

GEO

НЕПОЗНАННЫЙ МИР: ЗЕМЛЯ



ЮЖНАЯ КОРЕЯ

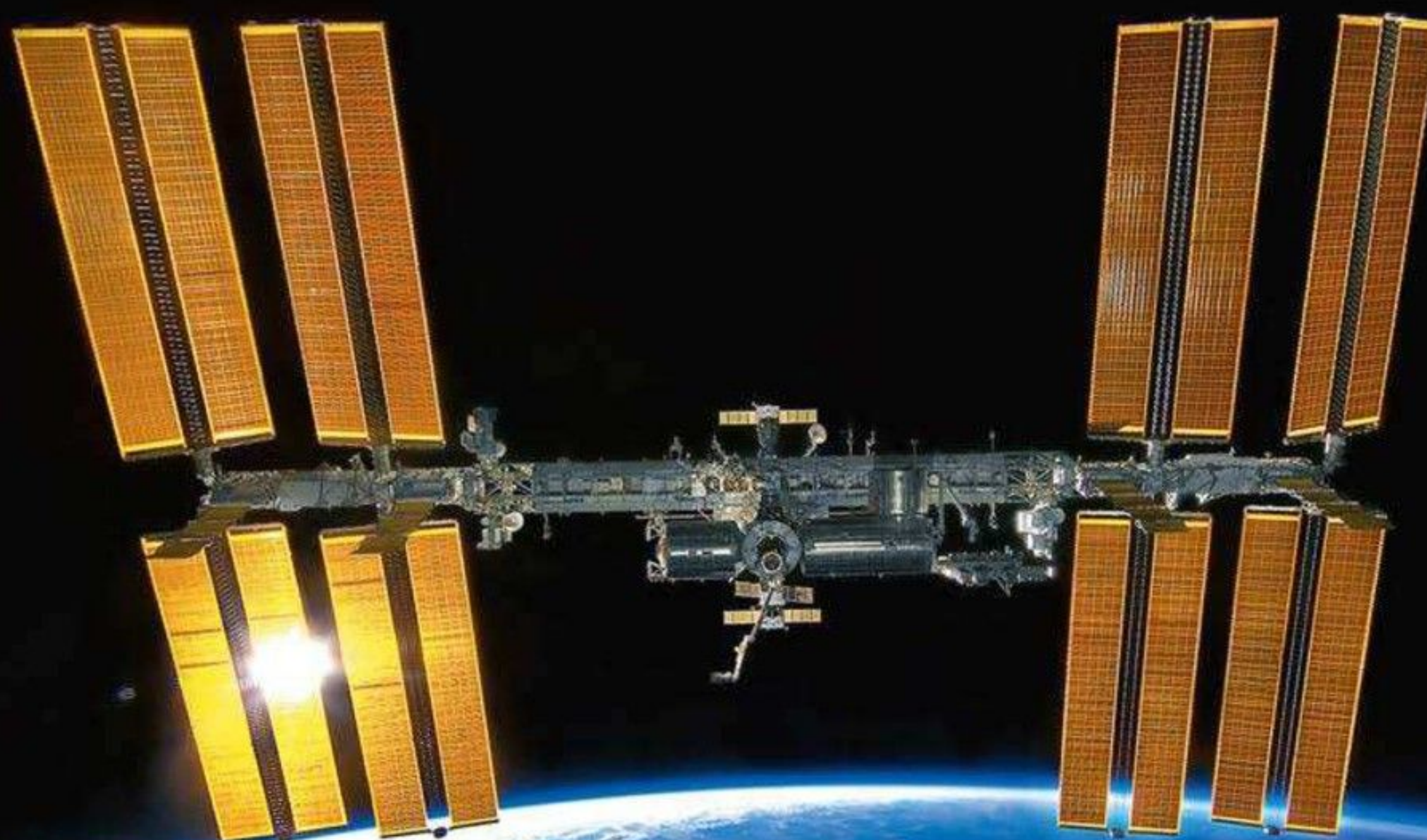
Страна правильных драконов

WWW.GEO.RU

№04(226) АПРЕЛЬ 2017

КОСМОС

КАК НАУЧНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ



НЕЗЕМНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ:
ЧТО ИССЛЕДУЮТ
КОСМОНАВТЫ НА МКС

РЕКОМЕНДУЕМАЯ РОЗНИЧНАЯ ЦЕНА 150 РУБЛЕЙ EURO-COUNTRIES €9 SWITZERLAND SFR13,80

ACMG

THE NEW MEDIA



ПРИРОДА
Пришельцы
из бездны



ПАПУА —
НОВАЯ ГВИНЕЯ
Копченое
бессмертие



ИСТОРИЯ
Как Реформация
изменила Европу

Земля: спасение где-то рядом?



Ну наконец-то! Человечество нашло пути для отступления. Американские ученые разглядели на расстоянии сорока световых лет — всего-то! — от нашей Солнечной системы аж семь планет, по своим размерам «похожих на Землю» и «пригодных для нахождения воды в жидком виде».

Ради этого сообщения в конце февраля ведущие мировые телеканалы прервали свои программы — и выпустили его в эфир с пометкой «срочно». Еще бы: похоже, мировая наука сделала очередной шаг к обнаружению внеземной жизни. Или хотя бы чисто теоретически пригодных для жизни мест.

