

ЛЕКЦИЯ ДМИТРИЯ РОГОЗИНА В МГУ • SIRIUS-19: РАБОТА НА ЛУНЕ • ЕЩЕ ОДИН «ГЛОНАСС» ИЗ ПЛЕСЕЦКА
«ЯМАЛ» НА «ПРОТОНЕ» • ЧТО ПАДАЕТ С РАКЕТЫ? • ЖИЗНЬ НА ВЕНЕРЕ? • ЛЮДИ НА ЛУНЕ. ОКОНЧАНИЕ

РУССКИЙ КОСМОС

Июль 2019

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

A full-page photograph of an astronaut in a white Russian Orlan-MK spacesuit working on the exterior of a spacecraft. The astronaut is seen from the waist up, reaching out with their right hand. The suit features a Russian flag patch on the left sleeve and various technical labels. The background shows the Earth's blue and white horizon against the blackness of space. Parts of the spacecraft's structure and equipment are visible.

**РАБОТА
ЗА БОРТОМ**

ГЛАВНОЕ

- 1 ПОСАДКА «СОЮЗА МС-11»
- 2 ТРАНСФОРМАЦИЯ РОСКОСМОСА

МКС



ХРОНИКА ПОЛЕТА ЭКИПАЖА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

НАШ КОСМОС

- 14 SIRIUS-19: ВИРТУАЛЬНАЯ ЛУНА
- 18 НАШ «КОСМИЧЕСКИЙ ДОМ»
- 22 ЧЕГО ЖДАТЬ ОТ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ?
- 26 МЕМОРИАЛ ПЕРВОГО КОСМОНАВТА НА САРАТОВСКОЙ ЗЕМЛЕ
- 28 ЮРИЙ БАТУРИН: МНЕ 150 ЛЕТ
- 30 ФОТО НОМЕРА

НА ОРБИТЕ

- 32 ПОПОЛНЕНИЕ ГРУППИРОВКИ ГЛОНАСС
- 36 ТЯЖЕЛЫЙ «ПРОТОН» И ТЯЖЕЛЫЙ «ЯМАЛ»
- 40 ВТОРОЙ СНАРЯД В ТУ ЖЕ ВОРОНКУ?
- 42 СТАРТ МИССИИ STARLINK ИНТЕРНЕТ ДЛЯ ВСЕГО МИРА



ЧТО ПАДАЕТ С РАКЕТЫ?

- 46 ВПЕРВЫЕ ИЗ ЖЕЛТОГО МОРЯ
- 50 ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

ЗАРУБЕЖНЫЙ КОСМОС

- 52 УСПЕХ ИЛИ ВСЕ-ТАКИ «АНОМАЛИЯ»?
- 56 ТАК ПОЛЕТЯТ ЛИ ОНИ НА ЛУНУ?
- 60 НОВЕЙШИЕ ГОРИЗОНТЫ: ЗНАКОМСТВО С ULTIMA THULE

ИСТОРИЯ

- 72 ЛЮДИ НА ЛУНЕ. ОКОНЧАНИЕ



ЖИЗНЬ НА ВЕНЕРЕ? ВОЗМОЖНО!

**РУССКИЙ
КОСМОС**

ЖУРНАЛ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСКОСМОС»

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

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

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 11.07.2019

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 Олег Кононенко во время выхода в открытый космос 29 июня 2019 года

На 4-й странице обложки: Алексей Овчинин и Олег Кононенко в шлюзе модуля «Пирс» перед ВКД-46

ПОСАДКА «СОЮЗА МС-11»

Евгений РЫЖКОВ

25 июня в 02:25:30 московского времени транспортный пилотируемый корабль «Союз МС-11» с «Антаресами» на борту отчалил от модуля «Поиск» (МИМ-2), оставив МКС на попечение россиянина Алексея Овчинина и американцев Ника Хейга и Кристины Кук.

Во время пятиминутной работы двигателя на торможение «Союз МС-11» разделился на три отсека: бытовой и приборно-агрегатный, которые сгорели в атмосфере, и спускаемый аппарат (СА) с экипажем, который, пройдя атмосферу, спускался на парашюте около 16 минут и в 05:48 совершил посадку в 145 км юго-восточнее казахстанского города Жезказган.

На Землю вернулись участники длительных экспедиций МКС-58/59 – космонавт Роскосмоса Олег Кононенко, астронавты CSA Давид Сен-Жак и астронавт NASA Энн МакКлейн. «Союз МС-11» находился в составе станции с 3 декабря 2018 года.

Продолжительность космического полета «Антаресов» составила 204 суток. За время работы на МКС экипаж выполнял научно-прикладные исследования и эксперименты, занимался поддержанием работоспособности станции и принимал первый космический аппарат Crew Dragon для пилотируемого полета, корабль «Союз МС-12», а также российские и американские грузовые корабли «Прогресс МС-11», Cygnus NG-11 и Dragon SpX-17.

Олег Кононенко, для которого полет стал четвертым, совершил два выхода в открытый космос (внеплановый и плановый): первый вместе с Сергеем Прокопьевым (ВКД-45А, 11–12 декабря 2018 г.), а второй – с Алексеем Овчининым (ВКД-46, 29 мая 2019 г.). Кроме того, россиянин побил рекорд Юрия Маленченко (702 суток) по суммарному пребыванию на МКС – 737 суток.

Давид Сен-Жак и Энн МакКлейн вернулись из первого космического «дежурства». Сен-Жак тоже «вписался» в историю, став новым рекордсменом по продолжительности космического полета среди астронавтов Канады (предыдущий рекорд принадлежал Роберту Тирску – 187 суток).

Подробности возвращения «Антаресов» будут раскрыты на страницах нашего следующего номера.

23 МАЯ ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР ГОСУДАРСТВЕННОЙ КОРПОРАЦИИ ПО КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ «РОСКОСМОС» Д. О. РОГОЗИН ВЫСТУПИЛ ПЕРЕД СТУДЕНТАМИ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА (МГУ) ИМЕНИ М. В. ЛОМОНОСОВА.



ТРАНСФОРМАЦИЯ РОСКОСМОСА

Игорь АФАНАСЬЕВ

Вначале Дмитрий Олегович кратко охарактеризовал деятельность Госкорпорации: в ней работают 190,8 тысячи человек по всей России. Ежегодная выработка на одного работающего составляет 1,74 млн руб, консолидированная выручка предприятий – 304,4 млрд руб, при этом доля внебюджетной выручки на внешнем и внутреннем рынках – 36,4 %. Средний возраст сотрудников – 45 лет. Правда,

глава Роскосмоса уточнил: «Когда мы говорим «45 лет», это, что называется, «средняя температура по больнице» – на самом деле людей такого возраста у нас очень мало». Он отметил, что разрыв поколений между ветеранами и приходящей на предприятия молодежью возник в 1990-е годы, когда многие специалисты ушли в бизнес.

Роскосмос производит все космические аппараты оборонного, гражданского и двойного назначения. Гражданская орбитальная группиров-

ка состоит из 91 аппарата. «Я не могу сказать, что это много. Это немного», – заметил Д. О. Рогозин. Особое значение придается спутникам дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Сегодня российские космические аппараты данного назначения обеспечивают пространственное разрешение лучше 1 м при достаточно широкой полосе обзора. Не менее важны спутники связи. Россия – самая большая страна в мире, и 70 % ее территории занимает вечная мерзлота. «Когда нам говорят, что по тундре можно проложить кабель или оптоволокно, – это смешно. Такую страну можно охватить и объединить исключительно из космоса, только орбитальной группировкой», – подчеркнул Дмитрий Олегович.

Далее последовал рассказ о системе глобальной спутниковой навигации ГЛОНАСС. Россия – одна из немногих стран, владеющих такими системами. Сейчас в группировке – 24 космических аппарата. Некоторые функционируют за пределами расчетного срока существования, но работают без особых проблем. Два аппарата – в орбитальном резерве. На Земле также имеются резервные спутники.



В конце 2019 г. – начале 2020 г. планируется переход на новые «Глонасы-K2» – с улучшенными характеристиками.

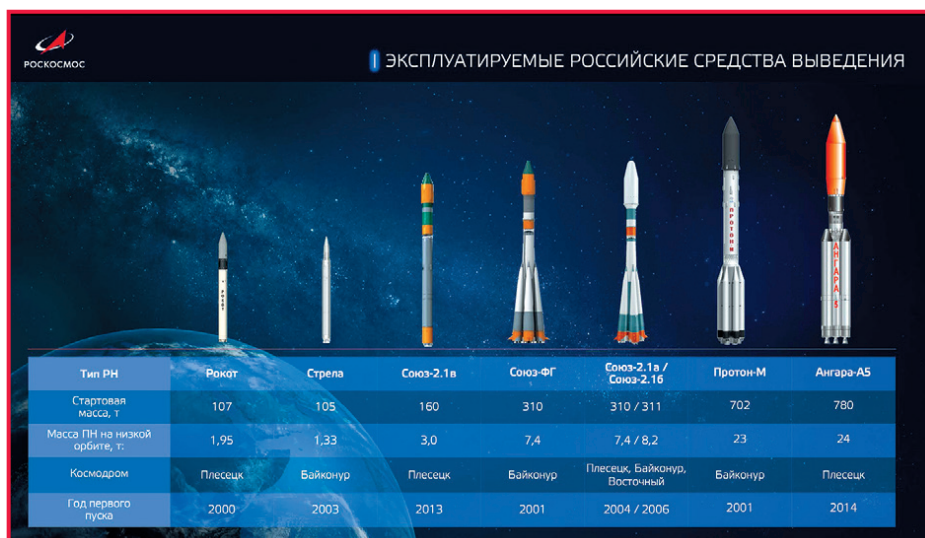
ТРАНСПОРТНАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

На сегодня Россия располагает всеми необходимыми компонентами для обеспечения космической деятельности – спутниками, космодромами и ракетами-носителями. Сердце последних – двигатели. «Мы не только оснащаем двигателями отечественные средства выведения, но и поставляем за рубеж. РД-180 используется сегодня для запуска американских «Атласов», с его помощью успешно стартовали 85 ракет. РД-181 также поставляется в США для ракеты «Антарес». Растет интерес к РД-120, созданному в СССР для второй ступени РН «Зенит». «Некоторые страны уже обратились к нам с предложениями об их закупках», – сообщил Дмитрий Олегович.

Двигатели-ветераны РД-107/108 продолжает летать в составе ракет-носителей «Союз», составляющих основу нашей пилотируемой программы. Для «Протонов» производится РД-276, работающий на гептиле и азотном тетраоксиде. «Ракета тяжелого класса легендарная, запускается с Байконура, но именно в силу того, что она использует гептил, Казахстан вводит с 2025 г. ограничения на пуски, и она прекращает летать. Ее заменит «Ангара», но, тем не менее, я бы хотел вспомнить о носителе-ветеране с уважением», – подчеркнул глава Госкорпорации.

Для «Ангары» разработан и выпускается РД-191. Его предшественник – РД-170/171 – в свое время создавался под проект «Энергия-Буран», это самый мощный в мире жидкостной ракетный двигатель. Сейчас создается его вариант РД-171МВ для «Союза-5» среднего класса, а также для ракеты-носителя сверхтяжелого класса.

Среди используемых средств выведения – легкие конверсионные носители «Стрела» и «Рокот», созданные на основе стратегических ракет. В связи с перевооружением Стратегических ядерных сил на новые ракеты высвобождаются изделия, которые американцы называют «Сатана». «Эти ракеты будут у нас также использоваться для выведения полезных грузов через конверсионные программы. Мы очень рачительно относимся к этому делу», – сообщил Дмитрий Олегович.



В августе этого года пилотируемый корабль «Союз МС» – в беспилотном режиме – впервые будет запущен с помощью РН «Союз-2.1А» (ранее для этого служил «Союз-ФГ» с украинской системой управления). «Предприятие, которое раньше производило эту систему, сейчас, можно сказать, «дышит на ладан», но мы переходим на отечественную цифровую систему», – подчеркнул глава Роскосмоса.

Дмитрий Олегович рассказал и о причинах потери Россией значительной доли пускового рынка. Он напомнил, что после выявления в 2016 г. факта использования в двигателях второй и третьей ступени «Протона-М» на Воронежском механическом заводе (ВМЗ) несоответствующего припоя пуски тяжелых ракет были остановлены почти на год.

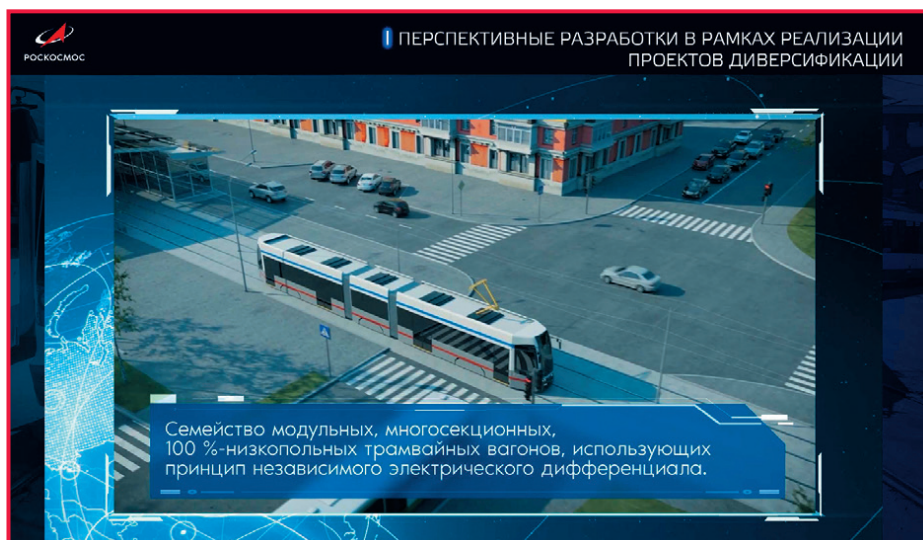
«Свято место пусто не бывает... Вакуум заполнила другая, более динамично развивающаяся сила – появилась компания SpaceX, которая этот рынок забрала. Надо сказать, что

рынок потерять легко, отобрать его обратно очень сложно. Поэтому для нас принципиально важной задачей сейчас является как можно быстрее и эффективнее завершить летные испытания ракеты «Ангара» – они возобновятся в текущем году с Плесецка. С 2020 г. планируется ежегодно производить и запускать по две, а с 2022 г. – по четыре ракеты «Ангара». С 2023 г. серийные ракеты начнут летать с Восточного. С 2024 г. [с двух космодронов] предполагается выйти на восемь пусков тяжелых носителей данного семейства, восстанавливая репутацию российской ракетно-космической промышленности», – объяснил глава Роскосмоса.

ДИВЕРСИФИКАЦИЯ

По словам Дмитрия Олеговича, крайне важно использовать огромную мощь, научный и производственный потенциал Госкорпорации для производства чего-то полезного для страны, помимо изделий космическо-





го назначения. В этой связи решено обратить внимание на несколько направлений.

Энергетика. Потенциал предприятий позволяет выпускать разнообразную арматуру для нефтегазовой отрасли, в том числе в рамках импортозамещения. Например, ВМЗ, наладив выпуск отдельного оборудования в интересах «Газпромнефти» и других крупных компаний, в 2018 г. смог увеличить объем товарного производства в два раза. Соответственно поднимаются заработные платы, а значит Роскосмос может привлечь молодых специалистов. «Они, конечно, будут работать не только на диверсификацию, но и на основное – профильное – производство, то есть на создание ракетных двигателей», – отметил Дмитрий Олегович.

Машиностроение. Исторически, еще с королёвских времен, в состав отрасли входил Усть-Катавский вагоностроительный завод (УКВЗ). «Половина этого завода производит ракетные двигатели, а вторая половина – трамваи. 51% всего парка трамваев в стране – это Роскосмос. Сейчас речь идет также о новых перспективных моделях легкорельсового транспорта», – сообщил глава Госкорпорации.

Услуги. «Пусковые услуги – это не более 4% того рынка, который существует в области космоса, – подчеркнул Д.О.Рогозин. – Основные миллиарды долларов лежат в плоскости получения космических услуг от орбитальных группировок. Здесь большие перспективы в части продажи данных ДЗЗ, а также совмещение с ними навигации (высокодетальные карты и точное позиционирование).

Я говорю про сервисы, которые приносят реальные деньги. Так что надо иметь в виду, что самый большой и распространенный рынок в области космической деятельности – это не запуск ракет».

Показателен пример спутника ДЗЗ «Канопус-В-ИК»: его аппаратура способна засекать очаг возгорания размером 5 на 5 м даже сквозь задымление. Это позволяет направить экипаж самолета МЧС точно в точку возгорания так, чтобы пожар не разросся и не превратился в стихийное бедствие. Спутник способен также выполнять мониторинг хозяйственной деятельности в лесах, прежде всего, обнаруживая незаконные вырубки. «Канопусы» видят практически все, что необходимо для немедленного принятия мер.

Автоматизированные системы управления. По этому направлению интересно развитие компетенций для создания систем управления для «умного и безопасного города будущего».

Космическая медицина. По словам Дмитрия Олеговича, Роскосмос имеет очень серьезные компетенции в этой сфере: здесь и создание специального питания для космонавтов, и системы обеспечения жизнедеятельности. Эти наработки можно коммерциализировать и применить в земной жизни граждан.

«Есть наработки по реабилитации космонавтов после длительных космических полетов. Для этого Институт медико-биологических проблем (ИМБП) Российской академии наук (РАН), другие наши медицинские учреждения создают целую серию различных методик поддержания костей, тканей и кровообращения.

Именно возможностью поддержания мышечной массы можно обеспечить, например, детей, пораженных церебральным параличом. Здесь может быть множество применений. Главное – стараться организовать дело должным образом», – уверен Дмитрий Олегович.

Развивая тему диверсификации, глава ведомства презентовал ряд перспективных разработок, таких как беспилотный трамвай для «умного» города.

«Понятно, что такая техника требует соответствующей инфраструктуры: надо не просто поставлять трамваи, а создавать, по сути дела, всю дорожную систему, – поделился руководитель Роскосмоса. – Это, конечно, новое для нас дело, но любая крупная фирма, такая, например, как Boeing, тоже занимается самыми разными проектами. Мы сомневались сначала, но потом поняли, что темы это важные и серьезные, и почему бы наши инженерные таланты не использовать для создания такой современной городской среды?»

Крайне интересен проект «Умное земледелие». Из космоса видно состояние любых пахотных земель и посевов. «Мы можем планировать любые периоды, связанные с сельскохозяйственными работами, видим процессы вегетации, определяем, что было с тем или иным угодьем, – рассказал глава Госкорпорации. – Это важно в том числе не только для селян, но и для страховых компаний и банков. Недавно мы с Германом Грефом говорили на эту тему. Выяснилось, что часто в виде залога под кредит отдается земля. Но по обязательствам она должна обрабатываться или иметь сеть дорог. И только снимок из космоса позволяет на большом удалении от Москвы видеть, реально ли происходит то, что было при оформлении этого залога».

УСТРЕМЛЕНИЯ И ПРЕДПОЧТЕНИЯ

Разговор зашел о задачах и приоритетах ракетно-космической промышленности, среди которых были выделены: повышение операционной эффективности, трансформация и автоматизация бизнес-процессов, повышение конкурентоспособности российских космических средств, развитие человеческого капитала и изменение корпоративной культуры отрасли, формирование ее новой системы управления. В этом направ-

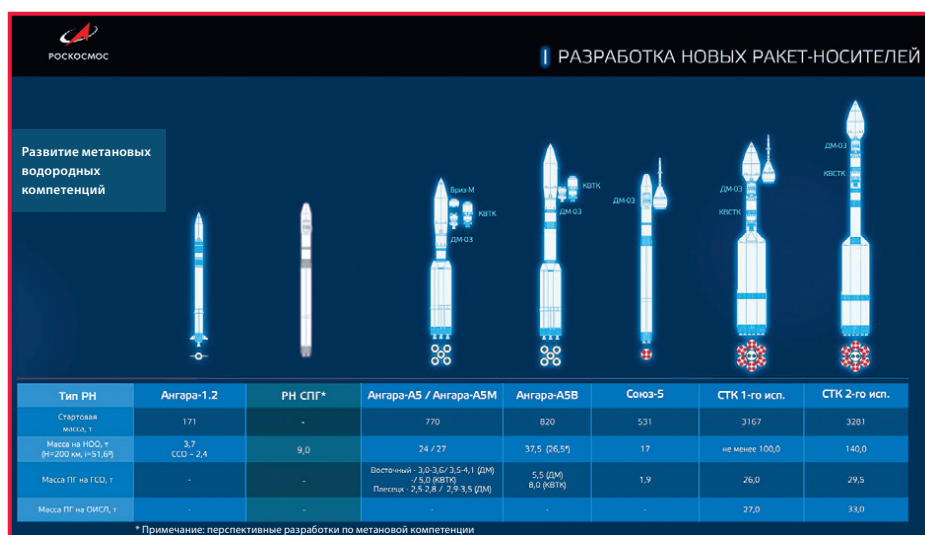
лении большое внимание уделяется экономике и кадровому ресурсу.

«Это огромный и очень большой сложности процесс, потому что до сих пор вся ракетно-космическая промышленность России представляла собой конгломерат самостоятельных предприятий с самым разным уровнем менеджмента и качества персонала. Надо сказать, что качество космической (в том числе) техники во многом определяется качеством людей», – подчеркнул Дмитрий Олегович, заметив, что одна из важных задач сегодня – уберечь надежную технику от ненадежных людей.

Глава Госкорпорации отметил необходимость избавляться от непрофильных активов. В качестве примера он привел ситуацию с бортовыми компьютерами космического назначения: «В США производят пять типов, у нас – девять! Почему так получилось? Изначально, в советское время (а потом и в первые российские годы), каждое предприятие постепенно превращалось в «натуральное хозяйство», которое вместо кооперации с себе подобными и создания единых центров компетенции, делало то же, что и соседи по отрасли. Не существовало единой системы, которая могла бы увязать всю эту технологическую и техническую политику».

Необходимо выработать единую систему поддержки принятия управленческих решений. В частности, появившийся в мае корпоративный банк – «Роскосмосбанк» – постепенно превращается в казначейство, позволяющее Госкорпорации планировать контрактную работу. «Мы видим всю цепочку: головной исполнитель, соисполнители, где находятся деньги, которые мы перечислили, работают ли они. Деньги – это кровь отрасли, они должны идти по артериям, по венам предприятия. Если денег нет на заводе, он остановится. Люди будут недовольны – они не будут получать заработную плату», – отметил глава Госкорпорации. Он также заметил, что для управления отраслью нужны не только инженеры, конструкторы, технологи, но и очень толковые умные финансисты, понимающие рынок и видящие, куда надо двигаться, способные точно рассчитать эффективность вложений.

Не менее важно повысить конкурентоспособность российских космических средств. «Лет семь-десять тому назад мы могли позволить себе



продавать пусковые услуги с ракетой «Протон-М» за 100 млн \$. На сегодня мы получили американского конкурента – компанию SpaceX, который выставляет цену почти в два раза меньше. В Роскосмосе есть понимание этой проблемы, ищутся варианты поддержки экспортного потенциала отрасли, – сообщил Дмитрий Олегович. – Это самые разные возможности, в том числе связанные с отсрочкой платежа, с долгосрочными кредитами, когда наша страна кредитует страну, которая хочет купить у нас какую-то космическую услугу. Приходится идти и на это, чтобы сохранить рынок и на нем удержаться».

Предполагается развивать вертикально-интегрированные структуры.

Первая уже создана – Холдинг ракетного двигателестроения на базе «Энергомаша». Вскоре внутри отрасли начнется формирование профильных холдингов, которые могут проводить, прежде всего, единую техническую политику – ракетостроение, двигателестроение, приборостроение, спутникостроение.

«Думаем сейчас над тем, чтобы разрозненные наши научные институты соединить в единый Научно-исследовательский центр (НИЦ). Тогда мы сможем себе позволить заниматься большой наукой, – заметил Дмитрий Rogozin. – Но, например, организация «Агат» – головной экономический институт отрасли – не будет входить в интегрированные структуры, поскольку





он должен давать свои финансовые расчеты, которые должны быть независимыми по отношению к конструкторским и инженерным расчетам».

Диверсификацией отрасли займется Объединенная ракетно-космическая корпорация (ОРКК); главным оператором на внешнем рынке пусковых услуг станет «Главкосмос».

Дмитрий Rogozin рассказал и о перспективных ракетно-космических проектах и продуктах. Основные планы на будущее связаны с Восточным. В июне текущего года разворачивается второй этап работы по космодрому – строительство стартового комплекса «Ангара».

В легком классе средств выведения появится «Ангара-1.2», способная доставить на низкую околоземную орбиту полезный груз в 3.7 т. В то же время надо двигаться дальше. «Нам надо переходить на двигатели на метане, на сжиженном природном газе, это позволит нам выйти на тему много-разовых пусков, – сообщил Дмитрий

Олегович. – Метановый двигатель не требует дополнительной очистки, в отличие от кислородно-керосинового. У нас есть такие разработки, сейчас мы их форсируем. Я закладываю в новую редакцию программы развития космоса разработку метанового двигателя. Ракета с ним, способная вывести на низкую орбиту 9 т, придет на смену королевской «семерке». Новый носитель будет содержать примерно в 2.5 раза меньше составных частей, чем «Союз-2». Он будет более дешевым, ориентированным на рынок, многократного использования с возвращением ступеней».

В 2023 г. с Восточного полетит «Ангара-А5М», оснащенная форсированными двигателями. Если исходная тяжелая ракета с космодрома Плесецк выводит 24 т полезной нагрузки, то форсированная с Восточного – 27 т. А следующий ход – «Ангара-А5В» с водородной третьей ступенью, способная доставлять 37 т. «[Наличие такого носителя] позволит нам сделать

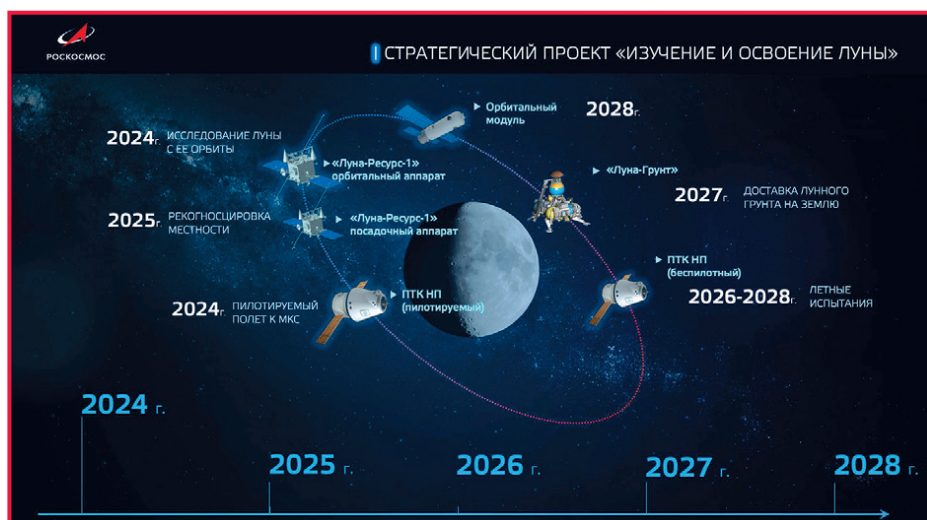
транспортно-энергетический модуль, то есть межпланетный буксир с космическим реактором. Он будет выводиться на «Ангаре-А5», – подчеркнул Д.О. Rogozin.

Следующий этап – создание инфраструктуры ракеты-носителя сверхтяжелого класса. На первом этапе планируется средство выведение на 103 т.

«Это позволит запускать к Луне перспективный корабль нового поколения, который ожидается к 2022 г., – отметил Дмитрий Олегович. – Первую ступень сверхтяжелой ракеты составят шесть блоков первой ступени «Союза-5», который должен полететь тоже в 2022 г. Следующий этап – это 140 т. Такая грузоподъемность продиктована необходимостью работать по Луне, по планетам Солнечной системы, запускать большие автоматические аппараты, в том числе взлетно-посадочные. По планам первый полет ракеты-носителя сверхтяжелого класса первого этапа, с выведением перспективного транспортного корабля на полярную окололунную орбиту должен состояться в 2028 г., сверхтяжелый носитель второго этапа появится после 2030 г.»

Российская лунная программа начнется с 2021 г. запуском автоматической станции «Луна-25» (подробнее – в РК №6, 2019, с.29-33). «Луна очень интересна, и не только с точки зрения ее изучения. Я не очень верю в ее промышленное использование, потому что создание такого рода технологий, скорее всего, прожектерство, но [наш естественный спутник] крайне важен (особенно обратная сторона) для нас. Академия наук утверждает, что именно обратная сторона Луны – единственная зона, которая полностью лишена промышленных шумов, которые идут от Земли. Именно там мы сможем разместить лаборатории для изучения дальнего космоса, на которые не влияют земные помехи. Именно в этом смысл будущей лунной станции – изучение дальнего космоса», – подчеркнул Дмитрий Олегович.

По мнению главы Госкорпорации, эти планы могут реализовываться с применением человекоподобных автоматических систем. «Антропоморфные роботы, так называемые «аватары», – это тема, которая позволит нам минимизировать риски использования человека. Человека надо использовать только там, где точно без него мы ничего не сможем сделать», – предупредил он.



Сейчас при участии Фонда перспективных исследований созданы «Фёдоры» – прототипы антропоморфных роботов. Изначально их планировалось использовать в интересах МЧС (войти в горящее здание или в зараженную зону – их стихия), затем «аватарами» заинтересовался Росатом. Именно после этого возникла идея использования «Фёдоров» в космосе – там, где мы не хотим рисковать жизнью космонавтов. На МКС антропоморфные системы могут использоваться для решения задач в открытом космосе, а также для работы внутри станции.

По мнению Д.О.Рогозина, в перспективе человекоподобные роботы смогут делать даже хирургические операции: «Пофантазируем: в ЦУПе – хирург, облаченный в одежду с датчиками, улавливающими все его движения и передающими в режиме полного копирования аватару, находящемуся рядом с космонавтом на огромном расстоянии от Земли. Манипуляторы аватара, способные справляться с хирургическими инструментами, выполняют операцию».

Для быстрого перемещения по планетам интересны дроны, для Марса и Венеры – атмосферные беспилотные летательные аппараты, для Луны – беспилотники с ракетными двигателями.

В ближайшем будущем Россия «вернется на Марс»: в июле 2020 г. к Красной планете отправится европейско-российская миссия ExoMars. Наша страна обеспечит носитель «Протон-М» с разгонным блоком и посадочный модуль «Казачок». Последний в марте 2021 г. должен посадить на поверхность европейский марсоход.

КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ И СЛИЯНИЯ

Предполагается коммерциализировать работу российского сегмента МКС, допустив на ее борт «частников», а также упростить проведение научных экспериментов. Доставка 3D-биопринтера – очень хороший пример нового подхода Роскосмоса. «Обычно рассмотрение заявок на проведение космических экспериментов занимает 6–8 лет, [за этот срок] всякая их научная ценность теряется. В этот раз мы сработали довольно-таки оперативно, и первый 3D-биопринтер был доставлен на станцию в декабре 2018 г., – объяснил студентам Д.О.Рогозин. – Космонавт Олег Кононенко уже провел на нем работы: впервые в условиях



космического полета мы смогли вырастить хрящи мышей и живые ткани человека. Представьте себе, какой это огромный успех! Эта технология может быть полезна при пилотируемых межпланетных экспедициях, где мы не сможем позволить себе быстро и оперативно вернуть на Землю заболевшего или травмированного космонавта. Мы обязаны развивать телемедицину».

Дмитрий Олегович рассказал о проекте «Сфера», суть которого заключается не просто в разработке отдельных космических систем и группировок, но в интеграции всех орбитальных созвездий в единое целое: «Мы хотим привести всю орбитальную группировку к общему знаменателю, чтобы был единый центр управления, ДЗЗ, связи, навигации и других приложений. Это несколько сотен КА, которые нам надо научиться делать серийно и в короткий период вывести на орбиту. Сейчас мы готовим отдельную федеральную целевую программу «Сфера». Думаю, что с нашими коллегами, в том числе с ком-

панией Thales, мы решим, как использовать европейский опыт создания такого рода систем».

В завершение лекции Дмитрий Рогозин презентовал стратегический проект создания национального космического центра в Филёвской пойме на территории нынешнего Центра имени М.В.Хруничева. Данный проект, согласованный Роскосмосом и Московским правительством и получивший одобрение Президента России В.В.Путина, должен быть реализован в 2022 г. На территории в 250 тыс м² разместятся специалисты 17 предприятий Роскосмоса, в том числе конструкторского бюро «Салют» и ракетно-космического завода Центра Хруничева. Здесь будет сконцентрировано производство перспективных ракет-носителей. Рядом, на площади 90 га, устроят технопарк с офисами и производственными объектами компаний по созданию композитных материалов, различных сплавов, электронной компонентной базы и пр. ■



ХРОНИКА ПОЛЕТА ЭКИПАЖА МКС

Евгений РЫЖКОВ

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

ДО 25 ИЮНЯ В ОРБИТАЛЬНОМ ДОМЕ ПРОДОЛЖАЛ ТРУДИТЬСЯ ЭКИПАЖ МКС-59 В СОСТАВЕ: КОМАНДИРА СТАНЦИИ КОСМОНАВТА РОСКОСМОСА ОЛЕГА КОНОНЕНКО И БОРТИНЖЕНЕРОВ – КОСМОНАВТА РОСКОСМОСА АЛЕКСЕЯ ОВЧИНИНА, АСТРОНАВТОВ NASA ЭНН МАККЛЕЙН, НИКЛАУСА ХЕЙГА И КРИСТИНЫ КУК И АСТРОНАВТА CSA ДАВИДА СЕН-ЖАКА.

ПЛАНОВОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ОРБИТЫ

23 мая в 19:08 ДМВ включилась двигательная установка пристыкованного к станции грузового корабля «Прогресс МС-10» для выполнения маневра плановой коррекции орбиты МКС. После работы двигателей в течение 1196.2 сек орбитальная станция получила приращение скорости в 2.55 м/с.

Цель данного маневра – формирование баллистических условий для планируемой на 25 июня посадки в расчетной точке пилотируемого корабля «Союз МС-11» с экипажем в составе Олега Кононенко, Энн МакКлейн и Давида Сен-Жака.

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

- наклонение – 51.66°;
- минимальная высота над поверхностью Земли – 409.8 км;
- максимальная высота над поверхностью Земли – 428.6 км;
- период обращения – 92.77 мин.

Алексей СЕЧЕНЫХ

ВКД-46. ПОСВЯЩАЕТСЯ ПЕРВОПРОХОДЦУ

29 мая Олег Кононенко и Алексей Овчинин провели ВКД-46 – первый в 2019 г. выход в открытый космос по российской программе.

Задачи внекорабельной деятельности (ВКД):

- монтаж поручня-перехода для организации кратчайшего пути между МИМ-2 «Поиск» и ФГБ «Заря»;
- демонтаж устройств экспонирования и взятие проб для оценки возможных микроповреждений оболочки станции;
- изменение ориентации блока контроля осаджений;
- утилизация неиспользуемых кабелей и измерительных блоков научной аппаратуры.

Работали в «Орланах-МКС»: Олег – в скафандре №5, Алексей – в скафандре №4.

22 мая космонавты готовились к предстоящей работе: перетаскили «Орланы-МКС» в шлюз стыковочного

отсека (СО) «Пирс», а 23 мая установили осветительные и прочие приборы на скафандры. 28 мая Олег, Алексей и Кристина, впоследствии ассистировавшая космонавтам и обозначившая в твиттере свою «должность» как «оператор шлюзования», ознакомились с предстоящими задачами.

Итак, после окончания процедуры шлюзования, 29 мая в 15:42 UTC, с некоторым опережением графика, космонавты открыли выходной люк «Пирса» и приступили к работам на внешней поверхности станции. При этом Олега можно было опознать по красным полоскам на скафандре, а Алексея – по синим.

Первым на внешнюю поверхность станции «вылез» Овчинин, за ним – Кононенко. Сначала космонавты сняли с поручня служебного модуля «Звезда» сверток ткани (попросту – полотенце) для химического, токсикологического и микробиологического анализа после длительного пребывания в условиях космоса и анализа состояния материала. Вообще при работе в открытом космосе космонавты используют полотенца, чтобы обтирать перчатки и скафандры.

Загрязнения возникают, например, после соприкосновения с пятнами конденсированных продуктов сгорания топлива, которые остаются на поверхности модулей станции при работе микродвигателей ориентации. А нести грязь внутрь МКС ни к чему.

В начале эксплуатации станции процедура утилизации использованных полотенец не была разработана, и расходные материалы привязывали к поручням «до лучших времен». Похоже, такие времена настали.

Первое полотенце с внешней поверхности станции было передано для исследования микробиологам ИМБП РАН семь лет назад. Ученые получили ценные сведения о поведении материала: хлопчатобумажная ткань сохранила общую целостность, но махровые ворсинки стали хрупкими и распадались при малейшем прикосновении. На ткани были обнаружены частицы различного происхождения – от микрометеоритов и продуктов сгорания топлива до споровых форм микроорганизмов.

Правда, то полотенце было упаковано в контейнер внутри станции, что не позволило точно определить место заселения ткани бактериями. С учетом этого нюанса Олег и Алексей упаковали полотенце в контейнер в открытом космосе. Теперь ученые получают более «правильный» материал для исследований.

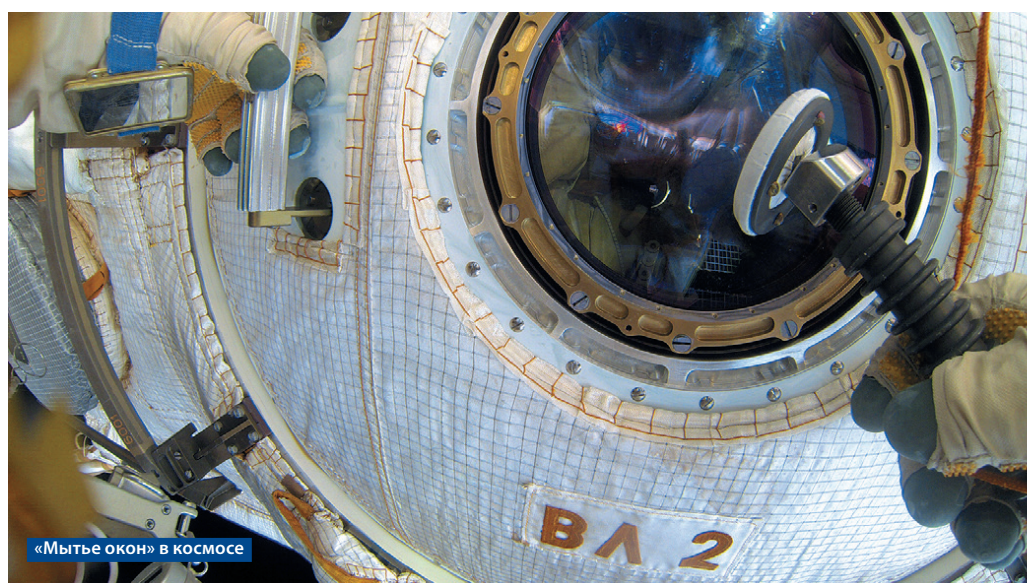
А работа за бортом продолжалась. Конец поручня-перехода закрепили на модуле «Поиск». Кононенко по грузовой стреле перешел на поверхность ФГБ, установил там второй конец поручня и вернулся обратно на поверхность «Поиска». Во время выполнения этой важной техноло-

гической задачи МКС входила в тень Земли, и у космонавтов было время немного отдохнуть и уточнить план дальнейших действий.

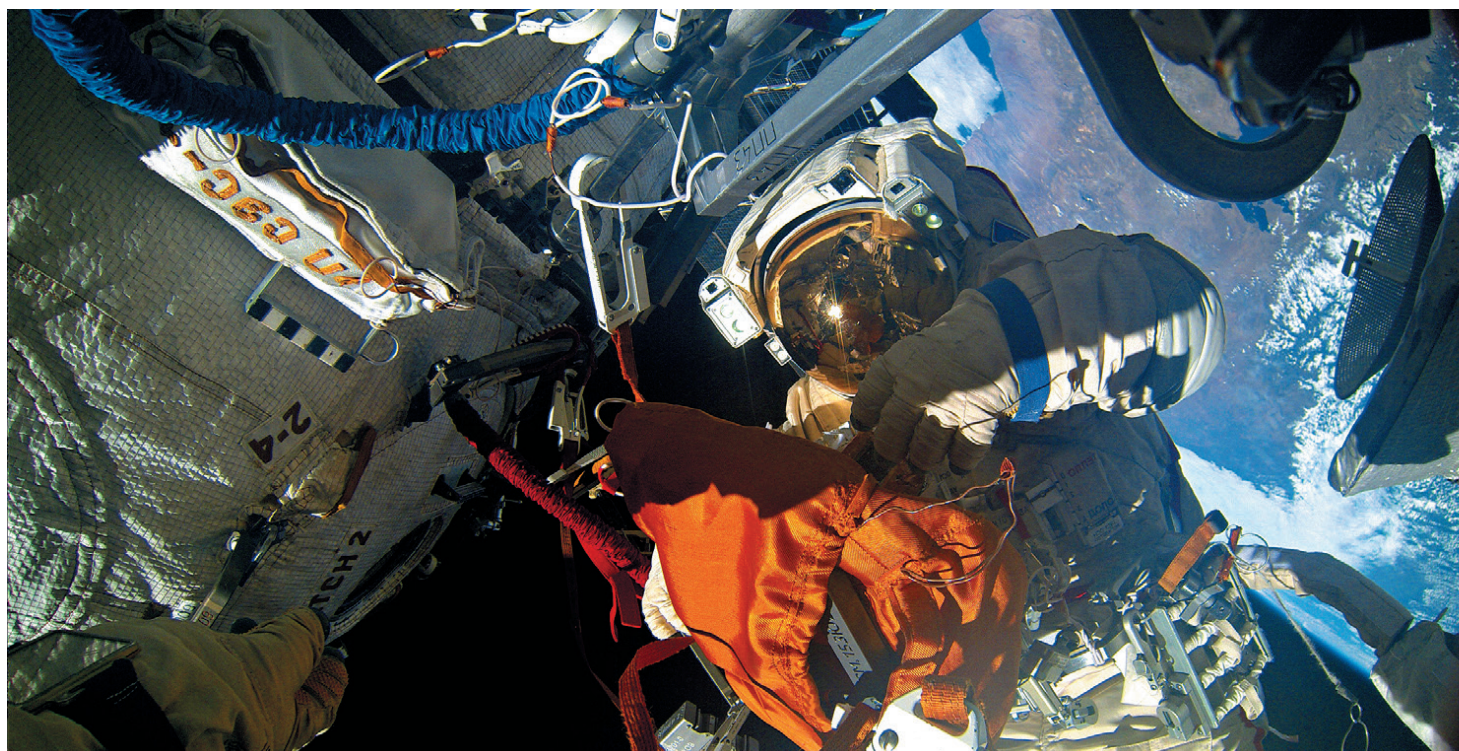
Демонтаж устройств экспонирования «Тест» № 15 и 16 на модуле «Поиск» планировался по программе ВКД-45. Однако тогда выполнить работу не успели. Но нет худа без добра: дополнительное время экспонирования лишним не будет, решили на Земле. У каждого устройства своя маленькая история: кто-то его изготавливает, а кто-то монтирует. Фёдор Юрчихин, устанавливавший устройства в 2017 г., пошутил в зале управления: «Ставить легче, чем снимать». Он

показал, как это делается, разумеется, с поправкой, что космонавты в открытом космосе выполняют операции в перчатках.

Очистка наружной поверхности остекления иллюминатора выходного люка «Поиска» – один из новых видов работ. Она выполняется специальным инструментом с очистителем второй раз в истории и является своего рода прикладным экспериментом. Перечень загрязненных иллюминаторов хранится в специальной базе данных, собираемой по замечаниям космонавтов. Для оптимизации деятельности выбирают объекты, находящиеся вблизи «основного места» действия



«Мытье окон» в космосе





Свою «космическую прогулку» космонавты посвятили 85-летию (30 мая) Алексея Леонова – первого человека, рискнувшего выйти в открытый космос. Это произошло 18 марта 1965 г. с борта корабля «Восход-2».

В начале своей работы космонавты обратились с поздравительной речью: «Уважаемый Алексей Архипович, от всей души поздравляем Вас с юбилеем. Сейчас Вы с нами в открытом космосе и будете с нами на протяжении всего выхода в открытый космос. Мы Вам желаем крепкого космического здоровья, благополучия, жизненных сил, всех благ, всего самого наилучшего! С днем рождения!»

На свои скафандры командир станции и бортинженер наклеили надписи «Леонов № 1» и «С днем рождения, Алексей Архипович» соответственно. Космонавты вынесли в открытый космос фотографию юбиляра, которая будет возвращена на Землю и передана знаменитому «внекорабельщику».



при выходе, чтобы не тратить время на перемещения снаружи станции. В данном случае таким объектом оказался иллюминатор второго выходного люка «Поиска» (этот люк для выходов в космос еще ни разу не использовался).

Заключительная задача ВКД-46 – отключение кабелей, демонтаж измерительных блоков плазменно-волноводных комплексов на большом диаметре рабочего отсека служебного модуля и их утилизация методом отталкивания от станции. Космонавты выполнили эту работу, и измерительные блоки удалились от станции, чтобы в скором времени прекратить свое существование в плотных слоях атмосферы. После «уборки» на поверхности «Звезды» освободилось место для новых экспериментов, ожидающих своей очереди, – это очень важно. Напомним, что на служебном модуле находятся двигатели, обеспечивающие управление ориентацией МКС со стороны российского сегмента.

