, но в таких осторожных выражениях, что пресса поначалу даже не поняла сути принятого решения.

22 августа Вебб и Миллер прилетели в Хьюстон на совещание с «заговорщиками» и покинули его переубежденными – Джим в большей степени, Джордж в меньшей. Глава NASA довел предложение Лоу до президента Джонсона и заручился его санкцией.



Экипаж «Аполлона-7»: Уолтер Каннингэм, Донн Айзли и Уолтер Ширра

сков 1969 года, включая и дату первой посадки на Луну. Менеджер Управления программы корабля «Аполлон» в Хьюстоне Джордж Лоу считал, что он уже сорван. А тут еще Конгресс начал вставлять палки в колеса, отказываясь выделить средства на продление производства лунных носителей «Сатурн IV» и «Сатурн V». А тут еще русские, активно готовящие облет Луны на «Зонде» – очередной беспилотный корабль должен был стартовать в конце июля, помешала трагическая случайность...

Идея Джорджа Лоу – отправить в декабре 1968 года только командно-служебный модуль в облет Луны – упала на хорошо подготовленную

Кристоферу Крафту дать обоснованный ответ о готовности облета Луны с точки зрения управления полетом. Получив подтверждение, 9 августа он доложил о задуманном директору Центра пилотируемых космических кораблей Роберту Гилруту. В тот же день в Хантсвилле «заговорщики» заручились поддержкой директора Центра Маршалла Вернера фон Брауна, который гарантировал готовность носителя, и директора всей программы «Аполлон» генерал-лейтенанта Сэмюэла Филлипса.

Началось практическое планирование полета с выходом на окололунную орбиту. Такой вариант, более сложный и более интересный, чем



Основные параметры полетного задания сформировали к концу августа. На подготовку оставалось 16 недель.

14 сентября информационные агентства сообщили, что три астронавта «могут провести Рождество, обращаясь вокруг Луны». В ночь на 15 сентября СССР поднял градус соперничества, запустив «Зонд-5». Аппарат облетел Луну и, несмотря на отказ системы астроориентации, успешно вернулся на Землю и 21 сентября приводнился в Индийском океане. Пассажиры «Зонда», две советские черепахи, впервые прошли по лунной трассе.

16 сентября Джеймс Вебб вновь отправился в Белый дом на встречу с президентом и сообщил о намерении уйти в отставку в связи с предстоящими выборами и сменой администрации. В тот же день Линдон Джонсон объявил, что Вебб уходит в отставку с 7 октября 1968 г., когда ему исполнится 62 года. Невзирая на это, подготовка пилотируемого полета к Луне продолжалась.

### «АПОЛЛОН-7»: ЭКИПАЖ, КОТОРЫЙ СКАНДАЛИЛ

11 октября 1968 г. в 11:02:45 местного времени (15:02:45 UTC) со стартового комплекса LC-34 на мысе Кеннеди стартовала ракета «Сатурн IB» с полетным заданием AS-205. Через 627 секунд вторая ступень S-IVB с пристыкованным кораблем «Аполлон-7» (он же CSM-101) вышла на начальную орбиту с параметрами:

- наклонение – 31.58°;
- высота в перигее – 228.4 км;
- высота в апогее – 284.7 км;
- период обращения – 89.70 мин.

Командиром экипажа был Уолтер Ширра, совершивший в октябре 1962 года третий орбитальный полет на «Меркурии» и командовавший «Джемини-6» в декабре 1965 года. Донн Айзли работал пилотом командного модуля. Уолтер Каннингэм формально числился пилотом лунного модуля, которого в действительности в составе корабля не было.

Носитель имел при старте массу 586.4 тонны. Его полезный груз составлял 20 553 кг, из которых 1788 кг приходилось на конический адаптер между второй ступенью и нижней плоскостью служебного модуля, 9135 кг – на служебный модуль, 5605 кг – на командный модуль и 4025 кг – на башню системы аварий-

ного спасения. Служебный модуль запускался с неполной заправкой баков, содержащих лишь 4334 кг топлива. Диаметр изделия составлял 3.91 м, длина – 10.59 м, из которых 3.66 м приходилось на командный модуль.

Система наведения, навигации и управления имела в своем составе следующие информационные средства: инерциальный измерительный блок, цифровой компьютер с клавиатурой и миниатюрным дисплеем, оптические средства – сканирующий телескоп и секстант. Система стабилизации и управления дублировала ее функционально, позволяя управлять разворотами корабля, его пространственным перемещением и вектором тяги маршевого двигателя SPS. Последний работал на компонентах азрозин-50 и четырехокиси азота и развивал тягу 9300 кгс. Система реактивного управления RCS включала четыре группы по четыре ЖРД тягой 45.4 кгс на служебном модуле и два коллектора по шесть ЖРД тягой 42.6 кгс на командном модуле с компонентами топлива монометилгидразин и четырехокиси азота.