Ведь если на планете есть вода, то значит, есть место для строительства целлюлозно-бумажных комбинатов, есть куда спускать неочищенные канализационные стоки, есть куда выбрасывать тонны пластикового мусора каждый божий день. Судя по энтузиазму, с которым средства массовой информации набросились на новость об открытии НАСА, мировая общественность все больше напоминает того самого героя советского анекдота, который на профсоюзном собрании предложил купить «два куба фанеры», чтобы «улететь отсюда к такой-то матери».

Окончательно потеряв надежду на разумное благоустройство собственной планеты, мы, похоже, возлагаем надежды на бегство — тем более что фраза «сорок световых лет» в кон-

тексте срочных новостей звучит как-то совсем безобидно. Как дальнемагистральный перелет.

По расчетам экспертов Всемирного фонда дикой природы, еще в 1970-х годах скорость потребления природных ресурсов на планете Земля стала выше, чем скорость их воспроизведения. Мы загрязняем воздуха и воды больше, чем природа в состоянии очистить сама. Ежегодные отчеты фонда свидетельствуют, что уже скоро нам понадобится вторая Земля, чтобы покрыть наши растущие потребности в ресурсах. Оценка, конечно, символическая — второй Земли на горизонте не предвидится. Но и приуменьшать свои аппетиты человечество особо не планирует (а новый американский президент, похоже, вообще не понимает, о чем идет речь, и это при том, что для поддержания американского образа жизни в масштабах планеты потребовалось бы еще три таких же Земли).

В контексте этого расточительства открытие американских ученых имеет большое значение: хоть на пару минут граждане планеты Земля оторвались от унылых новостей и с надеждой взглянули куда-то вверх...

О поиске далеких планет, на которых чисто теоретически возможна жизнь, рассказывал номер 12/2010. А тот, который вы держите в руках, посвящен гораздо более приземленным космическим делам — научным экспериментам на борту Международной космической станции. ■

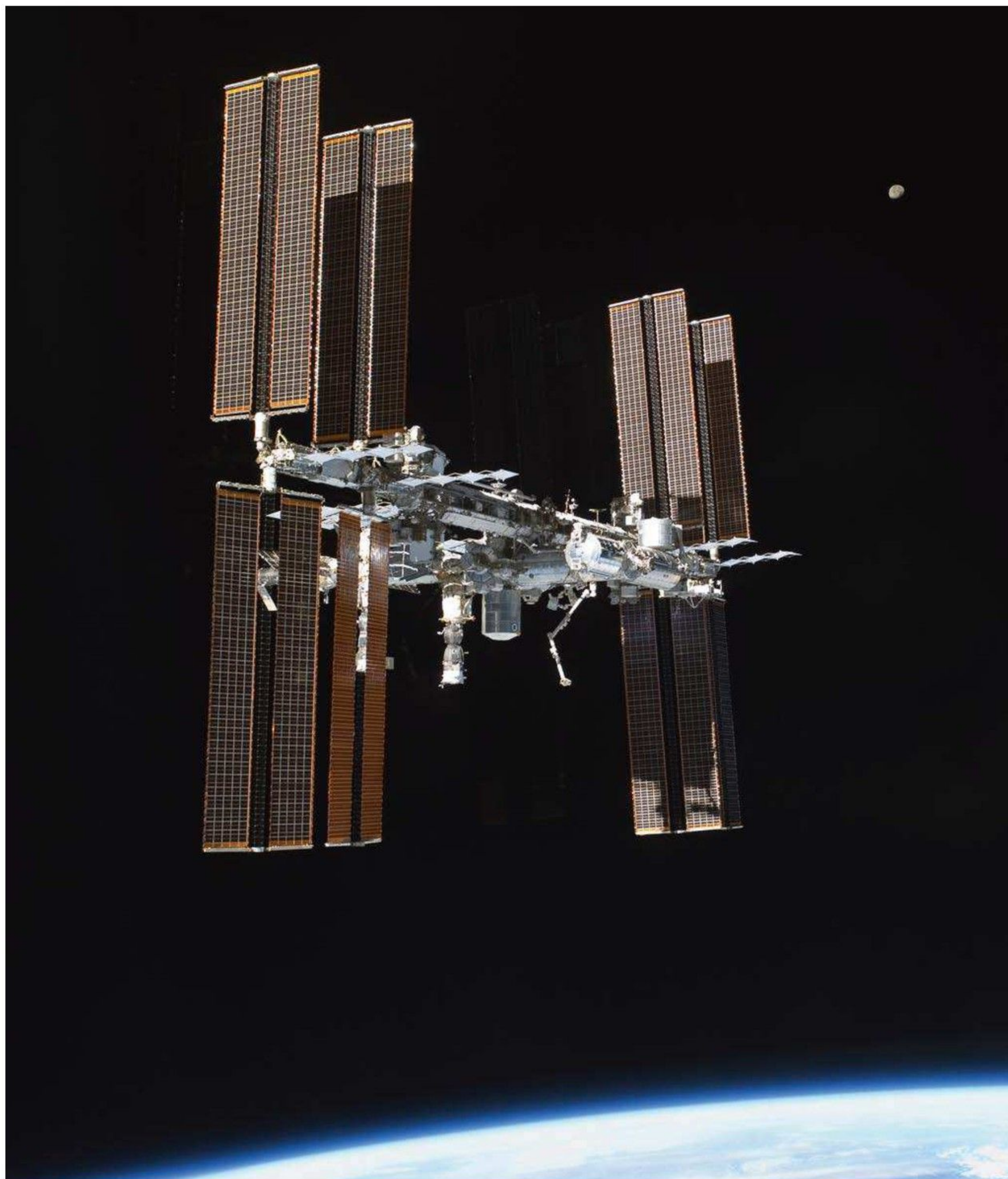
Владимир Есипов



Новейшая история корейской нации, по мнению журналиста **СЕРГЕЯ ЮРЛОВА**, — прекрасная иллюстрация того, что социальные эксперименты в масштабах целого народа могут завершиться диаметрально противоположными итогами. Одной половине населения говорят, что главное — слушаться великого вождя, потому что иначе будет война. А второй половине разрешают жить так, как им нравится. В результате получается самая инновационная страна в мире — Южная Корея. Читайте об этом на **стр. 60**.