Надо отметить и «невидимую» работу специалистов Главной оперативной группы управления (ГОГУ) в ЦУП-М. Именно они в соответствии с циклограммой выхода и складывающейся ситуацией заблаговременно дают команды, запрещающие динамические операции, которые могут помешать выполнению задач выхода и даже представлять опасность для космонавтов.

По завершении ВКД-46 Кононенко «вполз» внутрь «Пирса» и принял от Овчинина собранные материалы. Затем на станцию вернулся и Алексей. Проведя «инвентаризацию» материалов и закрыв выходной люк в 21:43, космонавты вновь провели шлюзование. Закончился выход, наполненный монтажными работами и продлившийся 6 час 1 мин. Все задачи, поставленные перед космонавтами, были выполнены.

Для командира МКС эта внекорабельная деятельность стала пятой (второй в экспедиции МКС 58/59), для Овчинина – дебютной. ВКД стала 406-м выходом в мире, 217-м – по программе МКС, 4-м на МКС в этом году (первые три осуществили американцы в период с 22 марта по 8 апреля), а также юбилейным, 150-м, в российских скафандрах.

Еще немного о юбилеях: 100-й выход в открытый космос был выполнен довольно давно – в 2001 г. В будущем же видны новые перспективы.



«Прогресс МС-10» отстыковался от станции



«Дракон» SpX-17

23 мая генеральный директор Роскосмоса Дмитрий Рогозин на своей лекции «Трансформация Роскосмоса» в МГУ сообщил, что новый модуль для РС МКС «Наука» (МЛМ) будет запущен в конце 2020 г., а стыковочный (узловой) модуль «Причал» и научно-энергетический – в 2021 г. и 2022 г. соответственно.

В конце мая начальник ЦПК П.Н.Власов сообщил, что подключение к системам МКС нового российского модуля «Наука» потребует десяти выходов. Так что нас ждут новые выходы и новые интересные задачи в открытом космосе.

Любопытно еще, что во время трансляции ВКД-46 космонавт Антон Шкаплеров, сам, между прочим, вышедший два раза в открытый космос, сказал, что в декабре возможен еще один ВКД по российской программе. Так что ВКД-46 не останется единственным российским выходом в текущем году.

ГРУЗОВИКИ «ДРАКОН» И «ПРОГРЕСС» ПОКИНУЛИ СТАНЦИЮ

3 июня американский грузовик SpX-17 с помощью дистанционного манипулятора Canadarm был отведен на 10 м от модуля Harmony. В 16:01 UTC по команде с Земли «канадская рука» «отпустила» корабль. После отхода на безопасное расстояние был включен двигатель для схода с орбиты.

«Дракон» приводнился в водах Тихого океана, к юго-западу от г. Лонг-Бич (Калифорния). На борту корабля на Землю возвратилось около 1,9 т полезных грузов, включая результаты проведенных в космосе исследований микроводорослей, иммунной системы, эксперимента Biophysics-6 по изучению кристаллизации белка в невесомости, исследования Genes in

Space-6 по изучению изменений ДНК на борту МКС и прочие представляющие научную ценность образцы.

4 июня в 08:40:30 UTC находившийся в составе МКС с 18 ноября 2018 г. «Прогресс МС-10» отделился от модуля «Звезда». По данным специалистов службы баллистико-навигационного обеспечения ЦУП-М, маршевый двигатель в 11:46 включился на торможение, после чего грузовик сошел с орбиты. Несгораемые элементы «Прогресса МС-10» в 12:29 упали в южную, несудоходную зону Тихого океана.

ДНЮ РОССИИ – ТРУДОВЫЕ УСПЕХИ

Накануне Дня России Олег и Алексей поздравили россиян с государственным праздником. Командир станции продемонстрировал все отечественные флаги на МКС: «Мы пролетели по местам расположения российских флагов на борту станции: начали с форпоста российского сегмента – служебного модуля «Звезда». Государственный флаг обязательно должен располагаться на скафандрах «Сокол» и «Орлан», а также в японском модуле «Кибо», где мы чаще всего проводим пресс-подходы».

12 июня космонавты на орбите работали, хотя на Земле россияне получили выходной в честь праздника. Зато 30 мая Олег и Алексей смогли перевести дух после майского выхода, получив на следующий день сокращенный рабочий день.

ВНИМАНИЕ ТЕХНИКЕ

23 мая Кристина Кук настроила аппаратуру перчаточного бокса для исследования микрогравитации MSG, чтобы изучить вопрос производства высококачественного оптоволокна на станции.

В тот же день Сен-Жак проверял рабочее состояние кубовидных роботов-помощников Astrobee. Для этого он дал одной «космопчеле» задание составить карту внутренней части японского модуля Кибо и закрутил бедное «насекомое» сразу после калибровки навигационной камеры робота.

Вечером 24 мая Энн взяла секстант, используемый как запасной способ навигации в космосе. Находясь на теневом участке орбиты МКС и нацелившись на созвездия из обзорного модуля Cupola, МакКлейн занималась проверкой и калибровкой этого древнего измерительного руч-

Возвращение рыбного меню?

Директор НИИ пищевых технологий (филиал ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи), д.т.н., заслуженный деятель науки РФ, профессор В.Ф.Добровольский сообщил о возвращении рыбного меню в рацион космонавтов на орбите. «Мы решили на нашем заводе [в Подмоскowie], площади у нас при реконструкции появятся, организовать производство специализированных рыбных консервов», – пояснил Виктор Францевич.

Оказывается, несколькими годами ранее в «космическом» меню присутствовало 14 видов рыбных консервов, которые производил петербургский Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт по развитию и эксплуатации флота «Гипрорыбфлот». В последнее время космонавты были лишены морских лакомств.



ного инструмента. Секстанту прочат хорошее будущее – использование на американском многоцелевом пилотируемом корабле Orion.

13 июня Кристина тестировала технологию автономной дозаправки кораблей в условиях микрогравитации. На самом деле это непростой вопрос – ведь жидкость не покоится смиренно на дне бака, как на Земле. И при вращениях аппарата во время стыковки довольно проблематично направить поток топлива в нужном направлении.

Новому набору быть!

3 июня Роскосмос и ЦПК объявили о старте третьего открытого отбора в отряд космонавтов Роскосмоса, цель которого – «отобрать лучших специалистов, которые будут работать по выполнению Федеральной космической программы». В конце набора отряд увеличится на 4–6 человек.

В новом открытом наборе (первый прошел в 2011–2012 гг., второй – 2017–2018 гг.) могут участвовать граждане России, подпадающие под требования к кандидатам, которые можно прочесть на сайте Центра. Претендентам, соответствующим требованиям по образованию и профпригодности, предстоит пройти медицинское обследование, психологическое и физическое тестирования.

Заявления и документы (копии оригиналов) следует высылать почтой России в Звездный городок «начальнику

14 июняastronautы вновь занимались проблемой производства оптоволокна в невесомости – считается, что в космосе это может стать прибыльным бизнесом.

НАУКА, МЕДИЦИНА, БИОЛОГИЯ

17 мая Кристина с помощью миниатюрного термоциклера, называемого также «амплификатор» (прибор, периодически охлаждающий и нагревающий пробирки), проводила эксперимент «Гены в космосе-6» (Genes

in Space-6) по изучению влияния космической радиации на ДНК и на механизм восстановления клеток в условиях микрогравитации. Затем Кук отправилась ухаживать за маленькими съедобными растениями, выращиваемыми в экспериментальной установке Veggie PONDs.

21 мая с помощью биомолекулярного секвенсора Ник определял последовательность образцов ДНК в рамках эксперимента Genes in Space-6.

22 мая в японском модуле Кибо Энн наблюдала, как иммунная система мышей, схожая с человеческой, реагирует на нехватку привычной гравитации. Далее МакКлейн скооперировалась с Кук и Сен-Жаком, и они вместе приступили к исследованиям, чтобы помочь докторам повысить иммунитет астронавтов в космосе. Улучшение вакцин и терапии поможет в лечении болезней и раковых заболеваний на Земле, а также пригодится для полетов к Луне и за пределы ее орбиты.

23 мая Ник Хейг с помощью инструмента для редактирования генома CRISPR изучал воздействие радиации на ДНК (Genes in Space-6).

31 мая МакКлейн и Сен-Жак чистили и осматривали перчаточный бокс LSG, который целый месяц эксплуатировали в целях эксперимента Rodent Research-12 («изучение грызунов»). Задача – на примере мышей понять, как «обезвешивание» в космосе влияет на функцию выработки антител в организме и на иммунологическую память. Вся «соль» состоит в близком сходстве иммунной системы мышей с человеческой, поэтому

ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю. А. Гагарина» с пометкой «В комиссию по отбору кандидатов в космонавты» до 1 июня 2020 г.

Глава Роскосмоса Дмитрий Рогозин подчеркнул важность появления девушек в отряде: «...рассчитываем, что молодые женщины России могут спокойно пройти те жесткие требования, которые предъявляются к космонавтам, и тем самым сбалансировать отряд, который стал слишком мужским». В настоящее время в отряде женский пол представляет только Анна Кикина, поступившая в 2012 г. Пристальное внимание также обратят на претендентов из ракетно-космической отрасли. Интересно, что ранее в Госкорпорации сообщали о намерении чаще проводить набор в отряд космонавтов, но ограничиться меньшей численностью (в последний раз приняли восемь человек).

результаты эксперимента позволяют ученым приблизиться к пониманию изменений иммунитета астронавтов в космосе.

10 июня Сен-Жак занимался экспериментом BioNutrients-1, в котором исследуется производство еды на орбите, что призвано облегчить жизнь путешественников в дальний космос. Провиант с Земли не получить ввиду больших расстояний – выучит организация пищевого производства на борту.

НОВОСТИ РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА

29 мая во время трансляции ВКД-46 космонавт Антон Шкаплеров сообщил о завершении российской разработки реактивных ранцев для перелетов в открытом космосе. В американской терминологии их называют «сейферы».

Такие устройства можно использовать для спасения: в случае если, несмотря на меры предосторожности при выходах в открытый космос (из двух фалов один обязательно должен быть закреплен за поручень внешней обшивки станции), космонавта отнесет от станции, тогда и пригодится ранец.

Позднее генеральный директор – главный конструктор НПП «Звезда» имени академика Г.И.Северина Сергей Поздняков заявил, что при разработке новых модульных скафандров предприятие может встроить в них систему спасения в виде реактивного ранца. Как пояснил Сергей Сергеевич, подобные разработки уже проводились около 15 лет назад, но приостановились из-за уменьшения грузопотока на МКС. Разработки тех лет можно уменьшить в размерах и встроить в новые скафандры.

Заместитель главного конструктора ИМБП РАН Евгения Ярманова рассказала, что на российской бегущей дорожке БД-2, поставленной на МКС в 2013 г. и работающей сейчас дольше гарантийного пятилетнего срока, космонавты «отбегали» более 40 тысяч км, иными словами, «пробежали» весь земной экватор. БД-2 примечательна уникальной системой виброизоляции, позволяющей уменьшать при беге виброотдачу на конструкцию МКС всего до 3 кг.

«НАДЕЖДА» ДЛЯ РОБОТОВ

В 2020 г. JAXA планирует организовать в японском модуле «Кибо» («Надежда») соревнования по управлению

роботом с Земли среди студентов из 11 стран АТР.

Используя собственное программное обеспечение, участники должны будут из Космического центра Цукуба дистанционно манипулировать роботом. Таким образом Японское агентство попытается экспериментально проверить точность управления роботом, находящимся в невесомости.

Судя по описанию – «32-сантиметровые кубовидные роботы NASA», – японцы планируют использовать для соревнований прототипы кубовидных роботов-помощников Astrobbee, прибывших на МКС 19 апреля сего года.

ДРУГИЕ СОБЫТИЯ

20 мая Сен-Жак продемонстрировал на практике действие второго и третьего законов Ньютона. Он записал опыты на видео, которое поможет

студентам понять, как сила и ускорение воздействуют на тела в ходе космического полета.

21 мая Ник Хейг написал в твиттере: после более двух месяцев жизни в условиях гипогравитации (стартовал на «Союзе МС-12» 14 марта) его позвоночник растянулся, и сам Ник подрос на 5 см. Ранее, в начале марта, Энн МакКлейн сообщила об изменениях своего роста: за 3 месяца в невесомости она тоже выросла на 5 см. Так что в космосе растут все!

29 мая прошло ровно три года с момента полного развертывания в составе МКС экспериментального наддувного модуля BEAM частной американской компании Bigelow Aerospace.

7 июня Кристина поздравила в твиттере свою коллегу с 40-летием. Энн МакКлейн посчастливилось встретить юбилей вместе с товарищами по станции на околоземной орбите. ■



Президент России Владимир Путин вручил космонавту Федору Юрчихину орден «За заслуги перед Отечеством» II степени

Награды нашли героев

23 мая в Екатерининском зале Кремля Президент России Владимир Путин наградил Героев России, летчиков-космонавтов РФ государственными наградами.

Ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени удостоился Фёдор Николаевич Юрчихин, выполнивший пять длительных полетов на МКС и девять ВКД. Ордена «За заслуги перед Отечеством» IV степени вручили Андрею Ивановичу Борисенко и Олегу Викторовичу Новицкому, совершившим по два космических полета.

29 мая Владимир Путин подписал указ № 240 «О награждении государственными наградами Российской Федерации».

За большой вклад в освоение космоса и многолетнюю добросовестную работу дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР Алексей Архипович Леонов, первым в мире выполнивший выход в открытый космос, удостоился ордена «За заслуги перед Отечеством» I степени.

За мужество и высокий профессионализм, проявленные при осуществлении длительного космического полета на МКС (3-й полет, 168 суток, «Союз МС-07», МКС-54/55, 17.12.2017 – 03.06.2018), Герой России, летчик-космонавт РФ Антон Николаевич Шкаплеров награжден орденом «За заслуги перед Отечеством» III степени.



SIRIUS-19: ВИРТУАЛЬНАЯ ЛУНА

Евгений РЫЖКОВ

В Институте медико-биологических проблем продолжается эксперимент SIRIUS-19. В ходе 4-месячного «полета» международный экипаж из шести человек, находясь в Наземном экспериментальном комплексе, осуществляет «полет» на Луну и обратно (РК №4, 2019). 21 мая начался второй – самый интересный – этап – «посадка и работа на поверхности Луны».

21 мая в 09:20 в жизни участников международного эксперимента SIRIUS-19 произошло заметное событие. В соответствии с циклограммой «полета» экипаж корабля разделился на две группы. Четверо «космонавтов» – командир Евгений Тарелкин, бортинженер Дарья Жидова, врач Сте-

фания Федяй и исследователь Рейнхольд Повилайтис (Reinhold Povilaitis) – перешли из жилого отсека в лунный взлетно-посадочный комплекс (ЛВПК). А исследователи Аллен Миркадыров (Allen Mirkadyrov) и Анастасия Степанова с «околорунной орбиты» приступили к слежению за работой экспериментального экспедиционного модуля.

В тот же день в 11:20 экипаж ЛВПК осуществил «посадку на Луну».

Подробности эксперимента нашему журналу рассказал сопредседатель программного комитета и руководитель психофизиологического раздела проекта SIRIUS, заведующий лабораторией социальной и когнитивной психологии Института медико-биологических проблем (ИМБП) РАН, д.м.н. Вадим Игоревич Гущин.

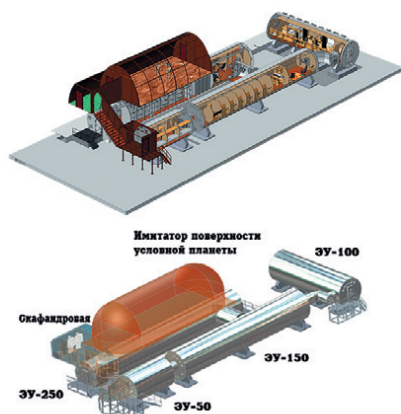
МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПЛАНЕТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Напомним: 4-месячный эксперимент SIRIUS-19 стартовал в Наземном медико-технологическом экспериментальном комплексе (НЭК) ИМБП РАН 19 марта (РК № 4, 2019, с.24-27). Для имитации полета к Луне задействован медико-технический комплекс в составе экспериментальных установок ЭУ-150 (жилой отсек), ЭУ-100 (медотсек),

ЭУ-250 (грузовой отсек), а также ЭУ-50 – ЛВПК, используемый только для спуска к Луне, выхода на ее поверхность (модуль «Поверхность») и возвращения к комплексу. В конце эксперимента, после «возвращения» всего комплекса на околоземную орбиту, экипаж произведет спуск на ЭУ-50. В состав комплекса входит «скафандровая» – помещение для надевания скафандров.

Все модули герметичны. За счет этого удается выдержать главное условие эксперимента – изолированность внутренней экосистемы от внешних условий. Многие страны, в том числе США, возвели свои гермокамеры, однако никто не смог приблизиться к возможностям нашего НЭКа с модулем «Поверхность». Европейское космическое агентство (ЕКА) после завершения проекта Марс-500 (03.06.2010 – 04.11.2011) задумалось о строительстве такого модуля, однако воз и ныне там. К настоящему времени только российский ИМБП располагает «межпланетным кораблем» и «напланетной поверхностью» для «вылазок» на другие небесные тела, что делает НЭК уникальным объектом. Моделирования напланетной деятельности такого порядка нет нигде в мире.

Остановимся подробнее на ЭУ-50 (ЛВПК). Этот герметичный модуль был



построен вместе со всем НЭКом в 1970-х годах для испытаний средств защиты от радиационного излучения. Его объем 50 м³. В программе SIRIUS-19 он используется в качестве ЛВПК и убежища при солнечных вспышках. Выйдя из ЭУ-50, «космонавты» по специальной «шлюзовой камере» проходят в «скафандровую», облачаются в скафандры и входят в модуль «Поверхность», который специально выстроили для моделирования работы на лунном грунте.

В 2011 г. во время эксперимента «Марс-500» (годовой полет на Марс) был осуществлен короткий выход на поверхность Красной планеты (около 15 минут), в котором использовались технологии виртуальной реальности (VR). Участники эксперимента дистанционно, из ЭУ-50, управляли и реальной, и виртуальной моделями марсохода, выходили в марсианских скафандрах на поверхность. В эксперименте SIRIUS-17 (7–24 ноября 2017 г.) VR опять испытали в деле: члены экипажа «рулили луноходом» с окололунной орбиты, отрабатывая управление объектом, предназначенным для высадки.

Что касается SIRIUS-19, здесь виртуальная высадка сопровождалась реальными физическими ощущениями. Как и в «Марс-500», специалисты ИМБП с помощью реальных объектов воссоздали в модуле «Поверхность» фрагмент лунного ландшафта. Физические действия дополняли виртуальные: картинка поверхности Луны отображалась на экранах VR вместе с интегрированными туда реальными объектами. Виртуальная среда включала 23 объекта, которые видел и которыми мог манипулировать космонавт: ЛВПК, луноход, два контейнера с инструментами, мостик через пропасть с перилами, камни для сбора образцов и т.д. Таким образом, «космонавты» воспринимали «прилуннение» и «внекорабельную деятельность» (ВКД) более реалистично.

В ходе SIRIUS-19 продолжилось изучение проблемы, выявленной в «Марсе-500», – задержка связи из-за дальности расстояний. В данном эксперименте была внедрена задержка связи между «Землей» и «Луной» в 5 минут (минимально достаточная для нарушения своевременности обмена информацией). Все сообщения от ЛВПК принимала на окололунной орбите Настя Степанова, а затем ретранслировала их в «ЦУП» института. Она же передавала во время высадки сообщения «ЦУПа» космонавтам, работающим на поверхности.



Экипаж ЛВПК осуществил «посадку» на «лунную поверхность»

ЧЕЛОВЕК НА ЛУНЕ

23 мая в 10:00 члены экипажа ЛВПК Евгений Тарелкин и Рейнхольд Повилайтис выполнили первый из серии имитационных выходов на поверхность Луны.

Всего было запланировано четыре ВКД. Задачей первого короткого пятиминутного выхода был визуальный осмотр ЛВПК на предмет поиска возможных повреждений при прилунении для определения необходимости срочного взлета. А на 2-е, 4-е и 6-е сутки состоялись еще три «выхода» (естественно, ЛВПК также подвергался визуальному осмотру).

Основные элементы сценария работы «лунной ВКД» подготовил специалист Летно-испытательного отдела РКК «Энергия» Святослав Морозов.

Для имитации напланетной деятельности космонавты использовали разработанные ИМБП совместно с рос-

сийской компанией Sci-VR и мехматом МГУ специализированные костюмы, представляющие собой автономные аппаратно-программные комплексы в виде гибких скафандров. В состав такого скафандра входит шлем VR с датчиками пространственного положения головы и тела. Системой управляет вычислительный модуль, расположенный в ранце на спине космонавта.

План работы в «лунном кратере» составлялся скрупулезно. Перед «специальной операцией» Евгений и Рейнхольд с помощью Стефании наклеивали на тело датчики сердечного ритма, в «скафандровой» надевали скафандры и шлемы VR, проводили шлюзование, выходили на площадку виртуального лифта и спускались на поверхность.

После осмотра ЛВПК выходящие проходили примерный аналог «Полевого теста», с которым космонавты и астронавты сталкиваются в медицин-





ских палатках ИМБП, приземлившись в Казахстане после длительного космического полета. В ходе теста отрабатывались диагностические процедуры для проверки адаптации организма к гиповесомости (сила тяжести на Луне примерно в 6 раз меньше земной) после состояния невесомости (около-лунная орбита). Для анализа движения записывались на камеру, прикрепленную к штативу, а также на управляющий компьютер. Анализировались движения в каждом из суставов, длина шагов, точность движений в скафандре.

После кинематического теста участники проходили по мостику, заботливо перекинутому над «лунной пропастью» экипажами предыдущих «лунных экспедиций», доставившими на Селену оборудование, аппаратуру и роверы (одним из них и управляли Рейнхольд и Тарелкин). Перебравшись на другую сторону, космонавты учились ремонтировать (меняли колеса) на реальной физической модели складного портативного ровера, который отражался на экране шлема в виде виртуального образа. После короткого перерыва Евгений и Рейнхольд возвращались обратно в «скафандровую», где снимали шлемы и, управляя на компьютере виртуальным луноходом, ехали к перспективному месту сбора геологических образцов. Достигнув цели, они снова надевали шлемы VR и, выйдя из «скафандровой», шли за «добычей».

Необходимость перехода к виртуальному луноходу была обусловлена отсутствием реального ровера. Несмотря на это логика и последовательность операций реального выхода сохранялись. Следует отметить: в отсутствие реальной космической техники только комбинирование физических объектов и виртуальной реальности может обеспечить полномасштабную имитацию профессиональных операций, которые космические корпорации планируют в ходе внекорабельной деятельности.

Место сбора «лунной породы» отнюдь не выглядело каменоломней – в распоряжении ребят было лишь два камня. От каждого камешка физически (!) необходимо было отбить несколько кусочков, используя дрель и специальный молоток, и поместить в контейнер. Каждый образец подвергался радиометрии с помощью дозиметра (если осколок сильно радиоактивный, его не стоило заносить на корабль) и газоанализу на предмет наличия ядовитых газов. Интересно, что принцип соединения физических и виртуальных объектов используется со времен проекта «Марс-500» и позволяет совмещать реальные физические нагрузки в ходе профессиональной деятельности с манипулированием объектами в виртуально воссозданной напланетной обстановке.

Каждая секунда работы, как и в реальном ВКД, хронометрировалась. Сценарий для всех трех ВКД (кроме первого – короткого, инспекционного) прописан одинаковый – на каждый выделялось 58 минут.

В первой ВКД, к несчастью, случился неожиданный для организаторов аппаратный сбой, и ее прервали. Однако последующие два прошли строго «по расписанию» – отклонение от циклограммы было 3 и 5 минут соответственно.

В последнем выходе в сценарий была введена нештатная ситуация: Тарелкин «потерял связь» с ЛВПК. По инструкции о выполнении каждого этапа работы космонавты докладывали в ЛВПК. В нем на связи была Дарья Жидова, которой отвели роль ассистента: прием информации и выдача рекомендаций по дальнейшим действиям («ЦУП» на связи с экипажем не был, и только Даша «вела» выходы). В это время Стефания следила за физиологическими функциями организмов Евгения и Рейнхольда. Роль двух девушек, пристально следивших из ЛВПК за работой мужчин на «Луне», была не менее важна.

В описанной нештатной ситуации во время 4-й ВКД Е. Тарелкин принял правильное решение: передал управление операциями Рейнхольду, поскольку у него связь с ЛВПК работала штатно. Несмотря на его плохой русский язык, экипаж успешно доработал программу до конца и почти уложился в отведенное время.

ВКД получилась очень реальной. Лунные космонавты потом признались, что, обьяв взглядом горизонт, восприняли все настолько реалистично, что «дальше некуда». И хотели бы выходить снова и снова, хотя программа этого не предполагала.

НЕМНОГО О ТЕЛЕМЕДИЦИНЕ

Во внекорабельной деятельности SIRIUS-19 отрабатывался набор телемедицинских технологий, регистриро-

Оценить все риски

Вслед за СССР и Россией подобными НЭКу экспериментальными установками на рубеже 20–21 веков обзавелись:

- Япония. Космический центр Цукуба (преф. Ибараки), установка для адаптационных тренировок в замкнутой среде. Построена в 1995 г.;
- Германия. Германский центр авиации и космонавтики DLR, аналоговая среда ENVIHAB (г. Кёльн); построена в 2013 г.;
- КНР. Пекинский университет аэронавтики и космонавтики, аналоговая среда «Юэгуань-1», или «Лунный дворец» (Lunar palace). Построена в 2013 г.;
- США. Космический центр имени Линдона Джонсона (США, Хьюстон), аналоговая среда для исследований человека для перспективных полетов HERA (Human Exploration Research Analog). Первый эксперимент состоялся в 2014 г.

Мир постепенно осознает необходимость моделирования полетов на неизученные планеты. Влияние околоземной орбиты на человека хорошо исследовано (наблюдения продолжаются на МКС), а вот окололунную и более далекие орбиты человечество пока не освоило. Важно смоделировать все риски на Земле, прежде чем отправляться в неизведанные области Солнечной системы.

вавших пульс, количество движений и другие показатели жизнедеятельности космонавтов и отправлявших измерения на планшеты врача экипажа Стефании. По этим данным можно было оценить психофизиологическую нагрузку, возникающую в ходе операций, то есть эргономику (удобство эксплуатации): сколько усилий тратит человек, осваивая новую технику. Как известно, при проектировании новой космической техники на этапе учета человеческого фактора крайне важна эргономическая оценка, позволяющая создавать устройства, по-настоящему удобные космонавтам.

С этой целью использовался ручной прибор актиграф – будущее нашей космической медицины. Во время реального выхода в открытый космос с помощью таких приборов сам космонавт будет видеть в режиме реального времени, сколько усилий уходит на выполнение конкретных задач, и сможет точнее рассчитать свои силы. Видимо, переход к автономной системе медицинского сопровождения с функцией обратной связи с космонавтом в ближайшем будущем неизбежно наступит. Автономные системы обеспечения, заточенные на принятие решений самим экипажем, – основа межпланетных полетов.

Кроме выходов на поверхность, экипаж в ЛВПК проходил тренировки по управлению «луноходами» (французским Teleor и ровером МГУ с манипулятором), операции взлета и посадки ЛВПК, искал более богатые залежами воды места, менял «дислокацию» ЛВПК, перелетая в другие кратеры, выполнял и другие задания. Скучать не приходилось.

«СКАФАНДРОВАЯ»

Так называется помещение, в которое Евгений и Рейнхольд переходили из ЛВПК для облачения в скафандры перед выходами и откуда осуществлялось дистанционное управление роверами.

Планетарный карантин – важная функция «скафандровой». После завершения ВКД космонавты с трех точек на теле методом слайдов брали микробиологические пробы на чашке Петри (прозрачный лабораторный сосуд в форме невысокого плоского цилиндра, закрываемый похожей крышкой несколько большего диаметра). Слайды в запечатанном виде вносили в ЭУ-50, где они сначала хранились в термостатируемом контейнере, а



потом переносились в орбитальный комплекс.

По сценарию «лунной высадки» Евгений Тарелкин и его команда нашли на нашем спутнике «бактерии». То есть отрабатывался порядок действий в соответствии с принципом планетарной защиты, который, возможно, пригодится в будущем на случай реальной высадки на поверхность Селены.

Кроме лунной пыли и радиации, вероятно наличие микробиологической угрозы. Ее надо изучать и отрабатывать, считают сотрудники ИМБП: нет никаких гарантий, что после реальной высадки на Луну мы не занесем чужепланетные микроорганизмы на Землю. И это не абсурд. Помимо найденных в крупнейшем подледном озере Антарктиды под названием Восток бактерий-экстремофилов, споры микроорганизмов уже находили на обшивке МКС, что говорит о живучести и стойкости некоторых видов бактерий к условиям открытого космоса – жуткому холоду и космической радиации.

27 мая ЛВПК «осуществил взлет» со спутника Земли и в 14:00 пристыковался к лунному орбитальному кораблю. Самый важный и ценный этап эксперимента, то есть «работа на Луне», завершен.

В орбитальном комплексе на окололунной орбите все шесть участников эксперимента воссоединились и приступили к дистанционному управлению лунными роверами для строительства лунной базы, приема транспортных кораблей с Земли и прочим задачам.

17 июля 4-месячный изоляционный эксперимент завершится: экипаж SIRIUS-19 торжественно покинет НЭК.

Дневники экипажа

Во время экспедиции команда ведет бортовые дневники, доступные на сайте международного проекта SIRIUS (<http://sirius.imbp.info/>). На электронную «бумагу» с легкостью легли пришедшие в «космосе» экипажу размышления и побуждения, а также факты из жизни в эксперименте. И не скажешь, что межпланетные полеты такие суровые в плане нехватки общения с людьми!

Предлагаем почитать «Дневник бортинженера» Дарьи Жидовой, «Кратко о полете экипажа», «Полжизни на Луне», «Депривация сна» Анастасии Степановой, «Пассивная беговая дорожка» Стефании Федяй и другие. Из «судовых записей» можно узнать, что Дарья любит слушать британскую группу Prodigy, что Стефания в 13 лет стала кандидатом в мастера спорта по художественной гимнастике, что Анастасия опровергает «феномен третьей четверти» (так в 1991 г. Бичел и Берниг называли состояние полярников, выражающееся в снижении настроения, неудовольствии и ощущении напряжения, наступающее после «экватора» пребывания в длительной экспедиции в Антарктиде) и, наконец, кто главный на камбузе.

Половине экипажа посчастливилось отпраздновать на «орбите» день рождения: Рейнхольду (22 марта), Стефании (19 апреля) и Аллену (5 мая).



Галина ЯКОВЛЕВА

НАШ «КОСМИЧЕСКИЙ ДОМ»

ПЕРВЫЙ В МИРЕ «КОСМИЧЕСКИЙ ДОМ» – ЗАМКНУТАЯ СИСТЕМА ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА С АВТОНОМНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ БИОС – БЫЛ ПОСТРОЕН В КРАСНОЯРСКЕ ЕЩЕ В 1960-х ГОДАХ. НЕСКОЛЬКО ДЕСЯТИЛЕТИЙ РОССИЙСКИЕ УЧЕНЫЕ ОСТАВАЛИСЬ В ОДИНОЧЕСТВЕ В НАУЧНОМ СООБЩЕСТВЕ, НАМНОГО ОПЕРЕДИВ СВОЕ ВРЕМЯ. СЕГОДНЯ ОНО ПРИШЛО. КИТАЙ И ДРУГИЕ СТРАНЫ РАБОТАЮТ НАД СОЗДАНИЕМ ПОДОБНЫХ СИСТЕМ, КОТОРЫЕ НЕОБХОДИМЫ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЛУННЫХ БАЗ И ДЛИТЕЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЕТОВ. А ЧТО ЖЕ РОССИЯ?

НАШ СПЕЦИАЛЬНЫЙ КОРРЕСПОНДЕНТ ПОБЫВАЛ В ИНСТИТУТЕ БИОФИЗИКИ КРАСНОЯРСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА (КНЦ) СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ГДЕ ПОСТРОЕН БИОС-3, И ПОГОВОРИЛ С ЕГО СОЗДАТЕЛЯМИ.

СЕРГЕЙ КОРОЛЁВ: «МНЕ ЭТО НАДО БЫЛО ВЧЕРА!»

В начале 1960-х молодые красноярские ученые Иосиф Гительзон и Иван Терсков проводили эксперименты по управляемому биосинтезу микроводоросли хлореллы. И пришли к ключевому выводу о возможности создания замкнутой системы жизнеобеспечения (СЖО), моделирующей основное свойство биосферы – замкнутость круговорота веществ. Всего 2 кг сухой массы хлореллы в виде суспензии в 15–20 литрах питательного рас-

твора могут обеспечить дыхательные потребности человека. Работой сибиряков заинтересовались военные из Института авиационной медицины, занимавшиеся вопросами жизнеобеспечения человека в космических полетах. Однако для создания управляемой системы требовались средства, которых у красноярцев не было.

«Леонид Васильевич Киренский (академик, основатель Института физики СО АН СССР и фактически фундаментальной науки в Красноярском крае. – *Авт.*) попытался продвигать

это направление, но оказалось, что у Академии наук таких средств тоже нет, – рассказывает академик И.И. Гительзон, бывший директор Института биофизики КНЦ СО РАН, один из основателей БИОСа. – Тогда он решил обратиться к Сергею Павловичу Королёву. Первая наша встреча с Королёвым состоялась сразу после полета Гагарина. Надо отметить, что имя Главного конструктора тогда было настолько засекречено, что даже в его фирме – ОКБ-1 в Подлипках – его называли не иначе как СП».

«Только лекций мне тут не надо, – начал Королёв, дороживший временем, при встрече с красноярцами. – А то приезжают тут разные, прочитают нам лекцию, и опять ничего нет...»

Однако то, что предложили сибиряки, настолько вдохновило Сергея Павловича, что он тут же велел им идти в плановый отдел ОКБ-1 и заключить договор на 1 млн (!) рублей – огромные по тем временам средства. В плановом просителей встретили весьма прохладно: «Какой миллион? Посреди пятилетки!» Впрочем, узнав, что это распоряжение «самого СП», тут же сменили тон: «Ах, Сергей Павлович... Садитесь, садитесь, будем составлять договор».

Надо сказать, что встречи с Королёвым у красноярцев стали регулярными. Они приезжали к нему с отчетами по созданному БИОСу.

«Однажды мы отправили в ОКБ-1 фильм об эксперименте, – вспоминает Иосиф Исаевич. – Приезжаем с отчетом – фильма нет, не могут найти. Королёв вызывает своего зама: «Через 30 минут мы идем смотреть фильм». И через полчаса ему докладывают: «Сергей Павлович, все готово – идите смотреть». Нашли. Такая вот была дисциплина в его «просвещенной монархии».

Последняя встреча с Главным состоялась у Гительзона за три месяца до смерти Сергея Павловича. Молодой ученый выразил сомнение: а не рано ли создан БИОС? Ведь для нынешних околоземных полетов он не нужен...

«Мне это надо было вчера! – резко ответил Королёв. – Возьмите вдвое больше, но сделайте вдвое быстрее! У меня осталось 10 лет жизни. За это время я должен довести людей до планет».

К сожалению, этим планам не суждено было сбыться... Но красноярские ученые продолжали проводить исследования и эксперименты в БИОСе.

ПО ПРИНЦИПАМ БИОСФЕРЫ

Ученые подсчитали: для космического полета продолжительностью в один год на экипаж из трех человек надо около 10 т запасов воды, пищи и кислорода. Для полета на Марс и обратно



Иван Терсков и Иосиф Гительзон, 1963 год

экипажу потребуется уже 30 т запасов. За сутки человеческий организм выделяет в окружающую среду более 2.5 кг продуктов обмена. За три года в расчете на экипаж из трех человек это составит более 8 т. Как избавиться от ненужных веществ?

Нужен замкнутый цикл – круговорот, при котором вещества, выведенные из организма, могли бы после ряда превращений вновь использоваться экипажем. «Замкнутая СЖО – это такая система, в которой продукты жизнедеятельности человека становятся исходными продуктами для воспроизводства того, что нужно человеку, – объясняет исполнительный директор Центра замкнутых экосистем при Институте биофизики СО РАН, доктор биологических наук, профессор Александр Тихомиров. – Необходимо добиться циклического круговорота по всем веществам и в идеале достичь близкого к 100% замыкания. Теоретически такая система могла бы бесконечно долго находиться вне Земли. Но на практике достичь этого чрезвычайно сложно. Наша система БИОС-3 является прообразом такой системы».

Красноярская СЖО была построена на основе тех же принципов, что вот уже несколько миллиардов лет проходят естественную проверку на нашей планете.

Для начала ученым необходимо было решить проблему с дыханием человека в замкнутой системе. В первой БИОС использовалась микроводоросль хлорелла, которая обеспечивала человека кислородом и поглощала

углекислый газ. (Кстати, первым испытуемым системы был один из ее создателей – Иосиф Гительзон.) БИОС-1 представляла собой большой железный ящик, в котором человек жил около месяца. Круговорот был только по газу. В БИОС-2 к хлорелле добавились высшие растения, которые могли употребляться в пищу в виде приправ.

Хлорелла – удивительное растение. За сутки она выделяет кислорода в 100 (!) раз больше своего объема. Производительность двух культиваторов составляла 2000 л кислорода в сутки (одному человеку нужно 0.8 кг). Эта водоросль неприхотлива и быстро растет, однако вскоре от нее все же пришлось отказаться.

«Мы не знали, что делать с биомассой, которую давала хлорелла, – делится Александр Тихомиров. – Использовать ее в пищу так и не научились, хотя над этим работали целые институты и в нашей стране, и за рубежом. Биомассу складировали, а от этого уменьшалось замыкание всей системы. Поэтому хлореллу мы заменили высшими растениями, пригодными в пищу, – пшеницей и овощами. Этот набор обеспечивал европейское



Александр Тихомиров рядом с макетом системы БИОС-3

меню, полностью сбалансированное по растительным жирам, белкам, углеводам и витаминам».

Пшеницу специально культивировали высокоурожайную, на коротком стебле. Она занимала половину площадей оранжереи. Причем растения были разновозрастными – именно при этом условии достигалось наиболее оптимальное для дыхания человека количество кислорода. Для уменьшения веса системы пшеница выращивалась без почвы, на гидропонике. 30% площадей было отдано под посадку чумы. Это растение обеспечивает потребность человека в маслах и жирных кислотах.

БИОС-3 – полноценный «космический дом» был построен в Институте биофизики КНЦ СО РАН в конце 1971 г. Его площадь составляет 80 м², объем около 300 м³. Большие иллюминаторы, герметично закрывающиеся двери. Установка состоит из четырех модулей: жилого (с каютами для трех человек) и трех модулей, созданных для оранжереи. Здесь удалось достичь полного замыкания по атмосфере и обеспечить полноценный растительный рацион для экипажа из трех человек.

Различных экспериментов в БИОС-3 было много. Самый продолжительный – 180 дней (1972–1973 гг.). Трое бионавтов автономно жили в изолированном герметичном бункере почти полгода. И только животную пищу (30% от общего объема) им пришлось брать в виде запасов.

Очень важно, что люди здесь были не только «звеном массообмена», но и операторами. Они собирали информацию, принимали решения и управляли всеми технологическими процессами. Снаружи комплекс обслуживали двое сменных дежурных – оператор и врач.

Условия в БИОСе были довольно спартанские. Жилой отсек состоял из трех небольших кают, кухни, туалета с душем и кают-компаний. Интерьер помещений самый простой и неприятный. Все модули изготовлены из пищевой нержавеющей стали и бука – никакого новомодного пластика и красок, выделяющих в атмосферу вредные для здоровья человека вещества. Кстати, на предмет экологиче-

ской чистоты были проверены около десятка видов деревьев, но подошел только бук, который специально привезли из Украины.

Растения в оранжерее освещались ксеноновыми лампами. Здесь выращивались пшеница, соя, салат, чума, морковь, редис, свекла, картофель, огурцы, щавель, капуста, укроп, лук. Все растения – специальных сортов, с укороченными стеблями, что позволяло снизить количество отходов. «Время показало, что все было сделано правильно, – комментирует профессор Тихомиров, показывая мне «космический дом». – Здесь было много зелени, полезной для здоровья и психологической разгрузки. Кстати, эксперимент проводился зимой, а в красноярских магазинах в то время нельзя было купить свежих овощей, поэтому нашим бионавтам многие завидовали. Все они вышли из БИОС здоровыми и прожили еще много лет».



«СОЛЕННЫЙ ОГУРЕЦ НА ГРЯДКЕ»

БИОС-3 полностью регенерировала атмосферу, возвращала в круговорот до 95% воды (с помощью специальных устройств очистки), воспроизводила половину продуктов питания (растительного происхождения).

«Проблема животной пищи пока не решена, хотя варианты есть, – рассказывает Александр Тихомиров. – Например, китайцы предлагают использовать в пищу гусениц шелкопряда, так как в них содержится много белка. Но мы, привыкшие к диете европейского типа, психологически не готовы к такой кухне. Есть и другая проблема. Для содержания гусениц придется отдать целый блок, в котором для них будут выращиваться растения. Овчинка выделки не стоит, так как вместо такого блока можно просто взять запасы пищи.

Решить эту проблему можно выращивая гигантских улиток, которые поедают растительные отходы, включив их в круговорот. Но они, в свою очередь, очень медленно растут, а значит их придется разводить в большом количестве, причем создавать «разновозрастный конвейер», а это опять же проблема пространства и увеличения веса системы. Есть также предложение разводить японского перепела, который дает яйца с большим содержанием белков, жиров и углеводов. Но он будет конкурентом человека в замкнутой системе, так как питается чистым зерном. Можно разводить коз и мини-пиги, правда, тут возникают вопросы по их содержанию.

Проще всего (и, вероятно, перспективнее с точки зрения восполнения животной пищи) выращивать рыб. Они питаются несъедобной биомассой растений, превращая растительные отходы в пищу, – их можно включить в круговорот».

Еще одна нерешенная в БИОС-3 проблема – утилизация продуктов жизнедеятельности человека. «Урина и кал скапливались в системе, это был ее недостаток, так как снижалось замыкание, – рассказывает Александр Аполлинариевич. – Сейчас мы научились эти отходы вовлекать в круговоротный процесс. Один из способов минерализации твердых отходов – биологическое сжигание (компост), при котором происходит перевод вещества из органического в минеральное состояние. Затем минеральные соли можно использовать как удобрение для растений. Надо сказать, на Земле процессы окисления органики зачастую проходят очень медленно. В то время как человек, находящийся в системе, должен быстро получать продукты окисления для обеспечения питания растений. Поэтому органику приходится минерализовать с помощью физико-химических процессов ускоренным способом. У нас в институте разработан и запатентован оригинальный метод минерализации. В реакторе разложения органики находится раствор перекиси водорода (H₂O₂). Перекись – неустойчивое соединение: один из атомов кислорода имеет слабую химическую связь и в условиях действия электри-

ческого поля легко отрывается. На короткий промежуток времени (доли секунды) образуется атомарный кислород, который является сильнейшим окислителем. Он соединяется с органикой и окисляет ее, переводя в минеральное соединение, которое можно использовать для питания растений. Этот метод, в отличие от классических физико-химических способов окисления, очень экономичный – не требует высоких температур и давлений, а также больших металлоемких конструкций. Кроме того, он более безопасен для человека. Такая установка может быть использована в будущих системах жизнеобеспечения».

Очень элегантно красноярские ученые решили проблему утилизации жидких выделений человека. Как известно, моча содержит хлористый натрий, губительный для растений из-за его высокой концентрации. И только так называемые «солеросы», способные поглощать соли до 50% от своей биомассы и растущие на засоленных почвах, не боятся его. Именно их и включили в шутку называют их «соленым огурцом на грядке». Высушенный стебелек такого растения можно использовать вместо поваренной соли. А «обессоленная» моча после коррекции может использоваться для питания других растений в СЖО. Таким образом, используя «солеросы», можно повысить замкнутость экосистемы.

«ОТЛОЖЕННЫЙ ПРОРЫВ»

«Создание БИОС-3 настолько опередило время, что 30–40 лет наш институт был фактически единоличным лидером в этой научной области, – вспоминает Александр Тихомиров. – Но позже и другие страны стали развивать свои космические программы по созданию замкнутых экосистем, к нам стали приезжать за опытом их представители. У нас были научные контакты с Японией, США, Европейским Союзом и Китаем. Проблемы, связанные с жизнеобеспечением человека при дальних космических полетах, надо изучать сейчас, хотя это задача не сегодняшнего дня. В одночасье их не решить. И потому страны, ведущие такие исследования, будут иметь возможность их реализовать лет через 10–15, а те, кто этим не занимается, сильно рискуют отстать навсегда».

Действительно, время Ч уже настало. Сегодня интерес к работам красноярских ученых возобновляется.

Совершенно ясно, что освоение дальнего космоса начнется только после создания безупречно действующей замкнутой СЖО. К примеру, в Китае, активно развивающем свою космическую программу, создано два современных комплекса, скопированных с нашей БИОС-3. Недавно китайцы провели годовой эксперимент с экипажем.

Сегодня сотрудники Института биофизики КНЦ СО РАН отрабатывают технологии замыкания системы. Однако все эксперименты в БИОС-3 проводятся без участия человека. Почему? Причина банальна – нет средств.

