

# Вселенная пространство•время

Международный научно-популярный журнал  
по астрономии и космонавтике

№1 (161) январь 2018

Золотая Рыба,  
Тарантул и  
Большие  
звезды

КОСМИЧЕСКАЯ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ  
СТРАН МИРА  
В 2017 ГОДУ

Обитаемая  
Луна

Наука, технологии,  
исследования  
и инновации

Juno:  
революция в  
представлениях о Юпитере

Свет и тень на лунных полюсах

Непонятная история спутника Zuma



# СОДЕРЖАНИЕ

№ 1 (16) январь 2018

## Космонавтика

- 4** Космическая деятельность стран мира в 2017 году  
(Девятнадцатый ежегодный обзор)

Александр Железняков

- 21** Некоторые статистические итоги  
60 лет космической эры

Александр Железняков

## Новости

- 24** Китайские ракеты-носители «Чанчжен»  
**26** Старты легких ракет  
**27** Дважды летавший Dragon вернулся на Землю  
**28** Непонятная история спутника Zuma

## Уважаемые читатели!

Впервые журнал «Вселенная, пространство, время» выходит только в электронном виде. Смена формата потребовала немного больше сил и продлилась существенно дольше, чем мы рассчитывали изначально. За истекший период в мировой космонавтике произошло множество интересных событий, и часть из них придется детально освещать уже в следующем, февральском номере.

Несмотря на очевидные преимущества сетевого формата (к которым тоже нужно привыкнуть), сотрудники редакции, как никто, понимают, насколько приятно держать в руках свежеотпечатанный бумажный журнал – весомый продукт усилий множества авторов и редакционного коллектива, который можно взять с собой в дорогу или в места, где Интернет пока недоступен. Однако сопротивляться напору технического прогресса удается лишь ограниченное время, и однажды нам все равно пришлось бы принять нелегкое решение перенести нашу деятельность во «всемирную паутину». Надеемся, и постоянные читатели, и те, кто присоединился к нам недавно, оценят наше обновленное «лицо» по достоинству.

Пока мы собираемся публиковать свежие статьи, как и раньше, ежемесячно, а отдельные разделы ленты новостей будут обновляться значительно чаще (возможно, даже ежедневно). Поэтому – регулярно следите за нашими обновлениями! Используя новые возможности, мы постараемся сделать наше издание еще более интересным и удобным для чтения. Теперь вы сможете оставаться с нами везде, где есть Интернет.

Большое спасибо вам за ваше внимание, за негасущий интерес к астрономии и космонавтике! Следите за расширением Вселенной!

# Солнечная система

32

Обитаемая Луна  
Наука, исследования, технологии,  
инновации

Бернар Фоинг

## Новости

- 44 Свет и тень на лунных полюсах
- 46 Обсерватория Аресибо провела наблюдения Фаэтон
- 48 Миссия Dawn продлена до конца года
- 50 Juno: революция в представлениях о Юпитере

## Вселенная Новости

- 52 Hubble сфотографировал «двойника» Млечного Пути
- 54 Массивные звезды рождаются чаще, чем считалось

**Руководитель проекта, главный редактор:**  
Гордиенко С. П.

**Выпускающий редактор:**  
Манько В. А.

**Редактор:**  
Размыслович К. Р. (Минск)

**Редакционный совет:**  
Андронов И. А. — декан факультета Одесского национального морского университета, доктор ф.-м. наук, профессор, вице-президент Украинской ассоциации любителей астрономии

Вавилова И. Б. — ученый секретарь Совета по космическим исследованиям НАН Украины, вице-президент Украинской астрономической ассоциации, кандидат ф.-м. наук

Митрахов Н. А. — Президент информационно-аналитического центра «Спейс-Информ», директор киевского представительства ПП КБ «Южное», к.т.н.