СОДЕРЖАНИЕ



32

ТЕМА НОМЕРА

Международная космическая станция. Проект «два в одном»: опыт строительства объекта в открытом космосе плюс лаборатория на орбите. Все это неповторимо в земных условиях. Гуманитарии тоже проявляют интерес.
Текст: **Ольга Добровидова**

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКОГО ПОЛЕТА

Международная космическая станция — одна из самых необычных научных площадок, имеющих в распоряжении человечества. Какие эксперименты проводят там ученые и космонавты?

Текст: Ольга Добровидова

Этот автопортрет на фоне иллюминатора в модуле «Купола» астронавт НАСА Трейси Колдуэлл Дайсон сделала в сентябре 2010 года. Через семь панорамных прозрачных иллюминаторов «Купола» члены экипажа МКС наблюдают за поверхностью Земли, космическим пространством и работающими в открытом космосе коллегами. А еще в модуле «Купола» экипаж снимает стресс



КОСМОС,

похоже, омолаживает — по крайней мере, человеческие хромосомы. У астронавта Скотта Келли, который провел на Международной космической станции (МКС) 340 дней, теломеры — это такие «колпачки» на концах хромосом, которые защищают ДНК от повреждений при делении клеток, — оказались длиннее, чем у его брата-близнеца Марка, тоже астронавта, который все это время дожидался Скотта на Земле.

Длина теломер — один из главных индикаторов здоровья и долголетия человека, поэтому никто из ученых не ожидал, что суровые условия, в которых астронавты живут на орбите, могут удлинить, а не укоротить хромосомные «колпачки». Почему это произошло, ученые пока еще только разбираются: первые результаты исследования появились лишь в конце января 2017 года.

Марк и Скотт Келли стали участниками, вероятно, самого необычного в истории эксперимента на близнецах. С его помощью в НАСА пытаются понять, чем именно долгое пребывание в космосе — например, при полете к астероиду или на Марс — чревато для человеческого организма. Такое исследование можно было провести только на МКС — одной из самых дорогих и сложных научных лабораторий, летящей в 400 километрах над нашими головами со скоростью около восьми километров в секунду.

МКС изначально задумывалась как гигантский инженерный проект по сборке на орбите



Новые
российские
модули очень
нужны МКС —
без них некуда
устанавливать
научное
оборудование

Астронавт Тим Копра собирает в модуле «Дестини» научный микрогравитационный перчаточный бокс, предназначенный для экспериментов с 3D-печатью



большой и сложной конструкции, и как уникальная научная лаборатория — по крайней мере, так ее «продавали» своим странам национальные космические агентства в начале нынешнего века.

Скептиков у этой идеи всегда было достаточно: мол, долго, дорого, а перспективы непонятны. Возможно, поэтому американский журнал «Попьюлар Сайенс» в 2004 году то ли в шутку, то ли всерьез предлагал человечеству продать в 2017 году МКС какому-нибудь русскому олигарху и превратить ее в гигантскую орбитальную гостиницу.

В чем-то этих скептиков можно понять: лаборатория из МКС выходит весьма специфическая. Одновременно там может находиться не более 10 человек, эти люди годами готовятся туда попасть, а заниматься им кроме науки приходится всем подряд, от мелкого и крупного ремонта до обязательной физкультуры. Чтобы что-то туда доставить или вернуть на Землю, нужно запускать целый космический корабль, а новую деталь или прибор взамен сломавшихся приходится ждать несколько месяцев.

И традиционные показатели научной результативности в случае с МКС не особо радуют. Эксплуатировать станцию начали в 1998-м, и к 2012 году она, по подсчетам специалистов, принесла «урожай» всего в три тысячи с небольшим научных статей в иностранных журналах. Для сравнения: благодаря данным, полученным с помощью космического телескопа «Хаббл», который в десять раз дешевле, ученые за два десятилетия опубликовали 11 300 научных работ. Впрочем, участникам международного космического проекта есть что возразить на критику низкой «наукоемкости» МКС. В НАСА, например, язвительно парируют, что никто почему-то не требовал научной «отдачи» от Большого адронного коллайдера, пока тот строился. А ведь американцы достроили свой сегмент МКС только в 2011 году.

А российский сегмент и вовсе еще не закончен — по последней информации, полностью российскую часть станции соберут в 2019 году. К этому времени к МКС планируется отправить три модуля, в том числе «многоцелевой лабораторный модуль» (МЛМ) и «научно-энергетический модуль» (НЭМ). В ракетно-космической корпорации «Энергия» рассчитывают пристыковать МЛМ к станции в конце 2017 года, а НЭМ — как раз в 2019-м.