«БИОС-3 – огромная система, требующая больших затрат на содержание. Но сегодня у института таких средств нет, – поясняет профессор Тихомиров. – Чтобы запустить нашу систему «на полную катушку», требуется государственное финансирование в рамках крупного проекта. В то же время, если сейчас мы будем сидеть сложа руки, то навсегда отстанем от тех, кто сегодня уже ведет такие разработки. На Западе для этого деньги находятся. Чтобы не отстать, мы совершенствуем технологии замыкания и при должном финансировании будем готовы создать такую систему, которая по параметрам будет значительно превышать зарубежные аналоги. Это «отложенный прорыв». Но долго ждать нельзя, ведь кадры стареют.

В 2014 г. нам удалось выиграть грант РНФ для создания и апробации «Малой модели экосистемы», в которой мы проводили эксперименты с расчетной долей метаболизма человека. В систему поступают и перерабатываются экзометаболиты человека (включая продукты дыхательного газообмена), при этом отрабатываются и тестируются новые технологии. Основные результаты наших исследований опубликованы в ведущих профильных научных журналах и получили высокую оценку не только в России, но и за рубежом».

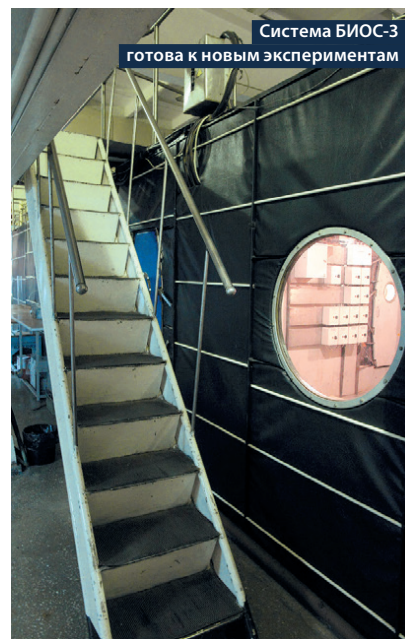
БИОЛОГИЧЕСКИЙ КРУГОВОРОТ НЕ ТОЛЬКО ДЛЯ КОСМОСА

Результаты экспериментов, проведенных в БИОС-3, могут пригодиться и на Земле. Ведь некоторые принципы замыкания биологического круговорота сходны как для маленькой системы, так и в масштабах планеты.

«Многие наши исследования могут иметь земное приложение, – разъясняет Александр Тихомиров. –

К примеру, для создания комфортных условий жизни человека в экстремальных условиях Арктики. На Севере становится крайне важной проблема утилизации отходов, которые очень медленно разлагаются из-за длительного периода низких температур. А мы можем создать такой экомод, в котором часть отходов жизнедеятельности человека может включаться в круговоротный процесс, обеспечивая рост растений в теплице и снабжая человека кислородом. Строительство СЖО с высоким замыканием по отдельным компонентам круговорота (например, по воде) может пригодиться в пустыне. С помощью наших технологий можно получать экологически чистые продукты, исследовать деструкцию токсических соединений и т.д.

Вторая проблема, для решения которой могут пригодиться разрабатываемые нами космические технологии, – это изменение климата на Земле. Для арктических районов любое повышение температуры весьма чувствительно. Начинается таяние льда – а это катастрофа для флоры и фауны. Другим же регионам грозит засуха. Искусственная замкнутая экосистема – это миниатюрная модель упрощенного прообраза биосферы, где можно моделировать нарушение некоторых круговоротов при задаваемых изменениях ряда климатических характеристик (температуры, газового состава атмосферы и др.). Возможно, такие исследования помогут в будущем найти пути для устранения негативных последствий, связанных с нарастающими изменениями климата». ■



Игорь АФАНАСЬЕВ



ВСЕ МЫ ЕЖЕДНЕВНО ИНТЕРЕСУЕМСЯ ПОГОДОЙ: БРАТЬ ЛИ С СОБОЙ ЗОНТИК, НАДЕТЬ ЛИ ТЕПЛУЮ КУРТКУ, КАКОЙ МАРШРУТ ВЫБРАТЬ? ПОИСКОВЫЙ ЗАПРОС НА СЛОВО «ПОГОДА» ЕДВА ЛИ НЕ САМЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ В GOOGLE. ОДНАКО МАЛО КТО ЗАДУМЫВАЕТСЯ, ЧТО КРОМЕ ЗЕМНОЙ СУЩЕСТВУЕТ ЕЩЕ И КОСМИЧЕСКАЯ ПОГОДА.

ЧЕГО ЖДАТЬ ОТ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ?

Под термином «космическая погода» понимается совокупность явлений, которые происходят в верхних слоях атмосферы, в ионосфере и околоземном космическом пространстве под влиянием внешних воздействий, обусловленных возмущениями в магнитосфере Земли (обычно их называют магнитными бурями), вспышками на Солнце, космической радиацией и т.п.

Космическую погоду изучает наука о солнечно-земных связях, рассматривающая зависимость между гелиофизическими и геофизическими процессами. Она концентрируется на

переменных составляющих солнечного влияния – коротковолновом излучении, солнечном ветре, солнечных космических лучах, проникающих через межпланетную среду и воздействующих на Землю, в частности на ее магнитосферу, ионосферу и атмосферу. Динамика этих процессов исследуется, прежде всего, с точки зрения передачи к Земле солнечной и галактической энергии и ее перераспределения в магнитосфере и ионосфере.

Уже более полувека ни для кого не является секретом, что солнечная активность оказывает воздействие

на живые организмы и технические устройства: сбивает с курса птичий стаи, вызывает ухудшение состояния метеочувствительных людей, а то и нарушает радиосвязь, повреждает линии электропередач, электронную аппаратуру самолетов и спутников.

Например, во время магнитных бурь, случившихся из-за мощных солнечных вспышек в августе 1982 г. и в марте 1989 г., наблюдались даже повреждения трубопроводов: в конструкциях возникали нерасчетные механические напряжения при резких изменениях магнитного поля Земли. Отмечались выходы из строя энергосистем, взрывы трансформаторов на телефонных подстанциях. Все это определило необходимость исследования и прогнозирования космической погоды.

Солнечные вспышки (взрывные процессы выделения кинетической, световой и тепловой энергии в атмосфере нашей звезды) и выбросы массы из солнечной короны порождают огромные облака плазмы, распростра-

Термин «погода в космосе» впервые ввел советский ученый-геофизик, участник знаменитой Папанинской эпопеи, Герой Советского Союза, начальник Гидрометслужбы СССР академик Евгений Константинович Фёдоров (1910–1981).

Долгопериодические (от 10 до 100 и более лет) тенденции космической погоды в последнее время называют космическим климатом (Space Climate).

нящиеся от Солнца в форме излучения, высокоэнергетических частиц, магнитных или плазменных облаков. Вызванная ими крупномасштабная магнитозвуковая ударная волна, перемещаясь в межпланетном пространстве, может ускорять заряженные частицы, представляющие большую опасность для космонавтов и спутников, а встречаясь с магнитосферой Земли, порождает сильные геомагнитные бури и полярные сияния.

Эксперты из Мичиганского технологического университета пришли к выводу, что космическая погода с каждым годом становится все опаснее для нашей планеты. Ученые заявили: воздействие космических лучей, волн и выбросов вещества на атмосферу может стать причиной сбоя в работе современных коммуникационных сетей – мобильной связи, Интернета, спутниковой навигации. Они также предположили, что с развитием технологий влияние космической погоды будет только ухудшаться. Чтобы избежать катастрофических последствий (или хотя бы смягчить их), дан-

ные явления требуется изучать, отслеживать и прогнозировать.

Работы в этом направлении идут и в России. Так, в Сколковском институте науки и технологий (Сколтех) международная группа ученых, руководимая Татьяной Подладчиковой, разработала новый метод трехмерной реконструкции явлений космической погоды, в частности упомянутых ударных волн, рождающихся во время выбросов энергии на Солнце.

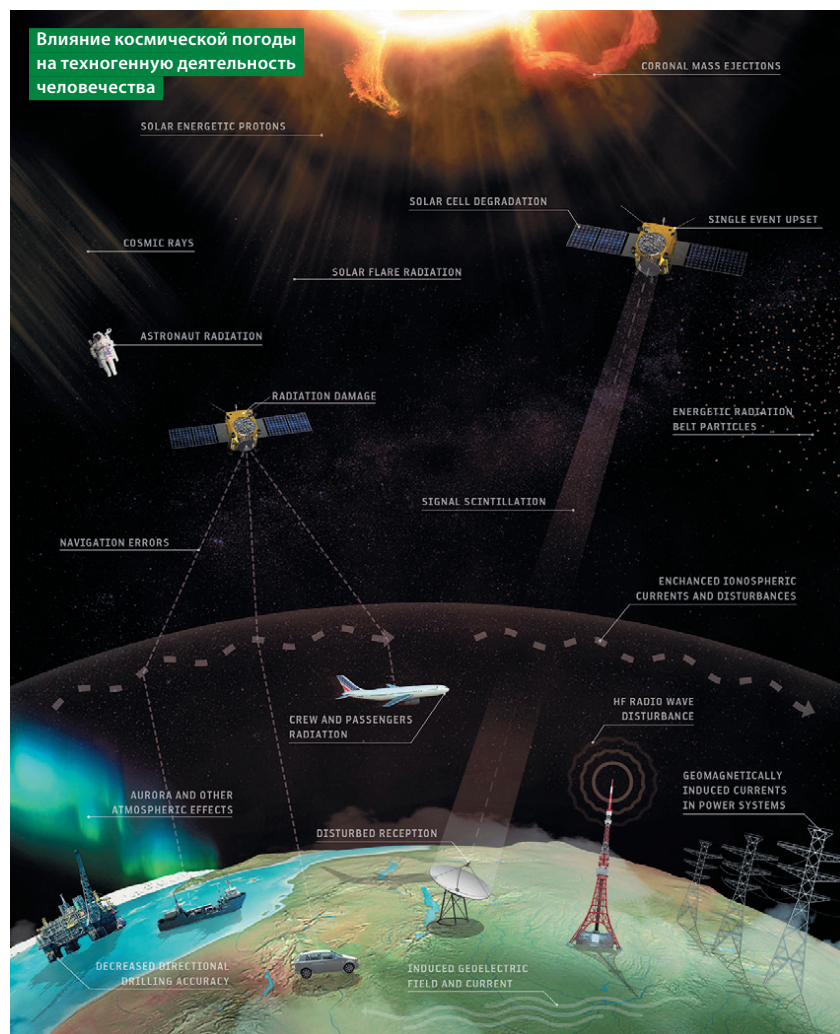
Метод разработан на основе результатов миссии по изучению солнечной активности STEREO (Solar Terrestrial Relations Observatory), начатой NASA в 2006 г. и включающей запуск двух одинаковых космических аппаратов на две разные орбиты вокруг Солнца. Один обгоняет Землю, второй чуть отстает, позволяя одновременно наблюдать нашу звезду из двух разных точек. Стереоскопический эффект наблюдения дает возможность восстановить трехмерную структуру взрывных явлений – по одиночному измерению это сделать было бы невозможно.

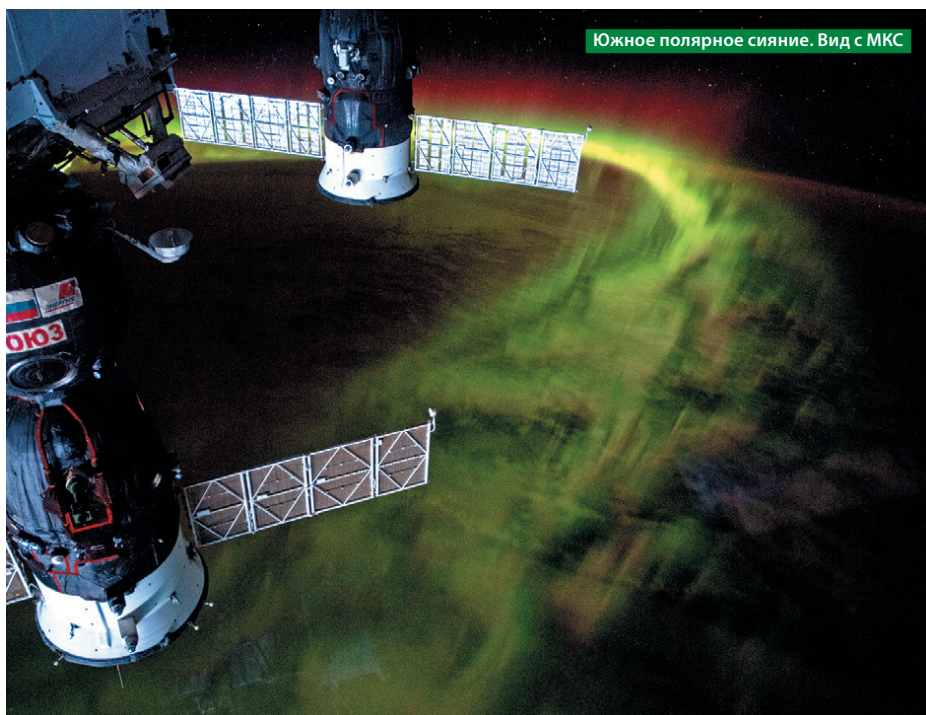
ИПГ имени Е. К. Фёдорова – это научно-исследовательский и координационно-методический центр Росгидромета в сфере фундаментальных и прикладных исследований в околоземном космическом пространстве, магнитосфере, ионосфере и верхней атмосфере, с учетом солнечной активности и антропогенной деятельности, разработки и совершенствования методов геофизических и гелиофизических прогнозов, теоретического и прикладного моделирования. Институт является головной организацией Росгидромета по ионосферным, магнитным и гелиогеофизическим наблюдениям.

Основная задача предлагаемого метода – выделение полезного сигнала из огромного потока зашумленных экспериментальных данных и поиск скрытых закономерностей для понимания сути наблюдаемых явлений.

Большое внимание исследованию космической погоды уделяет Роскосмос: в конце апреля на заседании Общественного совета Госкорпорации рассматривались вопросы фундаментальных и прикладных исследований при освоении космического пространства, а также перспективные научные разработки, ведущиеся в этих целях (РК №6, 2019, с.28). Заместитель директора по научной работе Института прикладной геофизики (ИПГ) имени академика Е. К. Фёдорова Владимир Минлигареев представил доклад о состоянии и перспективах развития космического сегмента системы мониторинга геофизической обстановки над территорией Российской Федерации.

Подчеркивая важность таких исследований, он напомнил о «Событии Кэррингтона» – мощнейшей геомагнитной буре, случившейся в 1859 г. и связанной с огромным выбросом из короны Солнца. По словам докладчика, «мощность бури была такова, что даже на телеграфах Европы и США вспыхивала бумага, а северное сияние наблюдали на Карибах!.. Если мы представим, что произойдет сейчас при подобном выбросе, то сохранится очень высокая вероятность того, что Земля окажется на пути мощной бури. Возможны не просто нарушения и сбои в работе, но и глобальные отказы техногенных систем. Все прекрасно





Южное полярное сияние. Вид с МКС

Во время операций США «Буря в пустыне» и «Свобода Ираку» в 1989 г. и 2003 г. американцы несли значительные потери за счет перерывов в радиосвязи и неверного наведения оружия. В частности, коэффициент эффективности применения крылатых ракет, по открытым данным, не превышал 50–90 % из-за того, что боевые действия проходили в момент высокой солнечной активности.



Северное полярное сияние. Вид с Земли

знают, что сейчас мы находимся в минимуме солнечной активности. И этот минимум очень сильно затянулся. Что будет дальше – никто не знает».

В.Т. Минлигареев привел и более свежие примеры. Солнечный шторм в марте 1989 г. вызвал отключение электричества для миллионов жителей канадской провинции Квебек, где вышли из строя все входные трансформаторы. Электрические сети северной части США едва выдержали удар стихии. Во всем мире прерывалась радиосвязь и рождались полярные сияния. Ущерб был оценен в несколько миллиардов долларов.

Ученый напомнил, что в то время магнитный полюс находился как раз над Канадой, но сейчас он перемещается в сторону России и в 2018 г. уже пересек линию перемены дат.

Из-за солнечных вспышек, возникавших в последние десятилетия, многократно срывалась коротковолновая связь (по словам Владимира Тимуровича, «в некоторых случаях в течение 45 % времени в полярных областях ее просто не было») и нарушалось управление спутниками.

По причине влияния космической погоды на работу навигационных космических аппаратов, происходит смещение определяемых с их помощью координат, сбои приборов и даже ускоренная деградация оптических систем.

Существует и серьезная опасность облучения космонавтов на космических станциях, экипажей и пассажиров авиалайнеров, не исключены сбои в работе авионики при солнечных вспышках.

По словам В.Т. Минлигареева, «для исследования и прогнозирования космической погоды в России имеются наземные космические средства (наземные станции), а также небольшая орбитальная группировка космических аппаратов, оснащенных гелиогеофизической аппаратурой, – это спутники «Метеор» и «Электро-Л». На Международной космической станции проводятся эксперименты по определению спектров слоистых образований в атмосфере в видимом и ближайшем инфракрасном диапазонах.

Часть информации получается по международным официальным каналам обмена Всемирной метеорологической организации WMO (World Meteorological Organization). На основании всех данных делается ежедневная оперативная сводка

гелиогеофизической службы, которая рассылается в 200 организаций федеральных органов исполнительной власти, в том числе в Администрацию Президента и в МЧС».

Полученная информация позволяет оценить возможные эффекты воздействия ионосферных процессов и магнитосферы, влияния космической радиации на высокочувствительную аппаратуру, построить прогнозы «космической погоды» на три часа и трое суток вперед и более долгий период. Оценки возможного влияния космической погоды на технические средства и системы передаются заинтересованным организациям. На базе ИПГ создаются специализированные информационные продукты, использующие сигналы системы связи, радиолокации и навигации для просвечивания ионосферы, и по ним составляются карты электронного слоя и содержания ионосферы.

На основании этих данных по заданию Международной организации гражданской авиации ICAO (International Civil Aviation Organization) были созданы мировые центры космической погоды для метеорологического обеспечения международной навигации. «Это очень серьезное направление, продвигаемое ныне, – сообщил В.Т. Минлигареев. – Российский центр, находящийся в ИПГ, уже вошел в консорциум с Китайской Народной Республикой, и по информации, которая поступает в том числе и с космических аппаратов, делает прогнозы на авиAPERелеты. Поскольку возросло количество трансполярных перелетов, на нашем сайте можно посмотреть (введя координаты точки А и точки В), какую дозу радиации получит пассажир авиалайнера за это время».

Российские ученые полагают, что для развития направления изучения космической погоды и качественного решения комплекса гелиогеофизических задач необходимо на запускаемые космические аппараты устанавливать спектрометры галактических и солнечных космических лучей, магнитометрическую аппаратуру, измерители потока рентгеновского излучения и ультрафиолетового излучения Солнца, частотные масс-спектрометры. Владимир Минлигареев отметил, что при разработке аппаратуры для научных исследований желательно совмещать задачи Росгидромета и ИПГ с тем, чтобы одновременно вести наблюдения Солнца в рентгеновском



и ультрафиолетовом диапазонах. По мнению докладчика, это привело бы к росту эффективности исследований и пошло бы на пользу государству.

В условиях напряженности в международных отношениях возникает риск получения неточной информации от зарубежных партнеров, поэтому следует развивать собственную группировку космических аппаратов, оснащенных необходимой аппаратурой. Решать гелиогеофизические задачи признаны перспективные спутники гидрометеорологического назначения «Метеор-МП», «Электро-М» и «Арктика-МП».

Дозиметрические исследования на ряде маршрутов российских авиакомпаний показали, что допустимую годовую дозу облучения при «спокойном» Солнце летчики могут получить всего за 108 летных часов: например, выполнив восемь рейсов по маршруту Москва – Певек – Москва. Во время вспышек доза облучения способна вырасти многократно.

В целях мониторинга космической погоды для решения широкого спектра задач создается космический комплекс «Ионозонд», состоящий из четырех спутников «Ионосфера» и одного «Зонда». «Это основной аппарат, который позволит нам наблюдать за Солнцем, выдавая информацию по рентгену, выдавая информацию по рентгену, по ультрафиолету, и наблюдать за видимой частью спектра Солнца», – пояснил Владимир Тимурович.

В завершение доклада ученый предложил Общественному совету Роскосмоса одобрить необходимость поддержания геостационарной груп-



пировки спутников «Электро» на основе солнечно-ориентированных аппаратов на платформе НПО имени С.А. Лавочкина. «Метеоры», размещенные на солнечно-синхронных орбитах, иногда дают информацию с задержкой до одних суток, и ее актуальность падает ниже критического предела. Необходимо также расширение постоянной орбитальной группировки за счет специализированных гелиогеофизических спутников, таких как космический комплекс «Ионозонд» и внемагнитосферный КА в точке Лагранжа L1 системы Солнце–Земля. По мнению В.Т. Минлигареева, необходимо развивать и новое направление – разработку нано- и фемтоспутников.

Отвечая на вопросы, касающихся влияния космической погоды на межпланетные пилотируемые полеты, Владимир Тимурович подчеркнул, что при формировании отечественной пилотируемой лунной программы необходимо будет учитывать все проявления гелиогеофизических факторов,

в том числе и солнечный цикл, и солнечные вспышки: «Прогнозы эти есть, и технологии имеются».

Заместитель председателя Совета по космосу Российской академии наук, академик Лев Матвеевич Зелёный, также присутствовавший на заседании, коснулся вопроса учета гелиофизических факторов в отношении лунных полетов. По его мнению, на него нет однозначного ответа: «Когда лучше всего лететь на Луну – во время минимума солнечного цикла или максимума? При минимуме мы понимаем, что солнечных излучений мало, но зато галактических (космических) лучей много. Последние заполняют Солнечную систему, и их поведение предсказывать трудно. А при максимуме солнечной активности эти галактические частицы выметаются солнечным ветром. Зато опасностей от Солнца гораздо больше. Здесь и идут споры – какое время лучше выбрать для космонавтов? ■



МЕМОРИАЛ ПЕРВОГО КОСМОНАВТА НА САРАТОВСКОЙ ЗЕМЛЕ

ВСЯ ЖИЗНЬ ЮРИЯ ГАГАРИНА СВЯЗАНА С САРАТОВОМ. ИМЕННО ЗДЕСЬ, НЕПОДАЛЕКУ ОТ ДЕРЕВНИ СМЕЛОВКА, ОН ПРИЗЕМЛИЛСЯ 12 АПРЕЛЯ 1961 г. ПОСЛЕ СВОЕГО ЛЕГЕНДАРНОГО ПОЛЕТА. ЗДЕСЬ ЖЕ ПРОШЛА ЕГО ЮНОСТЬ – УЧЕБА В ИНДУСТРИАЛЬНОМ ТЕХНИКУМЕ И АЭРОКЛУБЕ. ЗДЕСЬ ОН ВПЕРВЫЕ ПОДНЯЛСЯ В НЕБО НА УЧЕБНОМ «ЯКЕ», А В 1960 г. ПРОХОДИЛ ПАРАШЮТНУЮ ПОДГОТОВКУ В СОСТАВЕ ПЕРВОГО ОТРЯДА КОСМОНАВТОВ. ЮРИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ НАЗЫВАЛ САРАТОВ СВОЕЙ «ВТОРОЙ РОДИНОЙ».

В ЦЕЛЯХ УВЕКОВЕЧЕНИЯ ПАМЯТИ ПЕРВОГО КОСМОНАВТА ПЛАНЕТЫ В ПОВОЛЖЬЕ ГРУППА САРАТОВСКИХ АРХИТЕКТОРОВ И КРАЕВЕДОВ РАЗРАБОТАЛА КОНЦЕПЦИЮ МЕМОРИАЛА «ГАГАРИН».

Андрей СЛАДКОВ

В событийном ряду первого космического полета Саратовская земля обозначается прежде всего как «место приземления Гагарина». Вместе с тем в регионе имеется значительное число объектов, связанных с пребыванием здесь первого космонавта, – экспозиции в местных музеях, многочисленные документы и фотографии, устные свидетельства живых очевидцев, что по-прежнему вызывает живой интерес у россиян и иностранных туристов.

Несмотря на очевидные основания и предпосылки, тема первого космического полета пока не получила в Саратовском регионе достойного воплощения, адекватного своему значению, яркого по форме и содержанию. Остаются нерешенными многие

вопросы организации и оформления памятных мест, связанных с первым космонавтом, отсутствуют необходимые элементы инфраструктуры.

Саратовские архитекторы Ю. Ткаченко и А. Сладков при участии группы специалистов и краеведов разработали концепцию мемориала «Гагарин» в Саратовском регионе. В ней определены цели и приоритеты, направленные на увековечение памяти о первом человеке в космосе.

Главные приоритеты концепции состоят в следующем.

Приоритет 1. Объединение всех объектов региона, имеющих отношение к теме первого космического полета, в единый комплекс с общим сценарием посещения.

Экспозиция, которую предстоит развернуть на объектах мемориала,

предполагает единый, взаимодействующий принцип формирования объемного, полномасштабного впечатления о «времени первых», а также о современных аспектах космонавтики. С этой целью необходимо качественное преобразование существующих объектов.

Приоритет 2. Строительство в Саратове Центра космонавтики «Гагарин».

Наряду с местом приземления Ю. Гагарина ключевым объектом проекта должен стать комплекс Центра космонавтики, размещенный на Волге, непосредственно у Набережной космонавтов. Это позволит кардинально «усилить» формат мемориала, создать активную доминанту на фоне впечатляющей панорамы Саратова, сформировать восприятие Центра в



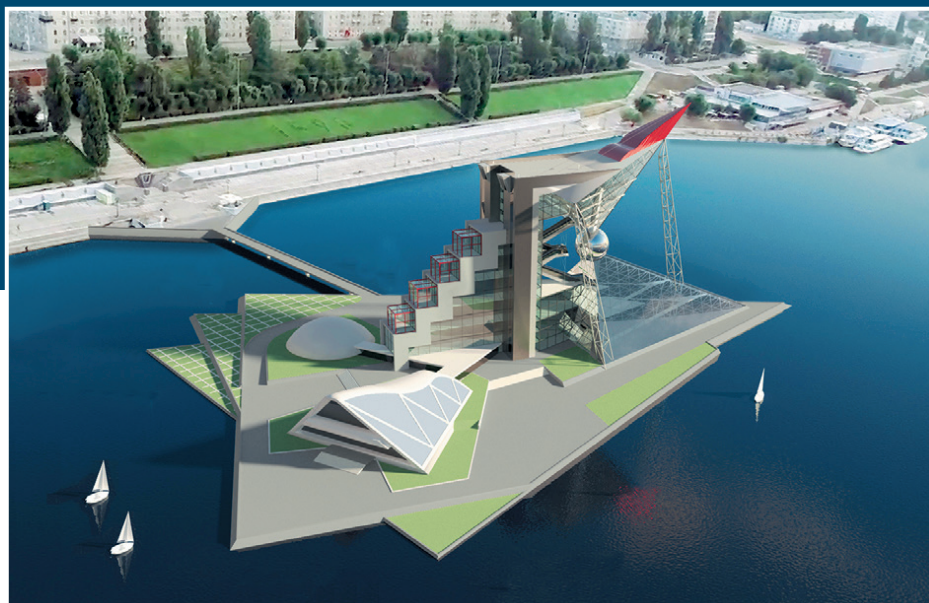
пространстве Волжской акватории. Комплекс состоит из трех элементов: главное здание экспозиции, универсальный зал на 700 мест и планетарий на 300 мест.

В основу формообразующих принципов архитектурных решений Центра космонавтики положены идеи русского авангарда и философии русского космизма. Впервые в мировой практике создания объектов подобного назначения архитектурные решения «заговаривают» языком «космических» метафор масштаба и ассоциаций.

Одной из главных целей создания Центра является организация начального образования и популяризация «космической» темы в молодежной среде. Эта функция в полной мере будет возложена на Центр, оснащенный современным набором средств и возможностей для интеллектуального развития молодежи и организации увлекательного досуга.

Приоритет 3. Создание на базе мемориала туристического кластера в рамках Целевой программы по развитию внутреннего и международного туризма в РФ на 2019–2021 гг.

По своим параметрам и значимости тема полета Гагарина убедительно вписывается в назначение государственной целевой программы. Пред-



полагается включение в число мест туристического посещения многочисленных исторических, культурных, ландшафтно-рекреационных достопримечательностей Саратовского региона.

После реализации проекта мемориал «Гагарин» может стать одним из доминирующих объектов туризма не только в Поволжье, но и во всей нашей стране.

Приоритет 4. Реализация проекта в рамках подготовки к празднованию 60-летия первого полета в 2021 г.

Структурная организация Центра космонавтики и прилегающей территории предполагает его широкое использование для региональных, общероссийских и международных мероприятий общественного значения: фестивалей и форумов, праздников и спортивных соревнований, авиацион-

ных шоу, выставок, презентаций, концертов и т.п.

Важным фактором для формирования мемориала является новый аэропорт в Саратове, строительство которого планируется завершить уже в 2019 г. Это позволит существенно увеличить возможности региона для приема туристов, в том числе иностранных.

Реализация программы по созданию мемориала «Гагарин» в предложенном формате призвана придать мощный импульс общественному развитию региона. Концепция положительно воспринята ключевыми организациями космического сообщества – работа по ее развитию будет продолжаться. Учитывая значимость данной темы, редакция планирует информировать читателей об этапах реализации программы. ■

ЮРИЙ БАТУРИН: МНЕ 150 ЛЕТ

12 ИЮНЯ 2019 г. ЮРИЮ МИХАЙЛОВИЧУ БАТУРИНУ ИСПОЛНИЛОСЬ 70 ЛЕТ. ЭТОГО ЧЕЛОВЕКА, ПОЖАЛУЙ, МОЖНО НАЗВАТЬ САМОЙ НЕОРДИНАРНОЙ ЛИЧНОСТЬЮ СРЕДИ КОСМОНАВТОВ РОССИЙСКОГО ПЕРИОДА НАШЕЙ ИСТОРИИ.

Леонид СИТНИК

Перепады высот его судьбы достойны авантюрного романа: сын резидента советской разведки в Турции, выпускник МФТИ, с 1973 по 1980 г. – инженер ЦКБЭМ (ныне – РКК «Энергия» имени С.П. Королёва) и вдруг – сотрудник Института государства и права АН СССР (с 1980 по 1990 г.). Научная карьера сменяется политической. Во времена перестройки Юрий Батурин – соавтор закона о СМИ, отменившего цензуру в стране, в 1990–91 гг. – в аппарате первого, и последнего, Президента СССР М.С. Горбачева.

Несмотря на тотальные перемены в стране, Батурин продолжает оставаться на высоких государственных постах и при новой верховной власти. В 1993–1997 гг. он работает помощником Президента России Б.Н. Ельцина, в 1996–1997 гг. – секретарем Совета обороны.

И снова резкий поворот в судьбе: Юрий Михайлович становится 382-м космонавтом мира и 90-м космонавтом России (СССР). В его послужном списке два космических полета – в 1998 г. (космонавт-исследователь на станции «Мир») и 2001 г. (бортинженер в составе первой российской экспедиции посещения МКС с первым в мире космическим туристом). С 2000 по 2009 г. он занимает должность заместителя командира отряда космонавтов по научно-исследовательской и испытательной работе.

И вновь это ставшее уже привычным «вдруг»: в 2010 г. его избирают ди-

ректором Института истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова РАН, которым он руководит 5 лет.

Успеть прожить за отпущенное тебе время много жизней – это знак большого, разностороннего таланта. Юрий Батурин – яркое тому подтверждение. Разнообразие государственных наград и званий юбиляра впечатляет: Герой России, доктор юридических наук, член-корреспондент РАН, профессор МГУ, действительный государственный советник 1-го класса, секретарь Союза журналистов, председатель Союза фотохудожников России и многое другое...

Как одна жизнь может вместить в себя столько невероятных кульбитов? Сам Юрий Михайлович не отрицает роли счастливого случая в своей судьбе, однако предначертанность его жизненного пути вполне очевидна.

Вот один эпизод, одновременно смешной и пугающий, произошедший во время его первого полета, о котором сам юбиляр рассказал в одном из интервью: «Перед расстыковкой... надо хотя бы несколько часов отдохнуть. Это положено... И вот командир Талгат Мусабаев час поспал. Потом просыпается и говорит: где моя металлическая расческа? А у нас в наших наборах расчески металлические. Где моя металлическая расческа? Я говорю: сейчас я тебе принесу. Слетал. Принес ему расческу. Он причесался. Говорит: где твоя металлическая расческа? Да мне в общем-то не надо никакой расчески. Я очень коротко постригся тогда, потому что неудобно там с длин-



ными волосами. Я могу их просто рукой пригладить. Он говорит: найди свою металлическую расческу. Нашел. Положи в свою борtdокументацию. Отнес в корабль, положил. Какие бы глупости командир ни говорил, спорить с ним, во-первых, нельзя, а во-вторых, перед спуском, такой ответственной операцией, вообще лучше не стоит, чтобы не раздражать... Я отнес и положил. И вот когда мы уже сели в корабль и закрыли люк, оказалось, что американский астронавт, который сидел в моем кресле, настолько неаккуратно отстыковывал кислородный шланг, что погнул ответную часть. А там зубчик миллиметр на миллиметр и выправить его пальцами никак нельзя. Шланг не подстыковывается – и я без кислорода. И уже открыть люк никак нельзя, потому что он задраен, герметичность проверена, положено на Землю. Я говорю Талгату: «Так у тебя же есть металлическая расческа». Он отвечает: «Я ее забыл в бытовом отсеке. А твоя где?» Я достаю расческу. Мы ее сломали – сделали все, шланг подстыковали. И спрашивается: что заставляло его после часа сна давать вот эти приказы про металлические расчески, когда были более ответственные дела?»

Отделить в этом эпизоде случайную случайность от интуиции профессионала вряд ли возможно. «Мозг – это свой, отдельный космос», – утверждает Батурин. Как и его коллеги по космическому цеху, он неоднократно подчеркивал, что сама возможность окунуть планету одним взглядом меняет человека. Все побывавшие «там»

становятся людьми не от мира сего в буквальном смысле. Рассказать об этом, правда, непросто.

Возможно, другой эпизод даст некоторое представление о сдвигах в мировосприятии человека, оказавшегося над земными проблемами. Тем более что речь идет о том, кто как никто другой был вовлечен в дела мира сего.

Перед первым полетом Батурина знакомый журналист предложил ему дать интервью прямо в космосе. Он запечатал свои вопросы в конверт и попросил распечатать и ответить на них уже на орбите. Один из вопросов звучал так: «Как ты думаешь, почему Ельцин так с тобой поступил?» Прочитав это, космонавт подумал: «Кто такой Ельцин? Мне сейчас это совсем неинтересно».

Напомним читателям, что подразумевалось под этим вопросом. Юрий Батурин был уволен с должности помощника президента по национальной безопасности... по сокращению штатов. Конечно, такая формулировка звучала несколько, скажем так, неоднозначно. Однако ничего случайного ни в приходе Батурина в политику, ни в его уходе из нее не было.

В 1980-е и 1990-е годы страна походила на корабль, потерявший курс в бурном море. В этой ситуации на капитанском мостике потребовались неординарно мыслящие люди. Это открыло дорогу в политику многим интеллектуалам. Вот и Батурин еще во времена Горбачева попал в поле зрения политической элиты не благодаря своим речам на митингах, а как автор статей о математическом моделировании социально-политических процессов. Но как только эти процессы стали входить в русло реализации, время востребовало людей другого склада.

Феномен зачисления бывшего помощника президента в отряд космонавтов заслуживает особого внимания. Многие считают, что Батурин чуть ли не использовал свое служебное положение в личных целях. Конечно, политический контекст в этом зачислении не мог не присутствовать. Но тот же аспект мог и поставить крест на космических амбициях кандидата. 12 июня 1998 г. на торжественном приеме в Кремле Ельцин публично заявил, что не пустит своего бывшего помощника в космос. Такой вот подарок приготовил ему президент к Дню России, а заодно и к 49-летию.

Как представляется, намерения Батурина не укладывались в голове не только у президента. Вот если бы его

бывший помощник уходил вице-президентом в банк или нефтяную компанию, это было бы всем понятно. Но разминивать свой политический вес на юношескую мечту о космосе – это явно вне правил игры чиновничьей среды. В некотором смысле это был ей прямой вызов. Вместе с тем по своей сути данный поступок не был ни авантюрой, ни прихотью «кремлевского небожителя», а лишь возвращением к профессии, потому что в первом дипломе политика значилось: «Управление космическими аппаратами».

И просился он отнюдь не послом в страну с хорошим климатом, а посланцем в смертельно опасный мир. В тот момент Юрию было под пятьдесят, а медкомиссию никто не отменял, даже для помощника президента. Обследовавшие его врачи рекомендовали сказать «спасибо» родителям за хорошую наследственность. Но был в этом опять же и другой, неслучайный, фактор.

«Когда мне было десять лет, я совершил свой первый мужской поступок, – вспоминает Юрий Батурин. – Принял серьезное решение, которое повлияло на мою дальнейшую жизнь. Я сказал родителям, что хочу от них уехать к дедушке с бабушкой в деревню! Они очень удивились. Посоветовались – и согласились. И я уехал в деревню. Там вся жизнь проходила на улице: лес, река, велосипед, лыжи, коньки... В этом мои секреты здоровья».

Медкомиссия и другие испытания были успешно пройдены.

«Я же был лет на 17–18 старше своих коллег, – рассказывает Юрий Михайлович. – И мне было очень приятно, когда в журнале «Новости космонавтики» появилась статья нашего руководителя физической подготовки. Он... написал, что по комплексному показателю на первом месте такой-то космонавт, мастер спорта по

гимнастике, а на втором месте, лишь чуть-чуть ему уступая и опережая других, – Юрий Батурин!»

К широте своей натуры сам Батурин относится с юмором: «Лет в 19 прочитал у канадского писателя-юмориста Стивена Ликока фразу: «Он вскочил на коня и помчался в разные стороны». Запомнилась она мне раз и навсегда – понял, что сказано-то про меня».

На самом деле главный секрет его успеха на разных поприщах довольно прост – он всегда учился. О своих пяти высших образованиях, казалось бы, мало друг с другом связанных, – это и МФТИ, и Всесоюзный заочный юридический институт, и факультет журналистики МГУ, и Высшие курсы Академии Генштаба, и Дипломатическая академия МИД (плюс пять иностранных языков) – Батурин говорил, что образование, как и воспитание, нельзя считать в штуках – или оно есть, или его нет.

При этом Юрий Михайлович всегда настаивал, что ничего из своих начинаний не бросал. Это утверждение он однажды сопроводил следующими подсчетами: «Если чисто арифметически суммировать все направления, получится, что «технарем» был лет 50 (не последовательно друг за другом, а исчисляя мои параллельные линии). Если сложить гуманитарные направления, то лет 80 набегит. Итого 130 лет работы. Если включить детство и юность, то мне фактически 150 лет исполнилось!»

Редакция «Русского космоса» поздравляет Юрия Михайловича с его творческим «150-летием», желает ему здоровья, полета мысли и жизненной энергии. Мы уверены, что у него еще много нереализованных планов. И надеемся повторить все наши добрые пожелания на будущем «200-летнем» юбилее нашего давнего и доброго друга. ■



Деннис Тито, Талгат Мусабаев и Юрий Батурин на борту Международной космической станции. Май 2001 года



ПРОТОН

Ракета-носитель «Протон-М» с астрономической обсерваторией «Спектр-РГ» устанавливается на стартовый комплекс космодрома Байконур

ПОПОЛНЕНИЕ ГРУППИРОВКИ ГЛОНАСС

Артем МОХНАТКИН

27 мая с площадки №43 космодрома Плесецк был проведен пуск РН «Союз-2.1Б» с РБ «Фрегат-М». На расчетную орбиту успешно выведен космический аппарат (КА) «Глонасс-М» для пополнения орбитальной группировки. Возможно, сегодня данное событие кем-то может восприниматься достаточно буднично, принимая в расчет без малого девять лет непрерывной работы полного созвездия группировки спутников системы ГЛОНАСС, однако не стоит забывать, сколь непростым было развитие российской спутниковой навигации. В ее истории нашлось место и кропотливому научному поиску, и последствиям финансового кризиса конца 1990-х, едва не приведшим к сворачиванию программы.

Первая советская спутниковая радионавигационная система была создана в рамках проекта «Циклон» главным образом для нужд Военно-морского флота. Проект был осуществлен на базе группировки из шести спутников на околополярных орбитах высотой около 1000 км, при этом хотя бы один КА всегда был в прямой

радиовидимости. Принцип работы навигационной системы состоял в том, что потребитель мог определить свое местоположение на поверхности Земли по изменению частоты спутникового сигнала, которая зависит от скорости КА на орбите. По орбитальной скорости спутника можно было вычислить, в какой точке своей орбиты он находился в момент приема радиосигнала на Земле. Зная смещение частоты сигнала от нескольких аппаратов, можно получить свое местоположение с точностью до 100 метров.

Стоит отметить, что так же, как и в более поздних спутниковых навигационных системах, КА «Циклон» уже транслировали сигналы на двух частотах, что позволяло значительно снизить влияние ионосферы Земли на результаты определения координат. Всего с 1967 по 1978 год был запущен 31 спутник по проекту «Циклон».

В 1974 г. с запуском «Космоса-700» начались летно-конструкторские испытания новой навигационной системы «Циклон-Б», которая тоже состояла из шести спутников на ор-

битах высотой около 1000 км и наклонением в 83°. Орбиты аппаратов находились в шести орбитальных плоскостях, повернутых друг относительно друга на 30°. Интересно, что американская система «Транзит» имела схожую конфигурацию. Запуски навигационных спутников «Парус» проекта «Циклон-Б» продолжались вплоть до 2010 г., а всего было совершено 99 успешных пусков.

В 1974 г. для нужд гражданских судов была начата разработка спутниковой навигационной системы «Цикада», имеющей более длительное время непрерывной работы бортовой аппаратуры и увеличенный срок активного существования спутника. Вместе с тем к гражданскому варианту навигационной системы предъявлялись более низкие требования по оперативности определения координат. Поэтому развернутая в 1979 г. группировка этой системы состояла только из четырех спутников на околополярных орбитах высотой около 1000 км.

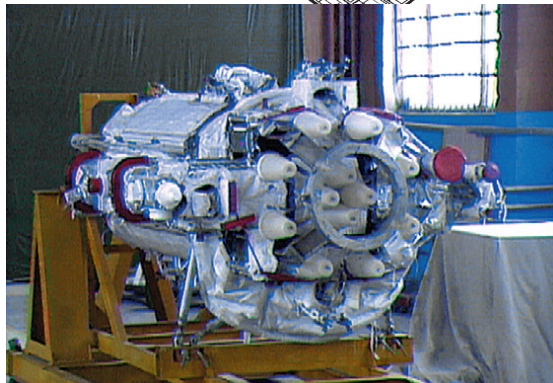
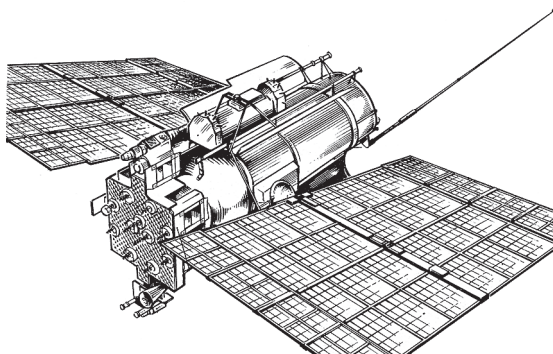
Несмотря на работоспособность навигационных систем «Циклон-Б» и

«Цикада», они не отвечали требованиям многих потребителей. С их помощью положение объекта определялось только по двум координатам с точностью 8–100 м, а высота над уровнем моря не определялась вовсе. Кроме того, движение объекта вносило вклад в смещение частоты принимаемого спутникового радиосигнала, что приводило к существенному искажению положения даже для медленно движущихся судов. Поэтому пользователям этих систем требовалось не менее 1–2 часов (0,5 часа для совместного использования систем «Циклон-Б» и «Цикада») для каждого координатного определения, а продолжительность навигационного сеанса могла достигать десяти минут.

В результате возникла необходимость создания новой универсальной спутниковой навигационной системы, удовлетворяющей требованиям всех потенциальных потребителей: РВСН, авиации, морского флота, наземных транспортных средств и космических кораблей.

Разработку новой глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) ГЛОНАСС инициировало Министерство обороны СССР в 1976 г., а спустя два года был представлен ее эскизный проект. Задачей системы из 24-х спутников было обеспечить точность в определении положения с погрешностью до 65 метров. Для этого выбрали полусуточные орбиты высотой около 20 000 км и наклонением в 64,8°. Планировалось, что все спутники системы будут группироваться на орбитах в трех плоскостях, повернутых друг относительно друга на 120°. В дальнейшем высота орбиты была снижена до 19 100 км, что позволило минимизировать потребность в коррекциях их орбит.

Для эффективной работы системы ГЛОНАСС требовалось обеспечить максимальную точность синхронизации времени между спутниками системы. С этой целью каждый аппарат «Глонасс» оснащался бортовыми атомными часами с высокой стабильностью хода. Атомная шкала времени спутников «Глонасс» регулярно сверяется с наземными атомными стандарта-



Космический аппарат «Глонасс» первого поколения

ми времени, имеющими еще большую стабильность. Расхождения между бортовой шкалой времени каждого аппарата и наземными стандартами в виде соответствующих поправок входят в навигационные сообщения, транслируемые навигационными спутниками.