Основой системы электропитания были три электрохимических генератора (ЭХГ), размещенные в служебном модуле и вырабатывающие до 1420 Вт мощности каждый при контролируемом соединении водорода и кислорода. От них заряжались три серебряно-цинковые аккумуляторные батареи напряжением 28 В в командном модуле, а также две специальные батареи для запуска пиротехнических устройств. Остальные приборы запитывались от трехфазного переменного тока (115 В, 40 Гц), выдаваемого тремя инверторами.

Система жизнеобеспечения принимала воду от ЭХГ и использовала ее в водно-гликолевом испарителе для охлаждения, а также для питья астронавтов. Входящие в ее состав приборы обеспечивали необходимое давление, температуру и влажность атмосферы в кабине и в скафандрах, удаление углекислого газа, запахов и частиц. Моча сбрасывалась за борт через клапан вместе с излишками воды, твердые отходы собирались в пластиковые пакеты.

Система связи включала командно-телеметрическую подсистему, приемопередатчики диапазонов УКВ и S, аппаратуру радиотелефонной связи и бортового телевидения, а также поисковый радиомаяк УКВ-диапазона.

Абляционная теплозащита с максимальной толщиной от 51 до 69 мм в донной части командного модуля обеспечивала прохождение плотных слоев атмосферы при возвращении, а парашютная система – мягкое приземление.

Программа полета была построена «с открытым финалом»: минимум – сутки, максимум – 11 суток. Целями ее были отработка запуска CSM на ракете «Сатурн IB» и тестирование командного и служебного модуля в полете во взаимодействии с наземными средствами Сети пилотируемых космических полетов.

Через 1 час 34 мин после старта началось стравливание из баков и баллонов ступени S-IVB через двигатель J-2 остатков топлива и сжатых газов, после которого апогей орбиты поднялся до 310 км. На отметке 2 час 31 мин Ширра взял на себя управление связкой «корабль+ступень» и в момент 2 час 55 мин от старта инициировал разделение с последующим отходом, разворотом «Аполлона» и имитацией подхода к адаптеру лунного модуля в передней части ступени.

Старт ракеты-носителя «Сатурн IB» с «Аполлоном-7»







Ступень S-IVB на фоне Земли

В 18:22 UTC экипаж выполнил маневр увода с таким расчетом, чтобы набрать к следующему дню заданное расстояние до ступени. Однако ее орбита снижалась быстрее ожидаемого, и потребовался дополнительный импульс фазирования, проведенный 12 октября в 06:55.

Во второй день полета из позиции в 156 км впереди ступени астронавты начали эксперимент по сближению с ней. Двигатель SPS был включен в 17:28 UTC на 10 секунд, чтобы замедлить орбитальное движение корабля и оказаться позади цели. Второе включение в 19:04 перевело «Аполлон» на так называемую коэллиптическую орбиту на 14 км ниже орбиты ступени. В обоих случаях уставки для маневров рассчитывались на наземных компьютерах. В 20:18 на основании измерений положения ступени секстантом и расчета на бортовом компьютере был инициирован маневр перехвата цели – двигатели RCS включили на 46 секунд. В 20:47 на дальности 2 км Ширра приступил к гашению относительной скорости двигателями малой тяги и через 12 минут привел корабль в зависание на расстоянии примерно 20 метров от ступени. Эксперимент закончился коротким маневром расхождения в 21:23 UTC.

В течение третьего дня полета астронавты калибровали секстант и использовали его для наблюдений ступени на дальности до 600 км. Они также тестировали средства навигации и управления ориентацией и проверяли работу основного испарителя.

Третье включение SPS провели 14 октября в 18:51 под управлением резервной системы с целью снижения перигея. Это позволило бы сойти с орбиты на двигателях системы RCS в случае отказа маршевого ЖРД. Наклонение орбиты снизилось до 31.23°, высота составила 165.7x295.8 км.

В тот же день на 48-м витке состоялся тест бортового ответчика для радиолокатора лунного модуля. В роли последнего выступил радар наземной станции Уайт-Сэндз, который успешно обнаружил корабль на дальности 769 км и измерял расстояние до него в течение 49 секунд.

Пятый день был посвящен испытаниям радиатора служебного модуля как средства сброса излишнего тепла и в частности – оценке степени деградации покрытия его поверхности. По итогам пятичасовой проверки радиатор был допущен к использованию в лунных полетах.

Маневры, проведенные 16 и 20 октября, стоит упомянуть лишь

ради того, что в них отрабатывались особо короткие включения SPS – по 0.4-0.5 сек. А вот импульс, выданный 18 октября в 12:03 UTC, был самым продолжительным за время полета: двигателю дали проработать 67.6 сек, причем вторую половину – в режиме ручного управления. Тестировалась работа самого ЖРД и системы измерения расхода топлива. Направление тяги было в основном боковым, чтобы большое приращение скорости – 515 м/с – не слишком изменило орбиту. По итогам маневра наклонение уменьшилось до 30.08°, а высота увеличилась до 165.0x452.3 км.