Новые модули очень нужны станции: это не только дополнительное пространство для научно-исследовательской работы на самой МКС, но и «крепления» для научных приборов снаружи. Несколько экспериментов ►►

Международная космическая станция (МКС)



МКС

Международная космическая станция вращается вокруг Земли по круговой орбите высотой примерно 400 километров со скоростью около 8 километров в секунду

По своим размерам МКС сравнима с футбольным полем: длина — 108,6 метра, ширина (с фермами) — 79,9 метра. Высота МКС — 27,5 метра, масса — более 400 тонн



США

- 1 Фотоэлементы
- 2 Опорная ферма S6
- 3 Опорная ферма S5
- 4 Транспортно-складская палета ELC-2
- 5 Транспортно-складская палета ELC-4
- 6 Внешняя складская платформа ESP-3
- 7 Магнитный альфа-спектрометр AMS-02
- 8 Опорная ферма S1
- 9 Панели терморегулирования
- 10 Орбитальная стрела с камерами OBSS
- 13 Опорная ферма S0
- 17 Гермоадаптер — герметичный стыковочный переходник РМА-1

- 24 Опорная ферма Z1
- 25 Стыковочный модуль «Юнити»
- 26 Герметичный стыковочный переходник РМА-3
- 27 Модуль «Купола»
- 28 Универсальный шлюзовой отсек «Квест»
- 29 Внешняя складская платформа ESP-2
- 30 Лабораторный модуль «Дестини»
- 31 Многоцелевой модуль снабжения «Леонардо»
- 32 Внешняя складская платформа ESP-1
- 33 Модуль «Хармони»
- 34 Герметичный стыковочный переходник РМА-2
- 39 Опорная ферма P1
- 40 Транспортно-складская палета ELC-3
- 41 Транспортно-складская палета ELC-1

- 42 Опорная ферма P3/4
- 43 Опорная ферма P5
- 44 Опорная ферма P6
- 45 Фотоэлементы



Канада

- 11 Мобильная обслуживающая система «Канадарм-2»
- 12 Мобильная обслуживающая система «Канадарм-2»
- 14 Дистанционный манипулятор «Декстр»



Россия

- 15 Функционально-грузовой блок «Заря»
- 16 Служебный модуль «Звезда»

- 18 Стыковочно-грузовой модуль «Рассвет»
- 19 Многофункциональный лабораторный модуль «Наука» (планируемый)
- 21 Узловой модуль «Причал»
- 22 Защита от космического мусора
- 23 Исследовательский модуль «Поиск»



Европа

- 20 Европейский робот-манипулятор ERA
- 35 Лабораторный модуль «Коламбус»



Япония

- 36 Экспериментальный модуль «Кибо»
- 37 Экспериментальная герметичная секция
- 38 Дистанционный манипулятор





Иногда эксперименты на борту МКС получаются спонтанно. В 2014 году космонавт Елена Серова попробовала прорастить в условиях невесомости косточки от яблок (на белой подложке в нижней части фото)

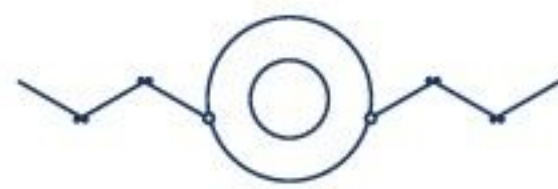


Скотт Келли (слева) за 340 суток, проведенных на МКС в 2015–2016 годах, успел собрать два урожая овощей и зелени, выращенных благодаря инновационной системе «Вегги». В августе 2015 года экипаж МКС впервые отведал свежий красный салат латук (вверху), выращенный на борту станции

►► в прямом смысле ждут, когда российские модули наконец отправятся в космос: без них устанавливать оборудование просто некуда.

Но и у недостроенной МКС есть уникальное преимущество перед всеми другими научными лабораториями. «Условия на орбитальной станции не воспроизведешь в полной мере никакими установками на Земле», — говорит Георгий Самарин, заведующий лабораторией разработки и реализации медико-биологических программ Института медико-биологических проблем РАН.

Даже высота 350 километров, на которой летает МКС, оказалась оптимальной для ученых. «Для любых экспериментов, связанных с атмосферой или нашей планетой, это важно. Метеорологические спутники летают уже выше ионосферы Земли и смотрят на нее «со стороны», а со станции ионосферу можно изучать «изнутри», — рассказывает Анатолий Петрукович, заведующий отделом физики космичес-



Главный критерий оценки космических экспериментов — какую пользу они принесут на Земле

кой плазмы Института космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН).

Любой научный эксперимент

в космосе начинается с подготовки его детального описания, которое затем сдается в специальные комитеты, отбирающие интересные и перспективные проекты. У каждой из сторон-партнеров по МКС — России, США, Евросоюза, Канады, Японии — есть свои экспертные группы, а о международных проектах страны договариваются вместе. Всего, по данным американского космического агентства НАСА, в экспериментах на Международной космической станции участвовали более 80 стран.

В России за научную программу на МКС отвечает Координационный научно-технический совет Роскосмоса, находящийся в Центральном научно-исследовательском институте машиностроения (ЦНИИмаш) в Королеве. Там эксперты в десяти секциях рассматривают заявки на конкурсной основе — при желании заявку на эксперимент может подать любая научная организация. Главный критерий, по которому оцениваются заявки, — какую пользу они принесут на Земле и при подготовке будущих полетов в космос, в том числе и межпланетных.

Когда вы хотите отправить на МКС научное оборудование, все детали имеют значение. Для «внешних» экспериментов, например, важно сразу понять, сможет ли экипаж сначала занести этот «ящик» на борт, а потом, во время выхода в открытый космос, пронести его через шлюз.