Олейник И. И. — генерал-полковник, доктор технических наук, заслуженный деятель науки и техники РФ

Рябов М. И. — старший научный сотрудник Одесской обсерватории радиоастрономического института НАН Украины, кандидат ф.-м. наук, сопредседатель Международного астрономического общества

**Компьютерная верстка:**

Каташ Анна

**Художник:**

Кисилица Елена

**IT сопровождение:**

Голода Андрей

**Учредитель и издатель**

ЧП «Третья планета»  
Зарегистрировано Государственным комитетом телевидения и радиовещания Украины.  
Свидетельство КВ 7947 от 06.10.2003 г.  
© ВСЕЛЕННАЯ, пространство, время — № 1 январь 2018

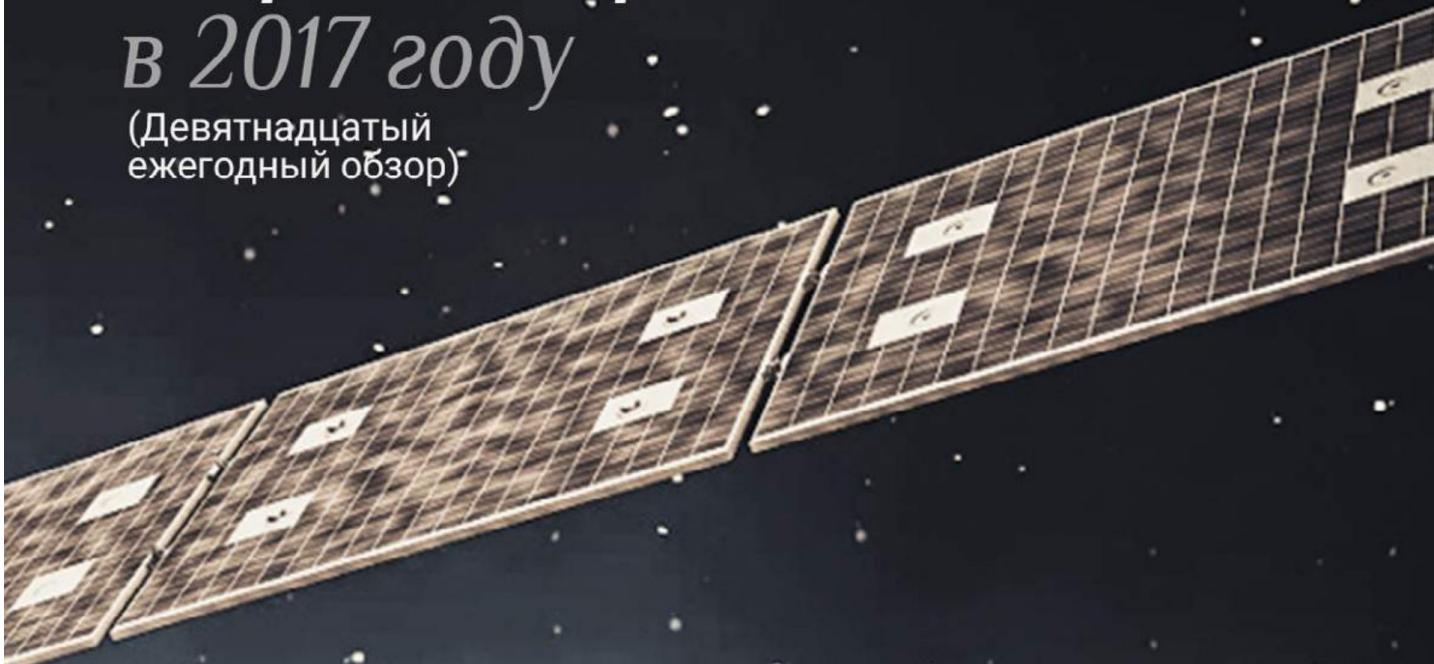
**ВСЕЛЕННАЯ, пространство, время —**  
**международный научно-популярный журнал**  
**по астрономии и космонавтике, рассчитанный**  
**на массового читателя**





# КОСМИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ *стран мира* в 2017 году

(Девятнадцатый  
ежегодный обзор)



АЛЕКСАНДР ЖЕЛЕЗНЯКОВ  
академик Российской академии  
космонавтики им. К.Э.Циолковского

В 2017 г. человечество отметило знаменательную дату – 60-летие со дня запуска первого в мире искусственного спутника Земли. Торжества были не столь масштабными, как десять лет назад, или когда отмечали 50-летие полета Юрия Гагарина. Но круглая дата не прошла «бесследно» – особенно для тех, для кого освоение космического пространства давно стало важной составляющей их жизни.