В 14:09 десятого дня полета астронавты провели небольшой предпосадочный маневр с помощью SPS, задающий время и условия входа в атмосферу, а затем экспериментировали со стратификацией водорода в баках системы электропитания и с деградацией оптики.

В течение всего полета экипаж вел съемку Земли и ее облачного покрова. Еще три эксперимента медицинского характера сводились к взятию проб до и после полета.

22 октября в 10:42 экипаж выдал 12-секундный тормозной импульс для схода с орбиты. Спустя четыре минуты прошло разделение отсеков, а в 10:56 командный модуль вошел в атмосферу на высоте около 120 км над Новым Орлеаном. Он успешно прошел этап торможения и спуска с максимальной перегрузкой 3.3 g. Донная теплозащита обуглилась до глубины 15 мм, но унесен был слой толщиной лишь около двух миллиметров.

Командный модуль штатно выпустил парашюты (два тормозных, три вытяжных и три 25-метровых основных) и в 11:12 UTC благополучно приводнился в Атлантическом океане в 540 км к юго-востоку от Бермудских островов. Полет продолжался 260 час 09 мин 03 сек.

Несмотря на очень низкую облачность в районе приводнения, через 19 минут после посадки на место прибыл поисковый вертолет, сбросивший спасательный «воротник» и пловцов, которые закрепили его на корабле. После этого членов экипажа по одному поднимали на вертолет, который доставил их на корабль поисково-спасательного комплекса «Эссекс» в 12:08. На следующий день, также вертолетом, экипаж перебросили на мыс Канаверал. 24 октября «Эссекс» доставил командный модуль в Норфолк.



Таково техническое описание полета – но как его перенесли астронавты?

«Аполлон-7» впервые в американской практике стартовал с кислородно-азотной атмосферой в соотношении 64 на 36%, однако в контуре вентиляции скафандров был чистый кислород. Еще на выведении был открыт клапан для снижения внутреннего давления до 305 мм рт.ст. Шлемы и перчатки экипаж снял через 59 минут после старта, а скафандры – через 7.5 часов. На орбите стравливание продолжалось с постоянной подпиткой из кислородных баллонов до давления 265 мм рт.ст. Долю кислорода в составе атмосферы кабины отслеживали по газоанализатору; она медленно увеличивалась, дойдя к концу первых суток полета до 80%, а на 10-й день полета – до 97%.

Командир заложил в план полета посменный отдых астронавтов. Донна Айзли отправили спать через 8.5 часов после старта, а Ширра и Каннингэм смогли залезть в спальные мешки под боковыми креслами лишь по истечении 16 часов, когда тот проснулся. Круглосуточное дежурство оказалось не лишним: на отметке 19 час 47 мин от старта инвертор №1 внезапно отключился от своей шины питания, но Айзли успел его быстро подключить вновь. (Еще два отключения произошли на четвертые сутки; тогда удалось выяснить, что они связаны с автоматическим включением нагревателей и перемешивателей в криогенных баках. Активация их в ручном режиме сняла проблему.) Первые три дня, однако, астронавты спали плохо, да и потом – как получится. Айзли однажды заснул на вахте, а в другой раз принял амфетамин, чтобы остаться в рабочем состоянии. Неудивительно, что часы отдыха постепенно сползали на более раннее время.

На пятый день пришлось переключиться на резервный транспондер S-диапазона, но в целом качество связи было хорошим. На борт было передано 3793 команды и 55 программных закладок. Впервые провели семь телевизионных сеансов продолжительностью от 7 до 11 минут, в ходе которых Ширра, Айзли и Каннингэм показывали бытовые сцены и демонстрировали вид Земли из космоса. Их всегда планировали на утренний виток, идущий от Корпус-Кристи к мысу Кеннеди, так как именно эти два пункта имели приемную телевизионную аппаратуру.

В кабине было влажно, и на холодных трубках системы терморегулирования конденсировалась вода. Хуже того, когда включался двигатель и создавал временную тяжесть, капли и пузыри срывались и падали «вниз». На четвертый день полета, часа через три после большой коррекции, экипаж доложил, что у задней переборки кабины плещется целая лужа. Астронавты вскрыли панели и обнаружили ее источник. Это повторялось не раз; к счастью, воду удавалось убрать вакуумным отсосом, который в норме служил для сброса за борт мочи. А вот кран устройства, которое должно было выдавать питьевую воду экипажу, с каждым днем открывался все хуже, и шла она очень медленно.