«Мы проводили эксперимент «Обстановка» по измерению плазменного окружения станции. Аппаратура — ящик вот такого размера, — Петрукович разводит руки в стороны. — Из ящика торчат антенны. Это было целое дело — разобраться, как космонавту вытащить, развернуть и подстыковать аппаратуру. Мы для этого изготовили специальный макет, который космонавты учились разворачивать под водой, в бассейне».

Пока эксперты оценивают научную значимость и реализуемость того или иного проекта, а ученые и инженеры готовят оборудование, может пройти минимум полтора-два года, а то и все десять лет. Поэтому эксперименты на МКС планируют заранее. Срок службы станции пока продлен только до 2024 года, так что если у вас есть идея для космического эксперимента, имеет смысл поторопиться.

Чтобы эксперимент на МКС состоялся, необходимо все тщательно спланировать: российский грузовой «Прогресс» либо американские «Дрэгон» и «Сигнус» ►►



«Эксперимент «Плазменный кристалл» — один из интереснейших, в которых я участвовал, — писал в своем блоге в 2013 году космонавт Федор Юрчихин (его лицо видно на мониторе на фото вверху). — Самое завораживающее — это момент создания «пылевой плазмы» в экспериментальном блоке»





9 ноября 2013 года. Космонавты Олег Котов (на фото) и Сергей Рязанский, оставшийся за кадром, устанавливают на внешней стороне МКС двухосную поворотную платформу для управления ориентацией научного оборудования относительно станции. Работы в открытом космосе продлились 5 часов 50 минут



6 августа 2013 года. Астронавт Крис Кэссиди с помощью специального визора, жилета и перчаток управляет маневрами «Робонавта-2». Эксперимент завершился удачно: робот смог повторить за Кэссиди движения его головы, шеи, рук и пальцев



Андреас Корн, ведущий детского познавательного тележурнала «Pig+», выходящего на немецком телеканале ZDF, демонстрирует герметичный контейнер, в который залиты масло и вода. Точно такой же контейнер находился на борту МКС, и 9 сентября 2006 года телезрители во время прямого эфира сами сравнили, как ведет себя водно-масляная эмульсия в космосе и на Земле



С помощью магнитного альфа-спектрометра на МКС исследуют состав космических частиц



Один из датчиков, установленных на штанге с аппаратурой для эксперимента «Обстановка»

Необычные и забавные эксперименты на борту МКС

ГОВОРЯЩИЙ КАБАЧОК. Американский астронавт Дон Петтит в 2012 году вел знаменитый блог «от лица» цукини, который вырастили на станции из семечка. Параллельно на станции росли его «друзья», миниатюрный подсолнух и брокколи. Такие попытки космического садоводства не только позволяют лучше понять, какую роль гравитация играет в росте и развитии растений, но и готовят почву для выращивания еды в длительных экспедициях за пределы земной орбиты.

ЧЬИ МИКРОБЫ РАСТУТ ЛУЧШЕ? В рамках проекта «гражданской науки», то есть исследований, в которых могут участвовать все желающие, на МКС слетали бактерии, собранные в самых неожиданных местах, например с «Колокола свободы» в американском штате Пенсильвания и со скелета тираннозавра Сью, который стоит в научном музее в Чикаго. Ученые выяснили, какие из 48 видов микробов лучше растут на станции, и в процессе даже случайно открыли новый вид, который впервые «подобрали» с сиденья на трибуне стадиона в Калифорнии.

БЕЗГОЛОВЫЕ ЧЕРВЯКИ В НЕВЕСОМОСТИ. В 2014 году на борт МКС отправили запечатанные контейнеры с плоскими червями, которым отрезали головы и хвосты, чтобы затем на Земле посмотреть, как те справятся с регенерацией в условиях невесомости. Выяснилось, что черви отлично умеют восстанавливать поврежденные клетки своего тела. Этот эксперимент поможет ученым понять, как работают клеточные механизмы восстановления, и использовать эти знания в обычной «земной» медицине.

ОГОНЬ НА МКС. В 2016 году в космосе провели сразу несколько огнеопасных экспериментов, в которых ученые пытались разобраться, как на орбите будут гореть различные материалы, в том числе и повседневные для МКС ткани и пластик. Контролируемые пожары на этот раз устраивали не на самой станции, а на борту частных грузовых кораблей «Сигнус», когда те уже отработали свое. Ученые на Земле получили огромное количество информации, а видео того, как горит научный «костер» в космосе, можно посмотреть в интернете.

►► должны вовремя доставить на борт научное оборудование, а пассажирский «Союз» — соответствующего астронавта или космонавта. Членов экипажа «назначают» на эксперименты на Земле задолго до полета (причем при желании космонавт может и отказаться), и в среднем на их подготовку к научной работе уходит примерно полгода.

Иногда в планы ученых вмешиваются непредвиденные обстоятельства: новая российская оранжерея «Лада-2», в которой на борту МКС собирались выращивать сладкий перец, погибла вместе с «Прогрессом» во время аварии 1 декабря 2016 года. Теперь новую оранжерею смогут отправить на станцию только в 2019 году, и эксперименты с растениями пока отложены.

Списки прошлых, настоящих и будущих экспериментов каждое агентство публикует в интернете. Название российского эксперимента УДОД, например, не имеет никакого отношения к небольшим птицам с хохолком и длинным клювом — это аббревиатура «устройства для дыхания под отрицательным давлением». С помощью УДОДа специалисты по космической медицине надеются помочь космонавтам компенсировать одно из самых неприятных последствий невесомости — перераспределение жидкости в организме к голове.