Еще одной критически важной задачей для реализации системы ГЛОНАСС является высокая точность данных об орбитах КА. Для этого требуется учесть множество различных факторов, в том числе неоднородность гравитационного поля Земли, влияние светового давления, неравномерность вращения Земли, движение ее полюсов.

Конфигурация орбитальной группировки ГЛОНАСС



Порядок работ по проекту ГНСС и сроки их выполнения неоднократно корректировались. Первый спутник системы ГЛОНАСС и две массово-габаритные модели были запущены только 12 октября 1982 г. На конец 1987 г. было выведено 22 КА, на конец 1989 г. – 31, на начало 1991 г. – 43. Но надежность КА оказалась невысокой. Так, в 1991 г. в составе ГЛОНАСС в двух орбитальных плоскостях оказалось одновременно только 12 работоспособных аппаратов. Тем не менее Министерство обороны РФ 24 сентября 1993 г. приступило к опытной эксплуатации системы, после чего стали проводиться запуски в третью орбитальную плоскость.

14 декабря 1995 г. после запуска очередной тройки аппаратов «Глонасс» с помощью РН «Протон-К» группировка была развернута до штатного количества в 24 спутника.

Все аппараты «Глонасс» должны были транслировать два радиосигнала: в диапазонах частот L1 и L2 (около 1602 МГц и 1246 МГц соответственно). Эти навигационные сигналы имеют шумоподобный вид и расширены по частоте, что дает повышенную помехозащищенность. Поэтому сигналы даже большей мощности не могут полностью заглушить эти широкополосные сигналы в узких каналах.

До 2007 г. гражданские пользователи имели доступ только к открытому навигационному сигналу в диапазоне L1, а потребители Министерства обороны СССР (а потом РФ) – к сигналам обоих диапазонов.

Во второй половине 1990-х годов финансирование ГЛОНАСС существенно сократилось. Несмотря на то, что срок службы первого поколения спутников составлял 3 года, с конца 1995 г. по конец 2001 г. было проведено только два запуска по три КА. В результате к 2001 г. космический сегмент навигационной системы включал только шесть функционирующих аппаратов.

Новая эра для ГЛОНАСС наступила в 2001 г., когда Президент России В.В. Путин объявил развитие отечественной спутниковой навигации приоритетной государственной задачей. С этой целью начала реализо-

вываться десятилетняя Федеральная целевая программа (ФЦП) «Глобальная навигационная система». Кроме комплекса восстановительных мер, ФЦП включала задачу модернизации системы: в частности, создание перспективных КА с улучшенными характеристиками; повышение точности и оперативности координатно-временных определений для широкого круга потребителей.

10 декабря 2003 г. с космодрома Байконур был запущен первый спутник второго поколения – «Глонасс-М». Этот аппарат отличают: возросший до 7 лет срок эксплуатации, новая антенна, возможность транслировать гражданский навигационный сигнал в диапазоне L2. Конструкторы также повысили параметры точности синхронизации времени между КА и стабильности бортовых атомных часов. Запуски навигационных спутников системы следующего поколения производились как с космодрома Байконур (РН «Протон-М», РБ «Фрегат») с выводом на орбиту сразу трех спутников, так и с космодрома Плесецк по одному спутнику (РН «Союз-2», РБ «Бриз-М»).

Указом Президента 18 мая 2007 г. все ограничения на использование обоих гражданских сигналов в диапазонах L1 и L2 были сняты, после чего они стали доступны для всех

российских и иностранных пользователей. 25 декабря 2008 г. количество действующих КА было доведено до 18, что позволило получить точный навигационный сигнал на всей территории России, а 2 сентября 2010 г. орбитальная группировка ГЛОНАСС достигла 26 КА.

Запуск первого спутника третьего поколения «Глонасс-К1» состоялся 26 февраля 2011 г. с космодрома Плесецк посредством РН «Союз-2». Срок службы КА был увеличен до 10 лет, масса уменьшена в полтора раза – до 935 кг, анонсировалось появление нового открытого сигнала на частоте L3, который предполагалось транслировать с применением технологии CDMA (Code Division Multiple Access;

кодовый способ разделения сигналов). Использование сигнала CDMA позволяет унифицировать схему приемной части для навигационных сигналов ГЛОНАСС и других ГНСС: GPS, BeiDou, Galileo. Данные зарубежные аналоги для разделения сигналов различных спутников используют CDMA. В отличие от варианта с частотным разделением FDMA (Frequency Division Multiple Access), частоты сигнала CDMA остаются неизменными, но сам сигнал подвергается модуляции с помощью псевдослучайного кода, уникального для каждого КА.

Аппарат «Глонасс-К1» является тестовым прототипом для более совершенного «Глонасса-К2», который будет иметь открытые CDMA-сигналы уже на трех радиочастотах и водородные атомные часы (на КА «Глонасс-М» – цезиевые) для повышения стабильности бортовой шкалы времени.

В 2018 г. было объявлено о завершении разработки КА «Глонасс-К2» в АО «Информационные спутниковые системы». Предполагается, что спутники системы в более отдаленной перспективе будут транслировать открытые навигационные сигналы дополнительно еще на трех частотах, совпадающих с частотами других ГНСС.

Погрешность за счет космического сегмента системы ГЛОНАСС в настоящее время достигает двух метров. Однако с помощью приема дополнительного радиосигнала, содержащего поправки, связанные с задержкой навигационного сигнала в ионосфере, и прочие поправки, в системах функциональных дополнений можно достичь точности в несколько десятков сантиметров. Такие системы для повышения точности ГНСС называются системами дифференциальной коррекции.



Навигационный спутник «Глонасс-М»



«Глонасс-М» (без солнечных батарей) в цехе ИСС имени М.Ф. Решетнёва



Подобный режим работы можно осуществить с помощью сети специальных опорных наземных станций, которые получают необходимые поправки из анализа измерений сигналов навигационных спутников. Поправки с опорных станций транслируются потребителю, например, с помощью геостационарных спутников. В рамках российской системы дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ) для ретрансляции сигналов с необходимыми поправками задействуется спутниковая система «Луч».

Сегодня система ГЛОНАСС повсеместно применяется для решения широкого круга навигационных и геодезических задач, а ее сигналы являются источниками точного Всемирно-

го координированного времени UTC практически в любой точке земного шара. Более того, ГЛОНАСС, как и GPS, может применяться при построении актуальных земных систем координат и для изучения движения блоков земной коры. Последнее стало возможно благодаря технологии высокоточного позиционирования: использование более точных данных орбит навигационных спутников и ряда поправок позволяет получить через некоторое время после непрерывных суточных измерений широту и долготу с ошибкой всего в несколько миллиметров.

Дальнейшие перспективы развития российской ГНСС состоят, помимо прочего, в увеличении количества кодовых (CDMA) сигналов, в том числе совместных с другими ГНСС, повы-

шении стабильности бортовой шкалы времени навигационных КА, увеличении орбитальной группировки и повсеместном внедрении российских систем функциональных дополнений. ■



Игорь АФАНАСЬЕВ

ТЯЖЕЛЫЙ «ПРОТОН» И ТЯЖЕЛЫЙ «ЯМАЛ»

30 МАЯ РАКЕТА-НОСИТЕЛЬ «ПРОТОН-М» С РАЗГОННЫМ БЛОКОМ «БРИЗ-М», ВЗЛЕТЕВШАЯ В 22:42 ПО МЕСТНОМУ ВРЕМЕНИ (17:42 UTC, 20:42 МСК) СО СТАРТОВОГО КОМПЛЕКСА ПЛОЩАДКИ 200/39 КОСМОДРОМА БАЙКОНУР, УСПЕШНО ВЫВЕЛА НА ГЕОПЕРЕХОДНУЮ ОРБИТУ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЙ СПУТНИК «ЯМАЛ-601». КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ ВЗЯТ НА УПРАВЛЕНИЕ ФИРМОЙ-ИЗГОТОВИТЕЛЕМ THALES ALENIA SPACE И ПОСЛЕ ОРБИТАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ БУДЕТ ПЕРЕДАН ЗАКАЗЧИКУ – КОМПАНИИ «ГАЗПРОМ КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ».

«Ямал 601» – самый мощный на сегодня российский телекоммуникационный КА – пополнит систему, включающую орбитальную группировку из спутников «Ямал-202» (находится на геостационарной орбите в точке стояния 49° в.д.), «Ямал-300К» (183° в.д.),

Акционерное общество (АО) «Газпром космические системы» (дочерняя компания ПАО «Газпром») – один из двух российских национальных спутниковых операторов – входит в группу примерно из пятидесяти мировых спутниковых операторов, создает и эксплуатирует телекоммуникационные и геоинформационные системы (в том числе систему спутниковой связи и вещания «Ямал») в интересах компаний Группы «Газпром» и других потребителей.

«Ямал-402» (55° в.д.), «Ямал-401» (90° в.д.), наземный комплекс управления, телекоммуникационный центр и наземную инфраструктуру в составе более 400 земных станций спутниковой связи, эксплуатируемых в интересах компаний Группы «Газпром» и задействованных в интересах федеральных программ.

Аппарат предназначен для плановой замены спутника «Ямал-202», развития бизнеса в Ka-диапазоне и расширения функциональных возможностей орбитальной группировки.

«Ямал-601» формирует фиксированный (Россия/СНГ) луч в C-диапазоне с контурной диаграммой направленности и полуглобальной зоной обслуживания, охватывающей видимую часть территории нашей страны, государства СНГ, Европу, Ближний Восток и часть Юго-Восточной Азии.

Многочувствительная зона (32 луча) обслуживания в Ka-диапазоне будет

Thales Alenia Space – крупнейший в Европе производитель спутников – генеральный подрядчик проекта «Ямал-600», отвечающий за разработку, производство, испытания и поставку «под ключ» как космического аппарата, так и сопутствующего наземного сегмента. Контракт также предусматривает передачу российской стороне определенного опыта, включая обучение персонала «Газпром космические системы» инженерами компании Thales Alenia Space для повышения квалификации в различных областях космической отрасли.

Проект «Ямал-600» – коммерческий и финансируется за счет привлеченных кредитов, в нем не используются бюджетные инвестиции.

охватывать наиболее населенную часть территории страны, видимой из позиции 49° в.д. (Европейская часть России, включая Калининградскую область, Урал, Западная Сибирь), предоставляя экономичные высокоскоростные широкополосные услуги корпоративному сектору, администрациям регионов, малому бизнесу и физическим лицам.

«Этот спутник более чем в два раза увеличит возможности передачи информации через нашу орбитальную группировку», – подчеркивали в 2018 г. руководители АО «Газпром космические системы» (ГКС).

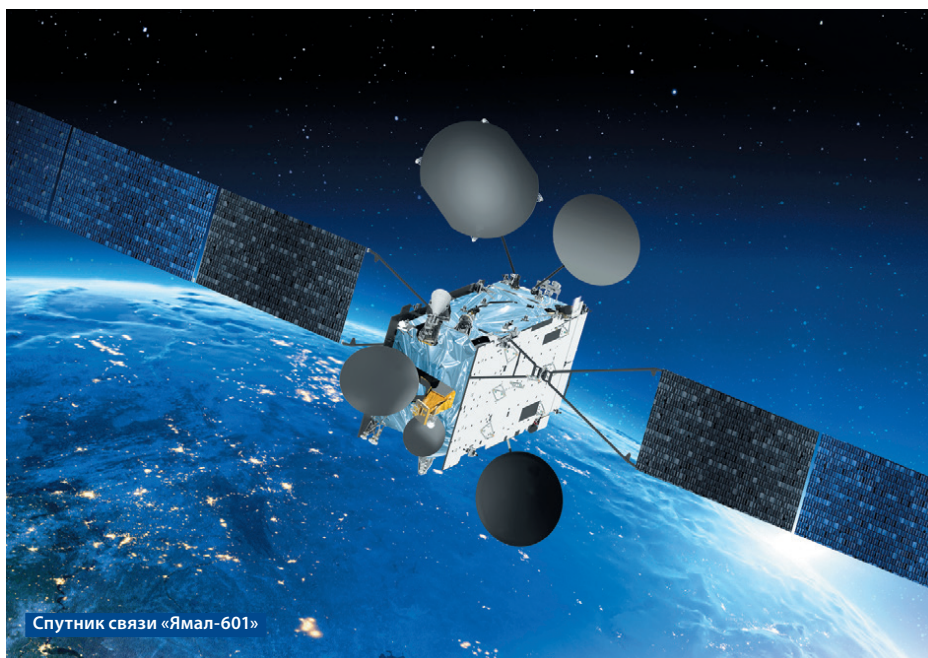
Контракт на изготовление аппарата был подписан с Thales Alenia Space 22 января 2014 г.: компания вышла победителем в международном конкурсе, объявленном «Газпромом» в 2013 г.

Заключение контракта обе стороны восприняли как большое достижение. В частности, президент и генеральный директор компании Thales Alenia Space Жан-Лоик Галле отметил: «Мы гордимся, что компания «Газпром космические системы» выбрала нас на эту важную программу. Это подтверждает отличные отношения, установившиеся между нашими фирмами на программах «Ямал-200» и «Ямал-400», подкрепляет наше сотрудничество и прокладывает путь для еще более тесного партнерства».

Космический аппарат (КА) построен Thales Alenia Space на базе спутниковой платформы Spacebus-4000. По данным ГКС, мощность, выделяемая для электропитания полезной нагрузки, составляет 8,0 кВт. Пропускная способность в Ka-диапазоне – до 30 Гбит/сек, точность удержания спутника в орбитальной позиции (по широте и долготе) – 0,1°, точность ориентации осей аппарата – 0,1°.

Производство спутника заняло около 26 месяцев. К его изготовлению привлекались и российские предприятия. Это делалось для расширения доли участия в проекте «Ямал-600» отечественных производителей. Аналогичная схема была реализована при создании спутника «Ямал-401».

Поскольку контуры луча и частотный план полезной нагрузки C-диапазона на новом спутнике почти идентичны характеристикам полезных нагрузок «Ямала-202», не ожидается никаких проблем с переводом действующих клиентов на новый космический аппарат.



Пользоваться услугами спутника смогут не только его владельцы. В частности, в 2017 г. Российская телевизионная и радиовещательная сеть (РТРС) и «Газпром космические системы» согласовали план работ по созданию телепорта для развития спутниковой программы «Ямал-600» в Сибирском федеральном округе. «Газпром космические системы» предложили создать новый телепорт на базе объекта спутниковой связи «Азимут-Н» (Новосибирск), принадлежащего РТРС.

По соглашению, РТРС построит на «Азимуте-Н» технологическую площадку для размещения крупногабаритной антенной системы телепорта и выделит спутниковому оператору технические помещения и резервированный канал связи, а также обеспечит телепорт электропитанием. Специфика организации услуг связи в Ka-диапазоне при многолучевой зоне покрытия требует разносить телепорты (центральные станции спутниковой связи) в пространстве. В системе на основе спутника «Ямал-601» применяется двукратное использование имеющихся полос частот фидерных линий. Поэтому необходимо иметь два пространственно разнесенных телепорта.

ЗАПУСК

Для выведения космического аппарата на геопереходную орбиту был использован единственный пока российский тяжелый носитель «Протон-М» с разгонным блоком «Бриз-М».



Ракета-носитель (РН) является глубокой модернизацией «Протона-К», созданного еще в 1960-х годах в рамках советской лунной программы. Первоначально он предназначался для запуска пилотируемых кораблей 7К-Л1 («Зонд») в облет Луны, позднее был дополнен разгонными блоками серии «Д» и «ДМ» и стал основным советским (а позже и российским) средством запуска автоматических КА на межпла-

Сборка ракеты-носителя «Протон-М» с «Ямалом-601» в МИКе космодрома Байконур



нетные траектории, а также тяжелых спутников связи на геостационарную и геопереходную орбиты.

В период с 2001 г. по 2012 г. «Протон-К» был постепенно заменен модернизированным вариантом «Протон-М», внешне похожим на исходную ракету, но имеющим совершенно новую систему управления на основе бортового цифрового вычислительного комплекса и ряд существенных улучшений с точки зрения конструкции, двигательных установок и способов применения.

Впервые стартовав в 2001 г., «Протон-М» прошел четыре этапа модернизации: в него внесли многочисленные усовершенствования, в том числе направленные на снижение массы конструкции, улучшение

параметров двигательных установок и расширение диапазона выводимых полезных нагрузок с точки зрения плотности компоновки. В качестве верхней ступени в составе модернизированного носителя могут использоваться «Бриз-М», а также высокоэнергетические блоки на базе «ДМ».

С начала эксплуатации «Протоны» стартовали свыше 400 раз, в том числе 105 раз в варианте «Протон-М». Майский старт стал первым полетом тяжелого носителя с декабря 2018 г. Следующий пуск планируется на июль: ракета должна вывести на орбиту рентгеновский астрономический спутник «Спектр-РГ» (РК №6, 2019, с.22-24) с помощью разгонного блока ДМ-03. Еще одна миссия «Протона-М», на этот раз коммерческая, заплани-

рована на сентябрь с космическими аппаратами Eutelsat 5 West B и MEV-1. После 2025 г. «Протон-М» будет заменен новой ракетой-носителем «Ангара-А5».

В целях обеспечения высокого качества пусковых услуг, в феврале 2015 г. Государственный космический научно-производственный центр (ГКНПЦ) имени М.В.Хруничева и «Газпром космические системы» подписали долгосрочное соглашение о стратегическом сотрудничестве: в его рамках ГКС может контролировать этапы сборки РН «Протон-М» и качество изготовления комплектующих. Многие компании не имеют такого доступа к ходу производства.

В октябре 2018 г. запуск и эксплуатация «Ямала-601» были застрахованы в страховой группе СОГАЗ на сумму 301 млн евро. Страховщик выбран по результатам открытого тендера компании «Газпром космические системы». Договор страхования покрывает риски полной гибели, конструктивной полной гибели и частичной гибели спутника при запуске и начальном периоде его эксплуатации. Страховая защита охватывает период в 12 месяцев с момента запуска.

30 мая, согласно данным телеметрии, «Ямал-601» вышел в расчетную точку геопереходной орбиты. Отделение аппарата от разгонного блока было полностью успешным.

1 июня «Ямал-601» начал маневрировать с целью перехода на штат-

Усовершенствование систем позволило не только повысить энергетические возможности ракеты-носителя, но и улучшить экологические параметры при выведении тяжелых одиночных и парных полезных нагрузок. В частности, применение цифровой системы управления полетом существенно снизило экологическое воздействие комплекса. По результатам экологического сопровождения пусков «Протона-М» с космодрома Байконур в 2008–2018 гг., проводимого совместно российской и казахстанской стороной, сделан вывод об отсутствии при штатных пусках превышения допустимых техногенных нагрузок на окружающую среду.

ную геостационарную орбиту. Однако вскоре была выявлена ненормальная работа подсистемы маршевого двигателя: он был выключен, подъем перигея орбиты временно остановлен, и спутник перешел в безопасный режим (Safe Mode) солнечной ориентации, позволяющий сохранить штатную работоспособность всех систем.

4 июня в пресс-службе компании «Газпром космические системы» сообщили, что изготовитель аппарата принял решение провести дополнительные проверки двигателя: «В процессе подготовки к переводу спутника на геостационарную орбиту специалисты Thales Alenia Space сочли необходимым провести дополнительные проверки. Эти проверки касаются апогейного двигателя. Речь о его отказе не идет». В компании отметили, что данная проверка потребует некоторого времени, в связи с чем программа полета на этапе перевода может быть несколько скорректирована.

Маршевый двигатель спутника тягой 400 Н изготовлен в Германии на одном из предприятий концерна Airbus. Это двухкомпонентный жидкостный ракетный двигатель с вытеснительной подачей компонентов – азотного тетраоксида (окислитель) и монометилгидразина (горючее) – широко используется на спутниках с 2017 г. В частности, он установлен и успешно работает на аппаратах Koreasat 7 (запущен в 2017 г.), Koreasat 5A (2017), Telkom 3S (2017), Inmarsat HS3 (2018), KARI GK2A (2018), KARI GK2B (2018), BS1 (2018), Quantum (2019) и других.

Поскольку к подсистеме маршевого двигателя возникли замечания, предполагалось перейти на подъем перигея с помощью многократных включений бортовых жидкостных двигателей малой тяги (10 Н), которые обычно применяются как для ориентации космического аппарата, так и для коррекции орбиты. Это штатный (расчетный) способ, который используется в случае возникновения проблем с маршевым двигателем.

В Thales Alenia Space сообщили: «В ближайшее время будет выбрана стратегия довыведения спутника на геостационарную орбиту. В любом случае это не повлечет никаких последствий для срока его активного существования». То есть имеющийся на борту запас топлива двигательной установки позволяет выполнить подобное маневрирование.

Производитель добавил, что спутник сейчас находится в рабочем состоянии, а решение о схеме перехода должно быть принято 5 июня. Задержка начала маневрирования вызвана необходимостью дополнительных проверок подсистем с моделированием ситуации и последовательности предполагаемых действий.

6 июня на сайте ГКС появилось сообщение: «Сегодня состоялся первый маневр спутника «Ямал-601» с использованием двигателей малой тяги, и спутник начал переход на геостационарную орбиту по резервной схеме...

Специалисты Thales Alenia Space для исключения рисков предложили использование резервного режима довыведения с использованием двигателей малой тяги, предусмотренного эксплуатационной документацией. Реализация режима довыведения началась 6 июня. В 12.27 мск были включены четыре двигателя малой тяги. Первый маневр продлился около двух часов.



Программа полета предусматривает многократное повторение подобных маневров ...

Требование технического задания по сроку эксплуатации спутника на орбите (15 лет) при реализации резервной схемы выполняется».

20 июня «Ямал-601» достиг геостационарной орбиты и 24 июня прибыл в рабочую точку 48.8° в.д. ■

Среди зрителей, наблюдавших за пуском, были победители конкурса «Поездка на Байконур», проводившегося компанией «Газпром космические системы» среди дилеров по установке спутникового абонентского оборудования. Во время поездки гости побывали на мемориальных комплексах космодрома Байконур, Гагаринском старте, в музее, увидели своими глазами легендарный стартовый комплекс системы «Энергия-Буран». По словам гостей мероприятия, пуск ракеты-носителя «Протон-М» произвел на них огромное впечатление и оправдал все ожидания.



ВТОРОЙ СНАРЯД В ТУ ЖЕ ВОРОНКУ?

УТРОМ 23 МАЯ В ЦЕНТРЕ КОСМИЧЕСКИХ ЗАПУСКОВ ТАЙЮАНЬ БЫЛ ОСУЩЕСТВЛЕН ПУСК НОСИТЕЛЯ «ЧАНЧЖЭН-4С» (CZ-4C) СО СПУТНИКОМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ «ЯОГАНЬ-33». ДВЕ ПЕРВЫЕ СТУПЕНИ НОСИТЕЛЯ ОТРАБОТАЛИ ШТАТНО, ОДНАКО НА ЭТАПЕ РАБОТЫ ТРЕТЬЕЙ СТУПЕНИ ВОЗНИКЛА НЕИСПРАВНОСТЬ. СПУТНИК НЕ БЫЛ ВЫВЕДЕН НА ОРБИТУ. ВЕДЕТСЯ РАССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ПРОИСШЕДШЕГО. ТАКОЕ ЛАКОНИЧНОЕ СООБЩЕНИЕ ОПУБЛИКОВАЛО АГЕНТСТВО СИНЬХУА ВЕЧЕРОМ 23 МАЯ – СПУСТЯ 14 С ЛИШНИМ ЧАСОВ ПОСЛЕ СТАРТА. НО КАКОВА БЫЛА ЦЕЛЬ ЗАПУСКА И ЧТО ПРОИЗОШЛО?

Павел ПАВЕЛЬЦЕВ

Информация о предстоящем пуске появилась на профильных китайских форумах 27 апреля. Источником ее был подробный репортаж о праздновании Дня китайской космонавтики 24 апреля на космических предприятиях Шанхая. Среди прочего мероприятие было проиллюстрировано фотографией трех испытательных групп Шанхайской исследовательской академии космической техники SAST («8-я академия») во время торжественного подъема китайского флага на космодроме Тайюань. На одном из малых флагов на заднем плане наблюдатели заметили надпись «Команда испытателей спутника "Яогань-33"».

В репортаже также говорилось, что руководителем всех трех групп является Хуан Вэйдун (黄卫东), гене-

ральный директор SAST и командующий неким спутниковым проектом. Одна группа, очевидно, должна была готовить шанхайский носитель, вторая – шанхайский спутник, назначение третьей осталось загадкой.

Дальше логика исследования выглядела так. Разумеется, если «Яогань-33» представляет собой спутник нового типа, то мы не сможем узнать практически ничего из-за режима секретности. Если же подобные КА уже запускались, то кто может быть его аналогом?

С 2011 г. с Тайюаня стартовали шанхайские аппараты всего пяти типов: внесерийный гражданский «Гаофэн-5» (отпадает), метеоспутники «Фэнъюнь-3» (отпадает), легкие радиолокационные разведчики «Цзяньбин-7» на ракете CZ-2C (отпадает, так как этот носитель выпускается в



Пекине, а не в Шанхае), спутники морского наблюдения типа «Цзяньбин-9» и новый тяжелый радиолокационный разведчик «Яогань-29» на шанхайских ракетах CZ-4C. Ну и «Гаофэн-10», который считается аналогом последнего, но названным иначе для запутывания иностранных аналитиков.

Две оставшиеся версии имели право на существование вплоть до старта, который ожидался 23 мая то ли в 06:49, то ли в 06:53 пекинского времени (22:49 и 22:53 UTC соответственно; фактическое время названо не было). К счастью, в китайских соцсетях появились две видеозаписи, сделанные на космодроме перед пуском и в начале полета. Это позволило рассмотреть и опознать ракету как трехступенчатую CZ-4C шанхайской академии SAST, причем с надкалиберным обтекателем диаметром



Старт РН CZ-4C



На одном из флагов надпись «Команда испытателей спутника "Яогань-33"»



3.80 м. Именно такое средство выведения использовалось для запуска КА «Яогань-29» 27 ноября 2015 г. и при аварийном старте со спутником «Гаофэнь-10» в ночь на 1 сентября 2016 г., в то время как спутники «Цзяньбин-9» запускались под обтекателем диаметром 3.35 м.

Расположение районов падения под майский пуск практически совпало с тем, что было заявлено в 2015 г. и 2016 г. Более того, как и 1 сентября 2016 г., пришли сообщения о падении первой ступени в уезде Шаньян городского округа Шанло провинции Шэньси. Впрочем, значительно больше информации и снимков упавших фрагментов поступило из района падения второй ступени на стыке гра-

ниц Лаоса, Таиланда и Камбоджи. Китайский «космический мусор» нашли в провинциях Сараван, Тямпатсак и Атапы в Лаосе, а также у городка Преа-Румкель и деревни О-Свай в камбоджийской провинции Стунг-Тренг.

Таким образом, наиболее вероятной следует признать ту версию, что «Яогань-33» является третьим тяжелым радиолокационным разведчиком шанхайского производства в серии, начатой «Яоганем-29» и продолженной «Гаофэнем-10». Но если это так, то возникает еще один вопрос. Китайские носители семейства «Чанчжэн» («Великий поход») в целом отличаются высокой надежностью: из 100 последних пусков в 2015–2019 гг. полностью успешными были 95. Как же случилось, что именно в этой серии два из трех спутников не удалось вывести на орбиту?

В сентябре 2016 г. эксперты «грешили» на установленный на 3-й ступени ракеты CZ-4C двигатель YF-40, тем более что он производился тогда на предприятии 3-й академии, подчиненном Китайской корпорации космической науки и промышленности CASIC. Все остальные компоненты ракет семейства «Чанчжэн», как и подавляющая часть китайских спутников, выпускались на заводах Китайской корпорации космической науки и техники CASC. Две корпорации, естественно, пытались конкурировать между собой. После первого провала было проведено расследование, в результате которого контракт на изготовление модернизированного двигателя YF-40C перехватила CASC. Производство развернули на предприятии «своей» 6-й академии. Новый двигатель с успехом использовался уже несколько раз... и тут такой облом.

Стоит напомнить, что в Пекине спутники и ракеты производят две разные академии в составе CASC – 5-я и 1-я. В Шанхае, однако, космические аппараты и носители выпускают разные предприятия одной и той же 8-й академии. В общем, гендиректору SAST Хуан Вэйдуну пенять не на кого: его спутник «завалила» его же ракета.

Один из экспертов на профильном китайском форуме 9ifly.cn рассмотрел возможные причины двух неудач:

- случайные, не связанные между собой нарушения при производстве ракет – в принципе возможно, но сомнительно;
- конструктивные или производственные дефекты двигателя 3-й ступени – маловероятно, с учетом модернизации и смены производителя;
- конструктивные или производственные дефекты 3-й ступени, в том числе связанные с заменой двигателя, – более вероятно;
- проблемы совместимости 3-й ступени с полезной нагрузкой – возможно, учитывая ее массу, близкую к предельной для CZ-4C, и значительные габариты;
- проблемы сборки и испытаний на полигоне – маловероятно;
- диверсия – нет мотива.

Подождем результатов расследования.

Остается добавить, что из всех характеристик спутников типа «Яогань-29» официально заявлялась лишь одна: пространственное разрешение «до 0.5 м». Другие данные, приводимые в некоторых публикациях, относятся к проекту-предшественнику «Цзяньбин-5» и ошибочно отнесены к новой разработке. ■



Местные жители и обломки ракеты CZ-4C



СТАРТ МИССИИ STARLINK ИНТЕРНЕТ ДЛЯ ВСЕГО МИРА

Артём МИНИН,
Игорь АФАНАСЬЕВ

С 24 МАЯ МНОГИЕ ЖИТЕЛИ ЗЕМЛИ НАБЛЮДАЮТ НА НОЧНОМ НЕБЕ ДЛИННУЮ, ПОХОЖУЮ НА ЛЕТАЮЩЕЕ КОПЬЕ, ЦЕПОЧКУ ЯРКИХ ОБЪЕКТОВ С БЛЕСКОМ ОКОЛО +2 (КАК У САМЫХ ЯРКИХ ЗВЕЗД СОЗВЕЗДИЯ БОЛЬШОЙ МЕДВЕДИЦЫ). ЭТО ГРУППА ИЗ 60 СПУТНИКОВ СИСТЕМЫ STARLINK КОМПАНИИ SPACEX.

Аппараты были запущены в 22:30 восточного времени 23 мая (02:30 UTC 24 мая) с мыса Канаверал на низкую орбиту с помощью ракеты-носителя Falcon 9 FT/Block 5. Первая ступень FH под номером B1049-3 мягко призем-

лилась на плавучую платформу Of Course I Still Love You в 619 км от побережья Флориды.

Запуск состоялся с третьей попытки. Первоначально он планировался на 16 мая, однако был перенесен на сутки из-за сильных ветров в верхних слоях атмосферы. На следующий день SpaceX сообщила, что вновь откладывает старт для обновления программного обеспечения спутников и чтобы еще раз все тщательно проверить.

Основным преимуществом низкоорбитальных систем связи перед геостационарными является уменьшенная задержка радиопередачи, определяемая расстоянием от спутника до терминала. Ценность линии связи растет обратно пропорционально времени задержки. В этом, в первую очередь, заинтересованы участники высокочастотного интернет-трейдинга, осуществляемого программным обеспечением клиента биржи на основе определенного алгоритма. Для такой торговли каждая лишняя микросекунда оборачивается потерей нескольких процентов дохода, что вынуждает фондовые биржи пользоваться довольно дорогими частными радиорелейными сетями.

Теоретически минимальная задержка для аппаратов, обращающихся

на геостационаре, составляет порядка 250 мкс (средняя на сегодня – 638 мкс). У наземных компьютерных сетей на основе оптоволокну в теории это значение меньше 200 мкс. Несмотря на то что кабели обычно не проходят по прямой между точками, реальные задержки в таких сетях крайне редко превышают 250–300 мкс. В то же время максимальная задержка при передаче информации через сеть Starlink должна будет составить всего около 80 мкс.

Перед конкурентами, такими как OneWeb, которые строят «почти аналогичные» системы для раздачи глобального Интернета с орбиты, Starlink имеет преимущества – прежде всего, в технологии связи. Для связи с наземными терминалами спутники Илона Маска будут использовать не только диапазоны Ku (2–18 ГГц) и Ka (26.5–40 ГГц), но и V (40–75 ГГц), который до этого практически нигде не применялся.

Пропускная способность радиоканала линейно растет с частотой, так что Ka-диапазон позволяет передавать в два раза больше данных, чем Ku, а диапазон V – соответственно в четыре раза больше. Кроме этого, для межспутниковой связи планируется использовать лазерный канал. В этом случае объем передаваемой информации станет на порядки выше.

Суть проекта Starlink, представленного в 2015 г., состоит в том, чтобы создать дешевый и высокопроизводительный спутниковый интернет-канал связи и предоставлять услуги широкополосного доступа во Всемирную сеть практически в любой точке земного шара, «включая горы, океаны, летящие самолеты и африканские саванны», где нет традиционной инфраструктуры. По плану система должна была иметь пропускную способность до 50 % всего интернет-трафика и около 10 % местного в городах с высокой плотностью населения. Для раздачи Интернета планировалось развернуть негеостационарную группировку спутников невиданной численности – порядка 12 тысяч, что примерно в 5–6 раз больше числа аппаратов, активно работающих сейчас на орбите.

Помимо интернет-трейдеров, другими клиентами Starlink могут стать жители малонаселенных регионов, где стоимость проведения и обслуживания кабельной сети очень высока, а также... любители «доты», «танчиков» и других онлайн-игр. Плюс такой Интернет может быть очень удобным для использования на любых видах транспорта.

Между тем Илон Маск – главный конструктор и исполнительный директор SpaceX – в первую очередь говорит о том, что к высокоскоростному Интернету смогут получить доступ миллиарды людей по всему земному шару, что, по его мнению, является прекрасным способом «распространения фундаментальных ценностей» (интересно, каких?).

ВСЕ ТЕЧЕТ, ВСЕ МЕНЯЕТСЯ

В январе 2016 г. фирма обнародовала сроки запусков первых спутников-прототипов. Через два года состоялось испытание наземной инфраструктуры связи, а 22 февраля 2018 г. в качестве попутной полезной нагрузки при коммерческом запуске испанского разведывательного спутника Paz компания SpaceX вывела на низкую орбиту два первых прототипа – микроспутники Tintin A и Tintin B. Примерно через месяц последовало обращение в Федеральную комиссию по связи FCC (Federal Communications Commission) за предоставлением частот – и было получено одобрение.

Как и у конкурентов, число спутников Starlink периодически менялось в зависимости от внешних условий и процесса доработки проекта. Максимальное значение в планах составляло 12 тысяч (!) аппаратов, покрывающих Землю сетью в три сферы на разных высотах:

- верхняя – на высоте 1200 км, в ее состав должен войти 2841 спутник;
- средняя (должна развертываться первой по порядку) на высоте 550 км, 1584 спутника;
- нижняя, на высоте всего 340 км (ниже орбиты МКС), самая многочисленная группировка из 7518 аппаратов.

Предполагалось сначала развернуть средний купол, а потом два остальных. Для этого планировалось ввести в эксплуатацию 1584 спутника на орбитах высотой 550 км и наклоном 53°, распределенных по 24 различным плоскостям. За 2018 г. SpaceX собрала 1.3 млрд \$ на два своих самых амбициозных проекта – Starlink



Цепочка спутников Starlink
в ночном небе

и Starship (PK №3, 2019, с.56-59). «На данный момент похоже, что у нас уже достаточно капитала, чтобы выйти на операционный уровень развертывания группировки, – сказал по этому поводу Илон Маск. – Общая выручка с предоставления услуг Интернета во всем мире составляет порядка 1 трлн \$. И мы думаем, что, возможно, сможем получить доступ приблизительно к 3–5% от этой величины».

Первые прибыли от Starlink компания рассчитывает пустить на финансирование другого своего проекта – Starship.

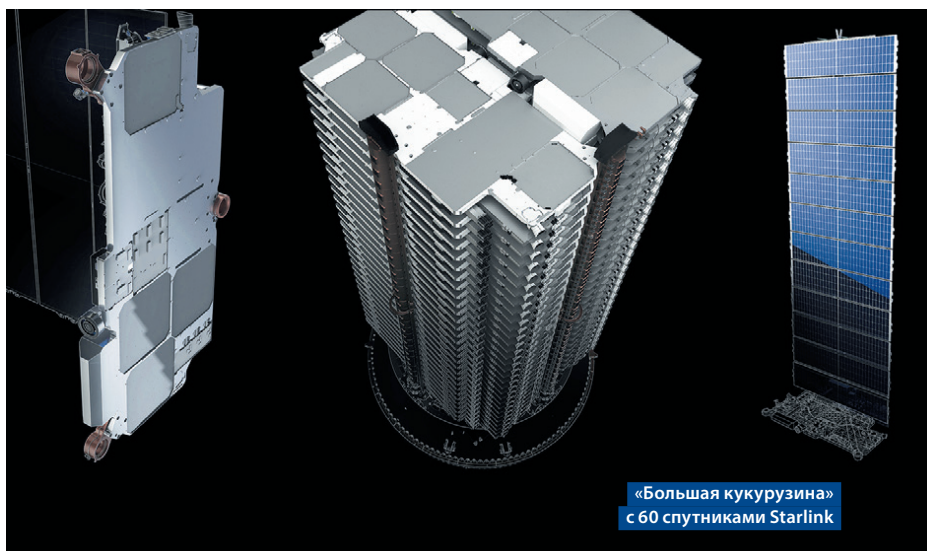
По оценкам газеты The World Street Journal, к 2025 г. доход компании от Starlink должен достичь величины в 30 (тридцать!) млрд \$, в шесть раз превысив прибыли от пусковой деятельности.

Наблюдатели внимательно следят за развитием событий и обращают

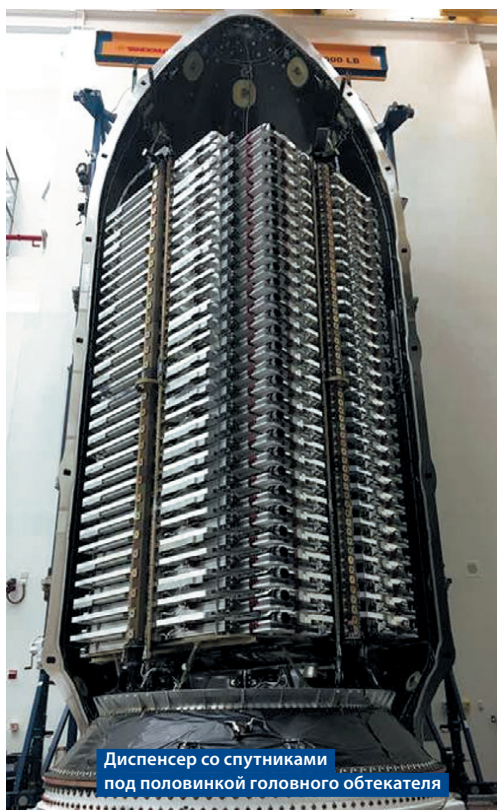
внимание на то, что проект Starlink меняется буквально на глазах.

Так, известный блогер – популяризатор космонавтики Филипп Терехов (aka Iozga) обращает внимание: «...когда весной 2018 г. полетели экспериментальные аппараты, ожидалось, что они будут поднимать орбиту с 511 км до 1125 км, как предполагала изначальная заявка на Starlink и подтверждали планы, отправленные в FCC незадолго до запуска. Однако оба спутника остались на исходной орбите, что вызвало разговоры об их поломке. SpaceX официально это отрицала, а вскоре появилось и новое письмо в FCC, где указывалось, что высота 500 км дает новые возможности, упрощает конструкцию и уменьшает задержку сигнала».

Еще одна особенность состояла в том, что «тинтины» были запущены на полярную орбиту, а первые серий-



«Большая кукурузина»
с 60 спутниками Starlink



Диспенсер со спутниками под половинкой головного обтекателя

«когда-нибудь» 12 тысяч спутников, но реальное число на сегодня составляет 1584 (работа по США может осуществляться и на половине от указанного числа аппаратов). По словам главного операционного директора компании Гвин Шотвелл, в 2019 г. должны состояться от двух до шести запусков по программе Starlink – в зависимости от того, как поведет себя первая партия.

«ЖЕЛЕЗО» НА ОРБИТЕ И НА ЗЕМЛЕ

Менялась не только конфигурация орбитальной группировки, но и сами аппараты. В заявке 2016 г. для каждого была указана масса 386 кг, а размеры в транспортном положении – 4х1.8х1.2 м, из чего наблюдатели делали вывод, что Falcon 9 в одном пуске мог выводить 23 спутника по массе. Однако следовало учесть, что по габаритам под головной обтекатель помещалось не более восьми аппаратов.

Каждый «тинтин» имел массу примерно 400 кг и размеры 1х0.7х0.7 м –

227 кг, а размер, полученный из оценки габаритов обтекателя, – примерно 2.4х1х(0.5–0.7) м.

Филипп Терехов вспоминает, что в исходной заявке 2016 г. были упомянуты антенны типа «фазированная решетка» и две панели солнечных батарей 6х2 м в раскрытом состоянии, а у запущенных спутников Starlink панель одна, но сравнимой площади (12 секций длиной в районе 2.4 м, а шириной менее 1 м). Кроме того, каждый Starlink оснащен плазменными стационарными двигателями Холла на криптоне (инертный газ, более дешевый аналог привычного ксенона), которые служат для поддержания заданной высоты полета, ее изменения, а по завершении эксплуатации – для сведения с орбиты.

Навигация и точное наведение спутников обеспечивается системой, похожей на ту, что используется на грузовых и пилотируемых кораблях Dragon: она позволяет каждому спутнику отслеживать космический мусор на орбите и уклоняться от него, используя двигатели Холла.



Электроракетный двигатель на криптоне

Илон Маск пристально следит за проектом и сроками выполнения каждой задачи. По некоторым данным, в 2018 г. он уволил как минимум семь менеджеров и других сотрудников, «тормозивших продвижение Starlink».

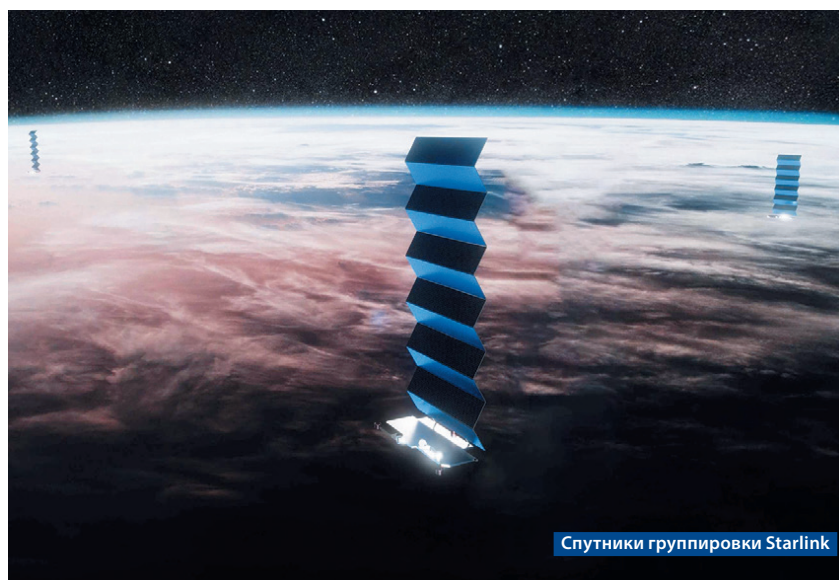
ные – на наклонение всего 53°. «В заявке от ноября 2018 г. указывается, что с такого наклонения спутники смогут обслуживать абонентов до примерно 57° широты, а тем, кто выше, предоставят сервис спутники на полярных орбитах, количество которых не указано – все 1584 спутника, согласно заявке, должны будут работать на орбите наклонением 53°, – замечает Ф. Терехов. – Похоже, интерес Starlink сосредоточен пока что на клиентах не выше 57-й широты».

Драматично уменьшилось общее число аппаратов в группировке. Опасаясь, что SpaceX планирует только застолбить за собой необходимые частоты и орбитальный ресурс, FCC ввела ограничение в девять лет: к марту 2024 г. необходимо развернуть не менее половины созвездия, а к марту 2027 г. – полную группировку; иначе заявка аннулируется и количество спутников замораживается на уже запущенном.

Четкий дедлайн подействовал отрезвляюще: SpaceX формально не отказалась от планов запустить

уже лучше. Однако главным сюрпризом стала «большая кукурузина»: 12 мая 2019 г. Илон Маск в своем твиттере поместил фото диспенсера с 60 (!) плоскими спутниками под обтекателем...

Итак, аппараты Starlink оказались крайне компактны: по сообщениям в твиттере Маска, масса каждого –



Спутники группировки Starlink



Вид на диспенсер со спутниками в процессе выведения на орбиту

В SpaceX заверяют, что, во избежание засорения орбиты, отработавший свой срок спутник Starlink будет сожжен в атмосфере. Лишь незначительные обломки (около 5% первоначальной массы аппарата) смогут пережить возвращение на Землю. Последующие поколения спутников, уже находящиеся в производстве, будут полностью утилизироваться в атмосфере.

Абонентские терминалы пока не представлены. Предполагается, что они будут компактны (размером с ноутбук) и оснащены антеннами типа фазированной решетки, позволяющей «следить» за спутниками по мере их продвижения по небосводу: достаточно просто направить антенну вверх, а дальше она сама разберется, куда нужно коннектиться. Не исключено, что Маск планирует интегрировать будущий терминал Starlink в беспилотные электрокары Tesla.