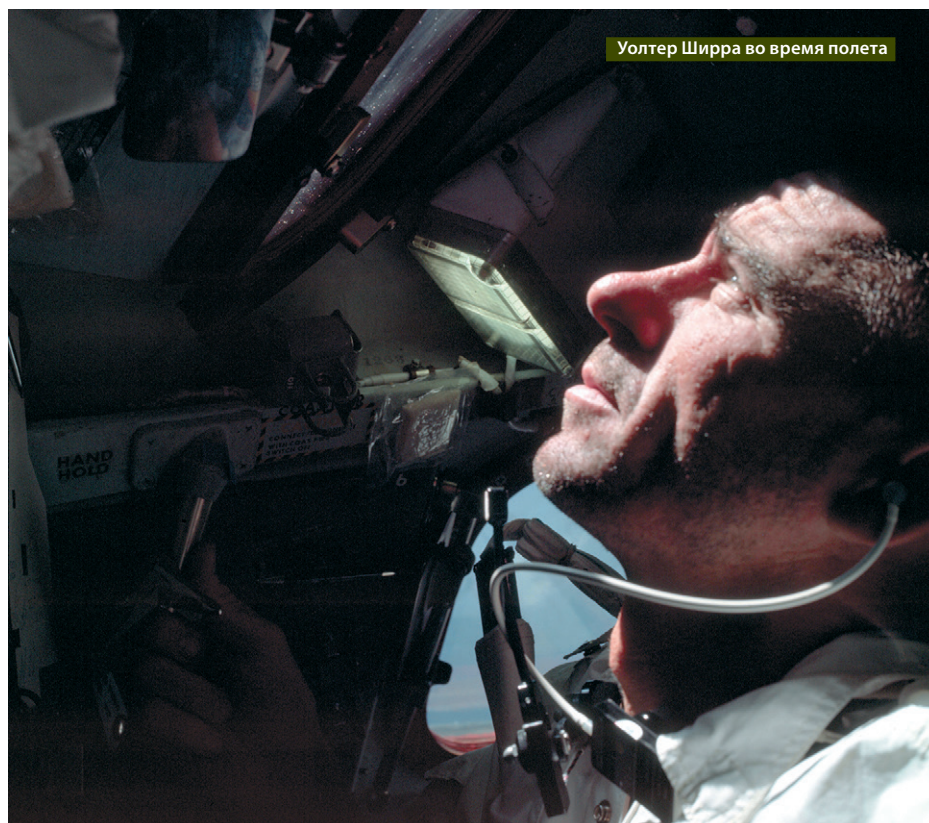
Впрочем, претензий к системам корабля было меньше, чем к экипажу, который впервые в истории американской программы пошел на открытый бунт и отказался выполнять инструкции хьюстонского ЦУПа.

Когда после Пожара Уолли Ширра был назначен командиром первого пилотируемого «Аполлона», его слово подменили – балагур, любитель розыгрышей и длительных перерывов на кофе стал жестким и недружелюбным. Он постоянно «строил» инженеров и руководителей проекта в North American. «Он стоял над душой у всякого, кто имел обязательства по изго-

товлению нового корабля, – вспоминал астронавт Юджин Сернан, – или же вцеплялся ему в хвост, тут же доводя до сведения виновника, если он сам или кто-то из членов экипажа был недоволен работой. "Не вам предстоит лететь на этой штуке, – гремел он, – а нам! А те ребята, которые попытались сделать это в прошлый раз, сгорели заживо. Такого при мне не будет, братан"». Фрэнк Борман, сам требовательный и властный, выступал в качестве миротворца; Дику Слейтону приходилось частенько «вправлять мозги» Ширре, чтобы его бескомпромиссность не вредила делу.

И вот этот человек, ощущающий и разумом, и сердцем свою ответственность и за успех первого полета, и за жизни товарищей по экипажу, и за выполнение программы «Аполлон» в целом, спустя какой-то час после старта почувствовал симптомы простуды. В невесомости это оказалось очень неприятным состоянием: отток жидкости из носа и носовых пазух не происходил, а высморкаться не удавалось. Слизь из носовых пазух не удалялась вообще, она не стекала по задней стенке глотки и не вызывала кашель, который мог бы помочь. Температуры не было, но состояние больного быстро ухудшалось.

Через 15 часов после старта Каннингэм доложил ЦУПу, что Ширра





фактически вышел из строя, и командир нехотя рассказал о своих симптомах. Ему рекомендовали аспирин по самочувствию и антигистаминный препарат трижды в сутки. Разумеется, в замкнутом объеме командного модуля, где было невозможно открыть окна и где к любой поверхности, к которой прикасался один из астронавтов, неизбежно прикасались остальные, уберечься было невозможно. К концу второго дня Айзли, а на четвертый день и Каннингэм также почувствовали симптомы простуды и пытались лечиться по той же схеме.

В послеполетном отчете состояние членов экипажа описывалось как «крайний дискомфорт». От медикаментов жидкость в пазухах загустела, и астронавты стали опасаться за свое состояние при возвращении к тяжести и к нормальному давлению. Не будут ли полностью заблокированы пазухи носа и евстахиевы трубы, не лопнут ли от перепада давления барабанные перепонки? Это было не пустым опасением: в свое время юный лейтенант Фрэнк Борман полетел на учебное бомбометание с насморком – и действительно заработал разрыв барабанной перепонки, который долго залечивал. На третий день Ширра, а за ним и остальные перестали принимать лекарства и начали регулярно сморкаться; запас чистой ткани для этого был невелик, и ее приходилось использовать «по кругу».