И «Русалка» тоже никак не была связана ни с людьми, ни с рыбами: в рамках этого эксперимента космонавты на борту МКС измеряли содержание парниковых газов, углекислого газа и метана в атмосфере Земли.

Множество любопытных экспериментов на МКС предлагают школьники и студенты: они, например, пытались сделать на орбите сыр (безуспешно — оказалось, что смесь в невесомости не застывает нужным образом) и выращивали «леденцы» — кристаллы из сахарного сиропа, чтобы понять, как на их рост влияет отсутствие гравитации. А студенты Международного космического университета демонстрировали космонавтам и астронавтам оптические иллюзии и сравнивали их интерпретацию картинок с результатами, полученными при аналогичном тестировании добровольцев на Земле.

Интересно, что на МКС занимаются даже гуманитарными исследованиями: например, Филлис Джонсон из канадского Университета Британской Колумбии руководит исследованием «В космосе как дома». Джонсон и ее коллеги-психологи и социологи пытаются понять, как экипаж справляется с тяготами длительного полета и как вообще возникает уникальная «космическая культура» — то есть как станция становится временным домом для тех, кто на ней работает. Для такого



Космонавт Олег Котов взвешивается с помощью специального прибора — «измерителя массы тела в невесомости». Эта процедура чрезвычайно важна для мониторинга состояния здоровья космонавтов во время длительной экспедиции

гуманитарного исследования в космос надо отправить всего лишь анкеты, которые заполняют члены экипажа.

Члены экипажа МКС частенько становятся одновременно и «сотрудниками лаборатории» (и даже соавторами научных статей по итогам исследования), и «объектами экспериментов. В среднем на научную работу уходит до половины рабочего времени экипажа.

В технических экспериментах космонавтам в основном отводится роль монтажников: они устанавливают и подключают оборудование, а если у эксперимента есть «внутренняя» составляющая, выполняют необходимые мелкие работы. «В биологических экспериментах их роль серьезнее, — говорит Георгий Самарин. — Космонавтов действительно можно называть исследователями, так как они достаточно подробно изучают методики экспериментов — как в теории, так и на практике».

«Космонавтам на самом деле нравится участвовать в экспериментах. Каждодневная рутина надоедает, а тут — исследование, которое может принести пользу цивилизации! Экипажи МКС очень ценят «движуху», которая присуща многим экспериментам. Каждый раз — новые задачи. Им это интересно», — считает Анатолий Петрукович.

Нужны ли главной научной лаборатории настоящие физики, химики, биологи и социо-



Наблюдение за космическим пространством — одно из повседневных «рутинных» дел экипажа МКС

логи на борту? По мнению Петруковича, научный взгляд экспериментатора в космосе был важен в 1960-е, «когда мы вообще еще ничего про космос не знали». Сейчас работа космонавта уже довольно обыденна, и бросать науку ради того, чтобы, возможно, десять лет готовиться к космическому полету, нет смысла.

«К тому же сейчас все настолько автоматизировано, что почти все, что «видят» приборы, видно и ученому, — добавляет Петрукович. — Например, никто из астрономов не ездит в обсерваторию: управлять телескопом можно со своего компьютера. Мы находимся в такой же ситуации».

Если «физикам» на борт не особенно хочется, то «лирикам» это было бы интересно, говорит Филлис Джонсон. «Правда, мое присутствие повлияло бы на результаты эксперимента — астронавты знали бы, что я собираю информацию и изучаю их прямо на борту станции», — подчеркивает исследовательница.

Биологам и медикам тоже есть чем заняться на борту станции: они смогут ставить более сложные опыты, в том числе и на самих себе. А если космонавта-ученого вдруг озарит гени-

альная идея, то почему бы не внести изменения в эксперимент прямо «на ходу».

Так, кстати, уже бывало: во время рекордного 438-дневного полета на станции «Мир» в 1994–1995 годах врач-космонавт Валерий Поляков оптимизировал программу медицинской диагностики, которую сам же и отработывал — на себе и коллегах по экипажу.

«Ученые в космосе будут нужны всегда», — уверен Георгий Самарин. ■



ОЛЬГА ДОБРОВИДОВА —

научный журналист из Москвы, любительница истории науки, красивых космических фотографий и комиксов о супергероях. Если бы была ученым, то, ни минуты не размышляя, согласилась бы отправиться на МКС, чтобы самолично поставить и контролировать свой эксперимент, который непременно

назвала бы как-нибудь странно и забавно. Но со своими научными экспериментами как-то не вышло, поэтому пишет о чужих.

ЛЕЧЕНИЕ ГРИППА И ПРОСТУДЫ В ПОЛНОМ ОБЪЁМЕ!