НОВЫЙ РЕКОРД

Первый действующий запуск Starlink ознаменовал:

- 79-ю орбитальную миссию SpaceX (пять пусков Falcon 1, 72 пуска Falcon 9 и два пуска Falcon Heavy);
- 71-й полет ракеты Falcon 9 с 2010 г.;
- 40-ю посадку первой ступени ракеты-носителя.

Более того, это самая тяжелая полезная нагрузка, когда-либо запущенная на ракетах SpaceX на сегодня: масса 60 спутников по 227 кг составляет 13 620 кг (без учета адаптера и механизмов развертывания спутников). Предыдущий рекорд – 12 055 кг – принадлежал беспилотному варианту пилотируемого корабля Crew Dragon во время тестового полета к МКС в марте 2019 г.

Теоретически Falcon 9 способен выводить и больше – вплоть до 22 800 кг. Однако при этом придется пожертвовать возвращением первой ступени, что приведет к существенному удорожанию пуска. Ракетный блок B1049.3, использовавшийся в этот раз, применялся уже дважды: при запуске Telstar 18V в сентябре 2018 г. и Iridium NEXT-8 в январе 2019 г. Как и раньше, первая ступень успешно приземлилась на посадочную платформу, а половинки головного обтекателя были выловлены из воды и тоже вернулись в порт.

Пока первая ступень возвращается, вторая ступень выводит полезную нагрузку на орбиту 440 км. Затем спутники отделяются и самостоятельно поднимаются на высоту 550 км на своих двигателях.

Философия SpaceX предполагает весьма спокойное отношение к возможным неудачам. И, поскольку это первая запущенная партия действующих Starlink, компания ожидала возникновения возможных проблем при развертывании и вводе спутников в эксплуатацию. (Действительно, три из 60 запущенных спутников отказали.)

Метод проб и ошибок отражен в лозунге SpaceX: «Design, fly, iterate, fly again», что можно перевести как «Проектируй, лети, повторяй, лети снова». Это означает, что компания намерена рассматривать любые результаты первого этапа развертывания орбитальной группировки спутников (в том числе неудачи) как область для дальнейших исследований.

Основной конкурент Starlink – проект OneWeb, предусматривающий выведение на орбиту 650 интернет-спутников. Первые шесть стартовали 18 февраля 2019 г. с космодрома Куру на российской раке-

те «Союз-СТ-Б». На данный момент у OneWeb есть контракт с Роскосмосом на 21 запуск ракет «Союз-2», где может быть установлено от 32 до 36 спутников. В отличие от Starlink, аппараты OneWeb не будут иметь лазерной передачи данных; при этом их масса существенно меньше и составляет около 150 кг.

Еще один похожий проект под названием Kuiper планирует Amazon. Компания подала заявку на размещение 3236 спутников на низкой орбите, включая 784 – на высоте 590 км, 1296 – на высоте 610 км и 1156 – на высоте 630 км.

Насколько оправданной окажется эта амбициозная бизнес-модель и кто станет клиентами новой услуги – покажет время. Пока основные бенефициары проектов – производители спутников и комплектующих, а также провайдеры пусковых услуг.

Скорее всего, мы сможем увидеть еще не один мерцающий паровозик в небе, а если все сложится, то и быстрый доступный (но, увы, отнюдь не бесплатный) спутниковый Интернет практически везде. ■



ВПЕРВЫЕ ИЗ ЖЕЛТОГО МОРЕЯ



Павел ПАВЕЛЬЦЕВ

5 ИЮНЯ В 12:06 ПО ПЕКИНСКОМУ ВРЕМЕНИ (04:06 UTC) С МОРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ В АКВАТОРИИ ЖЕЛТОГО МОРЕЯ СОСТОЯЛСЯ ПУСК КИТАЙСКОГО НОСИТЕЛЯ «ЧАНЧЖЭН-11Н» (CZ-11Н). НА ОРБИТУ НАКЛОНЕНИЕМ 45° И ВЫСОТОЙ ОКОЛО 565 КМ УСПЕШНО ВЫВЕДЕНЫ СЕМЬ МИКРО- И НАНОСПУТНИКОВ – ДВА ГОСУДАРСТВЕННЫХ И ПЯТЬ ЧАСТНЫХ.

КИТАЙСКИЙ МОРСКОЙ СТАРТ

Это был первый в истории Китая космический пуск ракеты с морской платформы. Идея плавучего космодрома чрезвычайно подходит для Поднебесной с ее численностью населения и плотностью застройки, ведь практически каждый пуск из внутренних районов страны сопровождается падением фрагментов носителя рядом с жилыми или инфраструктурными объектами.

ны, стремится в своих космических программах задействовать зону экватора, поскольку оттуда отправлять спутники на орбиты, близкие к экваториальным, и быстрее, и экономичнее. Самый южный наземный китайский космодром Вэнчан расположен на широте 19° и соответственно имеет некоторое преимущество перед американским Канавералом, но проигрывает европейскому Куру.

Пионером морских космических стартов принято считать итальянский

ло собой платформу вблизи экватора в кенийских территориальных водах. Впрочем, поскольку Сан-Марко опирался на морское дно, то правильнее называть его береговым космодромом, специализировавшимся на приэкваториальных орбитах.

Наибольшую известность получил проект «Морской старт» (Sea Launch). Кооперация российских, украинских, американских и норвежских компаний, создавая этот плавучий космодром, ставила целью снижение стоимости вывода телекоммуникационных спутников с экватора на геопереходную орбиту. В течение 1999–2014 гг. с платформы Odyssey из центральной части Тихого океана состоялось 36 пусков, из них 32 успешных.

Китайский проект морского старта впервые был анонсирован в сентябре 2017 г. В списке носителей, предназначавшихся для этой роли,

Для КНР с ее плотностью населения проблема полей падения стоит чрезвычайно остро.

Еще одно преимущество морских космодромов – это мобильность. Платформа, перемещаясь по акватории, может менять точку старта и производить запуск по оптимальной траектории. Китай, как и другие стра-

космодром Сан-Марко, размещавшийся на одноименной нефтяной платформе у берегов Кении. Это сооружение использовалось в 1964–1988 гг. для пусков американского легкого носителя Scout («Скаут») и представля-

фигурировали твердотопливная CZ-11 и новая жидкостная ракета CZ-6 (обе разработаны Китайской исследовательской академией ракетной техники). Чуть позже, в ноябре, сообщалось, что дебютный запуск CZ-11 с морской платформы состоится в течение 2018 г. В дальнейшем сроки неоднократно переносились, однако с момента первых заявлений до начала реализации программы прошло менее двух лет – срок небольшой по меркам космической отрасли.

Судя по сообщениям китайских СМИ, для запуска использовалась полупогружная платформа размером 110×80 м. Ее изготовили в г. Яньтай провинции Шаньдун – по неофициальной информации, на основе плавучего дока «Тайжуй» водоизмещением 25000 тонн. Перед стартом сооружение перегнали в порт Хайян. Носитель привезли по железной дороге на станцию Лайян, а оттуда в Хайян автотранспортом. К точке старта (34°54' с.ш., 121°11' в.д.), примерно в 100 км от берега, платформу доставили буксиры «Бэйхайцзю-101» и «Бэйхайцзю-118». По завершении транспортировки платформа встала на якоря. Вблизи расположился корабль морского командно-измерительного комплекса «Юаньван-7», играющий роль командного судна.

Старт ракеты, которая до этого шесть раз летала с наземного космодрома Цзюцюань под именем CZ-11 («Чанчжэн-11»), впервые был показан по телевидению. Сначала открылась крышка, защищавшая головную часть ракеты. Затем домкраты подняли в вертикальное положение пусковой контейнер. По команде «пуск» пороховой аккумулятор давления эффективно выбросил ракету из контейнера на высоту более 50 метров. Она зависла на мгновение, и тут включился твердотопливный двигатель первой ступени – и ракета резко взмыла в небо. Произошел так называемый минометный старт!

Этот пуск стал 306-м для ракет семейства «Чанчжэн» («Великий поход»). Точка старта была выбрана вблизи берегов провинции Шаньдун с таким расчетом, чтобы траектория выхода на наклонение 45° не пролегла над сухопутными районами Китая, Кореи и Японии. Расчетный азимут пуска составил 121.6°. Полет контролировал ближайший к точке старта центр слежения Циндао, а также две частные наземные станции Яньчэн –



в провинции Цзянсу и в южной части Тихого океана (обе они принадлежат компании «Хантянь юйсин»). Последняя спустя 22 минуты после старта зафиксировала отделение спутников от верхней ступени.

Надо отметить, что морская версия CZ-11 имеет техническое обозначение CZ-11H, где H соответствует

апогее и последующего увода. Стартовая тяга РДТТ первой ступени составляет 120 тс при массе ракеты 57.6 т. Заявленная грузоподъемность носителя – 350 кг на солнечно-синхронную орбиту высотой 700 км или 700 кг на орбиту высотой 200 км.

В честь спонсора запуска – китайской автомобильной компании

Реальный первый морской космический запуск произвела российская подводная лодка К-407 «Новомосковск». 7 июля 1998 г., находясь в акватории Баренцева моря, она с помощью конверсионной ракеты «Штиль» успешно вывела на орбиту два наноспутника Берлинского технического университета (Германия).

иероглифу 海 («хай» – море). О конструктивных различиях с наземным вариантом не сообщалось. Носитель длиной 20.8 м и максимальным диаметром 2 м имеет три твердотопливные ступени и доводочную жидкостную ступень – для скругления орбиты в

Great Wall Motors – ракете было дано официальное название CZ-11 WEY. Соответствующее трехстороннее соглашение о стратегическом сотрудничестве (с участием Китайского космического фонда) подписали 24 апреля 2019 г.





Командой морского старта руководил представитель Центра космических запусков Тайюань Ли Чэн (позывной «ноль-первый»), на счету которого более 100 пусков, включая и первый полет CZ-6. Любопытно, что на официальном языке июньский старт именовался как «операция 05-66». Две первые цифры как раз и означали, что морская платформа считается своего рода «филиалом» космодрома Тайюань.

Главным рынком для нового плавучего комплекса станут запуски на приэкваториальные орбиты. CZ-11 сможет выводить до 500 кг груза на орбиты наклонением от 0° до 10° и высотой 500 км. При этом платформа может выйти в море, имея на борту сразу несколько ракет такого типа.

СПУТНИКИ: СЕМЕРО ПО ЛАВКАМ

Основным полезным грузом первой CZ-11Н стали два космических аппарата «Буфэн-1». Название «Буфэн» (捕风) переводится как «ловить ветер» и указывает на главное назначение спутников – регистрировать скорость ветра над морской поверхностью для мониторинга тайфунов и улучшения метеопрогнозов. Принцип измерений состоит в фиксации сигналов космических навигационных систем, прошедших сквозь приводный слой атмосферы, и восстановлении возмущавшего на них поля скорости ветров. В качестве побочного про-

дукта можно получать информацию о морском волнении, ледовом покрове и влажности почвы.

Спутники спроектированы и изготовлены компанией «Дунфанхун» – подразделением Китайской исследовательской академии космической техники CAST. Главный конструктор КА Бай Чжаогуан (白照广) хорошо известен предыдущими проектами в области спутникового наблюдения и метеорологии. Судя по телевизионным кадрам, аппараты выполнены в форме куба с двумя откидными панелями сол-



нечных батарей для синхронного полета по близким орбитам. Данные об их размерах и массе не опубликованы.

Неизвестно, каким из семи объектов, зарегистрированных Стратегическим командованием США по итогам запусков на круговые орбиты высотой около 565 км (с. 50), соответствуют два «Буфэна». Есть только предположения. Аппарат номер 44312 (2019-032C) через несколько суток после старта сманеврировал и уравнивал свою вы-

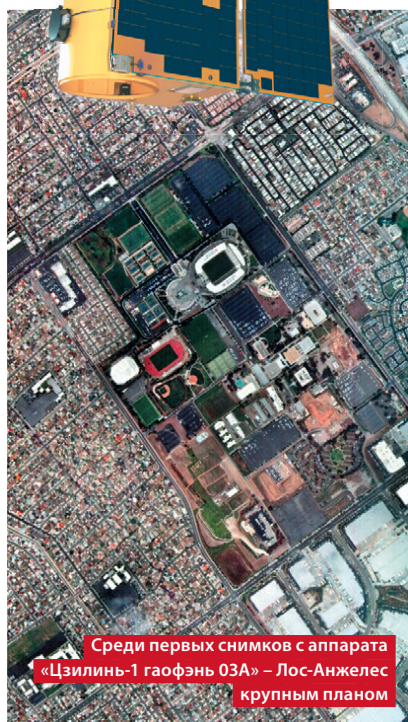
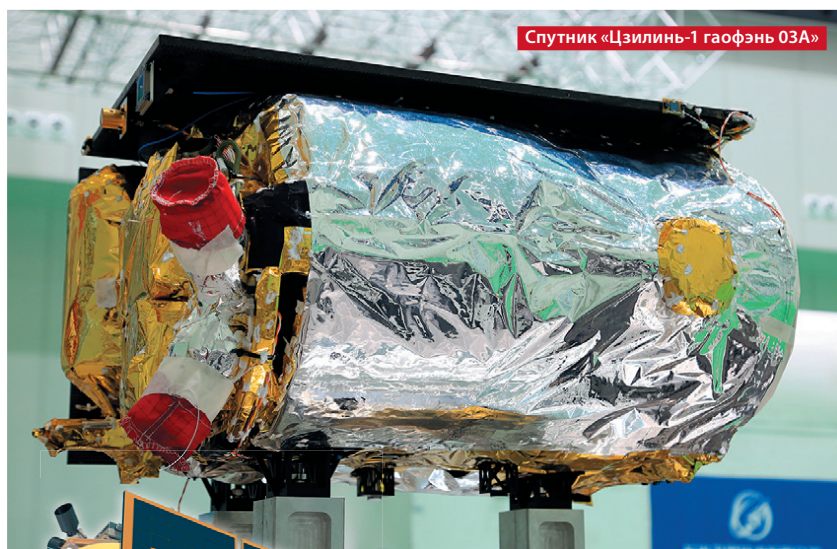
соту с объектом 44314 (2019-032E), отстав от него на 1.75°, то есть примерно на 210 км. Такое построение вполне можно ожидать для пары «Буфэнов».

Другой нагрузкой для первой CZ-11Н стали два малых экспериментальных спутника системы «Тяньсянь» (天象, буквально «небесное знамение»). Эти КА созданы 54-м институтом Китайской корпорации электронной техники CETC под руководством Сунь Чэньхуа (孙晨华) и предназначены главным образом для тестирования межспутникового радиоканала Ка-диапазона.

Два выведенных аппарата – первые «ласточки» создаваемой «Интегрированной информационной сети неба и Земли» на основе SDN (software-defined network). Среди задач этой программно-конфигурируемой коммуникационной системы – обеспечение мобильного широкополосного доступа в Сеть, сопровождение аэронавигации, так называемый интернет вещей.

В рамках программы планируется развернуть группировку из 120 спутников двух типов (60 универсальных и 60 широкополосных), что позволит добиться глобального покрытия.

Первые запущенные спутники «Тяньсянь» отличаются внешне: один изготовлен в форме призмы с трапециевидным основанием, а второй имеет вид куба. Можно предположить, что данная архитектура соответствует облику перспективных КА двух типов.



Два аппарата, имеющие в американском каталоге номера 44310 и 44316 и международные обозначения 2019-032A и -032G, выполнили 13–15 и 22–24 июня подъем орбиты от исходного уровня 567 км до 571 км и расположились вдоль орбиты в 45° друг от друга. Возможно, эти обозначения относятся как раз к спутникам «Тяньсянь», а их взаимное положение позволяет протестировать канал связи на предельной дальности, когда он «зацепляет» плотные слои атмосферы до высоты порядка 40 км.

Еще одним спутником, выведенным на орбиту ракетой CZ-11H, стал

«Цзилинь-1 гаофэнь 03А». Этот КА производства китайской компании «Чангуан» пополнит спутниковую группировку наблюдения Земли «Цзилинь-1». Согласно официальной информации, аппарат массой всего 42 кг обеспечивает съемку с высоким разрешением 1.06 м в полосе шириной 18.5 км с высоты 572 км.

Ближайший аналог, американский BlackSky Pathfinder, имеет разрешение 1.0 м на высоте 450 км при массе 44 кг. Китайские разработчики специально подчеркивают, что здесь нет ошибки. Первый в системе спутник «Цзилинь-1 гуансюэ 1А» имел разрешение 0.72 м при массе 420 кг; на аппарате телевизионной съемки «Цзилинь-1 шипинь» №04 было обеспечено разрешение лучше 1.0 м при массе 208 кг, и вот на третьем цикле разработки достигнуты такие выдающиеся параметры.

Спутник 03А ведет съемку в панхроматическом диапазоне с расчетным разрешением 1.06 м и в четырех мультиспектральных полосах видимого и ближнего ИК-диапазона с разрешением 4.24 м, обеспечивая перенацеливание на $\pm 45^\circ$ от надира. Точность геопривязки оценивается в 100 м. Канал передачи данных имеет пропускную способность 450 Мбит/сек.

На фотографии видно, что аппарат 03А представляет собой по существу компактную оптическую систему довольно большого диаметра, лежащую на плоском служебном модуле с двумя панелями солнечных батарей – фиксированной и раскрываемой. На естественный вопрос, насколько управляема и стабильна такая конструкция в полете, разработчики ответили довольно остроумно:

опубликовали 13 июня четкие снимки американского города Лос-Анжелес. К числу достоинств аппарата можно отнести низкую стоимость и малое энергопотребление.

Добавим, что это 13-й успешно запущенный спутник системы «Цзилинь-1». В апреле заместитель гендиректора компании-разработчика Цзя Хунгуан заявил, что в течение 2019 г. планируется отправить на орбиту 20 спутников, а к концу 2020 г. состав группировки вырастет до 60 аппаратов. И тогда любое место на Земле можно будет пронаблюдать с 30-минутными интервалами.

В составе полезного груза первой CZ-11H оказался и спутник «Сяосян-1» №04 Исследовательского института Тяньи – типичный для этой компании кубсат формата 6U (20×10×30 см) с двумя откидными панелями солнечных батарей. Он также имеет имя «Лоусин» (娄星), данное в честь спонсора – района Лоусин города Лоуди в провинции Хунань. Наноспутник оснащен аппаратурой для съемки Земли с разрешением 5 м в панхроматическом и 7.2 м в мультиспектральном диапазоне в полосе шириной 80 км (данные для орбиты высотой 500 км). Это 12-й спутник компании; в 2019 г. она планирует запустить по коммерческим заказам до 20 КА для различных научных учреждений, университетов и корпораций.



Наконец, Пекинская компания высоких технологий «Годянь» отправила на орбиту аппарат «Тяньци-3» (天启三号, буквально «небесное руководство»), известный также как образовательный спутник №1 имени Тао Синчжи (陶行知). Он оснащен камерой для съемки Земли с низким разрешением и коммуникационным блоком для обеспечения интернета вещей. ■

ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Павел ПАВЕЛЬЦЕВ

ЗА ПЕРИОД С 16 МАЯ ПО 15 ИЮНЯ 2019 г. В МИРЕ БЫЛО ВЫПОЛНЕНО ВОСЕМЬ КОСМИЧЕСКИХ ПУСКОВ, ОДИН ИЗ НИХ АВАРИЙНЫЙ. НА РАСЧЕТНЫЕ ОРБИТЫ ВЫВЕДЕНЫ 74 АППАРАТА, ОДИН СПУТНИК УТРАЧЕН.

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

Дата и время старта, UTC	Международное обозначение	Наименование	Место старта	Носитель	Параметры начальной орбиты			
					i	Нр, км	На, км	P, мин
17.05.2019, 15:48	2019-027A	Бэйдоу-2 G8	Сичан	CZ-3C	19.36°	198	35743	630.2
22.05.2019, 00:00	2019-028A	RISAT-2B	Шрихарикота	PSLV-CA	37.00°	550	558	95.73
22.05.2019, 22:49?	Нет	Яогань-33	Тайюань	CZ-4C	Пуск аварийный			
24.05.2019, 02:30	2019-029	Starlink (60 КА)	Канаверал	Falcon 9	53.00°	433	442	93.33
27.05.2019, 06:23	2019-030A	Космос-2534	Плесецк	Союз-2.1Б/ Фрегат-М	64.79°	19129	19156	676.2
30.05.2019, 02:19	Нет	Мишень	(Хаябуса-2)	Нет	Сброшена на поверхность астероида Рюгу			
30.05.2019, 17:42	2019-031A	Ямал-601	Байконур	Протон-М/ Бриз-М	17.81°	6421	35712	754.1
05.06.2019, 04:06	2019-032A	Чжундяньвантун-1А	Желтое море	CZ-11	44.99°	558	576	96.00
	2019-032C	Буфэн-1А			44.99°	557	575	95.98
	2019-032E	Буфэн-1В			44.99°	555	576	95.97
	2019-032B?	Цзилинь-1 Гаофэн 03А			44.98°	556	576	95.98
	2019-032D?	Тяньцзи-3			45.00°	555	576	95.97
	2019-032F?	Сяосян-1 №04			44.98°	552	576	95.93
	2019-032G	Чжундяньвантун-1В			44.99°	557	576	96.00
12.06.2019, 14:17	2019-033A	RCM-1	Ванденберг	Falcon 9	97.77°	584	604	96.57
	2019-033B	RCM-2			97.77°	585	604	96.56
	2019-033C	RCM-3			97.77°	584	604	96.57

Примечание. Взаимное соответствие между китайскими КА от пуска 4 июня и объектами в каталоге Стратегического командования США неизвестно.

2019-027: ПОСЛЕДНИЙ «БЭЙДОУ» ПОКОЛЕНИЯ 2

17 мая был успешно выведен на орбиту последний из спутников китайской навигационной системы «Бэйдоу», принадлежащий ко второму поколению. 28 мая спутник «Бэйдоу-2 G8» был обнаружен на геостационарной орбите в точке 80° в.д.

2019-028: ИНДИЙСКИЙ РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ

22 мая Индия произвела запуск третьего в своей истории аппарата радиолокационного наблюдения под названием RISAT-2B. Масса аппарата составляет 615 кг, он оснащен зонтичной антенной диаметром 3,6 м собственной разработки, которая



была успешно развернута на орбите. Информация о владельце и разработчике спутника и радиолокатора X-диапазона с синтезированием апертуры не опубликована, информация об открытом бюджетном финансировании отсутствует. Нестандартное наклонение 37° говорит об особом внимании заказчика к странам тропического пояса – соседям Индии, у которой самая северная точка территории находится как раз на 37° с.ш. Тем не менее назначением КА заявлено оказание услуг в области сельского и лесного хозяйства и борьбы со стихийными бедствиями.

Два предыдущих аппарата этого семейства были запущены в апреле 2009 г. (военный аппарат RISAT-2 израильского производства) и апреле 2012 г. (гражданский RISAT-1 индийской разработки).

АВАРИЯ НА ТАЙЮАНЕ

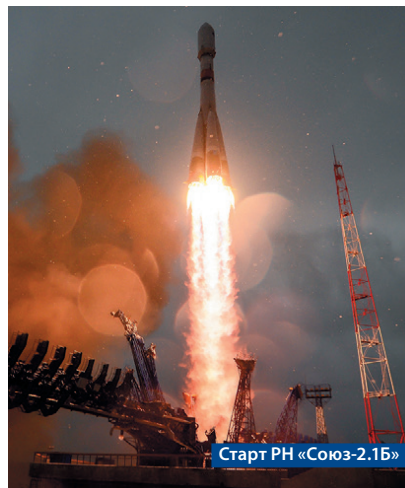
22 мая потерпела аварию китайская ракета CZ-4C, запущенная с Тайюаня со спутником дистанционного зондирования «Яогань-33» (с.40-41).

2019-029: ПЕРВАЯ ПОРЦИЯ КА STARLINK

24 мая ракета Falcon 9 доставила на низкую орбиту 60 экспериментальных спутников Starlink для отработки технических решений перспективной системы низкоорбитального Интернета (с.36-39).

2019-030: «КОСМОС-2534»

27 мая с Плесецка выведен на расчетную орбиту российский навигационный спутник «Космос-2534». По сообщению Информационно-аналитического центра координатно-временного обеспечения, к 15 июня аппарат «Глонасс-М» № 758 занял точку стояния № 12 во второй плоскости одноименной системы и 22 июня был введен в эксплуатацию. Занимавший ее спутник № 723 выведен в орбитальный резерв, отработав свыше 11 лет при гарантийном ресурсе 7 лет.



2019-031: «ЯМАЛ-601»

30 мая с Байконура ракетой «Протон-М» с разгонным блоком «Бриз-М» был выведен на расчетную геопереходную орбиту КА «Ямал-601», созданный европейской компанией Thales Alenia Space во Франции для российского оператора «Газпром космические системы». Невзирая на неисправность, обнаруженную при попытке использования маршевого двигателя, к 20 июня спутник был доведен на геостационар (с.36).

2019-032: «МОРСКОЙ СТАРТ» ПО-КИТАЙСКИ

5 июня китайский легкий твердотопливный носитель CZ-11Н впервые стартовал с морской платформы в Желтом море и доставил на орбиту семь спутников различного назначения (с.46-49).

2019-033: ТРИ НОВЫХ «РАДАРСАТА»

12 июня ракетой Falcon 9 на солнечно-синхронную орбиту были выведены три канадских радиолокационных спутника RCM (Radarsat Constellation Mission). Первая ступень носителя успешно приземлилась в посадочной зоне LZ-4.

Как явствует из названия, задача спутников состоит в продолжении набора данных ДЗЗ спутника Radarsat 2 предыдущего поколения, запущенного еще в 2007 г. Аппараты построены канадской фирмой MDA (входит в состав группы Махар) на платформе MAC-200 компании Magellan Aerospace, использованной ранее на французском КА Cassiope. Каждый спутник имеет стартовую массу 1450 кг и несет радиолокатор С-диапазона с синтезированием апертуры с 7-метровой антенной. Наилучшее разрешение инструмента составляет 3 м в полосе шириной 20 км, обзорные наблюдения возможны в полосе 500 км с разрешением 100 м. Группировка из трех спутников обеспечит ежесуточный просмотр всей территории Канады, а ее полярных районов и прибрежных льдов – до четырех раз в сутки. ■





УСПЕХ ИЛИ ВСЕ-ТАКИ «АНОМАЛИЯ»?

30 МАЯ НА ПОЛИГОНЕ США В ПРОМОНТОРИ (ШТАТ ЮТА) ПРОШЛИ ПЕРВЫЕ ОГНЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ МОЩНОГО ТВЕРДОТОПЛИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ CASTOR 600 ДЛЯ ПЕРВОЙ СТУПЕНИ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ OMEGA, РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ КОМПАНИЕЙ NORTHROP GRUMMAN ПО КОНТРАКТУ, ВЫДАННОМУ В 2015 г. ВВС США. ПРОЕКТ В ЗНАЧИТЕЛЬНОЙ СТЕПЕНИ ФИНАНСИРУЕТСЯ ЗА СЧЕТ СОБСТВЕННЫХ СРЕДСТВ РАЗРАБОТЧИКА, И К СЕРЕДИНЕ 2018 г. СОВМЕСТНЫЕ ИНВЕСТИЦИИ ФИРМЫ И ВОЕННЫХ СОСТАВИЛИ ОКОЛО 250 МЛН \$.

Игорь АФАНАСЬЕВ

Целью первого прожига была проверка двигателя при повышенной температуре топливного заряда. В течение 122 секунд огромный «пороховик» диаметром около 3.7 м и длиной свыше 24 м, лежащий на стенде, работал на режиме полной тяги, превышающей 900 тс. Издали за испытаниями наблюдала большая толпа зрителей. По заявлению представителей компании, в результате были подтверждены

Grumman и руководитель программы OmegaA Кент Роминджер.

Вместе с тем руководство Northrop Grumman признало наличие «аномалии». «В самом конце, когда двигатель отключался, мы увидели, что с соплом (или, возможно, с его частью) происходит что-то странное, – подтвердил Роминджер и осторожно заметил: – Но что именно – надо разбираться. Следует изучить все данные, проанализировать их и понять, что произошло...»

линейки ракет Pegasus – Minotaur – Antares, созданных компанией Orbital ATK Inc (с 2018 г. стала частью вновь созданного подразделения Northrop Grumman Innovation System).

Компоновка и основные технические решения OmegaA развивают ранние наработки компаний Orbital Sciences и ATK. Проект подразумевал создание транспортной системы в составе двух трехступенчатых носителей промежуточного (intermediate) и тяжелого (heavy) классов, способных выводить на геопереходную орбиту полезный груз массой от 4.9 т до 10.1 т.

Первая ступень промежуточного носителя будет оснащена двигателем Castor 600 (на основе двух секций твердотопливного ускорителя SRM системы Space Shuttle) с тягой до 1000 тс. Тяжелая ракета получит более мощный Castor 1200 (на основе четырех секций SRM) тягой около 1400 тс. Вторые ступени обеих ракет будут одинаковые – на основе двигателя Castor 300 (одна секция ускорителя шаттла). Третья ступень также будет единой: это криогенный блок с дву-

На последних мгновениях работы двигателя случилось что-то непонятное. Видеоролик со съемки испытаний, выложенный в Сеть, показал разлет каких-то осметков и искр от сопла. Создалось впечатление: что-то разрушилось.

заданные параметры внутренней баллистики двигателя, эффективность теплоизоляции и стыков секторов, а также системы управления вектором тяги, которая качает сопло. «Сегодня мы наблюдали успешный тест», – заявил вице-президент Northrop

ПОСЛЕДНЯЯ БУКВА

Носитель, разрабатываемый в том числе для замены ныне эксплуатируемых ракет Atlas V и Delta IV, получил имя Omega в апреле 2018 г. Ω – последняя буква греческого алфавита – символизирует завершение эволюции

мя кислородно-водородными двигателями RL-10C-5-3 компании Aerojet Rocketdyne.

Промежуточный носитель оснастят двумя, а тяжелый – шестью (или менее) навесными стартовыми твердотопливными ускорителями GEM-63XLT. В принципе число последних может быть нечетным; кроме того, на промежуточном носителе они не будут сбрасываться, что заметно упрощает конструкцию и повышает надежность системы.

Практически все компоненты новой ракеты имеют «летное» наследие, а также могут выпускаться на существующем оборудовании. Например, двигатели первой и второй ступеней, как отмечалось выше, созданы на основе SRM, но отличаются применением не стальных, а композитных корпусов. Для изготовления последних используется эффективная и производительная технология намотки цельного «кокона» двигателя, что уменьшает количество применяемых деталей и узлов и в конечном итоге сокращает трудоемкость.

Стартовые ускорители являются модификацией бустеров, давно и успешно летающих на ракетах Atlas V. Кислородно-водородные двигатели также успешно эксплуатируются на второй ступени все того же носителя.

Прежде чем сделать окончательный выбор двигателя для третьей ступени, разработчики тщательно изучили альтернативные предложения – от американских компаний Blue Origin и Aerojet Rocketdyne и от европейской Ariane Group. В конечном итоге выбор пал на RL-10C – доступный, надежный и имеющий хорошую статистику успешных полетов. Головной обтекатель пятиметрового диаметра будет похож на аналогичные изделия для ракет Atlas V, Falcon 9, Delta IV или Ariane 5. Его производство будет локализовано на одном из заводов Northrop Grumman в Айюке (штат Миссисипи).

Эксплуатировать новую ракету предполагается на существующей наземной инфраструктуре: компания уже заключила соглашение об использовании для пусков мобильной стартовой платформы MLP-3, изначально созданной для лунной ракеты Saturn V, а затем модифицированной под шаттлы. Сами пуски предполагается выполнять с комплекса LC-39B Космического центра имени Кеннеди на Восточном и с комплексов SLC-2W

Наряду с Blue Origin, SpaceX и ULA, компания Northrop Grumman намерена принять участие в программе космических запусков в интересах национальной обороны NSSL (National Security Space Launch). В рамках конкурса BBC США выберут двух поставщиков пусковых услуг в 2020 г.

и SLC-6 базы Ванденберг на Западном побережье.

Основные достоинства проекта с точки зрения разработчиков: возможность реализовать сравнительно недорогую гибкую транспортную систему для удовлетворения разнообразных требований федеральных заказчиков, вполне сопоставимую с большинством моделей действующих носителей Atlas V и Delta IV «Объединенного пускового альянса» ULA (United Launch Alliance), а также с Falcon 9 компании SpaceX.

Первый полет нового носителя (в промежуточном варианте, но без ускорителей) планируется в 2021 г. Во втором пуске на Castor 600 навесят два ускорителя. Пуск тяжелого варианта носителя – с Castor 1200 и шестью ускорителями – пока намечен на 2024 г.

ДЕНЕЖНЫЙ ФОРСАЖ

В октябре 2018 г. BBC США заключили с Northrop Grumman контракт стоимостью 792 млн \$ по программе закупок пусковых услуг LSA (Launch Service Agreement). Деньги пойдут на окончание разработки OmegaA и подготовку стартовых площадок.

Тем временем выбор BBC не понравился SpaceX, которая в мае подала против них судебный иск, утверждая, что подписаны соглашения на разработку ракет, которые ни разу не летали и даже еще не построены. Центр космических и ракетных систем BBC США (SMC, Air Force Space and Missile Systems Center) безосновательно раздал контракты на три не зарекомендовавшие себя ракеты неизвестных параметров», – уверяли представители компании.

По их мнению, военные нарушили контрактные правила по пяти различным пунктам: не обеспечили равной конкуренции участников. SpaceX попро-

сила суд приостановить финансирование программ для их переоценки. В свою очередь, представители BBC США заявили, что конкурс предназначался для выбора новых разработок и не распространялся на уже существующие.

Не совсем чистое окончание огневых испытаний 30 мая вроде бы подтверждает опасения команды Илона Маска. Однако руководитель отделения приобретения пусковых услуг в SMC Майкл Санджуме подчеркнул, что BBC совместно с Northrop Grumman займутся оценкой данных. По его словам, анализ результатов прожига и выявление причин «аномалии» никак не повлияют на график тестов двигателя Castor 300 второй ступени OmegaA: они должны состояться в августе или в сентябре текущего года. ■

Огневые испытания двигателя Castor 600 для перспективной ракеты OmegaA



ЧТО ПАДАЕТ С РАКЕТЫ?

Филипп ТЕРЕХОВ

СТАРТУЮЩАЯ РАКЕТА – ЗАВОРАЖИВАЮЩЕЕ ЗРЕЛИЩЕ. А КОГДА ОНО ДОПОЛНЯЕТСЯ «СПЕЦЭФФЕКТАМИ» (ОДНУ РАКЕТУ ВДРУГ МОЖЕТ ОХВАТИТЬ ПЛАМЯ, И ОНА ТАК И ПОЛЕТИТ ЗАКОПЧЕННОЙ, С ДРУГОЙ НА ПЕРВЫХ СЕКУНДАХ ПОЛЕТА ПОСЫПЛЮТСЯ ВНИЗ САМЫЕ РАЗНООБРАЗНЫЕ ОБЪЕКТЫ И ПРЕДМЕТЫ), ТО И ВО ВСЕ ШОКИРУЕТ НЕИСКУШЕННЫХ ЗРИТЕЛЕЙ. ТЕМ НЕ МЕНЕЕ ВОЛНОВАТЬСЯ НЕ СТОИТ: ВСЁ НАХОДИТСЯ ПОД КОНТРОЛЕМ, И АВАРИИ НЕ ПРОИСХОДИТ. ИНЖЕНЕРЫ-КОНСТРУКТОРЫ ПРОЯВИЛИ СМЕКАЛКУ И ПОСТАРАЛИСЬ СДЕЛАТЬ ТАК, ЧТОБЫ НЕОБЫЧНЫЕ И ДАЖЕ ПУГАЮЩИЕ ЯВЛЕНИЯ СТАЛИ СОВЕРШЕННО ОБЫДЕННЫМИ.

ЛЕД

Чаще всего со взлетающей ракеты падает обычный лед. Если в качестве компонента топлива используется жидкий кислород, то разработчики обычно экономят вес на теплозащите баков. В атмосферном воздухе всегда есть влага: она начнет конденсироваться на холодной стенке, и во время заправки бак кислорода снаружи покроется ледяной коркой (которая сама по себе служит неплохой теплоизоляцией). Лед будет разрушаться от вибрации стартующей ракеты и очень красиво падать.

Неосведомленность о таких фактах иногда приводит к анекдотическим ситуациям. Например, после первого пуска с космодрома Восточный находились люди, которые на полном серьезе писали, что 28 апреля 2016 г. отсюда стартовала совсем другая ракета – не та, что ставили в пусковое устройство: установщик привез зеленато-серый «Союз», а взлетел белый, с небольшими серыми фрагментами.

На самом деле по цвету заправленной ракеты семейства Р-7 можно сказать, где у нее баки горючего, а где – окислителя: жидкий кислород, в отличие от керосина, криогенный компонент, кипит при -183°C , а зна-

чит он очень холодный. Изморозь, образующаяся на наружной стенке кислородного бака, превращается в слой льда, который и окрашивает бак в белый цвет.

А вот с жидким водородом так просто обойтись не получится – даже в покрытой льдом и инеем емкости он будет слишком активно кипеть. Поэтому, например, внешний топливный бак корабля системы Space Shuttle, в котором находились водород и кислород для маршевых двигателей, цвет не менял, поскольку был покрыт снаружи толстым слоем оранжевой теплоизоляции.

ПЛАМЯ

Вообще говоря, эту ракету должны были сделать в СССР или в России. Seriously: когда ракета штатно при старте горит почти во всю длину – это именно то, чего ожидаешь от «Crazy Russians». Однако изобретательные инженеры есть по всему земному шару, и в данном случае это изделие оказалось американским.

У ракеты-носителя Delta IV первыми открываются клапаны подачи водорода в маршевый двигатель – за 5 секунд до старта и за 2 секунды до начала подачи кислорода. Какая-то часть

водорода успевает утечь из камеры сгорания наружу. За пределами ракеты водород смешивается с атмосферным кислородом – и в момент зажигания смесь вспыхивает. Иногда пламя настолько сильное, что начинает обгорать теплоизоляция баков, и ракета вылетает из черного облака дыма основательно подкопченной. Эффект замечен на всех стартах Delta IV, но особенно ярко проявился во время первого пуска тяжелого варианта 21 декабря 2004 г.: после одновременного включения трех двигателей блоков первой ступени ракету охватило пламя. Некоторые наблюдатели в этот момент решили, что на носителе начался пожар и полет вот-вот прервется.

Несмотря на то, что данный побочный эффект является ожидаемым, инженеры принимают меры, чтобы уменьшить силу пламени, вызываемого утечкой водорода. Начиная с 2013 г. двигатели на Delta IV Heavy запускаются последовательно: сначала включается правый боковой блок, своей струей эжектирующий вниз поток воздуха, который мешает скоплению водорода, затем остальные. Изменилось и теплозащитное покрытие ступеней: теперь оно более огнеупорное. В результате в последние годы вид стар-



Запуск двигателей ракеты Delta IV Heavy. 19 января 2019 года. Фото Michael Baylor

тующей Delta IV не вызывает испуга и даже замешательства.

Многие помнят красивые искры, фонтанами бьющие под маршевыми двигателями стартующего шаттла. Они не относятся к системе зажигания – это как раз и есть оборудование для дожигания лишнего газообразного водорода. Оно необходимо на случай, когда двигатели аварийно останавливаются, не набрав полной тяги, – существует вполне реальная опасность взрыва гремучего газа.

26 июня 1984 г. в первой попытке запуска шаттла Discovery, когда за шесть секунд до старта уже включенные двигатели были аварийно остановлены автоматикой, на стартовом комплексе начался невидимый глазу водородный пожар. Если бы астронавты стали сразу эвакуироваться, то вбежали бы прямо в пламя. К счастью, опасность успели вовремя осознать и, включив «оросительные» системы, эвакуировали астронавтов под холодным душем.

ТЕПЛОЗАЩИТА

Иногда со стартующей ракеты падают какие-то непонятные предметы, причем совершенно точно не лед, а какие-то довольно крупные панели. Но ракета летит штатно, и при следующем запуске с ее «товарки» опять что-то отпадает. Возникает неприятное ощущение, что носитель вот-вот развалится. Из эксплуатирующихся сейчас изделий этот эффект заметен, например, на индийской ракете GSLV и китайской Long March 2 и 3. Раньше так «мусорили» европейские Ariane (в модификации с первой по четвертую), а на заре космонавтики – французский Diamant.

Кроме низкикопящих (кислорода и водорода), ракеты заправляются высококипящими компонентами топлива, которые остаются жидкими при температуре выше нуля. Но рабочий диапазон, при котором компонент не замерзнет и не закипит, может быть довольно узким. Например: у азотного тетроксид (окислитель) температура кристаллизации -11°C , а кипения – всего $+21^{\circ}\text{C}$. В упомянутых случаях холодной ночи на севере Китая или теплого дня в Куру либо в индийской Шрихарикоте будет достаточно, чтобы компонент изменил свое физическое состояние. Поэтому носитель укрывают специальными теплозащитными панелями. В момент пуска они отсоединяются при помощи

Сброс теплозащиты баков ракеты Ariane 4. 7 июля 1995 года. Фото Arianespace



тросов, закрепленных на стартовом сооружении, под напором набегающего воздуха или иным способом.

Между тем иногда теплозащита требуется там, где этого совершенно не ждешь. Носитель Minotaur разработан на базе боевой ракеты Minuteman, твердое топливо которого, рассчитанное на стабильные условия хранения в шахте, могло изменить характеристики на открытом воздухе. Поэтому первую ступень «Минотавра» укрыли похжей на ткань теплозащитой, которая при старте сдергивается тросами наподобие банановой кожуры.

КРЫШКИ-ЗАГЛУШКИ, ПРИБОРЫ И ПОДДОН

Очевидцы вспоминают, что с шаттла сыпался весьма странный мусор, причем даже не в самые первые секунды полета. Когда корабль успевал уже набрать заметную скорость, от него отделялись какие-то белые предме-

ты. Однажды один из них упал еще до старта и тем самым раскрыл свое назначение. Это оказалась крышка, защищающая от дождя и прочих неприятностей двигателя ориентации стоящего на старте «челнока».

Всё, ставшее ненужным, крайне желательно сбросить с ракеты, и побыстрее. Иногда это приводит к забавным решениям. В начале «карьеры» носителя «Зенит» от верхней его части отделялся черный предмет – плата прицеливания, которая использовалась для определения азимута стартующей ракеты.

Ну а приз за самый эпический сброс отработавшего оборудования принадлежит носителю «Днепр». Он базируется на шахтной баллистической ракете и даже мирные космические пуски проводит тоже из шахты, из которой должна была летать МБР. После запуска следом за «Днепром» из шахты вылетает некий объект, на котором включается отдельный двигатель, уводящий его в сторону. Как оказалось, это поддон с пороховым аккумулятором давления – остроумное решение, облегчающее «минометный старт». Цель – как можно быстрее вывести изделие из шахты, не включая двигатели. Ракета стоит на поддоне, под которым установлен пороховой заряд. При старте последний сгорает, выделяет большое количество газов и выталкивает поддон с ракетой вверх. Уже над срезом шахты, чтобы не мешать включению двигателей, поддон уходит в сторону. Спустя еще несколько мгновений сбрасываются обтюраторные кольца, помогавшие ракете двигаться по шахте. ■

Увод порохового аккумулятора давления и сброс обтюраторных колец при старте РН «Днепр». 21 июня 2010 года. Фото Сергея Сергеева



Павел ПАВЕЛЬЦЕВ

ТАК ПОЛЕТЯТ ЛИ ОНИ НА ЛУНУ?

7 ИЮНЯ ПРЕЗИДЕНТ США ДОНАЛЬД ТРАМП ПОВЕРГ В СМЯТИЕ АМЕРИКАНСКОЕ КОСМИЧЕСКОЕ СООБЩЕСТВО. ДЛЯ ЭТОГО ЕМУ ПОТРЕБОВАЛАСЬ ВСЕГО ОДНА ЗАПИСЬ В ТВИТЕРЕ, КОТОРАЯ ГЛАСИЛА: «С УЧЕТОМ ВСЕХ ДЕНЕГ, КОТОРЫЕ МЫ ТРАТИМ, NASA НЕ ДОЛЖНО ГОВОРИТЬ О ПОЛЕТЕ НА ЛУНУ – МЫ ЭТО УЖЕ СДЕЛАЛИ 50 ЛЕТ НАЗАД. ИМ СЛЕДУЕТ СОСРЕДОТОЧИТЬСЯ НА НАМНОГО БОЛЕЕ ВАЖНЫХ ВЕЩАХ, КОТОРЫЕ МЫ ДЕЛАЕМ, ВКЛЮЧАЯ МАРС (ЛУНА ЯВЛЯЕТСЯ ЕГО ЧАСТЬЮ), ОБОРОНУ И НАУКУ!»

Стоит напомнить, что именно Трамп провозгласил возвращение на Луну первоочередной космической целью США, отодвинув на второй план экспедицию на Марс, которая была «священным Граалем» предыдущей администрации Обамы. Президент объявил об этом в конце прошлого года, и не в виде поста в Интернете, а в форме официальной Директивы по космической политике № 1, сохраняющей свою силу.

26 марта 2019 г. глава государства и вице-президент Майкл Пенс не просто подтвердили, а потребовали от NASA обеспечить пилотируемую высадку на Луну уже в 2024 г., в последний год потенциального второго срока президентства Трампа. Для решения этой задачи 13 мая американская администрация запросила у Конгресса дополнительное финансирование на 2020 финансовый год на сумму 1.6 млрд \$.