Болезнь обострила дурной нрав каждого, а мелкие, но неприятные неполадки ухудшали настроение. Первый приступ случился на третий день полета, когда Ширра внезапно

и без объяснений отменил телевизионную трансляцию. ЦУПу пришлось изворачиваться, объясняя это пресек; журналисты не остались в долгу – Houston Chronicle вышла с заголовком «Капитан проснулся не в духе».

Экипаж сообщил, что вентиляторы кабины невыносимо шумят и самовольно выключил сперва один, а потом и второй. Как потом выяснилось, в воздушном потоке гремели забытые там три шайбы и гайка. Астронавтам досаждали биомедицинские пояса – они болтались на теле, и датчики регулярно отключались. На восьмой день полета в поясе Айзли перегрелся преобразователь, и на всякий случай их решено было снять.

Ситуация усугублялась еще и тем, что составители полетного плана перегрузили его различными операциями, часто не слишком продуманными. Так, ЦУП регулярно требовал переключения с одной всенаправленной антенны S-диапазона на другую и обратно, хотя заметной разницы в качестве сигнала не было. Со временем это стало раздражать экипаж. Результаты некоторых тестов, важных с точки зрения полета к Луне, заставляли уточнять задание и добавлять новые прогоны по спешно измененной методике. Экипаж старался выполнить всё, но с каждым днем ворчал все сильнее.

«Найди мне имя того идиота, который разработал этот тест, – потребовал Ширра на девятый день полета после упражнения по навигации, которое пошло не по плану. – Я с ним лично потолкую, когда вернусь». Айзли, отличавшийся до полета кротким нравом, вскоре также потребовал сатис-

факции от специалиста, который внес очередное изменение в план полета. Командир немедленно поддержал его и сказал, что на борту руководитель полета – это он и что больше никаких правок принимать просто не будет.

Двумя днями раньше Ширра заявил, что экипаж выполнит сход с орбиты без скафандров, потому что, будучи облаченными в них, астронавты никак не смогут регулировать давление во внутреннем ухе. В нарушение всех правил к дискуссии пришлось подключиться Кристоферу Крафту и Дику Слейтону. Командира убедили, что без скафандров астронавты просто не смогут зафиксироваться в креслах, что было чистой правдой, но он насмерть стоял на том, чтобы не надевать ни гермошлемы, ни перчатки. «После приземления будь готов детально пояснить, отчего вы не надели шлемы, – наконец уступил Слейтон. – Шея твоя. Надеюсь, ты ее не сломаешь». Под головы, кстати, подложили импровизированные подушки.

В отчет астронавты записали рекомендацию выполнять спуск и посадку – а лучше даже весь полет – без скафандров во имя комфорта и снижения усталости. Что же до разгерметизации, то корабль, мол, надежно проверяется еще до старта, и этим риском можно пренебречь. До гибели Добровольского, Волкова и Пацаева оставалось почти четыре года...

Объективно говоря, экипаж Ширры полностью выполнил программу испытаний нового корабля и дал ему «путевку в жизнь». 9 ноября уходящий президент Линдон Джонсон вручил всем троим медали NASA «За исключительные заслуги». Астронавты показали фильм о полете с включением материалов бортовых фотосъемок – и сказали, что Земля из космоса выглядит как голубая планета. В тот же день был награжден и Джеймс Вебб: он получил более высокую по статусу медаль «За выдающиеся заслуги».

Кристофер Крафт присутствовал на церемонии награждения, но он так и не простил астронавтам публичную свару с ЦУПом. Уолли Ширре, допустим, было все равно – он уже давно говорил об отставке. Донна поставили было дублировать «Аполлон-10», но его жена Харриет впаяла мужу дело о разводе, и с карьерой Айзли было покончено. Уолтер Каннингэм, который старался не участвовать в препирательствах с «Землей», так и не получил нового назначения.



Экипаж уже на борту авианосца «Эссекс»



## «АПОЛЛОН-8»: РОЖДЕСТВО У ЛУНЫ

Ракету с официальным обозначением SA-503 собирали в 1-м высоком отсеке здания VAB трижды.

Первый раз – под программу третьего беспилотного испытательного полета в соответствии с решением от 3 ноября 1967 г. Так как до этого третий пуск планировался с экипажем, запасного корабля не было, и в качестве полезного груза были выделены макетный корабль BP-30 и имитатор лунного модуля LTA-B. За короткий период между Рождеством и Новым годом, с 26 по 30 декабря 1967 года, на мысе Кеннеди приняли все три ступени носителя, а 6 и 9 января – оба макета. Сборку ракеты космического назначения завершили 5 февраля, провели ее испытания и собирались вывезти на старт – и тут настало 27 апреля, и поступило решение о подготовке пуска с экипажем МакДивитта.