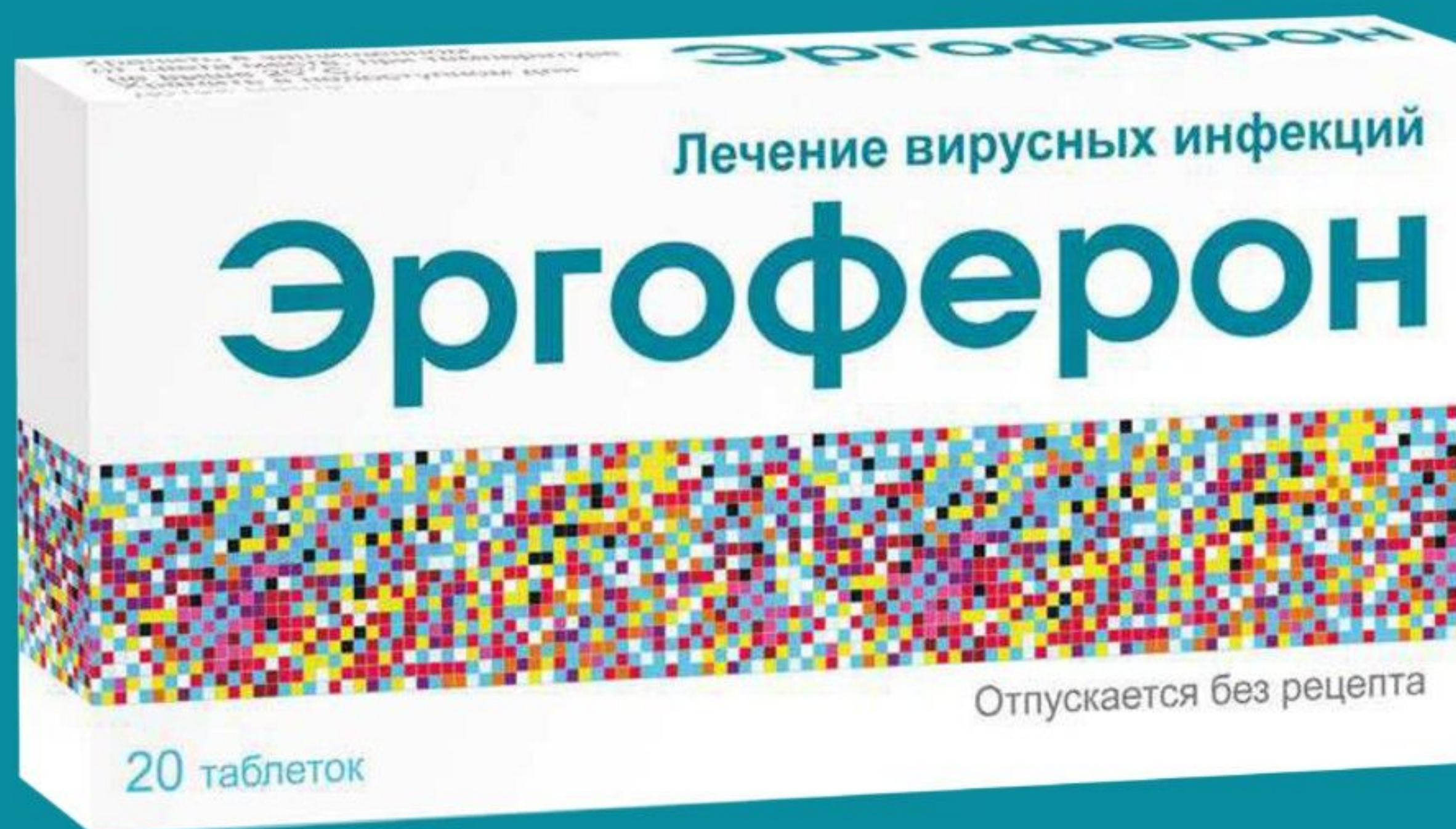
для взрослых и детей с 6-ти месяцев



**БОРЬБА
С ВИРУСАМИ**



**СНЯТИЕ
ВОСПАЛЕНИЯ**



**ОБЛЕГЧЕНИЕ
СИМПТОМОВ**



**УКРЕПЛЕНИЕ
ИММУНИТЕТА**

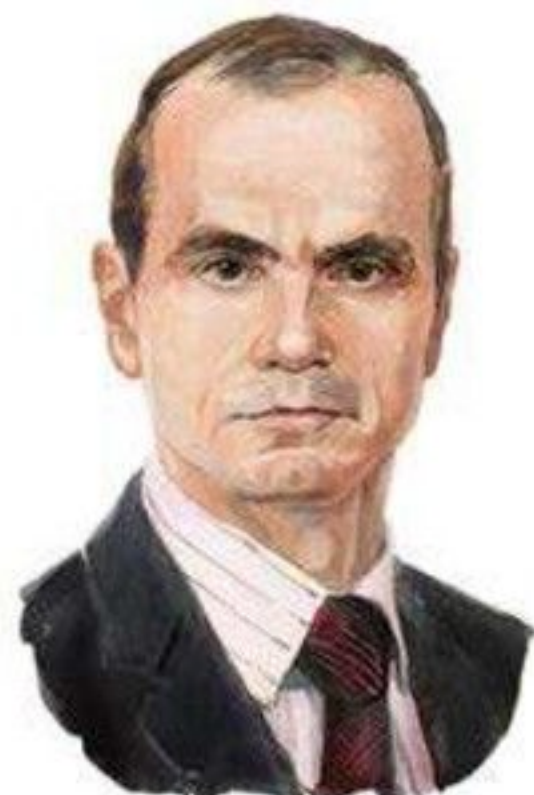
Рег. № 007362/10.

Реклама

ИМЕЮТСЯ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ ОЗНАКОМЬТЕСЬ С ИНСТРУКЦИЕЙ

Лаборатория в космосе

МКС — научный центр на орбите, в котором исследования проводятся в неповторимых условиях. Полученные результаты помогают не только изучать космос, но и решать земные проблемы



Андрей Пеклевский, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Центра пилотируемых программ ФГУП ЦНИИмаш

« МКС позволяет решать множество исследовательских и технологических задач »

Чтобы преодолевать земное тяготение, 418-тонная конструкция орбитальной станции летает вокруг Земли со скоростью, которая в десять раз больше скорости пули. И на таких скоростях пилотируемые и грузовые транспортные корабли пристыковываются к станции, чтобы доставить на МКС все необходимое — от топлива, воздуха и воды до научного оборудования и материалов, а также чтобы сменить экипаж.