На этом фоне июньское заявление Трампа прозвучало более чем странно. Из него не было ясно: так

сохраняют свою силу мартовские указания о срочном возвращении на Луну, или настроения эксцентричного президента, как уже не раз бывало, изменились? Сам Трамп никаких уточнений не дал, но злые языки утверждали, что он счел нужным высказаться, находясь на отдыхе в Ирландии и посмотрев дебаты по любимому телеканалу Fox News, где главный бухгалтер Джефф ДеВит рассуждал о приоритетах в космической программе США.

Администратор космического агентства Джеймс Брайденстайн поспешил сделать примирительное разъяснение, и тоже посредством твита: «Как сказал президент США, NASA использует Луну, чтобы отправить людей на Марс! Прямо сейчас на Марсе находятся [марсоход] Curiosity и [зонд] InSight, и скоро к ним присоединится ровер Mars 2020 и марсианский вертолет».

Представитель Белого дома сообщил телекомпаниям NBC, что в действительности стратегия Трампа не изменилась: «Целью нашей админи-

страции всегда было достичь Марса. Мы запросили у Конгресса дополнительные средства, чтобы достичь Луны в 2024 г. Это даст нам возможность отправиться на Марс примерно через десятилетие после создания постоянного присутствия на лунной поверхности».

ПРО ДЕНЬГИ

Оценки ситуации американскими экспертами, если исключить откровенную неприязнь в адрес Трампа, сводятся к трем идеям. Во-первых, не он, а вице-президент Пенс в действительности является «двигателем» программы срочного возвращения на Луну, а Трамп пытается от нее дистанцироваться. Во-вторых, напоминают эксперты, в оппозиции к лунным планам находится Бюджетное управление ОМВ Белого дома, которое не одобряет резкого роста финансирования агентства на ближайшие годы. В-третьих, ключевое решение будет приниматься Конгрессом, когда он будет утверждать бюджет на 2020 и

последующие годы. Это последнее обстоятельство представляется наиболее существенным.

В Палате представителей «контрольный пакет» у Демократической партии – 235 голосов из возможных 435. Сторонники Трампа, республиканцы, контролируют верхнюю палату – Сенат, имея в нем 53 места против 45 у демократов.

В нижней палате рассмотрение проекта бюджета на 2020 ф.г. началось 17 мая, когда его вынесли на подкомитет по торговле, юстиции и науке комитета по ассигнованиям. В американской политической практике законодатели составляют на основе предложений администрации собственные версии законопроекта. Одну версию готовит и утверждает Сенат, другую – Палата представителей, и затем на согласительной комиссии их сводят воедино.

Так вот, на заседании 17 мая находящийся под контролем демократов подкомитет вообще проигнорировал дополнительный бюджетный запрос на сумму 1.6 млрд долларов, а что касается основного бюджета, который администрация Трампа запросила в марте, то законодатели увеличили общую сумму финансирования на 1.3 млрд долларов (с 21 до 22.3 млрд \$), главным образом за счет увеличения расходов на космические научные проекты. В перспективной пилотируемой программе, как это



происходило и в предыдущие годы, они добавили средства на корабль Orion («Орион») – 1425 млн вместо запрошенных 1266 млн \$ – и на семейство носителей SLS – 2150 млн вместо 1775 млн \$. В то же время расходы на НИОКР по перспективной пилотируемой программе были сокращены более чем на 600 млн (с первоначально запрошенных 1580 млн до 962 млн \$), а об утверждении суммарной заявки на 2.3 млрд \$ по этому направлению речь даже и не шла.

Между тем именно из этого раздела планировалось финансировать работы по лунной орбитальной станции Gateway (буквально «Ворота»; за-

прошено было 821.4 млн, после уточнения осталось 500 млн \$), выделить средства на окололунные полеты и посадку (363.0 млн плюс еще миллиард на коммерческие посадочные модули) и на другие перспективные системы (255.6 млн, с дополнениями – 388 млн). Иначе говоря, демократы в интересах реализуемых сегодня проектов и в ущерб созданию средств для посадки на Луну. Комитет по ассигнованиям, собравшийся 22 мая в полном составе, утвердил этот вариант без каких-либо изменений.

Утверждается, что одной из причин отказа законодателей от рассмо-



трения дополнительного запроса стало отсутствие ясности с источником финансирования. Бюджетное управление ОМВ предложило в качестве такового избыток средств в фонде Пелла, из которого оплачивается обучение малоимущих студентов. Активисты в области образования и конгрессмены-демократы восприняли это как покушение на основы – но не было ли само предложение хитрым ходом финансового блока правительства с целью торпедировать программу Трампа?

Итак, попытка быстро решить вопрос с выделением дополнительных 1.6 млрд долларов на лунную программу обернулась провалом. Здесь может быть несколько объяснений. Не исключено, что расходы на амбициозные космические проекты стали очередным заложником внутривластной политической борьбы в США. А возможно, законодатели считают, что немедленное возвращение на Луну не более чем авантюра, еще одно проявление тщеславия и гордыни Трампа. Финансовые власти на фоне общего тяжелого положения с бюджетом не хотят создавать новую «черную дыру», в которую будет «улетать» все больше денег налогоплательщиков. Наконец, причиной отказа может быть банальное недоверие к администрации Трампа. В следующем году выборы, и хозяин в Белом доме может поменяться. А вместе с Трам-

пом могут исчезнуть и все его амбициозные проекты.

6 июня Дж.Брайденстайн заявил в интервью газете USA Today, что его агентство не сможет выполнить требование президента и осуществить новую лунную экспедицию в 2024 г., если Конгресс откажется выделить дополнительно запрошенные 1.6 млрд \$. «В таком случае мы снова будем думать о 2028 годе», – сказал он.

13 июня в интервью CNN Брайденстайн впервые сообщил, что космическому агентству на лунную программу потребуется дополнительно от 20 до 30 млрд \$ в период до 2024 г. включительно, то есть по 4–6 млрд ежегодно. «Мы обсуждаем это с администрацией, – сказал он. – Мы говорим с ОМВ и с Национальным космическим советом». Не факт, что эта оценка будет окончательной, и не факт, что администрация Трампа под ней подпишется.

ПРО ЖЕЛЕЗО

Лунная программа США развивается сегодня, как сказал один остроумный наблюдатель, в узком коридоре между иллюзиями Трампа и прагматичным подходом Уилльяма Герстенмайера, заместителя администратора агентства и главы Директората пилотируемых полетов.

Некоторое время казалось, что последний найдет достойного помощника и преемника в лице Марка Сиранджело, бывшего вице-президента

компании Sierra Nevada Corp. и руководителя проекта частного грузового корабля Dream Chaser. 8 апреля он пришел в агентство на должность специального помощника администратора и должен был сформировать стратегию и план возвращения на Луну, а затем возглавить вновь формируемый Директорат лунных и марсианских миссий. Однако вскоре стало ясно, что Конгресс не поддерживает создание этого нового подразделения с одновременной ликвидацией Директората космических технологий, – и Сиранджело написал заявление об уходе с 31 мая.

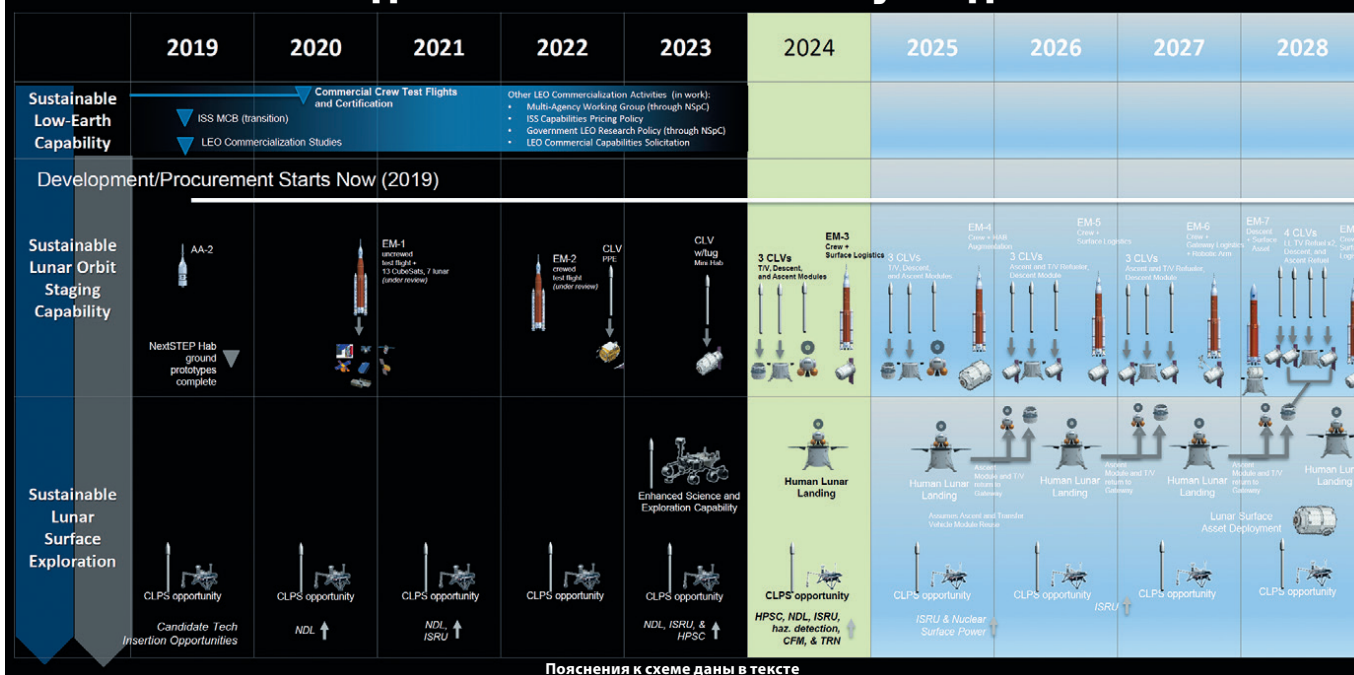
Впрочем, к середине мая он и его сотрудники все-таки успели подготовить план программы Artemis («Артемиды»), и 20 мая обозреватель Эрик Бергер опубликовал его на своем ресурсе arstechnica.com. Само агентство обнародовало уточненную версию 6 июня.

Поскольку многие положения плана-графика не расшифрованы, мы решили представить его картинку в оригинальном англоязычном виде (см. ниже).

В соответствии с требованиями Трампа план предусматривает высадку двух астронавтов у южного полюса Луны в 2024 г., а также создание лунной базы в 2028 г.

Первой высадке, как и планировалось ранее, должны предшествовать два испытательных полета сверхтяжелой ракеты-носителя Space Launch

Действующий план-график работ по исследованию и освоению Луны до 2028 г.



System (SLS) компании Boeing – беспилотный в 2020 г. и с экипажем в 2022 г.

Основная линия плана требует осуществления в 2020–2028 гг. восьми пусков SLS и 18 стартов коммерческих носителей меньшей грузоподъемности. Совершенно нестандартно распределение грузов по ракетам. Под каждый полет SLS начиная с третьего планируется несколько пусков коммерческих ракет с компонентами лунной взлетно-посадочной системы. Так, параллельно с третьим и четвертым полетом «супертяжа», соответственно в 2024 г. и 2025 г., в космос отправятся перелетная ступень, посадочный и взлетный модули. К пятому и шестому пуску SLS привязана доставка к Луне посадочных модулей и танкеров для заправки многократно используемых частей – перелетной ступени и посадочного модуля.

На самой SLS будет запускаться корабль Orion с экипажем и попутно – отдельные грузы, для включения в состав станции Gateway или для доставки на поверхность Луны. Исключение составит седьмой полет SLS в начале 2028 г. в грузовом варианте с модулем лунной базы и посадочным аппаратом для него.

При этом первые компоненты станции Gateway будут отправлены на коммерческих носителях: энергетический и двигательный модуль PPE – в конце 2022 г. и малый обитаемый модуль – в 2023 г. Впоследствии станция должна пополниться дополнительным жилым модулем и манипулятором.

23 мая агентство объявило о заключении с компанией Maxar Technologies (ранее была известна как SSL) контракта стоимостью 375 млн \$ на модуль PPE. Его функции – электропитание станции, обеспечение маневрирования с использованием электрореактивной ДУ на солнечной энергии (SEP, 50 кВт), а также связь с Землей и лунной поверхностью. Куратором проекта заявлен Исследовательский центр имени Джона Гленна. По сути PPE станет мобильным командным и служебным модулем для перспективной лунной инфраструктуры.

Необходимым условием перехода к этой фазе программы являются успешные летные испытания системы аварийного спасения (САС) корабля «Орион» с обозначением AA-2. Они должны состояться 2 июля 2019 г.: командный модуль массой 5000 кг с



5 июня 2019 года в Центре Кеннеди прошли испытания ходовой части робота RASSOR для добычи полезных ископаемых на Луне. Испытания проводились на грунте, имитирующем лунный реголит, с применением системы частичного обезвешивания

башенкой двигателей САС будет запущен на специальной ракете компании Northrop Grumman с площадки SLC-46 Станции ВВС США «Мыс Канаверал».

Вторая линия плана включает 10 пусков коммерческих ракет с грузами и экспериментальной аппаратурой для лунной инфраструктуры. Посадочные аппараты для этой части программы планируется заказать у частных подрядчиков на условиях оказания услуг по доставке. Среди запланированных грузов упомянем посадочные световые маяки NDL, мощный бортовой компьютер HPSC, аппаратуру для экспериментов по использованию местных ресурсов ISRU и ядерную энергоустановку, намеченную к доставке на 2025 г.

Европейское космическое агентство изготавливает для американской программы служебные модули корабля «Орион». Канадцы по давней традиции согласились сделать манипулятор для окололунной станции. На создание устройства Canadarm3 и его эксплуатацию в течение 24 лет они выделяют 2 млрд \$. США также заручились принципиальным согласием Японии на участие в лунной и марсианской программе. Об этом заявил 26 мая Дональд Трамп на пресс-конференции по итогам состоявшейся в

Токио встречи с премьер-министром Японии Синдзо Абэ.

В интервью Politico от 13 июня глава американского космического агентства отметил заинтересованность России в лунной программе, однако, судя по его словам, никаких формальных договоренностей пока нет.

Наличие зарубежных партнеров, как показал опыт МКС, благотворно отражается на судьбе большой космической программы на протяжении многих лет реализации – при нескольких президентах и составах Конгресса, снижая риск ее закрытия «в силу изменившихся обстоятельств». Тем не менее наблюдатели с большим опытом оценивают опубликованные лунные планы скептически. Так, Дэвид Андерман высказался 7 июня по поводу трамповского твита и перспектив государственных и частных пилотируемых проектов следующим образом: «Вероятность того, что SpaceX провалит заселение Марса, превышает 50%. Blue Origin имеет еще меньшие шансы на успех. Существует [все же] значительная вероятность того, что эти компании отправят людей за пределы низкой орбиты. Однако шансы на то, что исследовательская программа NASA будет иметь успех, намного ниже». ■

Виктория КОЛЕСНИЧЕНКО



НОВЕЙШИЕ ГОРИЗОНТЫ: ЗНАКОМСТВО С ULTIMA THULE

17 МАЯ 2019 г. В ЖУРНАЛЕ SCIENCE БЫЛИ ОПУБЛИКОВАНЫ ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ САМОГО ДАЛЕКОГО ОБЪЕКТА СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ, КОТОРОГО ДОСТИГ ЗЕМНОЙ АППАРАТ. ЭТО ПРОИЗОШЛО В ПЕРВОЕ УТРО 2019-го, КОГДА АМЕРИКАНСКИЙ ЗОНД NEW HORIZONS («НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ») ПРОМЧАЛСЯ МИМО ДВОЙНОГО КОНТАКТНОГО АСТЕРОИДА 2014 MU69 ИЗ ЗАНЕПТУННОГО ПОЯСА КОЙПЕРА. МИМОЛЕТНАЯ, НО ПРОДУКТИВНАЯ ВСТРЕЧА ПРОИЗОШЛА НА РАССТОЯНИИ 43.3 А.Е., ТО ЕСТЬ 6.5 МЛРД КМ, ОТ СОЛНЦА.

Исследованный астероид, помимо каталожного номера 486958, имеет неформальное имя Ultima Thule (в переводе с латыни – «крайний предел»). Ученым он представляется идеальным объектом для изучения формирования планет. Расположенный далеко от нашей звезды, MU69 по сути является реликтом эпохи зарождения Солнечной системы, словно застывшим во времени.

Авторами первого официального отчета в Science стали более 200 ученых, представляющих более 40 научных учреждений. Их работа основана примерно на 10% собранной информации, то есть на тех данных, кото-

рые КА успел отправить на Землю до 1 марта 2019 г. (Передача с такого расстояния идет очень медленно, так что процесс завершится лишь к середине 2020 г.) Ученым удалось ответить на часть вопросов и... сформулировать новые загадки.

Напомним: космическое путешествие зонда New Horizons началось 19 января 2006 г., когда он отправился изучать карликовую планету Плутон. Дорога к заветной цели заняла девять лет – и 14 июля 2015 г. New Horizons познакомил человечество с Плутоном и его спутником Хароном.

Плутон является крупнейшим телом пояса Койпера, представляющего

собой зону занептунных астероидов между 30 и 50 а.е. от Солнца. Из этой области Солнечной системы происходят, например, кометы семейства Юпитера. Там же обитают карликовые планеты и «первобытные» планетезимали (микропланетки, которым не суждено было соединиться в более крупные тела). Именно они способны пролить свет на первые этапы истории нашей системы, так как хранят «древнюю» информацию о физических и химических условиях во внешней Солнечной системе, а также о процессах формирования «строительных блоков» планет.

Встреча с Ultima Thule на момент старта зонда не планировалась. Более того, даже о существовании этого астероида на Земле тогда еще не знали. Пока New Horizons стремился к Плутону, космический телескоп имени Хаббла занимался целенаправленным поиском подходящих объектов пояса Койпера, которые КА мог бы изучить с пролетной траектории по-

Плутон был открыт американским ученым Клайдом Томбо еще в 1930 г., но детали его поверхности мы впервые увидели только спустя 85 лет. Изучение данных о Плутоне продолжается, и ученые открывают все больше неожиданных черт этого далекого, холодного, но отнюдь не статичного мира.

сле выполнения основной задачи, с учетом небольшого количества оставшегося топлива. Одним из них и стал 2014 MU69, обнаруженный спустя 7 лет после старта New Horizons. 28 августа 2015 г. его назвали новой целью миссии.

С момента открытия Ultima Thule описывался как холодный классический объект пояса Койпера диаметром 25–35 км. По сравнению с Плутоном это тело было просто крошечным. Если карликовая планета по размеру сопоставима с США, то MU69 занял бы примерно половину такого города, как Лос-Анджелес.

Считается, что холодные классические объекты не меняли своего «местообитания» со времени формирования около 4.5 млрд лет назад. Из-за удаленного расположения у них никогда не было возможности значительно прогреться теплом Солнца, а малый размер не способствовал внутренней эволюции. Иными словами, объекты должны были сохранить свой первозданный вид. Сейчас они имеют радиационно-равновесную температуру в промежутке между 30 и 60 K (от -243° до -213°C).

Реализуя «сверхурочную» программу, ученые рискнули и запланировали более тесное сближение с астероидом. Но из-за этого, по словам руководителя миссии New Horizons Алана Стерна, условия для наблюдения за Ultima Thule оказались намного более сложными, чем во время пролета Плутона. Высока была вероятность того, что астероид не попадет в узкое поле зрения камеры КА или будет

зафиксирован только частично. Планируя «фотосессию», нужно было с максимальной точностью определить и спрогнозировать и орбиту MU69, и траекторию New Horizons. И это удалось!

По результатам обработки баллистической информации установлено: 1 января 2019 г. в 05:33:22.4 UTC земной зонд прошел на минимальном расстоянии от цели – 3538.5 км, что вдвое ближе, чем при сближении с Плутоном. Скорость относительного движения составила 14.43 км/с.

Для изучения нового объекта КА использовал все свои шесть приборов: ультрафиолетовый спектрограф Alice, обзорную фотокамеру Ralph (работает в видимом и инфракрасном диапазонах длин волн), камеру для детальной съемки Lorri, измеритель параметров частиц солнечного ветра SWAP, спектрометр энергетических частиц PEPSSI, детектор пылевых частиц VB-SDC.

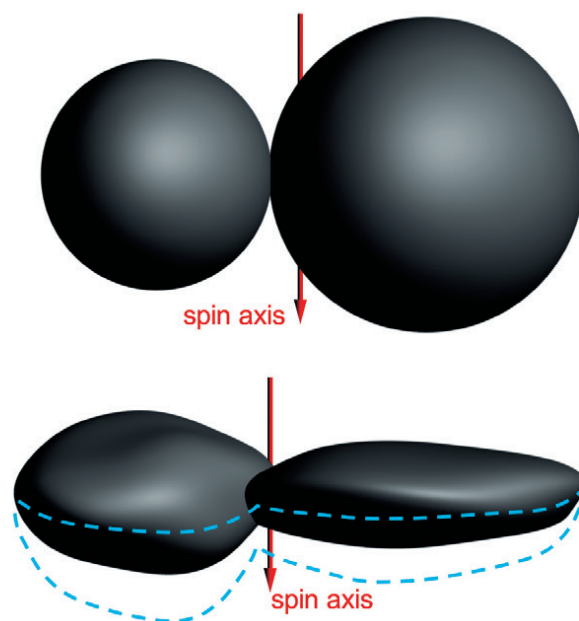
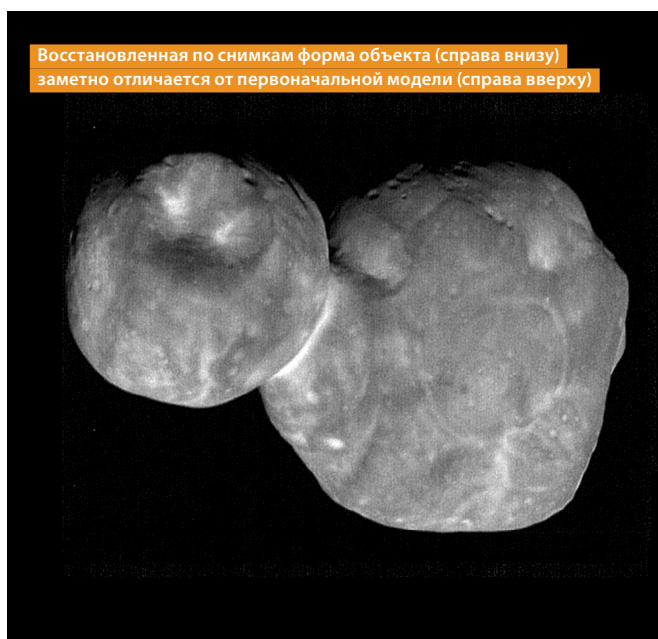
На что похож астероид Ultima Thule – снеговик, гамбургер или Франкенштейн?

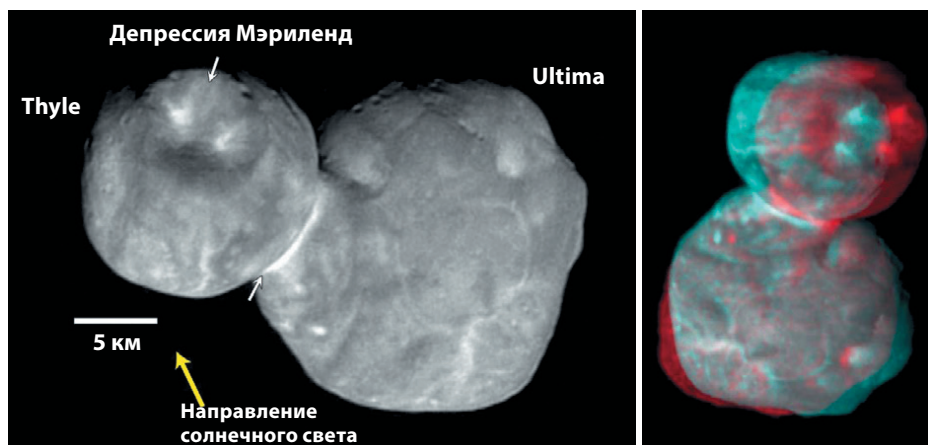
В ходе сближения с астероидом аппарат собрал и записал около 50 Гбит информации: фотографии высокого разрешения, результаты спектроскопии и измерения температур и другие данные. Два наилучших снимка Ultima Thule, принятые на Земле в течение января и февраля, были сделаны за 6.5–7.0 минут до сближения с расстояния 6600–6700 км: один – широкоугольной камерой MVIC, вхо-

дящей в состав прибора Ralph, второй – камерой Lorri. В первом случае пространственное разрешение составило 135 м, во втором – 33 м. Это позволило ученым составить мнение о геологических особенностях поверхности астероида: в частности, увидеть предполагаемые кратеры диаметром до 0.7 км вдоль линии терминатора.

До съемки ученым были известны лишь самые общие характеристики MU69: параметры орбиты, цветовая гамма, примерный размер исходя из видимого блеска, а также необычная форма – то ли тесная двойная система, то ли единое тело из двух касающихся частей. Оказалось второе: на снимках был зафиксирован контактный двойной астероид. Большую «долю» назвали Ultima, меньшую – Thule. Определили положение оси вращения: она наклонена на 98° к плоскости орбиты MU69, а также период вращения – 15.92 часа.

Получив первые изображения, земляне единогласно сравнили Ultima Thule со снеговиком. Тем временем новые фотографии более высокого разрешения дали еще больший простор для фантазии: одним астероид стал напоминать гамбургер, другим – гранулированное мороженое, а кое-кто увидел в нем тесный тандем пышного блинчика и слегка «помятого» грецкого ореха. Далеко за пре-





Слева – снимок, полученный камерой MVIC с расстояния 6640 км.
Справа – синтезированное стереоизображение

делу астрономических ассоциаций вышла версия о сходстве с монстром Франкенштейна. На такое сравнение с известным литературным персонажем ученые навели четкие, хорошо сохранившиеся границы между «строительными блоками», которые миллиарды лет назад сформировали MU69.

Абсолютной неожиданностью оказалась уплощенная форма двух долей астероида, особенно большей из них. Статья в Science дает для нее размеры 22×20×7 км, в то время как меньшая половина ближе к сферической – 14×14×10 км.

Плоская форма не встречалась при изучении объектов, имеющих гелиоцентрическую орбиту. Исключение – небольшие спутники Сатурна, например Атлас и Пан.

Две доли астероида четко выражены, они сохранили свою первоначальную форму и в доступном разрешении не демонстрируют признаков сжатия, деформации или других геологических аномалий, которые указали бы на энергичное столкновение. Все доступные сведения указывают на то, что астероид образовался в результате процесса мягкого слияния (соединения) двух тел, сформированных независимо друг от друга и вступивших в контакт на скорости несколько метров в секунду, не быстрее двух машин, попавших в небольшое ДТП.

Эти особенности убеждают членов научной команды New Horizons в том, что объект действительно сформировался в сравнительно спокойной обстановке на заре существования

исхождения диаметром около 8 км и глубиной менее 2 км. Вероятно, этот кратер образовался еще до того, как две доли астероида объединились. По мнению Алана Стерна, столкновение с телом, способным оставить кратер такого размера, после «стыковки» долей привело бы к разделению контактной системы.

Схожие по размеру и «сгруппированные» углубления в поверхности MU69, скорее всего, не являются ударными кратерами, а образовались в результате внутренних процессов. Например, их формирование могла спровоцировать сублимация льда (переход в газообразное состояние минуя жидкую фазу), или же вещество с поверхности просто «провалилось» через трещины.

Углублений, которые можно с большей уверенностью классифицировать как ударные кратеры, на поверхности Ultima Thule оказалось меньше, чем ожидали ученые. Похоже, что в поясе Койпера дефицит астероидов размером менее 1 км, а потому частота столкновений ниже ожидавшейся.

Большая доля Ultima Thule отличается от своей соседки явным делением на зоны меньшего размера. Согласно одной из гипотез, четко обозначенные части Ultima могут быть хорошо сохранившимися небольшими планетезималями, из которых сформировалась эта доля. Можно провести аналогию с собранным конструктором «Лего», в котором заметны границы между соединенными кубиками.

Такой вывод об особенностях рельефа соответствует и результатам исследования ядер комет 9P/Темпеля и 67P/Чурюмова–Герасименко.

Отсутствии блоковой структуры поверхности у второй доли – Thule – может быть связано со столкновением, приведшим к образованию кратера Мэриленд. От сильного удара строение наружных слоев космического тела могло полностью измениться.

Интересна еще одна деталь поверхности Ultima: кольцо из более яркого материала, получившее неофициальное шутовское название «Дорога в никуда». Вероятно, это желобок, где яркое тонкозернистое вещество собралось вокруг возвышения.

Что касается очень яркого «перешейка», соединяющего доли Ultima и Thule, он представляет загадку для ко-

Детали рельефа астероида неофициально названы в честь американских штатов, внесших значительный вклад в организацию миссии.

Как отмечает Алан Стерн, форма двух долей оказалась полным сюрпризом для команды ученых. Существует несколько объяснений этого феномена, но на сегодняшний день ни одно из них не стало основным. Есть теория, что доли приобрели уплощенную форму вследствие очень высокой скорости вращения: центробежная сила могла деформировать изначально сферические объекты, сплющив их.

Если так, то на момент слияния оба тела вращались намного быстрее, чем сейчас. Вероятно, период составлял тогда всего 3–4 часа, а не почти 16, как в настоящее время. Причину замедления ученые надеются установить.

Солнечной системы. Если бы его образование произошло в более поздний период, скорость столкновения была бы намного выше – порядка 300 м/с, что привело бы к сильному повреждению или уничтожению обеих долей.

Сходство цвета и альbedo (отражательной способности) двух «половинок» также свидетельствуют о верности этой гипотезы. Вместе с тем пока не удалось объяснить большой контраст между зонами с минимальной (5%) и максимальной (12%) отражательной способностью.

Основную часть Thule занимает Мэриленд (назван в честь одноименного штата) – депрессия предположительно импактного (ударного) про-

манды New Horizons. На сегодняшний день непонятно, когда именно образовался «воротничок» Ultima Thule – во время слияния долей или позже. Выдвинуто по крайней мере четыре версии его появления.

Температуры на астероиде определяются балансом между поглощением солнечного света и излучением тепла в космическое пространство. Для MU69 средняя температура составляет 42 K (-231°C). Суточные и сезонные колебания температур, вероятнее всего, прослеживаются на глубину от нескольких миллиметров до метра. Летняя температура поверхности Ultima Thule поднимается до 60 K (-213°C).

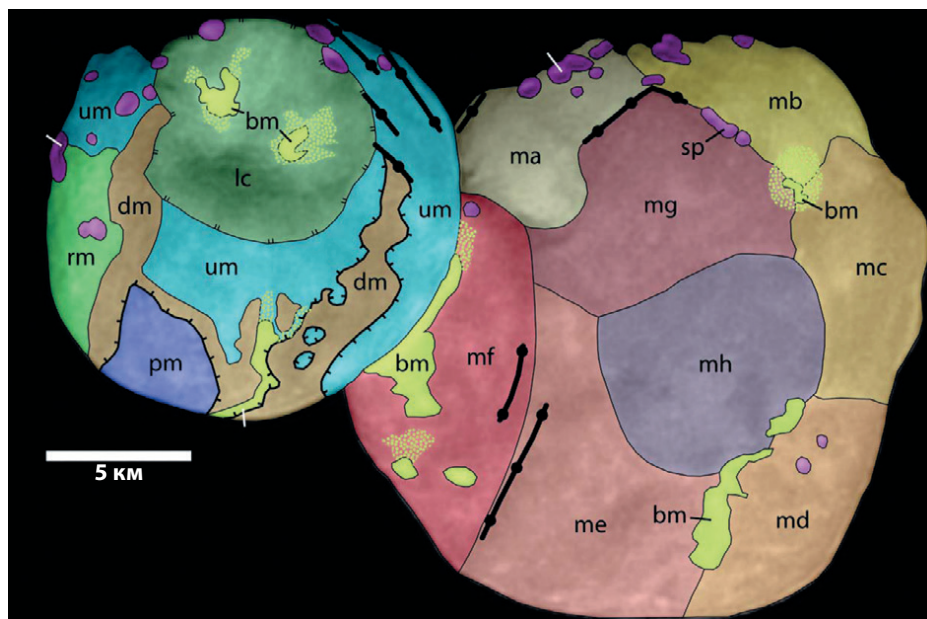
Астероид проходит свой путь вокруг Солнца за 293 земных года, а поскольку ось вращения лежит почти в плоскости орбиты, для MU69 свойственны длинные полярные дни и ночи, которые длятся десятилетиями.

«Окрасом» астероид MU69 не выделяется на фоне других представителей «холодного населения» пояса Койпера. Как и предполагали ученые, поверхность Ultima Thule оказалась красновато-коричневой и более насыщенной, чем у Плутона. Она окрашена неравномерно, однако перепады в цвете незначительны.

Такая цветовая гамма астероида объясняется его химическим составом.

Специалисты отметили в спектре объекта полосу поглощения около 2.3 мкм, которая может принадлежать метанолу или более сложным органическим молекулам до толинов включительно. (Эти органические соединения не имеют отношения к чьей-либо жизнедеятельности, предусмотрительно уточняют Алан Стерн и его коллеги.) Считается, что именно толины ответственны за красноватые оттенки 2014 MU69, как и других объектов на дальней окраине Солнечной системы. В результате спектральных наблюдений также найден лед, но его в грунте немного.

Ученые не обнаружили у MU69 спутников или колец, в то время как у некоторых других подобных объектов спутники есть. Над загадкой такого «одинокости» астероида команда New Horizons еще будет думать, особенно после того, как будут получены все данные, собранные аппаратом. Возможно, когда-то спутники у MU69 были, но постепенно потеряли независимость, слившись с астероидом.



Геоморфологическая карта объекта MU69 по данным съемки камер LORRI и MVIC

Алан Стерн и его коллеги все же не исключают вероятность того, что Ultima Thule имеет кольца. Возможно также существование пылевых структур вокруг астероида. Насколько эти предположения соответствуют действительности, выяснится позднее – с получением данных, которые New Horizons еще не передал.

Изображения, которые New Horizons в ближайшее время отправит на Землю, позволят ученым рассмотреть «профиль» плоского Ultima Thule. Команда миссии также надеется узнать больше о том, как объект формировался и эволюционировал.

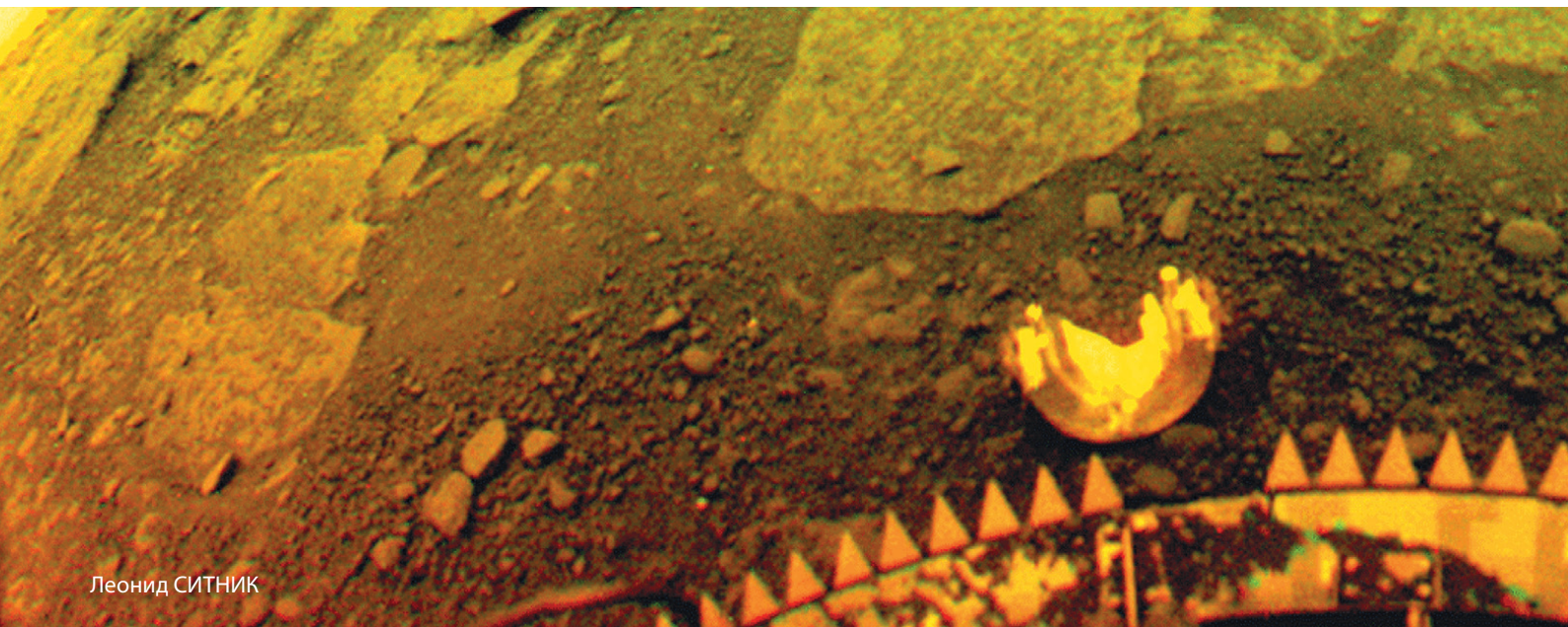
Американский зонд продолжает стремительное движение через внешнюю область Солнечной системы, следуя примеру космических аппаратов Voyager, запущенных в 1977 г. Однако догнать своих предшественников он, увы, не сможет. Несмотря на то, что запуск New Horizons с Земли был самым быстрым в истории, оба «Вояджера» набрали значительно большую скорость благодаря двум гравитационным маневрам, совершенным в полях тяготения Юпитера и Сатурна; New Horizons же воспользовался лишь «помощью» одного Юпитера. В то же время технические возможности нового КА позволят дополнить информацию, собираемую его «прадедами».

New Horizons сохранит возможность общаться с Землей до середины 2020-х или даже до 2030 г. К тому времени он будет вдвое дальше, чем сейчас. На данный момент запланирована работа по изучению пояса Койпера

как минимум до 2021 г. Закончив передачу данных об Ultima Thule, аппарат займется наблюдениями объектов пояса Койпера с помощью камеры LORRI. Полученные изображения помогут изучить скорости вращения представителей «холодного населения», характеристики их поверхностей, а также выявить наличие спутников.

Команда миссии надеется найти еще одну цель, к которой космическая станция сможет приблизиться, и здесь свою роль может сыграть искусственный интеллект. Специалисты могут «апгрейдить» аппарат, загрузив на него новое программное обеспечение для ведения наблюдений и обработки информации. Если такой план будет одобрен, New Horizons сможет изучить «население» пояса Койпера на качественно новом уровне и попытается самостоятельно найти следующую цель для сближения. ■





Леонид СИТНИК

ЖИЗНЬ НА ВЕНЕРЕ? ВОЗМОЖНО!

НЕДАВНО МЫ ПОДРОБНО РАССКАЗЫВАЛИ О РОССИЙСКО-АМЕРИКАНСКОМ ПРОЕКТЕ ДОЛГОЖИВУЩЕЙ СТАНЦИИ «ВЕНЕРА-Д» (РК N4, 2019). ЕЕ ЗАПУСК ПЛАНИРУЕТСЯ НЕ РАНЕЕ 2029 г. МЕЖДУ ТЕМ ЕСТЬ ФАКТОР, КОТОРЫЙ, МОЖЕТ БЫТЬ, ЗАСТАВИТ ВЗГЛЯНУТЬ НА ВАЖНОСТЬ ЭТОЙ МИССИИ ИНЫМИ ГЛАЗАМИ. РЕЧЬ ОБ АНОМАЛИЯХ, ОБНАРУЖЕННЫХ ГЛАВНЫМ НАУЧНЫМ СОТРУДНИКОМ ИНСТИТУТА КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РАН, ДОКТОРОМ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК Л.В. КСАНФОМАЛИТИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПАНОРАМ СОВЕТСКИХ МЕЖПЛАНЕТНЫХ СТАНЦИЙ «ВЕНЕРА». ЭТИ ДАННЫЕ МОЖНО РАССМАТРИВАТЬ КАК СВИДЕТЕЛЬСТВА ОБНАРУЖЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ЭТОЙ ПЛАНЕТЫ, СКАЖЕМ ТАК, ОБЪЕКТОВ СИММЕТРИЧНОЙ СТРУКТУРЫ. ОБ ЭТИХ АНОМАЛИЯХ СПЕЦИАЛИСТАМ ИЗВЕСТНО ДАВНО, НО В ПОСЛЕДНЕЕ ВРЕМЯ ПОЯВИЛИСЬ НОВЫЕ АРГУМЕНТЫ В ПОЛЬЗУ ИХ САМОЙ СМЕЛОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ.

ЖИЗНЬ В АДУ?

Если спросить знающего человека о возможности жизни на поверхности Венеры, он только снисходительно рассмеется. Какая жизнь может быть при температуре 460°C, что всего на 100° меньше температуры красного каления стали, при атмосферном давлении в 92 раза выше земного, а также почти при полном отсутствии кислорода и воды в атмосфере, на 96.5% состоящей из углекислого газа и на 3.5% из азота? Именно такие условия обнаружили спускаемые аппараты (СА) советских межпланетных станций «Венера» на поверхности нашей укутанной облаками

соседки. Эти облака, кстати, состоят из 75-процентной серной кислоты. Сущий ад!

Однако недавно в журнале «Успехи физических наук» №4, 2019 вышла обширная статья, где утверждается, что в результате многолетних усилий по обработке телевизионных панорам, переданных спускаемыми аппаратами «Венеры-9», «Венеры-10», «Венеры-13» и «Венеры-14» в 1975 и 1982 гг., обнаружены 18 объектов, которые можно интерпретировать в пользу существования на этой планете жизни. Причем речь идет не о микроорганизмах, а о феноменах размером до полутора метров.

Среди авторов этой статьи – Леонид Васильевич Ксанфомалити, обнаруживший эти аномалии, и академик РАН, научный руководитель ИКИ Лев Матвеевич Зелёный, один из самых авторитетных в мире ученых в области исследования планет Солнечной системы. К ним мы и обратились за комментариями.

«Естественно, это спорные вопросы, – признает академик Зелёный. – Существуют разные мнения. Люди с ходу отвергают все необычное. Для нас комфорт – это 20 градусов по Цельсию и давление 1 атмосфера, поэтому что-то сильно отличное от этого в качестве среды

для жизни обыденное сознание сразу отвергает. Леонид Васильевич хорошо написал, что когда мы искали жизнь в космосе, то мы искали себя, а ведь возможны самые фантастические варианты. В этом нас поддержали коллеги из Института катализа в Новосибирске, которые занимаются высокотемпературной химией. Они увидели, что при похожих температурах и давлениях возникает очень странная химия. Для них это вовсе не экзотика. Они этим занимаются, планируют развивать эти исследования и, может быть, создать установки, где



Лев Матвеевич Зелёный

будут более точно воспроизведены условия, существующие на поверхности Венеры. О необычных деталях на этих панорамах Леонид Васильевич говорил давно, вышло множество статей по этой теме, и постепенно научное сообщество привыкало к этой странной мысли. Но, мне кажется, точка перелома произошла, когда этим заинтересовались химики».

Наряду с Львом Зелёным и Леонидом Ксанфомалити соавторами статьи в «Успехах физических наук» стали два сотрудника Института катализа имени Г.К. Борескова сибирского отделения РАН – В.Н. Пармон и В.Н. Снытников. Значительная часть статьи посвящена обоснованию самой возможности существования жизни в тех немыслимых для земных ее форм условиях, что существуют на поверхности Венеры. Выясняется, что, с научной точки зрения, никаких причин отрицать возможность зарождения жизни в условиях Венеры нет.

Как известно, при повышении температуры резко ускоряются химические реакции и начинаются такие процессы, которые невозможны в нормальных условиях. На Земле

азот пассивен. Но в условиях высоких давлений и температур химия азота может оказаться не менее разнообразной, чем химия углерода. Уже известен целый ряд азотных полимеров, обладающих стабильностью при температурах 500°C и выше. Венерианская жизнь может быть азотной, а не углеродной, как на Земле.

Что касается отсутствия воды, то, помимо трех основных агрегатных состояний вещества, при высоких давлениях и температурах может возникнуть четвертое – состояние сверхкритического флюида, обладающего свойствами как газа, так и жидкости, в частности свойством растворять другие вещества. На роль универсального растворителя на Венере претендует двуокись углерода CO_2 , которая там может существовать не только в виде углекислого газа, но и как сверхкритический флюид.