Вторая ступень для пилотируемого полета должна была среди прочих пройти «холодный тест» с заправкой жидким водородом и наддувом баков. Поэтому изделие разобрали и 1 мая ступень S-II-3 отправили на полигон в штате Миссисипи. Тест состоялся 30 мая, а 27 июня она вернулась на космодром. Две части лунного модуля LM-3 привезли 9 и 14 июня, а два модуля корабля CSM-103 доставили 11 и 12 августа. К 15 августа сборку довели до установки отсека системы управления на третьей ступени, начали было испытания – и тут настало 19 августа, и поступило решение отправить корабль CSM-103 к Луне с экипажем Бормана и новой программой «миссия С».

Лунный модуль с подготовки сняли. 18 сентября привезли новый адаптер, внутри которого 29 сентября разместили имитатор LTA-B. Без него стартовать было нельзя – изменились бы положение центра тяжести головной части и все моменты инерции. Наконец, 8 октября на «Сатурн» установили проверенный корабль и башню системы аварийного спасения, и 9 октября ракету вывезли на старт.

Пока на площадке LC-39A велись испытания, специалисты NASA и компании North American анализировали результаты полета «Аполлона-7». 28 октября космическое агентство объявило, что рассматриваются три варианта следующего полета: околоземный полет с высоким апогеем, облет Луны и выход на орбиту вокруг Луны.

Вечером 10 ноября с Байконура отправился в облет Луны беспилотный «Зонд-6». На следующий день Управляющий совет по пилотируемым полетам под председательством и.о. администратора NASA Томаса Пейна по докладу Джорджа Миллера дал согласие на отправку «Аполлона-8» на окололунную орбиту. Базой для решения были удовлетворительные результаты доработки PH «Сатурн V» и отличная работа ступени S-IVB, корабля CSM-101 и его маршевого двигателя SPS в полете «Аполлона-7».

12 ноября NASA официально объявило об этом и назвало дату старта – 21 декабря.

Помимо решения основной политической задачи, миссия «Аполлона-8» имела целью отработку старта к Луне, испытания систем навигации и связи в дальнем космосе, проверку работы системы терморегулирования корабля в пассивном режиме и приобретение оперативного опыта. Конкретная дата старта была выбрана с таким расчетом, чтобы «Аполлон-8», обращаясь вокруг Луны, несколько раз прошел над основным планируемым местом посадки в Море Спокойствия. Астронавтам предстояло осмотреть и отснять его с малой высоты.

В экипаж вошли командир полковник ВВС США Фрэнк Борман, пилот

командного модуля капитан 1-го ранга ВМС США Джеймс Ловелл и пилот лунного модуля майор ВВС США Уильям Андерс. Борман и Ловелл вместе выполнили рекордный 14-суточный полет на «Джемини-7», а Ловелл после этого еще успел покомандовать «Джемини-12». Андерс должен был стартовать впервые и без лунного модуля, который успел прекрасно изучить и полюбить. Его основным инструментом в полете стал фотоаппарат.

Экипаж начал отработку лунного полета на тренажере №3 командного модуля на мысе Кеннеди 9 сентября и работал на нем по 3–4 дня в неделю и еще по 2–3 дня в Хьюстоне. Лишь к 1 ноября тренажер был полностью доработан под лунное задание, так что на полноценное моделирование полета оставалось каких-то полтора месяца.

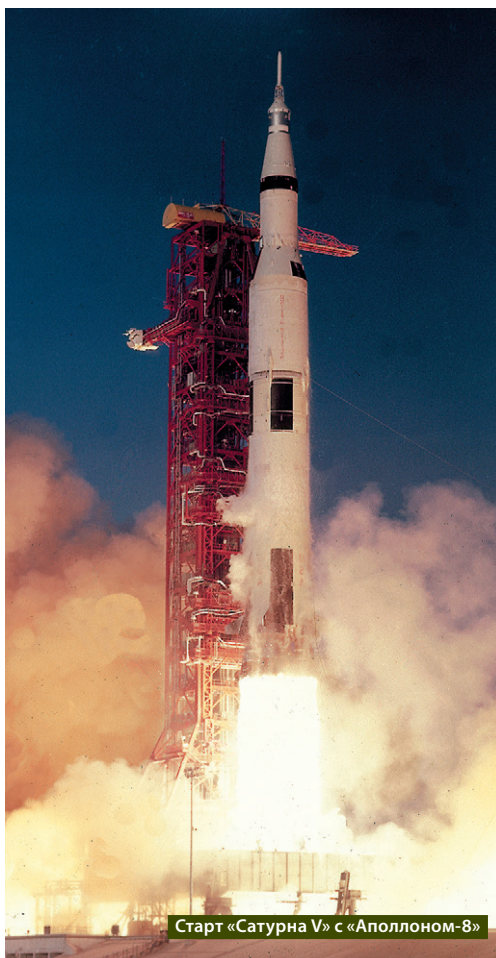
9 декабря президент Джонсон дал ужин в честь астронавтов и других участников программы, включая Вебба, фон Брауна и директора Центра Кеннеди немца Курта Дебуса. На следующее утро экипаж вылетел на космодром.