Российский сегмент МКС (РС МКС) еще находится на стадии строительства. Тем не менее для него сформирована большая экспериментальная программа: сейчас в Долгосрочную программу научно-прикладных исследований и экспериментов, планируемых на российском сегменте МКС, включено свыше 280 экспериментов, из которых завершено только 80. Еще большее количество экспериментов находится в стадии наземной подготовки. Для их реализации запланировано выведение на орбиту новых модулей РС МКС.

Реализация проектов, входящих в Долгосрочную программу, осуществляется на

основе этапной программы, разрабатываемой на срок от трех до пяти лет. По сути это среднесрочная программа, в которую из состава долгосрочной включаются наиболее подготовленные эксперименты.

Многие исследования на МКС имеют не только чисто научное значение. Зачастую они носят ярко выраженный прикладной характер. К таким проектам, безусловно, относятся работы, предлагаемые в интересах отработки передовых космических технологий и технологий, необходимых в обычной земной жизни. Этот факт отражает и общемировую тенденцию, позволяющую рассматривать МКС не только как уникальную платформу для научных исследований, но и как испытательный стенд для создания перспективных технологий, в том числе технологий дальнейшего освоения космического пространства.

С МКС неразрывно связаны достижения в изучении физических процессов в пылевой плазме в условиях микрогравитации (проект «Плазменный кристалл»), исследования процессов кристаллизации белков для получения совершенных по структуре монокристаллов (проект «Кристаллизатор»). На основе данных о химическом составе мелкодисперсного осадка на поверхности МКС, полученного в ходе выполнения эксперимента «Тест», определены новая граница биосферы Земли и состав космической пыли на высоте 400 километров.

Абсолютный приоритет пилотируемой космонавтики — здоровье космонавтов и безопасность космических полетов, поэтому значительное количество экспериментов посвящено вопросам космической медицины. Прежде всего — влиянию факторов космического полета (продолжительная микрогравитация, радиация, гиподинамия) на здоровье человека. Наиболее обсуждаемым в научном мире в этой области исследований является эксперимент «Матрешка-Р», посвященный дозиметрическим исследованиям.

МКС позволяет решать исследовательские задачи в самых разных областях — от астрофизики и медицины до технологий освоения космического пространства и развития технологий для «наземных» нужд.



Георгий Самарин,
заведующий
лабораторией
разработки
и реализации медико-
биологических
программ
в Институте медико-
биологических проблем
РАН

« Эксперименты на МКС помогают лечить людей на Земле »

В программу российских научных медико-физиологических исследований экспедиции МКС-50/51 включены 36 исследований и экспериментов. Из них 17 — полетные.

Биологи и медики в космосе исследуют, как реагирует живой организм и его отдельные системы на факторы длительного космического полета — невесомость и гипокинезию, радиацию. Это помогает разрабатывать системы профилактики, которые применяются в земной медицине. Например, для лечения и реабилитации лежачих больных, так как они испытывают схожую с космонавтами проблему — гипокинезию.

Наиболее крупный совместный российско-американский эксперимент — «Перемещение жидкостей». Цель проекта — исследовать перемещение жидкостей в организме до, после и во время космического полета. И связь данного феномена с внутричерепным давлением и нарушением зрения.

Полученные знания предполагается использовать при лечении больных, страдающих внутричерепной гипертензией, — тяжелым заболеванием, некоторые характеристики которого схожи с тем, что беспокоит астронавтов.

Среди других важных экспериментов — «Спланх», в ходе которого изучаются особенности структурно-функционального состояния различных отделов желудочно-кишечного тракта. Он поможет исследовать изменения пищеварительной системы в условиях космоса.

Еще один проект, «Взаимодействие-2», затрагивает психологические аспекты.

Его цель — изучить, как многонациональный состав экипажей Международной космической станции влияет на межличностное и межгрупповое взаимодействие.

А в ходе эксперимента «Нейроиммунитет» ученые исследуют влияние стресса на иммунитет и системы стресс-реактивности в космосе.



Алексей Яковлев,
директор Института
физики высоких
технологий Томского
политехнического
университета

« Это невозможно повторить в земных условиях »

МКС позволяет проводить длительные эксперименты в условиях открытого космоса и микрогравитации. Это невозможно повторить на Земле. В научных кругах сегодня особенно ценятся эксперименты на МКС, связанные с изучением земной поверхности, мониторингом экосистем, климата и запасов полезных ископаемых.

В Долгосрочную программу вошел проект «3D-печать», созданный при участии ученых Томского политехнического университета. Мы разработали принтер трехмерной печати для работы на космических кораблях и в открытом космосе. Пока он печатает только полимерами, но в будущем будут использоваться и другие материалы. Экспериментальный прибор планируется доставить на МКС в конце 2018 года.

На МКС проводится множество исследований, которые требуют оперативного создания новых элементов конструкции. А их порой просто не оказывается на борту! При исправной работе 3D-принтера отпадает необходимость в доставке готовых деталей грузовыми кораблями — они будут снабжать станцию лишь картриджами с расходными материалами, а сами детали будет создавать 3D-принтер.

Отработка технологии 3D-печати в условиях низкой гравитации открывает целое направление, связанное с освоением Луны. При помощи 3D-печати можно будет создавать станции или жилые комплексы из лунного грунта. ■