Несмотря на многокилометровую толщу облаков, освещенность на поверхности Венеры составляет около 3.5 клк. Это соответствует освещенности в пасмурный день на Земле. То есть света для каких-то аналогов фотосинтеза хватает. Не говоря о том, что даже на Земле есть живые организмы, которые используют не фотосинтез, а хемосинтез. Примером могут служить хемосинтезирующие бактерии изолированных экосистем вокруг подводных вулканов, так называемых «черных курильщиков», где жизнь существует на глубинах до

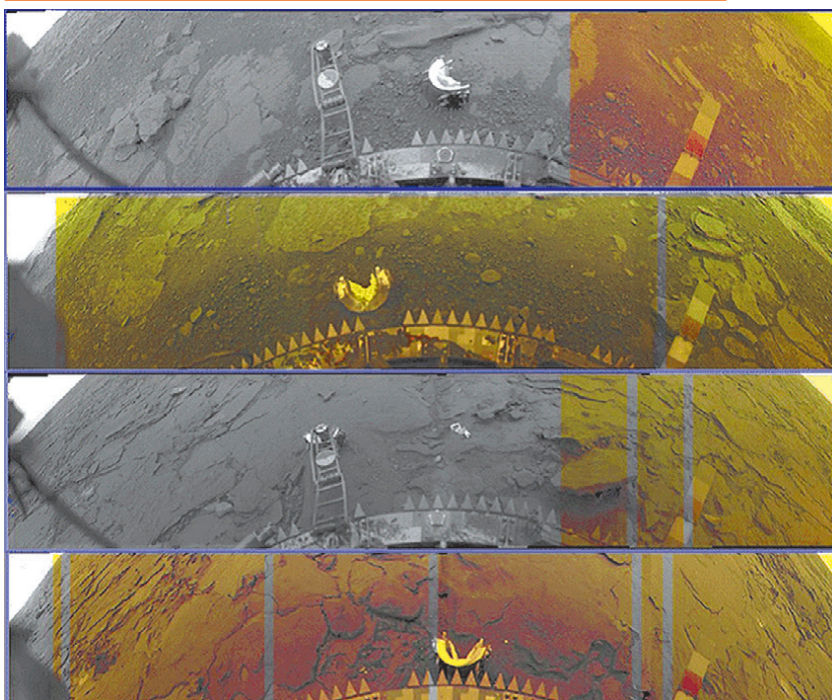


Леонид Васильевич Ксанфомалити

2.5 км без света. Словом, источников энергии для поддержания жизни на Венере достаточно.

«Конечно, все эти предположения тоже не доказательство, – говорит Л.М. Зелёный, – но они показывают, что в этих необычных условиях в принципе возможны очень странные вещи. Мы недаром назвали статью осторожно: «Гипотетические признаки жизни на планете Венера: ревизия результатов телевизионных экспериментов 1975–1982 гг.». Эти панорамы были и остаются уникальными достижениями, которые до сих пор никто не повторил. И тут не было бы счастья, да несчастье помогло: у нас своих новых данных по Венере нет, поэтому появ-

Фото 1. Панорамы «Венеры-13» и «Венеры-14» в исходной обработке 1980-х годов



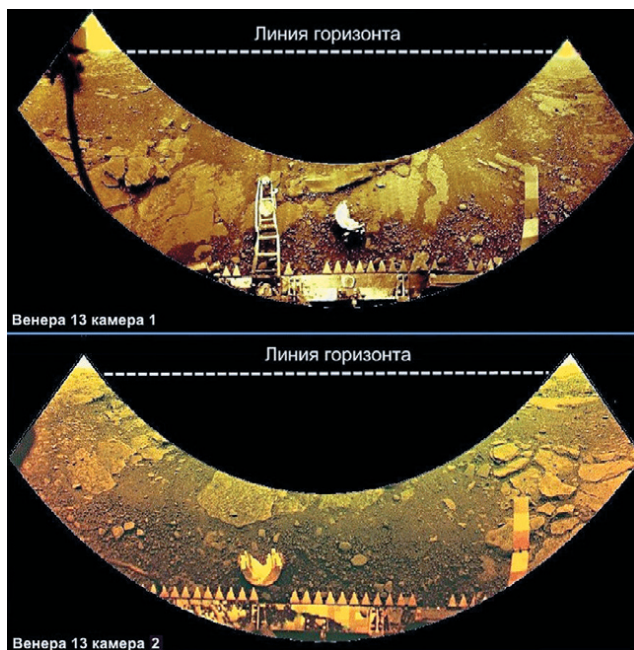


Фото 2. Панорамы «Венеры-13» в обработке Леонида Ксанфомалити. Блестящий объект возле зубчатого буфера – это сброшенная защитная крышка телеобъектива. Чтобы разглядеть странные объекты на этих панорамах, потребовался более пристальный взгляд

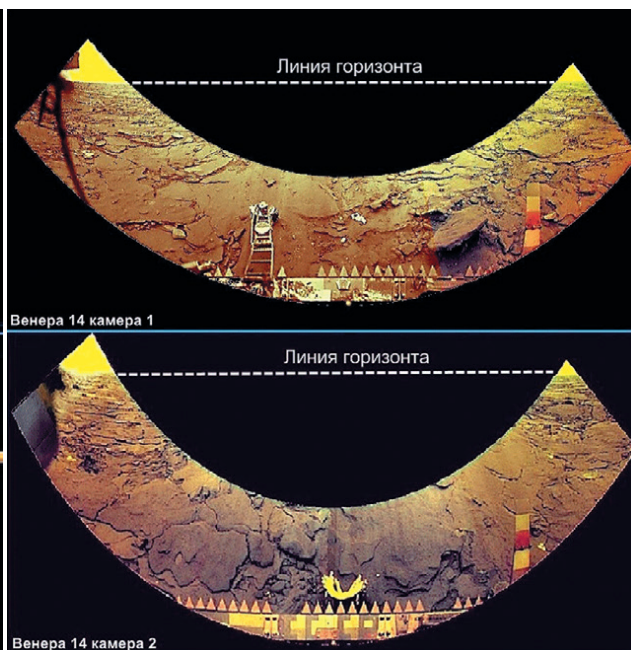


Фото 3. Панорамы «Венеры-14» в обработке Леонида Ксанфомалити. Изображение преобразовано так, чтобы максимально убрать искажение перспективы. Правда, при этом неизбежно возникли искажения центральной части (округлый край зубчатого буфера, например, стал прямым). Но суть обработки состоит в кропотливой работе над деталями изображения

вился повод вернуться к старым. Это всегда полезно – сделать ревизию на новом уровне. И Леониду Васильевичу при обработке этих панорам современными методами удалось увидеть весьма странные вещи...» (фото 1, 2, 3).

СТРАННОСТИ ЖИЗНИ

Леонид Ксанфомалити – один из самых известных в России специалистов по исследованию планет Солнечной системы. Разработанные им устройства стояли на многих отечественных межпланетных зондах. Его прибор, установленный на СА «Венеры-11» и «Венеры-12», открыл грозовую активность в атмосфере Венеры в 1978 г. Кстати, передать телевизионные изображения спускаемых аппаратам «Венеры-11» и «Венеры-12» не удалось: не открылись защитные крышки из-за пригара. Зато тремя годами раньше первые в мире изображения поверхности Венеры передали «Венера-9» и «Венера-10».

«Первое изображение с Венеры было получено в 1975 г. в Центре дальней космической связи в Евпатории, – вспоминает Леонид Васильевич. – 22 октября 1975 г. из старинного фототелеграфного аппарата выползла бумажная лента, и на ней – изображение поверхности Венеры. Арнольд Сергеевич Селиванов (один из создателей телевизионной системы для

«Венер», ушедший из жизни 3 марта 2019 г. – *Ред.*) специально выставил ленту у окна, а мы столпились на улице и смотрели, как эта лента выползает. Мне подарили эту картинку как участнику проекта. И вот буквально через несколько минут, как я эту картинку получил, мне показалось странным вот это образование (фото 4). Я жил в гостинице в одном номере с моим руководителем Василием Ивановичем Морозом. Я ему показываю: «Посмотри, какая штука». Он говорит: «Да ну, ерунда». Наутро я снова прошу его: «Посмотри-ка еще раз». Он вновь отмахивается: «Да брось ты». А потом признался: «Ты знаешь, я уже не видеть его не могу»».

Странные объекты на панорамах «Венер» замечал не только Леонид Ксанфомалити. Вот, к примеру, описание, которое сделала в отношении того

же необычного объекта геологическая группа Кирилла Павловича Флоренского (советский геофизик, основатель сравнительной планетологии). Это описание было опубликовано в 1983 г. в тематическом выпуске «Космических исследований»: «Форму «странного» камня... определить трудно. Он виден в сильной перспективе. Отличительным признаком этого камня является общая округленность обращенной к телекамере выпуклой стороны, которая сочетается с более темным, чем у пластинчатых камней, и пятнистым (вероятно, мелкобугристым) характером поверхности... Слева от описываемого камня отходит светлое удлиненное образование, которое дешифруется как торчащий из камня шероховатый выступ более светлого материала длиной около 15 см и толщиной у основания около 5 см...»

Как видим, в описании геологов нет даже намек на предположение, что столь большой – почти полметра длиной – объект мог появиться из-за каких-то помех при передаче. Геологи назвали его камнем, хотя и странным, а само слово «странный» на всякий случай поместили в кавычки. Есть множество примеров того, какие причудливые формы могут принимать камни в результате выветривания. Тем более что мелкие детали на панорамах просматриваются нечетко. Так

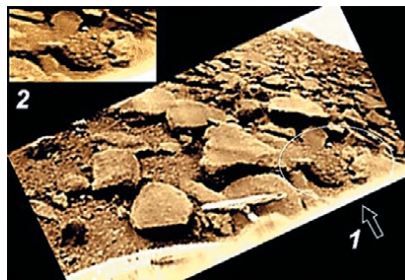


Фото 4. Объект, условно названный «сыч», отлично виден без всякой обработки на исходной панораме «Венеры-9»

верить ли нам собственным глазам? Можно ли придать деталям большую четкость? Такая возможность появилась спустя десятилетия после полета «Венер» – с появлением более мощных компьютерных средств обработки изображений.

«На исходных панорамах я больше ничего не находил, – рассказывает Ксанфомалити. – Но если бы я ничего странного на них не видел, то и не стал бы их обрабатывать. Я возился с ними в свободное время, смотрел...»

Важный вопрос: в чем именно заключалась обработка изображений и не являлась ли она источником странностей? Леонид Васильевич признался: для него это был многолетний кропотливый труд. Всего использовалось 16 разных компьютерных кодов: как обычные коммерческие программы типа стандартных средств пакета Microsoft Office, так и специальные программы для обработки астрономических изображений.



Фото 5. Объект «змейка» на исходной панораме (слева) и после обработки (справа). Объект имеет зеленоватый оттенок, но на обработанной фотографии этот оттенок усилен

«Но я ничего не добавлял и не убирал с исходных панорам, – подчеркивает ученый. – Как они есть, так и есть: ни ретуши, ни поправок, ни одного пикселя не убавил, ни прибавил. Это было бы уже жульничество. Это неинтересно».

Вот описание еще одного странного объекта (фото 5), найденного геологами Флоренского уже на панораме «Венеры-14» еще до всякой целенаправленной ее обработки: «На панораме В14-1, правее окончания

светового теста, в неглубоком понижении микрорельефа видна относительно темная пятнистая (ячеистая?) поверхность с причудливой полосатой ориентировкой пятен... Эта порода может как подстилать слоистую пачку, так и слагать некое «инородное» тело в составе слоистой пачки».

Геологи отлично разглядели «инородное» (опять в кавычках) тело с причудливой ориентировкой пятен, но на этом и остановились. А Леонид Ксанфомалити пошел дальше и

Надо ли поднимать шум?

Подчеркнутая осторожность специалистов в отношении гипотезы о признаках жизни на Венере понятна, но, с точки зрения журналиста, здесь буквально напрашивается одна аналогия. Есть некоторые, пускай и требующие осторожного отношения, данные о существовании на поверхности Венеры жизни, но этот аргумент в качестве фактора, влияющего на организацию экспедиции на эту планету, официально не используется. Такой подход сильно отличается, например, от ситуации вокруг спутника Юпитера – Европы. Данных о наличии жизни в ее океанах подо льдом нет вообще никаких – одни только предположения. Тем не менее шуму вокруг этих спекуляций поднято столько, что NASA получило средства на проект Europa Clipper со вполне официальной целью поисков жизни на спутнике Юпитера.

«В шумихе вокруг Европы нет ничего особенного, – возражает Л.М.Зелёный. – Мы в свое время тоже планировали отправить посадочный зонд на Европу, но потом от этой идеи отказались из-за отсутствия радиационно-стойкой электроники. Там радиация измеряется мегарадами. Эта история длится уже 10 лет. Новый импульс ей придали дан-

ные о том, что лед на Европе трескается и из него выбиваются струи, плюмы нагретого вещества. И это сразу изменило ситуацию. Представьте себе этот шар с 10-километровым слоем льда, и вы на него садитесь. Поверхность обработана радиацией, там ничего живого быть не может, а лед при таких температурах прочнее стали. Проковырять или расплавить его невозможно. Мы много чего придумывали, но это все фантазии. А когда лед трескается и идут эти плюмы – их видели на фотографиях с «Хаббла», то, летая вокруг, есть возможность перехватить их вещество. И американцы эту концепцию сейчас продвигают. А для того, чтобы все это обеспечить финансированием, идет большой шум, как всегда у них делается: «Без паблисити нет процветания». Наверное, и нас могут обвинить в том же самом, поскольку наша статья вышла в тот момент, когда активно обсуждается судьба проекта «Венера-Д», но, поверьте, это случайное совпадение».

И все же, безотносительно поисков жизни, неужели исследования комет, астероидов, планет внешней области важнее и интереснее, чем изучение Венеры – нашей соседки, планеты земной группы, полной загадок, имеющих не-

посредственное отношение чуть ли не к личной судьбе каждого? Взять тот же парниковый эффект, который превратил некогда схожую с Землей планету в сернокислотный автоклав. Разве не важнее исследовать это явление, чем кольца Сатурна, ураганы Юпитера или океаны Европы?

«Нельзя сказать, что Венера забыта человечеством, – объясняет Лев Зелёный. – Это нами она была забыта после распада СССР. А американцы, европейцы, японцы продолжали ее исследовать: американский Magellan провел радиолокационное картографирование Венеры, европейская Venus Express изучала динамику ее атмосферы, японский «Акацуки» сейчас работает на орбите этой планеты. Думаю, Венера «попала в тень» Марса. Марс более привлекателен с точки зрения возможности обитания, поэтому целая армада аппаратов кружится вокруг него, работают на поверхности. Мы тоже участвуем в этих исследованиях. Однако все чувствуют, что наступило время «вернуться» на Венеру. Это как-то идет циклами. Поэтому американцы сразу заинтересовались нашей «Венерой-Д», когда мы выбирали с ними совместный проект».

осмелился увидеть свернувшуюся «змейку» длиной около полуметра, с «гребешком», «клювом» и «глазом». Разумеется, все эти названия также берутся в кавычки, и авторы гипотезы всячески подчеркивают их условность. Кому-то может показаться, что подобный подход напоминает детскую игру «На что похоже облако». Однако у Леонида Васильевича есть веские аргументы в пользу того, что за всем этим стоит нечто большее, чем простая игра воображения.

«Мне кажутся убедительными объекты, где есть движение, – поясняет он. – Например, «змейка» меняет свое положение на восьми последовательных панорамах. А вот объект, который условно назван «скорпион» (фото 6). На съемку каждой панорамы уходило 13 минут. На одной вроде бы на этом месте ничего нет, а на следующей картинке эта штука, размером примерно 15 см, появилась. Очередная панорама была потеряна при передаче, а на следующей после нее объекта уже нет.

А вот объект, который я назвал «амисада» (фото 7). Изображение получилось не очень четким по очень простой причине: она шевелится. Длина ее около 12 см. На девяти последо-

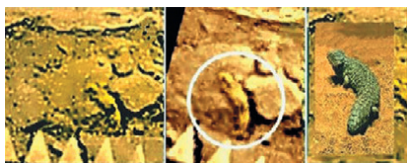


Фото 7. Объект «амисада», назван в честь правителя древнего Вавилона Амми-цадука, от времен правления которого сохранилась клинописная глиняная табличка с результатами наблюдения за Венерой

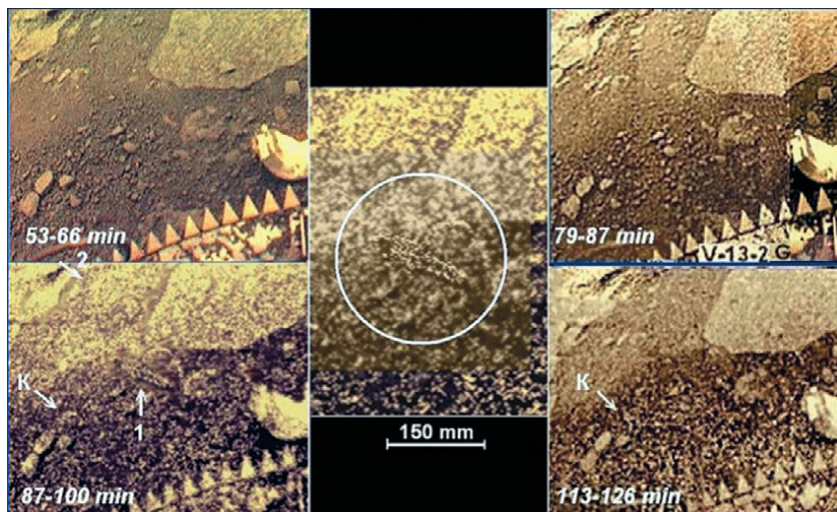


Фото 6. Объект «скорпион» появляется только на одной панораме – ни на предыдущих, ни на последующих его нет

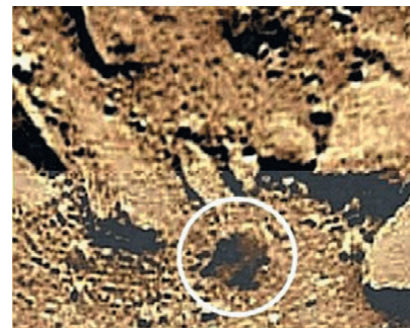
вательных изображениях видно, что меняется положение «хоботка», «колючек» и «хвоста» относительно камня.

Вся «живность», которую мы нашли на Венере, чудовищно медлительна. Самая большая скорость – это 1 мм в секунду. Есть объекты на что-то похожие, а есть и такие, что непонятно, что собой представляют. Например, объект, который мы назвали «саночник», имеет размер полтора метра, и он явно шевелится. Но что скажешь, кроме того, что это что-то непонятное? Или такой объект, как «медвежонок» (фото 8). Все контуры камней резкие, а здесь что-то «пушистое», высотой 30 см. А за ним тянется след длиной 65 см.

Разумеется, все это очень интересно, но на прямой вопрос, насколько убедительными доказательствами существования жизни на Венере

могут служить все эти объекты количественно и качественно, Леонид Васильевич указывает: «Ни по отдельности, ни даже в совокупности эти изображения не могут служить доказательством. Нужен новый специальный аппарат на Венере».

Фото 8. Объект «медвежонок». Возле него видны полосы на грунте, которые можно интерпретировать как след перемещения



Телестудия на Венере

Оптико-механические ТВ-камеры для СА советских «Венер» создавались группой специалистов Научно-исследовательского института космического приборостроения под руководством А. С. Селиванова и Ю. М. Гектина, по инициативе президента Академии наук СССР М. В. Келдыша. Ранее уже разрабатывались ТВ-системы для луноходов и посадочных аппаратов для Марса. Но решение такой задачи для Венеры представляло особую трудность. ПЗС-матриц тогда не было, а проявлять фотопленку и затем сканировать ее времени не хватало. ТВ-трубки

также не выдерживали больших температур, к тому же требовали большого объема памяти. Поэтому в качестве светоприемника использовался фотоэлектронный умножитель, а развертка проводилась с помощью качающегося зеркала. Качаясь, зеркало создавало строку изображения, а затем чуть поворачивалось, чтобы сформировать следующую строку. У «Венеры-9» и «Венеры-10» изображение состояло из 517 вертикальных строк по 115 пикселей в каждой. На одну панораму уходило 30 минут.

За время работы на поверхности 22 и 25 октября 1975 г. эти аппараты успели

передать по одной полной панораме и по фрагменту второй. При этом из-за пригара отстрелились крышки только на одной из двух камер на каждом аппарате. На «Венере-11» и «Венере-12» после посадки 21 и 25 декабря 1978 г. защитные крышки вообще не открылись. И лишь телетрансляции с «Венеры-13» и «Венеры-14» увенчались полным успехом. Разрешение было почти вдвое выше: 1000 строк по 211 пикселей. Сканирование одной панорамы занимало 13 минут. Передано 37 панорам, причем благодаря использованию фильтров из них можно было синтезировать цветное изображение.

ЦВЕТЫ ВЕНЕРЫ

Очень интересно на конкретном примере Леонид Ксанфомалити рассказывал, как именно происходил «поиск жизни» на Венере и в чем состояла обработка исходных панорам.

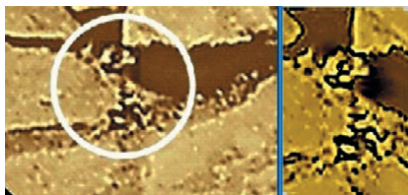


Фото 9. «Четырехлистник» на панораме «Венеры-14»

«Когда я присмотрелся к панорамам «Венеры-14», то увидел, что есть какая-то черная риска, похожая на повторяющийся дефект на всех панорамах. Я долго смотрел на эту риску, и вот что получилось в результате стекинга, когда вы накладываете друг на друга разные изображения одного и того же объекта, чтобы повысить различимость деталей.

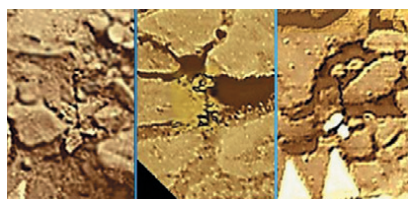


Фото 10. При обработке панорам «Венеры-13» (в центре) и «Венеры-14» (справа и слева) были обнаружены три сходных по структуре объекта, причем один из них нашелся в 1000 км от двух других

После совмещения восьми панорам стал просматриваться вроде как узловатый «стебелек», хотя трудно сказать определенно из-за недостаточного разрешения. Его высота определяется геометрией по расположению камеры и составляет примерно 40 см. Наверху виден некий шарик с белой точкой, и сразу же привлекают внимание у основания четыре вот таких элемента, структурой напоминающие четырехлистник. Я стал искать похожие структуры на других участках панорам и обратил внимание, что у самого буфера что-то различается в темноте. Я применил гамма-коррекцию, которая позволяет вытягивать информацию из темных участков изображения, и увидел тот же «четырехлистник», «стебелек» и какое-то образование на его вершине. Расстояние между зубцами на буфере 5 см. У камеры разрешение было 1–2 мм, деталей меньшего размера

мы получить не могли. Объект миниатюрный, размеры «листочков» и двух сантиметров не составляют. Повезло, что прямо под объективом такая штука оказалась...

Вы видите, что эти природные явления размером 10 см и 40 см очень схожи между собой. Но мне было интересно: а что могут дать данные с другого аппарата – «Венеры-13», который сел в 1000 км от «Венеры-14»? Я посмотрел, и мне показалось, что я тоже вижу «четырехлистник». Потом я заметил, что на исходных панорамах чудовищная контрастность. Если контрастность уменьшить, то оказывается, что это часть «цветочка». Вот «стебелек», вот «четырехлистник» у основания, и, скорее всего, это «пестик» и вокруг него «лепестки». Там – «бутон», а здесь «цветок» раскрылся. Схожие структуры, но разных размеров.

Но самое интересное было дальше: эта странная структура не точно повторяет свое положение относительно камней на разных панорамах. У меня на этом аппарате был прибор для измерения звука, и мы его приспособили определять скорость ветра по шуму. Выяснилось, что скорость ветра здесь составляла 40 см в секунду. На Земле масса 1 кубометра атмосферы составляет 1 кг, а на Венере – 65 кг, поэтому получался эквивалент земного

ветра скоростью 8 м/с. Видимо, под действием ветра и происходило колебание этих структур».

ВОПРОС ЖИЗНИ

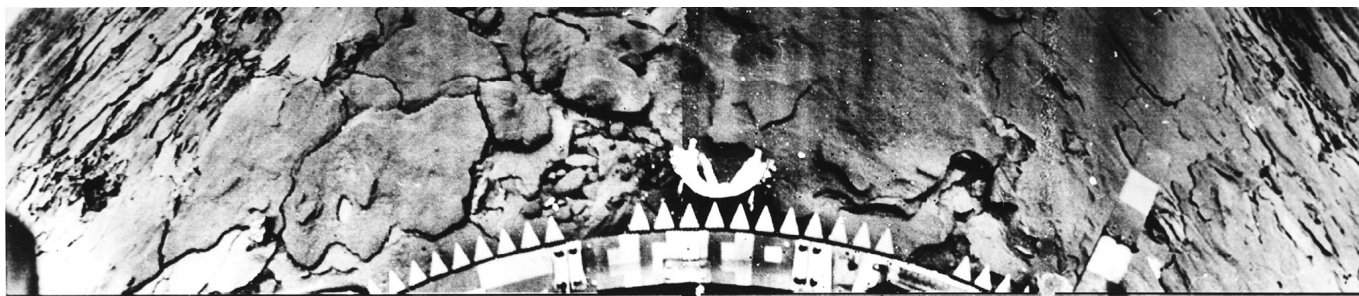
«Когда Леонид Васильевич обрабатывал эти панорамы, то применял современные методы, – продолжает рассказ академик Зелёный. – Есть оппоненты, которые говорят, что при фильтрации шумов могли возникнуть какие-то эффекты, но все это много раз проверялось, и с точки зрения чистоты обработки мы в целом уверены в полученных результатах. Но, конечно, следующий шаг – это повторить эксперимент, потому что в науке главный критерий истинности – это повторяемость результатов».

Экспериментом, который не просто повторит, но и превзойдет достижения советских «Венер», может и должен стать российско-американский проект «Венера-Д». При исследовании Марса ученые прямо ставят вопрос о поисках жизни, и это требование учитывают разработчики космической техники. Есть ли такая цель у создателей «Венеры-Д»?

«Такая задача формально не ставится, – говорит академик. – Объясню почему. На Марсе понятно, какие следы жизни надо искать. Там используются специальные приборы, которые следят за органикой, ищут метан. А на



Леонид Васильевич Ксанфомалити в выставочном зале Института космических исследований



ВЕНЕРА-14а ОБРАБОТКА ИППИ АН СССР И ЦДКС



ВЕНЕРА-14б ОБРАБОТКА ИППИ АН СССР И ЦДКС

Венере мы не знаем, какими могут быть следы жизни. Но те эксперименты, которые планируются для «Венеры-Д», могут решить эту задачу. Для проверки идей, о которых мы сегодня говорим, планируется для спускаемого аппарата сделать очень хорошее, очень информативное телевидение, которое будет эти панорамы снимать с максимально возможным разрешением и как можно чаще, чтобы ухватить какие-то элементы динамики. У него будут самые приоритетные условия при передаче информации. Это, наверное, все, что можно сделать на данном этапе. И тут даже нет необходимости говорить, что мы собираемся искать на Венере жизнь. Это спорная вещь, как, собственно, и жизнь на Марсе. Я не хочу использовать этот аргумент и говорить: нужно лететь на Венеру искать жизнь. Но если жизнь там есть, то мы ее найдем, если туда полетим».

ПРИКАЗАНО ЖИТЬ ДОЛГО

История проекта долгоживущей станции «Венера-Д» уходит корнями еще в 1990-е годы. Но, похоже, близится долгожданный момент: от многолетних разговоров и обсуждений концепции ученые и конструкторы переходят к делу. И хотя об этом проекте уже рассказывалось на страницах «Русского космоса» (№4, 2019, с.36), мы все же воспользовались случаем и поговорили о «Венере-Д» с научным руководителем ИКИ, академиком РАН Львом Матвеевичем Зелёным, одним из главных идеологов научной экспансии России в космосе.

«Проект основывается на российском проекте «Венера-Д», но к нему добавлено несколько элементов, которые планируют сделать американские коллеги. Наша совместная российско-американская группа свой окончательный доклад сделала в феврале. Эти результаты недавно обсуждались на Совете по космосу РАН и были восприняты очень положительно. Есть официальное письмо от Академии наук, тематического заказчика, в Роскосмос с предложением по возможности быстрее открыть финансирование этого проекта.

Пока работы по проекту шли при финансировании по линии Министерства образования и науки. Помогли несколько моих писем президенту, и он дал распоряжение через своего помощника по науке. Это совсем небольшие деньги, но все-таки что-то.

По-настоящему нужно финансирование от Роскосмоса, потому что тут работа не только наша, но и коллег из НПО имени С.А.Лавочкина, а они официально пока никакой поддержки не имеют, хотя, конечно, в инициативном порядке активно с нами работают по концепции долгоживущей станции.

Когда я говорю о долгоживущей станции, то это не значит, что она будет работать на поверхности недели или дни. Достаточно и нескольких часов. Эта станция не будет мобильной, как и советские «Венеры». Разрабатывается система забора грунта, которая не будет нарушать термоизоляцию этой станции – там будет что-то вроде сосуда Дьюара. Будет очень информативная телевизионная система. Важно сделать ключевые измерения, включая съемку панорам, и успеть передать данные на Землю.



Проект станции «Венера-Д»

Станцию делает Россия. Есть разные варианты в зависимости от того, какой будет выбран носитель. Мы, конечно, целимся на «Ангару». Если говорить о 2031 году, то там, может быть, уже будет водородная «Ангара».

Американцы планируют делать долгоживущие модули, которые смогут проводить лишь самые простые метеорологические измерения – давление, температура, плотность, но зато в течение месяца-полутора. Это позволит заметить какую-то периодичность в венерианском климате.

Второй американский элемент был очень интересным, но, похоже, он не помещается ни в каком варианте: это маневренный летательный аппарат типа дирижабля или самолета. Может быть, придется ограничиться какими-то баллонами вроде тех, которые мы уже использовали на «Вегах» в 1984 г.

И третье касается субспутника для изучения особенности взаимодействия Венеры с солнечным ветром. Это как раз меня очень интересует. Для этого нужны будут измерения одновременно в двух точках. На орбите Венеры останется аппарат, который необходим для ретрансляции сигнала, и он будет работать в паре с субспутником: один измерит солнечный ветер, а другой – то, что происходит в плазме около Венеры. Но главная задача – это, конечно, посадочный аппарат.

Мы не будем использовать на нашей части станции высокотемпературную американскую электронику. По крайней мере, мы об этом не договаривались, и, в частности, поэтому мы не планируем очень большое время жизни спускаемого аппарата. Это просто не нужно. Можно сделать так, что аппарат проживет долго, но резерва на приборы останется мало. Для всех важнейших измерений достаточно нескольких часов. Этого можно добиться на нашей электронике, а американцы свою высокотемпературную электронику будут использовать на своих простейших метеорологических станциях.

Сам факт того, что мы сейчас с американцами, несмотря на вторую «холодную войну», делаем проект, у многих вызывает удивление. Но наука всегда была инвариантна к политике. Даже в то время, когда Советский Союз был для политического руководства США «империей зла», мы делали совместные проекты, и у ИКИ в этом большой опыт. С «Венерой-Д» немного не повезло в том, что критический

момент для рождения этого проекта совпал с ухудшением российско-американских отношений, но мы этот проект позиционировали как российско-американский, потому что он действительно от этого выигрывает.

Пока американцы ведут себя очень корректно, они все это время финансировали работу своей части рабочей группы. Более того, поскольку у нас не было денег и мы не могли к ним ездить, они все время сюда приезжали за свои средства.

Проект проработан достаточно подробно: сценарий перелета, вся научная концепция, основные черты приборов. Это то, что называется фаза А. Сейчас мы готовы приступить к аванпроекту, где уже будет необходима техническая проработка со стороны НПО Лавочкина. По приборам мы уже немножко всех обогнали, потому что их делаем мы, а у НПО Лавочкина финансирования не было. Мы хотим в этом году, в крайнем случае в следующем, начать работу над аванпроектом, другими словами – над техническим предложением.

На сегодняшний день в планах стоит запуск в 2029, а то и в 2031 году. Хотелось бы, конечно, приблизить эти сроки, но, с другой стороны, эту работу ускорить особо нельзя. Создание сложной техники возможно только в некоторый характерный срок. В советское время все делалось быстро и очень удачно, но сейчас, с теми темпами, с которыми работает наша промышленность, на такой проект в любом случае нужно 6–7 лет. Даже если дадут неограниченное финансирование, раньше 2027 г. «Венера-Д» не улетит. И мы боимся спешки. Поверьте, одной такой катастрофы, какая произошла с «Фобосом», на жизнь человека достаточно. Там вроде и не должно было быть спешки, но все равно в последний момент спешили и испытания провели недостаточно тщательно. Лучше работать спокойно. По-моему, Штирлиц сказал: даже если собрать девять беременных женщин, то ребенок все равно не родится через месяц. Все нужно делать вовремя, в том числе и выделение финансов на разработку. И мы бьемся, чтобы этот процесс начался. А результаты могут быть действительно фантастические. Даже там, где их не ждешь. Можно искать Индию, а найти Америку. Венера может преподнести сюрпризы, которые способны повлиять на мировоззрение человечества. ■



«Стрекоза» для Титана

27 июня объявили результаты конкурса на четвертый межпланетный проект класса New Frontiers. К реализации принят проект Dragonfly, предусматривающий отправку одноименного вертолетного зонда на Титан и длительные исследования спутника Сатурна, включая поиск пребиотических химических процессов и признаков прошлой и существующей жизни. New Frontiers – самый дорогостоящий класс научных космических проектов, реализуемых в США на конкурсной основе. Стоимость такой миссии может достигать примерно 1 млрд \$. Три предыдущих проекта – это полетный зонд New Horizons к Плутону, спутник Juno для исследования Юпитера с орбиты и миссия OSIRIS-REx по доставке грунта с астероида Бенну. Проект Dragonfly («Стрекоза») реализует Лаборатория прикладной физики Университета Джонса Хопкинса, его научный руководитель – Элизабет Тёртл (Elizabeth Turtle). Старт запланирован на 2026 г., прибытие на Титан – на 2034 г. В ходе спуска под парашютом будет отделен аппарат массой около 450 кг с восемью винтами метрового диаметра, питаемый от радиоизотопного генератора MMRTG. Полезная нагрузка зонда включает масс-спектрометр DraMS для химического анализа образцов грунта, гамма- и нейтронный спектрометр DraGNS для изучения состава грунта и атмосферы, сейсмометр и метеоконкомплекс DraGMet и набор камер DragonCam. Начиная свой путь от экваториального поля дюн Шангри-Ла и заканчивая его в кратере Селк, аппарат должен преодолеть 175 км, оставившись для исследований в среднем через 8 км в местах с различным рельефом и разной историей. Работа на Титане рассчитана на 2,7 года.

Павел ПАВЕЛЬЦЕВ

Окончание. Начало в РК №3–6, 2019

ЛЮДИ НА ЛУНЕ

К 50-ЛЕТИЮ ПЕРВОЙ ВЫСАДКИ ЗЕМЛЯН НА ЛУНУ

Луна приближалась – 23 декабря в 20:29 корабль вошел в сферу ее действия и начал разгоняться под действием лунной гравитации. Как раз примерно в это время экипаж заканчивал второй телесеанс, в котором показал зрителям далекую маленькую Землю.

Интересно, что Луну астронавты еще не видели – с их позиции в пространстве фаза ее была близка к новолунию, плюс к тому иллюминаторы корабля не смотрели в нужную сторону, а даже если бы и смотрели, то они давно запотели. Приходилось полностью доверять расчетам Земли. Навигаторам предстояло провести корабль на высоте всего 111 км над лунной поверхностью – при том что ее диаметр составлял 3475 км!

24 декабря в 08:55 UTC капком Джерри Карр дал Борману разрешение на выдачу тормозного импульса по графику. В 09:50 корабль вышел за западный, левый с точки зрения земного зрителя, край Луны. Связь с Землей прервалась на 35 минут – если, конечно, все пройдет штатно.

Четыре минуты спустя Ловелл первым увидел лунную поверхность, уплывающую назад и теперь уже освещенную. Он и Андерс зачарованно смотрели на кратеры и острые гребни, но Борман неотрывно следил за часами. До включения двигателя на торможение оставалось всего ничего.

Ловелл ввел последние данные, нажал на пульте компьютера клавишу «Исполнить» и в 09:59:20 на высоте 140 км запустил маршевый двигатель

SPS. Он честно отработал 246.9 сек и снизил скорость на 913 м/с, то есть до орбитальной. После этого Борман развернул корабль на 180° вокруг продольной оси, чтобы иллюминаторы смотрели вниз. Можно было просто сидеть в абсолютной тишине и глядеть на проплывающий под кораблем кратер Циолковский.

Капком Карр начал вызывать корабль через 34 минуты после ухода за западный край Луны. Теперь он должен был показаться с восточной стороны. К исходу 36-й минуты эфир ожил. «Продолжайте, Хьюстон, я «Аполлон-8», – произнес безошибочно узнаваемый голос Ловелла. – Маневр выполнен. Наша орбита 313.2 на 112.0».

Это были параметры орбиты, рассчитанные бортовым компьютером. Те, что определили на протяжении первого витка по измерениям с Земли, почти совпали с ними: перигелий – 111.1 км, афелий – 312.2 км, период обращения примерно 130 мин.

Кстати, измерения навигационных параметров на протяжении 10 витков с использованием ответчика на борту «Аполлона-8» позволили уточнить характеристики необычного гравитационного поля Луны с «точечными» концентрациями массы в зонах падения крупных астероидов. Как следствие, значительно улучшилось качество прогноза для обращения по окололунным орбитам.

Первый виток в основном ушел на проверку систем, завтрак и обмен впечатлениями. «Как там выглядит старушка Луна с шестидесяти миль?» –

вопросил Карр. «Луна в основном серая, бесцветная, – отвечал Ловелл. – Выглядит как гипсовая штукатурка или сероватый песок на берегу. Море Изобилия не так выделяется, как с Земли». Слева остались Пиренеи, впереди показалось Море Спокойствия и важный ориентир на подходе к точке посадки – Треугольная гора, которую Ловелл называл горой Мэрилин в честь своей жены. (Всего предстояло осмотреть пять точек – кандидатов на посадку в экваториальной зоне Луны: две в Море Спокойствия, одну в Центральном Заливе и две в Океане Бурь.)

На втором витке, в 12:32, астронавты провели телевизионный сеанс для утренней аудитории в Штатах и показали зрителям Луну с высоты 300 километров. Борман закончил его сообщением, что астронавтам надо готовиться к коррекции орбиты. Они провели ее в 14:26 над обратной стороной Луны, включив SPS на 9.6 сек и снизив тем самым скорость на 41 м/с, а орбиту до круговой – 110.6×112.4 км.

В начале пятого витка Андерс попросил Бормана навести корабль на определенную цель, так что перед иллюминатором расстилалась лунная поверхность до горизонта. «О боже, – вдруг сказал командир. – Вы только посмотрите, какое зрелище! Земля восходит. Ого, какая красота!»

Астронавтам планировали съемки чего угодно, вплоть до солнечной короны, только не родной планеты. Андерс немедленно перезарядил камеру цветной пленкой и принялся снимать. Из всей серии получился

ровно один кадр восхода Земли, но он был великолепен и навсегда вошел в историю космонавтики.

Витки с 5-го по 8-й были оптимальными для съемки на 70-мм камеру подходов к основному месту посадки в Море Спокойствия и самой площадки. Помимо этого, Андерс должен был отснять от двух до четырех раз три другие точки и опробовать два варианта стереосъемки – вертикальный и наклонный. Он и Ловелл давно работали без отдыха, глаза покраснели, приходилось подавлять зевоту. Борман, который бодрствовал уже почти сутки, очень устал и на пятом витке ушел «поспать хотя бы часок», но на шестом витке его нечаянно разбудили. Командир позволил Джиму и Биллу поработать еще два часа, заметил, насколько часто компьютер стал обиженно пищать в ответ на некорректные данные, и в 23:27 вызвал ЦУП и сказал, что отменяет дальнейшие съемки. Он приказал напарникам отдохнуть, и, когда те наконец успокоились, стал обсуждать с капкомом Маттингли данные на отлет к Земле. В итоге астронавты доставят на Землю около 600 качественных снимков Луны и свыше 150 фотографий Земли.

Вечерний телесеанс 24 декабря смотрело, по оценке телекомпаний, около миллиарда зрителей. Никакая рождественская телепередача с людьми в кадре никогда не имела такой аудитории, и астронавты решили подготовить нечто особенное. Передача началась в 02:36 UTC, то есть в 20:36 по хьюстонскому времени, и продолжалась 23 минуты. Пока корабль шел над освещенной половиной лунного диска, экипаж показывал и называл его

детали и делился общими впечатлениями от Луны. Когда же «Аполлон-8» приблизился к терминатору, Андерс сказал, что у астронавтов есть послание для всех людей на Земле.

«В начале, – принялся читать Андерс, – сотворил Бог небо и землю. Земля же была безвидна и пуста, и тьма над бездною, и Дух Божий носился над водою. И сказал Бог: да будет свет. И стал свет». Следующие строки Книги Бытия читал Ловелл, а за ним Борман, закончив свою часть словами «и увидел Бог, что это хорошо». И добавил: «От имени экипажа «Аполлона-8» мы завершаем передачу пожеланием спокойной ночи, удачи и веселого Рождества. Благослови Бог всех вас на старой доброй Земле».

Юджин Кранц, начальник отделения управления полетом в Хьюстоне, вспоминал, что в эти мгновенья «чувствовал близость творения и Творца», а по щекам его текли слезы. «Все мы чувствовали в эту минуту, что присутствуем при рождении новой эры», – вторил ему Юджин Сернан.

В конце десятого витка Кен Маттингли передал на борт, что все системы в норме и что экипажу разрешается старт к Земле. В 05:42 UTC – в Хьюстоне было еще 23:42 – «Аполлон-8» в последний раз скрылся за западным краем Луны. Заканчивался Сочельник, 24 декабря, оставалось несколько минут до Рождества.

В 06:10:17 Ловелл включил SPS на разгон, который продолжался 203.7 секунды и добавил 1083 м/с к орбитальной скорости корабля. «Аполлон-8» освободился от оков лунного тяготения и вышел на трассу возвращения к Земле, однако об этом еще никто не знал,

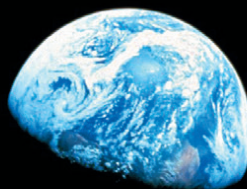
кроме Бормана, Ловелла и Андерса. В ЦУПе знали лишь, что, если двигатель сработал, корабль должен выйти на связь раньше, а если нет – то позже.

В 06:22 Маттингли начал вызывать «Аполлон-8», но эфир молчал целых три минуты, которые показались всем вечностью. А потом из-за края Луны донесся голос Джима Ловелла: «Хьюстон, «Аполлон-8». К вашему сведению, Санта-Клаус».

На борту Рождество отметили вечером 25 декабря, когда как следует отоспались. В отсеке оборудования астронавты нашли рождественские упаковки, к каждой из которых зеленой огнеупорной ленточкой была привязана открытка с надписью «Счастливого Рождества». Под оберткой оказались пластиковые пакеты с индейкой, подливкой, клюквенным соусом и начинкой и миниатюрная бутылка бренди «Coronet VSQ». «Ради всего святого, не пейте! – взмолился Борман. – Если в следующие два дня хоть что-то пойдет не так, все свалят на пьянство экипажа».

Вроде бы и не пили, но сразу после ужина Ловелл ошибся при вводе данных в компьютер и вместо программы 23 «Навигация на курсе» активировал программу 01 «Предстартовая инициализация». По ней машина стала принудительно выставлять гиropлатформу в стартовое положение, и весь «Аполлон» честно развернулся вслед за нею. Ловеллу пришлось единственный раз за полет провести грубую ориентацию с помощью сканирующего телескопа по трем опорным звездам и вновь выставить платформу по двум звездам. Всего же выставка гиropлатформы в полете выполнялась 30 раз.

Человек впервые увидел своими глазами
Землю с орбиты Луны.
Снимок с «Аполлона-8»



Хорошо, что единственную необходимую коррекцию провели двумя часами раньше, в 20:51 UTC, с величиной импульса 1.5 м/с. Именно она позволила «продеть нитку в ушко иголки» – войти в атмосферу на высоте 122 километров под углом не менее 5.3° и не более 7.4° к горизонту. Это соответствовало участку неба всего в 25 км шириной, а попасть в него надо было с дистанции 375 000 км. Более крутой вход грозил гибелью от перегрузок, более пологий – незахватом и уходом «на второй круг» без необходимых ресурсов.

26 декабря в 20:36 экипаж провел последний, шестой, телесеанс, в котором показывал приближающуюся Землю. Борман пообещал телезрителям в недалеком будущем передачу с Луны и закончил репортаж словами: «Экипаж «Аполлона-8» прощается с вами – и до скорой встречи на старушке-Земле».

Демарш Ширры на «Аполлоне-7» сыграл на руку следующему экипажу: ЦУП разрешил им не надевать скафандры на время входа и посадки и остаться в полетных костюмах.

Андерс понизил температуру в кабине до +17°C – скоро ей предстояло нагреться. Температура на теплозащитном экране должна была превысить +2700°C против +1650°C при входе с низкой околоземной орбиты. Часть ее неминуемо передалась бы через конструкцию внутрь.

27 декабря в 15:20 UTC по команде Ловелла прошло разделение командного и служебного модулей, а примерно через 17 минут оба объекта вошли в атмосферу над Тихим океаном на высоте 122 км, под углом 6.4° и при скорости 11 040 м/с. Еще спустя 25 секунд пропала связь – командный модуль окутала плазма. Он шел в автоматическом режиме по траектории с двойным погружением – сначала до высоты 55.8 км, потом плавный подскок примерно до 64 км и окончательное снижение. Поэтому было и два пика перегрузки: первый – на 6.84 g, второй – на 3.92 g. Связь с кораблем возобновилась после пяти минут отсутствия вместо расчетных трех минут. Эти лишние две минуты показали всем часами.

В 15:52 UTC командный модуль приводнился в Тихом океане вблизи расчетной точки, под 8°08' с.ш., 165°02' з.д., в шести километрах от корабля «Йорктаун». Первый в истории полет к Луне и обратно продолжался на 42 секунды дольше запланирован-

ного. Все бортовые системы отработали практически идеально.