Официальная оценка вероятности успеха полета не публиковалась. Из мемуарных источников известны два мнения участников, основанные скорее на чутье, чем на расчете. Когда Сьюзен Борман спросила о шансах



Экипаж «Аполлона-8»: Фрэнк Борман, Джеймс Ловелл и Уильям Андерс перед водными тренировками в Мексиканском заливе





Старт «Сатурн V» с «Аполлоном-8»

ее мужа вернуться живым, Кристофер Крафт ответил ей: «Пятьдесят на пятьдесят». Билл Андерс сказал своей жене Валери, что 33% за успех, еще 33% за возвращение, но без Луны, и 33% за то, что экипаж не вернется.

Основными рисками полета к Луне была полная зависимость экипажа от недублированного двигателя SPS во время выхода на окололунную орбиту и схода с нее и значительное время, необходимое для возврата оттуда в экстренной ситуации – трое суток. Ну и сам запуск на «Сатурне V»: расчеты показывали, что в случае взрыва образовался бы огненный шар диаметром более 400 метров. Зрителей – десятки и десятки тысяч человек – решили не подпускать к старту ближе чем на 2.5 км.

В двигательной установке первой ступени ракеты SA-503 ввели наддув гелием полостей в четырех предклапанах окислителя. Это должно было подавить продольные автоколебания «пого» в системе «двигатели – трубопроводы – несущие баки ступени», отмеченные во втором пуске. Было предусмотрено еще более раннее отключение центрального двигате-

ля F-1, чтобы ограничить перегрузки уровнем 4 g. Для четырех внешних двигателей ввели принудительное их отклонение на 2° наружу: это снизило бы ударную нагрузку на корабль в случае аварийного отключения двигателя в полете.

На третьей ступени впервые использовался доработанный двигатель J-2 с максимальной тягой 104.3 тс. Кроме того, ввели пружинные толкатели для лунного модуля, а четыре лепестка адаптера SLA сделали сбрасываемыми.

Корабль для полета к Луне отличался от «Аполлона-7» главным образом массой, потому что баки служебного модуля были заправлены полностью и вмещали 7135 кг горючего и 11 388 кг окислителя. (Лишь 75% заправки было израсходовано к моменту входа в атмосферу.)

В составе командного модуля SM-103 появился тоннель для перехода в лунный модуль с открываемым изнутри люком. Кресла кабины были сделаны складными, чтобы они занимали меньше места.

На корабле впервые использовалась ориентируемая антенна S-диапазона с четырьмя параболическими зеркалами диаметром по 79 см, развертываемая на служебном модуле после отделения и обладающая высоким коэффициентом усиления. Только через нее могли передаваться высокоскоростная телеметрия и телевизионное изображение. 26-метровые антенны в Голдстоуне, Канберре и Мадриде, три основные и три резервные, сменяя друг друга, должны были принимать сигналы с «Аполлона».

На служебном модуле SM-103 также усилили заднюю переборку, ввели локальную теплозащиту под соплами двигателей системы RCS и предусмотрели возможность индивидуального отключения каждого двигателя.

Бортовое программное обеспечение было в новой версии Colossus 237, поддерживающей полет к Луне, с отличным от «земного» набором программ.

21 декабря в 07:51:00 местного времени (12:51:00 UTC) носитель поднялся над стартом и стал медленно ложиться на курс 72°. Выведение прошло штатно, хотя в конце участка работы 2-й ступени наблюдалась сильная тряска с частотой 18 Гц, инициируемая турбонасосом окислителя ЖРД №5. Двигатель третьей ступени отключился по плану на 685-й секунде полета. Условия выведения были реализованы с идеальной точностью: ошибка по высоте составила 0.02 км, по скорости – 0.01 м/с. На орбиту наклонением 32.51° и высотой 183×191 км вышла ступень с запасом топлива и пристыкованным кораблем суммарной массой 128 021 кг.

В 15:41:37 UTC в конце второго витка по команде с Земли прошло второе включение двигателя третьей ступени. Он проработал 317.7 сек и придал ступени скорость 10830 м/с, всего на 5.2 м/с ниже расчетной. На траекторию полета к Луне вышло изделие суммарной массой 59 212 кг, в том числе: ступень S-IVB с остатками топлива – 17 379 кг, отсек системы управления – 2196 кг, адаптер с макетом лунного модуля – 10 819 кг, командно-служебный модуль – 28 817 кг.