Спасательные операции задержали до рассвета, и лишь в 17:20 астронавтов доставили вертолетом на «Йорктаун». Они могли стоять и ходить, но врачи отметили более серьезное воздействие шестисуточного полета на сердечно-сосудистую систему, чем после 11 суток на «Аполлоне-7». Следует отметить, что физические упражнения экипажу Бормана не планировались совсем – астронавты занимались ими по собственной инициативе, но не более 10 минут в сутки. Для команды Ширры ежедневно планировалось по 45 минут упражнений.

«АПОЛЛОН-9»: «ПАУК» НАД ОБЛАКАМИ

20 января 1969 г. в Белый дом въехал новый президент-республиканец Ричард Никсон. Он был политическим оппонентом Кеннеди и проиграл ему выборы 1960 г. Оказавшись наконец у власти, Никсон не стал покушаться на программу, инициированную его великим предшественником, за три шага до победы. Час ее противников еще не настал.

За неделю до этого с Байконура стартовали друг за другом «Союз-4» и «Союз-5». Советские корабли состыковались между собой, образовав «экспериментальную пилотируемую станцию». Два космонавта – Евгений Хрунов и Алексей Елисеев – провели уникальную операцию: переход из одного корабля в другой через открытый космос, предвосхитив соответствующий эксперимент из плана «Аполлона-9». Впрочем, американцы

уже не боялись конкуренции. Они знали, что советская сверхтяжелая ракета Н-1 еще только готовится к первому старту, а американский «Сатурн V» уже совершил три полета и впервые отправил пилотируемый корабль к Луне.

На 1969 год планировалось пять стартов «Сатурна-5» с двух пусковых установок мыса Кеннеди: в марте, в мае, в июле, в сентябре и в ноябре. Официально была объявлена задача лишь первого из них: на «Аполлоне-9» предстояло провести всесторонние испытания лунного модуля на околоземной орбите, в том числе с людьми на борту и в автономном полете.

Ракету SA-504 вывели на старт уже 3 января. В Хьюстоне команда Юджина Кранца проигрывала разные сценарии полета с экипажем Джеймса МакДивитта. Пилотом командного модуля был у него Дэвид Скотт, а пилотом лунного модуля – Расселл Швейкарт. Две части корабля «летали» раздельно, и поэтому им требовалось два позывных. Они родились из формы объектов: лунный модуль LM-3 называли «Паук» (Spider), а командный модуль CSM-104 – «Леденец» (Gumdrop). Так было на тренажере, так осталось и в полете.

Старт был назначен на 28 февраля, но все три астронавта оказались простужены, и накануне решили отложить начало полета на трое суток. Старт был дан **3 марта** в 11:00:01 местного времени (16:00:01 UTC) в присутствии вице-президента США Спиро Агню. Руководитель полета Юджин Кранц говорил, что в эту секунду он «наклонил голову и перекрестился».



Экипаж «Аполлона-9»: Джеймс МакДивитт, Дэвид Скотт и Расселл Швейкарт

Через 675 секунд третья ступень «Сатурна V»* благополучно вышла на орбиту высотой 189х192 км.

В 18:41 UTC Скотт отделил командный и служебный модули от конического переходника, последний раскрылся и обнажил лунный модуль. Развернув на 180° свой корабль, в 19:02 Дэвид аккуратно пристыковался к нему. В 20:08 с помощью пружинного механизма комбинация CSM+LM была отделена от 3-й ступени, после чего Скотт выполнил маневр увода.

Уже после этого, в 20:46, двигатель J-2 ступени был включен повторно на 62 секунды, и она перешла на орбиту высотой 196х3096 км. Экипаж «Аполлона» наблюдал это феерическое зрелище с дистанции около 300 м. Наконец, в 22:07 двигатель запустили в третий раз. За 242 секунды ступень набрала скорость 9628 м/с, и, поскольку высота в этот момент составила уже 2283 км, S-IVB ушла на гелиоцентрическую орбиту. Заданная отлетная скорость, однако, достигнута не была вследствие колебаний в камере сгорания, которые привели к отказу регулятора давления пневмосистемы и дальнейшей нештатной работе двигателя J-2.

В 21:59 экипаж провел первое пробное включение маршевого двигателя SPS на пять секунд с параллельной проверкой цифрового автопилота и подъемом апогея до 236 км. «Лунный модуль все еще на месте», – радостно доложил Скотт. Астронавты отправились спать одновременно: кораблю уже доверяли, а ЦУП все время «держал руку на пульсе».

Во второй день полета экипаж провел три последовательных включения SPS – в 14:12, 17:18 и 20:25 UTC. Двигатель работал довольно долго – 110, 280 и 28 секунд соответственно. Максимальное приращение скорости было, естественно, во втором импульсе – 783 м/с, однако импульсы были в основном боковыми. В результате наклонение орбиты увеличилось с 32.56° до 33.82°, а высота – до 208х509 км. Цель, впрочем, была в другом: проверить двигатель в разных режимах управления, включая ручное, и снизить массу CSM до такой степени, чтобы он мог при необходимости прийти на помощь лунному модулю во время раздельного полета.

* По сравнению с предыдущей она была облегчена на 508 кг и несла на 1754 кг меньше топлива.

5 марта Скотт демонтировал стыковочный механизм, после чего Швейкарт и МакДивитт перешли через туннель в лунный модуль. Они закрыли люк, запитали системы LM, перевели его опоры в посадочное положение, проверили бортовое оборудование и провели телесеанс. В 17:42 астронавты включили двигатель LMDE посадочной ступени, который успешно проработал 371.5 секунды в режиме цифрового автопилота с ручным регулированием тяги и выключением. Как и накануне, импульс был боковым; несмотря на приращение скорости в 530 м/с, из всех параметров орбиты немного изменилось лишь наклонение. (В следующий раз применить этот двигатель на полной

ранцем имел массу 83 кг, в то время как «внутренний» скафандр Скотта – всего лишь 16 кг. (Последний также позволял работать в разгерметизированной кабине и даже в открытом космосе, но с подключением к бортовым системам.)

По плану Швейкарт должен был выбраться через передний люк на площадку, смонтировать кинокамеру, перейти по поручням до открытого входного люка командного модуля и имитировать вход в него, а затем вернуться назад, захватив с собой экспонируемые образцы теплозащиты, и провести фотографирование и 10-минутный телевизионный сеанс с помощью «лунной» камеры. На все это отводилось 2 час 15 мин. Однако в



связке CSM+LM придется для спасения «Аполлона-13».)

Обесточив бортовые системы, Джеймс и Расселл вернулись в командный модуль, а в 22:26 был проведен еще один маневр на SPS с формированием околокруговой орбиты высотой 233х243 км.

На четвертые сутки полета МакДивитт и Швейкарт перешли в лунный модуль для подготовки выхода в открытый космос. Оба они были облачены в «выходную» версию скафандра A7L, отличающуюся от «внутренней» дополнительным слоем тепловой и микрометеоритной защиты. Непосредственно для выхода поверх защитной оболочки надевался ранец PLSS с автономной системой жизнеобеспечения. «Выходной» скафандр с

план вмешалась индивидуальная чувствительность к условиям невесомости. С самого начала полета Расселл чувствовал себя очень плохо и был почти неработоспособен. Накануне его дважды рвало, а рвота в скафандре могла стать прямой угрозой жизни астронавта. МакДивитт сначала решил было отменить выход совсем, но к 6 марта состояние его подопечного улучшилось, и выход решили провести по сокращенной программе.

Обе кабины разгерметизировали, в 16:53 был открыт люк LM, а в 17:02 – люк CSM. В 17:07 Швейкарт выбрался на площадку и зафиксировал ступни в фиксаторах («золотые башмаки»). Скотт высунулся из своего люка по пояс и фотографировал Швейкарта, а тот – Скотта. Дэвид обнаружил, что

укладки с образцами возле люка нет, но сумел достать три другие с соседней части служебного модуля. Рассел снял и передал Джеймсу образцы, находившиеся рядом с его люком. Очень недолго он оценивал возможность передвижения с фиксацией за поручни и уже в 17:46 вернулся в кабину, а через три минуты люк был закрыт. После надува обеих кабин и туннеля астронавты вернулись в командный модуль.

Пятый день полета был самым сложным: предстоял самостоятельный полет лунного модуля с удалением до 181 км и с имитацией процедуры и графика встречи и стыковки после взлета с Луны. МакДивитт и Швейкарт вновь заняли места в лунном модуле. Скотт смонтировал стыковочный узел и в 12:40 UTC расстыковал два корабля, а в 13:03 дал небольшой импульс увода. На расстояниях до 4 км два экипажа наблюдали друг друга, а радар лунного модуля отслеживал ответчик на командном.

В 13:48 уже МакДивитт и Швейкарт с помощью посадочного двигателя перешли на орбиту фазирования с апогеем на 22,5 км выше, а перигеем на 22,5 км ниже, чем у CSM. Через виток они вновь прошли недалеко от Скотта, а в 15:39 выдали второй импульс и стали отставать, двигаясь теперь по орбите на 22 км выше.

Включение в 16:16 двигателя LMAE взлетной ступени тягой 1588 кгс было совмещено со сбросом посадочной ступени, как при старте с Луны. После второго включения в 16:58 МакДивитт и Швейкарт оказались на коэллиптической орбите на 18 км ниже, чем у Скотта, и в 152 км позади него. С этого момента имитировался полет лунного модуля к командному по баллистической схеме, отработанной на «Джемини-12». После захвата цели радаром и расчета условий сближения бортовым компьютером Джеймс и Расселл инициировали в 17:58 финальную фазу и через 35 минут приблизились к кораблю Скотта. После выравнивания скоростей и взаимной съемки МакДивитт в 19:02 произвел стыковку, и три астронавта воссоединились на борту CSM.

Взлетная ступень была отделена в 21:23, а еще через 30 минут двигатель LMAE был включен в последний раз. Отработав 362 сек до исчерпания топлива и выдав импульс величиной 1638 м/с, он увел ступень на орбиту высотой 234×6965 км.

Начиная с 8 марта экипаж имел больше свободного времени, а его основные задачи сводились к тренировкам по опознанию наземных ориентиров и мультиспектральной съемке земной поверхности. В эксперименте S065 использовались четыре камеры Hasselblad 500-EL с такими же цветными фильтрами, которые были предложены для перспективного спутника ERTS (Landsat). Камерами, смонтированными за иллюминатором входного люка, было сделано 584 снимка.

Шестой маневр с помощью SPS с целью снижения перигея до 201 км провели в 19:25 с задержкой на виток из-за ошибки при подготовке. Седьмой импульс, выданный 10 марта в 17:39, напротив, имел целью подъем апогея до 469 км с созданием оптимальных условий для посадки. Его рассчитали на 25 секунд вместо 10 секунд по плану, чтобы проверить систему измерения остатков топлива.

Из-за плохой погоды в расчетном районе посадки было решено сместить его, для чего сход с орбиты провели на виток позже запланированного. Восьмое включение SPS состоялось 13 марта в 16:31. Спустя полчаса, в 17:00:54, командный модуль благополучно приводнился в 5 км от новой расчетной точки. Экипаж с места посадки доставили на корабль «Гуадалканал».

Программа полета была выполнена полностью, существенных замечаний не было. Остался непроверенным лишь посадочный радар, но на высоте околоземной орбиты сделать это было невозможно.

«АПОЛЛОН-10»: «МЫ ПАДАЕМ НА ЛУНУ!»

Экипажу Томаса Стаффорда предстояло повторить программу МакДивитта, но не на околоземной орбите, а на окололунной, причем в ходе маневров лунный модуль должен был снизиться до высоты 15 км над Луной. Отдельные «горячие головы», в том числе и в Вашингтоне, говорили, что, дойдя до этой точки, было бы логично пойти и на посадку. Против этого работали два обстоятельства. Во-первых, большинство воспринимало такой сценарий как «слишком большой скачок». Во-вторых, лунный модуль LM-4 был еще слишком тяжелым. Для надежной посадки и взлета с хорошими запасами годился следующий в производственной цепочке LM-5, но его нужно было ждать два лишних месяца.

В январе 1969 г., когда решался этот вопрос, никто не мог предсказать, с какими сложностями могут столкнуться экипажи МакДивитта и Стаффорда, будет ли опыт даже двух этих полетов достаточен для решения о готовности к посадке на Луну, не потребуются ли дополнительные отработки тех или иных составляющих в сценарии лунной экспедиции и сколько на это будет нужно времени. В итоге 23 февраля было объявлено, что за «Аполлоном-9» следует полет со спуском до 15 км над лунной поверхностью без посадки, а посадка, возможно, будет выполнена на «Аполлоне-11». 17 марта назвали дату следующего старта и еще раз подтвердили, что в план «Аполлона-10» посадка не включена.



Экипаж «Аполлона-10»: Томас Стаффорд, Джон Янг и Юджин Сернан

Юджин Сернан, пилот лунного модуля, вспоминал трагикомическую ситуацию, в которую попал накануне пуска. Возвращаясь после встречи с семьей в гостиницу астронавтов на мысе Кеннеди, он превысил скорость и был остановлен полисменом. Выяснив, что нарушитель рассекает по штату Флорида, не имея никаких документов на машину, при этом проживает в Техасе и имеет бессрочные права, выданные в Калифорнии, коп решил, что имеет дело с каким-то жуликом; Сернан же упорно не хотел объяснять, кто он такой на самом деле. Положение спас Гюнтер Вендт, руководитель подготовки корабля «Аполлон», случайно проезжавший мимо. Он не был связан никакими обещаниями и легко объяснил полицейскому, что посадить астронавта под арест – не самая хорошая идея.

Пуск со стартового комплекса LC-39B был выполнен по плану, 18 мая в 12:49:01 местного времени (16:49:01 UTC). Ракета шла не очень гладко, но на 714-й секунде третья ступень вышла на орбиту, неся командно-служебный модуль с позывным «Чарли Браун» и лунный модуль «Снупи». Эти имена были даны в честь героев комикса и мультсериала «Мелочь пузатая» и, надо сказать, были с энтузиазмом встречены обществом.

В 19:21:27 UTC где-то над Австралией двигатель J-2 включился во второй раз. «Мы столкнулись с новым, более жестким типом вибрации, настолько сильной, что она мотала нас на притяжных ремнях, – вспоминал Сернан. – Металл визжал, приборная панель танцевала как на пружинах, пока наш корабль пытался освободиться от притяжения Земли. У нас не было зеркала заднего вида, мы не могли видеть, что происходит позади, но было ясно, что ситуация быстро становится все более скверной. Мы чувствовали агонию ракеты». Том Стаффорд держал руку у рычага аварийного отключения двигателя все 343 секунды, невзирая на сильнейшую, оглушающую тряску. Двигатель и конструкции выдержали, отлетная скорость была набрана. «Мы уже в пути», – негромко доложил Стаффорд.

Пилот командного модуля Джон Янг выполнил перестроение: отстыковал CSM, развернулся и пристыковал его к LM. Сернан снимал весь процесс на телекамеру – и цветное изображение с «Аполлона» впервые шло прямо в эфир. Затем он попытался

открыть люк в лунный модуль, но тут же захлопнул его, потому что прямо в лицо прилетел целый ворох обрывков теплоизоляции, которую при надуве переходного тоннеля сорвало потоком воздуха с крышки люка. (Зловредные частицы пришлось долго ловить по кабине, а от их остатков избавились радикальным способом: стравили атмосферу сначала из лунного модуля, а затем и из тоннеля.)

Наконец, в 21:28 Янг вытащил комбинацию из двух кораблей наружу и выполнил увод от ступени. День закончился еще одним телесеансом: землянам показали родную планету с точки зрения уходящего к Земле корабля. Всего же за полет было проведено 16 сеансов, ставших культурным

развернулся на 3° влево по рысканью, угрожая сломать металлические замки туннеля, соединяющие его с командным модулем. Наконец, они ушли на 12-й виток за Луну и там в 19:36 расстыковались.

«Мы стояли в невесомости, заякоренные к полу подпружиненными притягами, – вспоминал Сернан. – Глаза смотрели на приборные доски перед каждым из нас, руки легко лежали на ручках управления двигателями. Луны в двух маленьких окнах не было видно, и мы полагались на мигающие красные цифры компьютера основной системы навигации и наведения PNGS на панели между нами. Они должны были говорить нам, где мы находимся».



Лунный модуль «Снупи» на фоне лунной поверхности

событием, – члены экипажа получили за эту работу телевизионную премию Emmy.

Полет к Луне прошел штатно с одной коррекцией траектории двигателем SPS. «Аполлон» подходил к ней с теневой стороны, и астронавты увидели ее лишь 21 мая, при облете, за три минуты до начала торможения. Стаффорд включил двигатель в 19:43; отработав 356 секунд и снизив скорость на 909 м/с, он перевел связку на окололунную орбиту высотой 111×315 км. Через два витка, как и в полете «Аполлона-8», ее снизили до круговой.

Основной эксперимент проводился 22 мая. Сернан и Стаффорд перешли в лунный модуль и более трех часов готовили его к автономному полету. Сначала им доставил хлопот радар, затем вышла из строя система связи. Наконец, «Снупи» почему-то

Янг отвел «Чарли Брауна» в сторону, и «Снупи» остался один над Луной. В 20:35 Стаффорд и Сернан выдали двигателем DPS 26-секундный тормозной маневр, чтобы опустить перигцентр орбиты. Баллистики выдали потом минимальную отметку 15.7 км над лунной поверхностью. Посадочный радар, включенный на подходе к штатной точке посадки в Море Спокойствия, полностью подтвердил заявленные характеристики и показал минимальную высоту 14400 метров – всего в полтора раза выше Эвереста.

«Ощущение было почти такое же, как при полете над аризонской пустыней, но ни одна земная пустыня не имела такого рельефа, – писал Сернан. – Стены кратеров, на которые мы раньше смотрели сверху, приобрели теперь отчетливый и зловещий вид надвигающихся горных хребтов, потому что ощущение было такое,

словно мы летим ниже их пиков. Поля булыжников выросли в размерах, удлиннились тени между стенами каньона, который вдруг вырос с обеих сторон от нас».

Отсняв «на бреющем полете» полосу подхода и тщательно описав ориентиры и кратеры, Стаффорд и Сернан получили право на возвращение. Но сначала нужно было занять правильную позицию относительно Янга: имея меньший период обращения, чем у командного модуля, они ушли вперед, а после реального старта с Луны должны были бы оказаться позади него. Чтобы перейти из текущего положения в желаемое, в 21:47 астронавты провели маневр фазирования и подняли свою орбиту до 22х352 км. Одного витка по ней было достаточно, чтобы пропустить корабль Янга на 630 км вперед.

В 23:34 астронавтам предстояла расстыковка, а затем имитация аварийного старта с Луны, то есть запуск двигателя APS взлетной ступени под управлением резервной навигационной системы AGS. Однако Стаффорд и Сернан ошиблись с выбором режима работы системы, и она все время отслеживала командный модуль и не могла начать разворот носом к нему. В момент разделения подавляемое до того «желание» выплеснулось наружу: взлетная ступень заложила более чем энергичный разворот и перешла в неуправляемое кувыркание. Переключение на основную систему навигации не помогло ни капельки. «Я увидел перед окном круговорот лунной поверхности, затем острый край горизонта, потом черноту и снова Луну, но на этот раз она пришла с другого направления. Мы полностью потеряли контроль над собой», – писал Сернан. Вслух он выдал совершенно неуставное «сукин сын!» и «черт, что происходит?!» – и это услышала вся Америка.

За 15 секунд развития нештатной ситуации взлетная ступень успела сделать целых восемь оборотов! Возник риск складывания рамок гипоплатформы и потери каких-либо данных об ориентации в опасной близости от Луны. Однако Стаффорд быстро переключил обе навигационные системы в режим «Стабилизация» и остановил вращение малыми двигателями маневрирования. Астронавты даже остались в графике и в 23:44 благополучно включили APS, имитируя старт с Луны с выходом на орбиту 20х86 км.

Дальше все шло по сценарию «Аполлона-9». В 00:35 и 01:33 Стаффорд и Сернан провели два маневра выхода на коэллиптическую орбиту на 28 км ниже орбиты CSM и в 02:12 пошли на перехват командного модуля.

«Мы настигли его при выходе из-за Луны, и Джон выполнил стыковку, – вспоминал Сернан. – Славный звук щелкнувших замков отметил успешный захват. Когда связь с Хьюстоном восстановилась, Том радировал: «"Снупи" и "Чарли Браун" обнимают друг друга"».

Это произошло 23 мая в 03:11 UTC. Примерно через два часа астронавты отстыковали взлетную ступень, а

кой астронавты впервые побрились и почистили зубы, а на спасательном вертолете переоделись, так что они предстали перед моряками во вполне приглядном виде, хотя и «благоухали весьма и весьма». После восьми дней в невесомости с минимальным набором физических упражнений членов экипажа так шатало, что «каждый шаг по качающейся палубе был небольшим приключением».

Программа была выполнена полностью. Замечаний было довольно много: 23 по командному модулю и 15 по лунному, но ни одно из них не препятствовало старту «Аполлона-11». Осталось лишь два неизвестных: посадка на поверхность Луны и старт с нее.



Коллинз, Олдрин и Армстронг

в 05:41 ее двигатель был включен на торможение и проработал до истощения топлива.

24 мая в 10:25 UTC на 31-м витке вокруг Луны за ее невидимой стороной астронавты запустили двигатель SPS на 165 секунд. Маневр старта к Земле с приращением скорости 1122 м/с был выполнен настолько точно, что обеспечил вход в атмосферу в пределах допустимых углов. И лишь для того, чтобы провести корабль точно по середине «коридора», за три часа до этого была проведена маленькая коррекция на 0.7 м/с.

26 мая в 16:38 командный модуль «Аполлона-10» вошел в атмосферу и в 16:52:23 приводнился в Тихом океане в точке 15°02' ю.ш., 164°39' в.д. вблизи корабля «Принстон». Перед посад-

«АПОЛЛОН-11»: МАЛЕНЬКИЙ ШАГ ДЛЯ ОДНОГО ЧЕЛОВЕКА

Нил Армстронг, командир «Аполлона-11», был первым гражданским астронавтом США. Бывший морской летчик и ветеран Корейской войны, он пришел в будущее космическое агентство в 1955 г. и служил летчиком-испытателем полевого центра на авиабазе Эдвардс. 20 апреля 1962 г. на ракетном самолете X-15 он поднялся до высоты 63 260 метров, а 17 сентября того же года был включен в отряд астронавтов в составе второго набора. Армстронг стал командиром «Аполлона-11», отдублировав Фрэнка Бормана; если бы не «рокировка» восьмого и девятого «Аполлонов», первым землянином на Луне оказался бы Пит Конрад.

Эдвин Олдрин по прозвищу Базз тоже воевал в Корее, он имел звание полковника ВВС и докторскую степень за работу, посвященную режимам сближения на орбите и стыковки. В дублирующем экипаже Армстронга с августа 1968 г. он был пилотом командного модуля, а к работе на Луне готовился новичок Фред Хейз. Однако к декабрю восстановился после операции на позвоночнике опытный Майкл Коллинз, подполковник ВВС; ему поручили командный модуль, а Олдрин стал пилотом лунного модуля.

6 января 1969 г. Дик Слейтон вызвал к себе Армстронга, Коллинза и Олдрина и объявил, что именно они полетят на Луну на «Аполлоне-11». 9 января экипаж объявили официально, но пока без указания задачи полета. Окончательное решение о посадке на Луну именно в полете «Аполлона-11» было объявлено 12 июня.

Места в лунном модуле Олдрину показалось мало: вместе со своим отцом, полковником в отставке Эдвином Олдрином-старшим, он стал обитать пороги разных руководителей и настаивать, чтобы именно он первым вышел на поверхность Луны. Так планировалось первоначально, но в процессе тренировок выяснилось, что командиру с его левого места удобнее первым вылезать через небольшой люк. Олдрин спорил долго и нажил себе кучу врагов, но в итоге был вынужден смириться.

Астронавтам была поставлена задача высадиться на Луну на площадке размером 5×19 км в равнинном районе Моря Спокойствия, разместить на поверхности небольшой комплект научной аппаратуры EASEP и собрать некоторое количество образцов лунного грунта. Геологическая подготовка Армстронга и Олдрина была минимальной.

16 июля 1969 г. в 09:32:00 местного времени (13:32:00 UTC) ракета «Сатурн V» с бортовым номером SA-506 взяла старт с площадки LC-39A, и через 709 секунд ее третья ступень вышла на круговую опорную орбиту высотой 185 км. Старт к Луне был дан по графику в 16:16:16 UTC, двигатель J-2 проработал 347 секунд. Перестроение отсеков завершилось отделением в 17:49 с маневром увода от ступени еще через 23 минуты.

На пути к Луне потребовалась всего одна коррекция на 6.5 м/с, которую выполнили 17 июля в 16:17 UTC. В начале четвертых суток корабль

приблизился к Луне со стороны неосвещенного полушария; астронавты отсняли кусочек солнечной короны и доложили, что видят практически всю лунную поверхность в отраженном от Земли свете.

19 июля в 17:21:50 за невидимой стороной Луны двигатель SPS включили на торможение на 357 секунд. Начальная орбита имела высоту 111×314 км, а после коррекции на третьем витке – 100×122 км. (К моменту решающих операций она должна была превратиться в круговую в результате естественных возмущений.) В тот же день Олдрин перешел в лунный модуль и проверил все его системы.

20 июля астронавты надели скафандры, и Армстронг и Олдрин заняли места в лунном модуле «Орел» (LM-5 Eagle). На 13-м витке в 17:44 UTC Коллинз отстыковал командный модуль «Колумбия» (CSM-106 Columbia). Он внимательно осмотрел посадочный корабль, который развернулся перед ним на 360°, убедился, что посадочные опоры раскрылись штатно, напутствовал коллег словами «Ваша леталка неплохо смотрится, несмотря на то что вы вверх тормашками» и в 18:12 выполнил увод.

Уйдя за западный край Луны, в 19:08 Армстронг и Олдрин проверили посадочный двигатель LMDE, снизив с его помощью скорость LM-5 на 23 м/с. Тем самым была сформирована предпосадочная орбита с перицентром на высоте 17 км примерно за 480 км до точки прилунения. Они в последний раз прошли за Луной и в 20:05:05, когда лунный модуль показался из-за ее восточного края и достиг расчетной точки, Базз Олдрин включил двигатель вновь.

По плану он должен был проработать 718 секунд: первые 26 сек – на минимальном уровне, а затем 358 сек – на полной тяге, чтобы почти полностью погасить орбитальную скорость на подходе к «верхним воротам» на высоте 2300 м. После этого тяга постепенно уменьшалась, а лунный модуль разворачивался посадочными опорами вниз. Со 150-метровой высоты («нижние ворота») он должен был снижаться вертикально при ручном управлении.

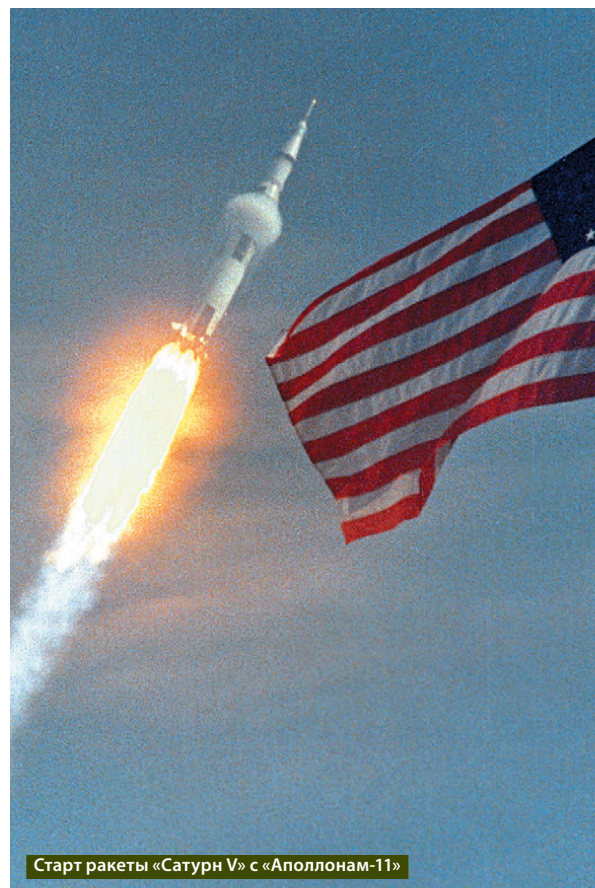
Через 294 секунды после начала торможения модуль развернулся на 180° по крену, и посадочный радиолокатор тут же захватил Луну. На 357-й секунде бортовой компьютер выдал ошибку 1202. Он был пе-

регружен рабочими программами, а потому перегрузился с сохранением только самых важных. Двое юных специалистов ЦУПа – 26-летние Стив Бейлз и Джек Гарман – отрабатывали подобное на тренировках и знали, в чем дело. Их рекомендацию озвучил капком Чарльз Дьюк: «По этой ошибке – продолжаем». По ходу спуска ошибки 1202 и 1201 повторялись еще четырежды.

Со 180 метров Армстронг управлял посадкой вручную, ориентируясь на вид в небольшое треугольное оконце и на реплики Олдрина, докладывающего высоту и скорость. Солнце было позади на высоте около 10°, подчеркивая все неровности длинных теней.

В 20:16:50 на высоте 30 метров загорелся предупредительный сигнал – топлива осталось на 114 секунд в режиме зависания. Как раз в это время Армстронг аккуратно перелетел 33-метровый кратер Восточный и начал снижаться на свободный от камней «пятачок».

В 20:17:40 Базз произнес: «Сигнал контакта» – свисающий щуп достал до лунной поверхности, зажглась сигнальная лампочка. Нил не услышал его, но через полторы секунды включил двигатель – почти одновре-



Старт ракеты «Сатурн V» с «Аполлоном-11»

менно с посадкой на четыре опоры. Вертикальная скорость была 0.52 м/с, боковой снос – 0.64 м/с. В баках посадочной ступени осталось менее 2% от первоначальной заправки.

«Хьюстон, это База Спокойствия. «Орел» приземлился».

Как потом удалось выяснить, Армстронг совершил посадку в точке с координатами 0°41'15"с.ш., 23°23'00"в.д., перелетев расчетную позицию (0°43'53"с.ш., 23°38'51"в.д.) примерно на 6600 метров. Такова была тогдашняя точность баллистического прогноза, к которой добавились предпосадочные маневры командира. Интересно, что Коллинз так и не смог увидеть «Орел» с орбиты, а вот радиолокатор лунного модуля успешно отслеживал «Колумбию».

После прилунения и проверки всех систем астронавтам планировали обед и четырехчасовой отдых. Олдрин предварил трапезу обрядом причастия – тайным, потому что Слейтон запретил ему прочесть молитву вслух. Армстронг не мешал напарнику, но и не проявлял интереса.

После обеда астронавты запросили разрешение сразу, без отдыха, выйти на поверхность – и ЦУП согласился. Нил и Базз проверили скафандры и к 02:30 UTC сумели стравить давление из кабины через бактериальный фильтр. В 02:39 они с трудом «оторвали» люк, прижатый остаточным давлением, открыли его, и Армстронг начал протискиваться наружу – на четвереньках, ногами вперед. В 02:51 он выпрямился на площадке, активировал телекамеру и стал медленно спускаться по лесенке.

Наконец, 21 июля в 02:56:15 UTC Нил Армстронг поставил на грунт левую ногу, а затем и правую. «Это маленький шаг для человека, но гигантский скачок для человечества», – произнес он. Зная молчаливый характер мужа, Дженет Армстронг позднее говорила: «Неважно, что именно он произнес, выходя на Луну. Удивительно, что он вообще что-то сказал».

Нил принял от Базза фотоаппарат, осторожно отошел на пару метров и снял панораму, а затем зачерпнул совочком в пакет немного грунта и убрал его в карман скафандра. Если вдруг придется улетать немедленно, у них уже будет чем отчитаться перед «наукой».

Олдрин сошел на поверхность Луны в 03:15, осмотрелся и всего двумя словами описал увиденное: «Великолепное запустение». Вдвоем сняли защитную крышку с памятной таблички, где было написано: «Мы пришли с миром от всего человечества». Нил вынес в сторону телекамеру, а Базз выложил на грунт ловушку для частиц солнечного ветра. После этого они установили американский флаг и переговорили с президентом Никсоном.

Базз взял у Нила камеру, сделал запланированные снимки следов в грунте и лунного модуля со стороны и вернул аппарат командире. «Земля» так осталась без хороших снимков Армстронга на Луне – об этом просто не подумали. Олдрин же получился прекрасен.

Астронавты вынесли на поверхность и оставили примерно в 20 метрах от лунного модуля сейсмометр и лазерный отражатель и собрали

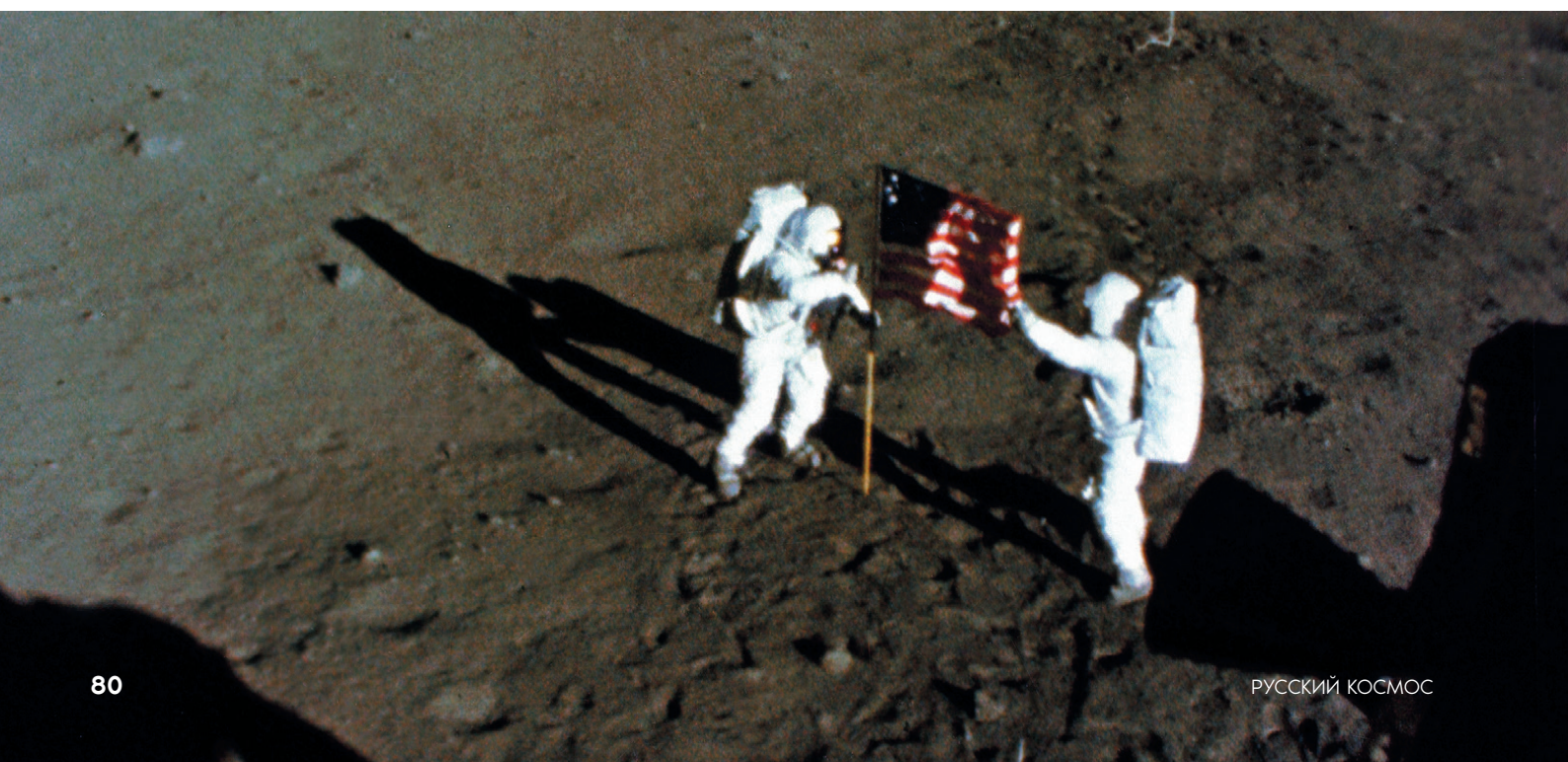
новые образцы грунта, теперь уже «с чувством, с толком, с расстановкой». Две трубки были вбиты в грунт на 10–12 см, чтобы взять керны и получить вертикальный профиль реголита. Времени, однако, оставалось немного, и Армстронг успел лишь сбегать к кратеру Восточный и снять панораму возле него.

Они загрузили в кабину два контейнера с образцами грунта суммарной массой 21.3 кг, отснятые на поверхности кассеты и свернутую ловушку солнечного ветра. Сейсмометр проработал вплоть до сентября 1977 г., когда ради экономии средств было выключено питание прибора, а лазерный отражатель используется по сей день в проектах высокоточной лазерной локации.

Олдрин поднялся в кабину первым, в 04:57. Армстронг напомнил ему о пакете с памятными знаками – эмблемой «Аполлона-11» и советскими медалями в память Владимира Комарова и Юрия Гагарина. Базз бросил пакет из люка на грунт, Нил слегка поправил его ногой. В 05:09 он встал на опору и, взявшись за перила, одним прыжком достиг третьей ступени лестницы. Через две минуты Олдрин доложил, что люк закрыт.

Астронавты наддули кабину, сняли шлемы и вдохнули запах лунной пыли, который одному показался похож на аромат пепла в камине, а другому напомнил сгоревший порох.

Надо было наконец отдохнуть, и Нил устроился прямо на козухе двигателя взлетной ступени, а Базз свернулся на полу. Скафандры, шлемы и перчатки не снимали, опасаясь разгер-



метизации; в условиях лунной тяжести они не создавали дискомфорта. В окна светило Солнце, но при этом сильно шумел гликолевый насос, нагоняя в кабину холод. Пилот проспал часа два из восьми, командир вовсе не сумел заснуть. Астронавты с радостью встали, чтобы подготовиться к старту с Луны.

21 июля в 17:54 UTC взлетная ступень «Орла» стартовала с посадочной, используя последнюю как надежный пусковой стол. За 435 секунд она набрала скорость 1850 м/с и вышла на орбиту высотой 18×89 км. Стандартная уже последовательность маневров сближения – и Армстронг вывел свой маленький корабль к «Колумбии». Коллинз взял активную роль на себя и в 21:35 состыковался со взлетной ступенью. Наддув тоннеля, выравнивание давления, радостная встреча... В 23:42 астронавты отстыковали взлетную ступень и оставили ее на окололунной орбите.

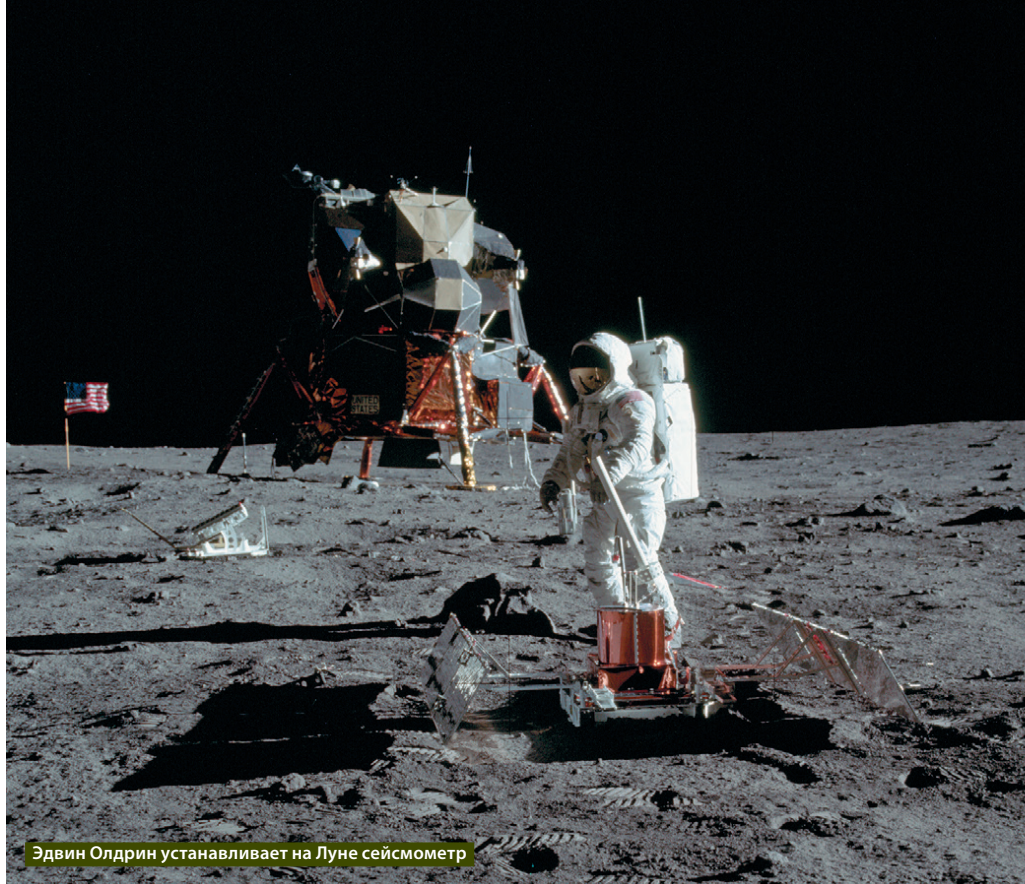
Несколькими часами позже, в 04:55:42, был включен маршевый двигатель «Колумбии». Корабль набрал приращение скорости 999 м/с, сошел с орбиты и направился к Земле.

На обратном пути Армстронг и Олдрин заметили необычное явление – вспышки, которые они ощущали в темноте и с закрытыми глазами. Потом выяснилось, что их причиной были энергичные космические частицы, попадающие в зрительные центры коры головного мозга.

Сделав всего одну небольшую коррекцию на 1.5 м/с, «Аполлон-11» приблизился к Земле. Из-за гроз в основной зоне посадки расчетную точку приводнения сдвинули на 400 км вперед, изменив программу управляемого спуска в атмосфере. Из-за этого два пика перегрузки оказались почти одинаковыми – первый на 6.6 g и второй на 6.0 g.

24 июля в 16:35:06 командный модуль вошел в атмосферу и в 16:50:35 UTC благополучно приводнился в Тихом океане в точке с координатами 13°19' с.ш., 169°09' з.д.

Поскольку астронавты возвращались с Луны и никто не мог гарантировать ее биологической стерильности, была разработана специальная программа защиты. Пловцы-спасатели, выброшенные возле командного модуля и обезопасившие его от затопления надувным «воротником», передали внутрь через открытый люк три серых изолирующих комбинезона биологической защиты BIG. В них



Эдвин Олдрин устанавливает на Луне сейсмометр

членов экипажа подняли на вертолет, и в таком виде они предстали перед командой корабля «Хорнет». Прямо на палубе экипаж поместили в герметичный карантинный модуль и в нем доставили на Гавайи. Корабль также транспортировали с особыми мерами предосторожности. И лишь 10 августа, когда медики убедились в отсутствии лунных микробов, команду Армстронга выпустили из карантина.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Конгресс так и не утвердил средства на производство следующей партии носителей и кораблей системы «Сатурн – Аполлон». Столь же печальной была и судьба перспективной пилотируемой программы, подготовленной в 1970 г. под руководством вице-президента Спиро Агню. В условиях тяжелого кризиса американской экономики, сопровождавшегося замораживанием цен и зарплат в 1971 г. и отменой золотого обеспечения доллара в 1973 г., денег на нее не нашлось. Удалось инициировать лишь создание космической транспортной системы Space Shuttle.

Более того, с первой высадкой на Луну в июле 1969 г. задача, поставленная президентом Кеннеди, была выполнена. Советский Союз не сумел отладить ракету Н-1 и сошел с дорожки. Дальнейшие полеты, конечно, удовлетворяли интерес ученых, но ничего не давали политикам, кроме риска потере людей и репутационных издержек.

Правда, на старт «Аполлона-12» в ноябре 1969 г. приехал президент

Никсон – и во время выведения в ракету ударила молния! В корабле включились практически все системы, но творение фон Брауна выдержало, и в итоге экспедиция прошла успешно. Тяжелая авария в полете «Аполлона-13», когда экипаж Ловелла, облетев Луну, вернулся буквально чудом, усилила позиции перестраховщиков. Программе позволили отыгаться за неудачу и даже провести три более продолжительные экспедиции с обширными научными задачами, но на этом все и закончилось. По Луне довелось пройти лишь 12 американцам.

Корабль «Аполлон» в последний раз поднялся в космос в 1975 г. для совместного полета с «Союзом-19». Из девяти оставшихся ракет «Сатурн V» одну израсходовали под запуск в мае 1973 г. орбитальной станции «Скайлэб» (Skylab). Две лунные экспедиции выбросили из программы под смехотворным предлогом экономии 40 млн \$ на управление полетом, при том что все «железо» было уже изготовлено. Три «Сатурна» – два летных и один макетный – лежат сегодня в американских музеях.

Попытку учреждения новой лунной программы предприняли президенты Джордж Буш-старший в 1989 г. и Джордж Буш-младший в 2004 г. Первую торпедировал Конгресс, не выделив денег, вторую загубила следующая администрация Барака Обамы. Нынешняя попытка Дональда Трампа вернуть американцев на Луну – уже третья по счету. Не факт, что у него получится. ■