Центр управления пуском в Центре Кеннеди за 4 часа до старта



Отлетная орбита имела наклонение 30.64° и апогей около 525 000 км и проходила вблизи Луны. Она была спроектирована как траектория свободного возвращения: если корабль не выдаст тормозной импульс, то лунное тяготение развернет его и направит к Земле. Точнее сказать, так было, пока за пульт управления «Аполлона» не сел Фрэнк Борман.

В 16:12 на высоте 7017 км Ловелл инициировал отделение корабля, а Борман легким импульсом двигателей отвел его от ступени. Вскоре на ней начался слив остатков топлива и стравливание газов, и близкое соседство со столь активным объектом встревожило командира. Позволив Андерсу отснять ступень, он самостоятельно, не дожидаясь одобрения Земли, выдал еще один импульс увода. Скорость изменилась на 2.3 м/с, но ожидаемая высота пролета над Луной увеличилась с полутора до 848 км. Это отклонение пришлось затем устранять двумя коррекциями. (Ступень в итоге прошла на высоте 1262 км над лунной поверхностью и проследовала на гелиоцентрическую орбиту.)

Как раз между отделением и первым маневром астронавты впервые увидели родную планету – не дугу горизонта, а круглый яркий диск в фазе «полноземлия». «Какой вид! – произнес Борман вслух и подумал про себя: – Должно быть, такой ее и видит Бог».

Впрочем, размышлять о божественном астронавтам долго не пришлось.

Первые признаки дурноты Ловелл и Андерс ощутили, как только отвязались от кресел и «всплыли» в невесомости. Борман поначалу чувствовал себя нормально, но вскоре ему стало намного хуже, чем напарникам. Он не мог заснуть, пока не принял снотворное, а после короткого и беспокойного забытья командира стало тошнить и вскоре дошло до рвоты. К тому же его периодически накрывало сильными приступами поноса. Звуки и запахи, витающие в тесной кабине, становились невыносимыми.

Астронавты опасались, что Борман подцепил вирус желудочного гриппа, а значит его болезнь передастся Ловеллу и Андерсу. Сказать об этом по открытому каналу было немыслимо, но у экипажа оставалась возможность записать сообщение на бортовой магнитофон и попросить «Землю» считать его содержимое на большой скорости. В конце первых

суток полета командира уговорили это сделать. Пленку прослушали сменные руководители полета Глинн Ланни и Клифф Чарлзуорт и главный врач Центра Джонсона Чак Берри. Прослушали – и слегка ошалели. Что это – болезнь движения, желудочный грипп или, может быть, начинающаяся лучевая болезнь? Доктора удалось убедить, что последнее маловероятно, тем более что симптомы появились лишь у одного астронавта из трех. Но и острый вирусный гастроэнтерит был для Берри основанием настаивать на прекращении полета.

ЦУП передал на борт рекомендацию главврача. Борман вполголоса чертыхнулся и категорически заявил, что ему уже стало лучше и что ни о каком возвращении не может быть и речи.

На самом деле пересечение радиационных поясов дало весьма незначительную дозу облучения уже потому, что оно было быстрым: уже к исходу седьмого часа «Аполлон-8» поднялся на высоту 60 000 км и покинул внешний пояс.

Изучение радиационных поясов Земли и солнечного излучения было постоянной темой американских специалистов начиная с 1958 года. Конкретно в обеспечение лунной программы в 1963–1967 гг. на высокие околоземные орбиты была запущена серия из шести аппаратов IMP плюс седьмой на окололунную. Поэтому радиационную обстановку американцы представляли себе очень хорошо.

Перед полетом «Аполлона-8» прогнозировалось, что поглощенная доза для астронавтов в командном модуле

не превысит 1 рентгена – если, конечно, не случится солнечной вспышки, которая способна ухудшить радиационную обстановку в десятки раз. За вспышками и их предвестниками следила специальная наземная сеть SPAN.

Фактически полученная в полете «Аполлона-8» средняя доза на кожу составила 0.16 рентген. Кстати, допустимый уровень облучения для астронавтов программы «Аполлон» был назначен на уровне 400 бэр на кожу и 50 бэр на костный мозг. Такова была потенциальная цена приоритета.

Ровно через 11 часов после старта экипаж провел первую коррекцию траектории. Приращение скорости было невелико, всего 6.2 м/с, и с ним бы легко справились двигатели системы RCS, но Крафт потребовал использовать маршевый двигатель: нужно было убедиться, что он работает нормально. Вторая коррекция состоялась 24 декабря в 01:51 UTC и была совсем маленькой – 0.4 м/с. А знаете, почему? Чтобы не нарушать траекторию полета даже в самой малой степени, экипаж... отказался от предусмотренного сброса мочи за борт. Пакеты с ней хранили на борту, а они подтекали и добавляли вони к уже имеющейся.

Ко всему прочему, большую часть времени корабль стабилизировался вращением вокруг оси, перпендикулярной направлению на Солнце. В служебном модуле температура распределялась равномерно, но кабина постоянно грелась и в ней стало довольно жарко – около +27°C.

*Продолжение следует*