Однако и остальной части человечества – благодаря многочисленным выставкам, конференциям, книгам, фильмам – удалось напомнить, что мы все-таки «космическая раса» и в будущем обязательно полетим к звездам. Правда, перспектива этого пока весьма отдаленная. Но это обязательно будет!

# ОСНОВНЫЕ СОБЫТИЯ ГОДА

Несмотря на обилие событий в ракетно-космической сфере, значимых свершений в минувшем году было не так уж и много — если не считать таковыми многочисленные заявления

о грядущем «прорыве», которые делали руководители государственных космических агентств и представители частных компаний.

Да, проектов было достаточно.

Но какие из них воплотятся в жизнь, сегодня сказать трудно. Поэтому традиционный «топ-10» пришлось трансформировать в «топ-5», который и предлагается вашему вниманию.



Credit: NASA/JPL-Caltech

## 104 спутника одним носителем

В последние годы обычными стали кластерные запуски космических аппаратов. Чаще всего попутная полезная нагрузка запускается вместе с «массивными» целевыми спутниками. Но некоторые пуски изначально ориентированы именно на вывод на околоземную орбиту множества небольших аппаратов массой от килограмма и выше. Например, 14 июля минувшего года во время старта с космодрома Байконур ракеты-носителя «Союз-2.1а» было запущено 73 спутника. Основной нагрузкой стал российский аппарат для дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) «Канопус-В-ИК» № 1 массой 473 кг, а дополнительной — множество немецких, японских, норвежских, российских и американских спутников массой до нескольких килограммов. Среди них был даже российско-эквадорский спутник.

▲ Индийская ракета PSLV-C37, запущенная из Космического центра им. Сатиша Дхавана на острове Шрихарикота, вывела на околоземные орбиты спутник CartoSat-2D и еще 103 небольших космических аппарата, принадлежащих разным странам.

Но рекордным стал пуск индийской ракеты-носителя PSLV<sup>1</sup>, состоявшийся 15 февраля. Основной нагрузкой являлся принадлежащий Индии аппарат ДЗЗ Cartosat-2D массой более 700 кг. Вместе с ним на орбиту были выведены еще 103 (!) малых спутника. Большую часть — 88 штук — составили компоненты группировки ДЗЗ типа Flock.

Если судить по возникшей в последнее время тенденции, то и 104 спутника — это не предел. Возможно, уже в следующем году этот рекорд будет побит (например, теми же индийцами, серьезно «взявшими» за коммерческий космос, или «Роскосмосом», который намерен активно присутствовать на рынке пусковых услуг).

<sup>1</sup>PSLV (Polar Space Launch Vehicle) — «Космический носитель для полярных орбит».

## Первый раз во второй раз

30 марта 2017 г. с площадки LC-39A Космического центра имени Кеннеди (штат Флорида, США) стартовала ракета-носитель Falcon 9 с европейским телекоммуникационным спутником SES-10. Запуск прошел успешно: космический аппарат был выведен на расчетную орбиту, а первая ступень носителя совершила мягкую посадку на плавучую платформу в Атлантическом океане.

Мы уже привыкли к регулярным стартам Falcon 9. Да и посадкой ее первой ступени уже никого не удивишь. И все-таки мартовский пуск стал особенным: впервые для выведения на орбиту полезной нагрузки использовалась ступень, ранее совершившая полет. То есть глава компании SpaceX Илон Макс (Elon Musk) выполнил свое обещание, которое многие «эксперты» воспринимали как PR-кампанию.

До конца года состоялась еще пара аналогичных экспериментов. Причем во время одного из них специалисты SpaceX не только вторично использовали первую ступень, но и запустили с ее помощью грузовой корабль Dragon, также ранее побывавший в космосе.

Успехи Маска заставили многих изменить свою точку зрения на проблему частично многоразовых ракет-носителей. Еще в 2016 г. в России эта идея высмеивалась как «не несущая никакой экономической выгоды». Однако уже в конце минувшего года Ракетно-космическая корпорация «Энергия» и центр «Прогресс» (г. Самара) в инициативном порядке приступили к рассмотрению вопроса о многократном использовании первой ступени перспективной ракеты-носителя «Союз-5». Ведутся аналогичные работы и в Китае.

Но, пока суть да дело, Маск намерен развить свой успех. На 2018 г. запланировано повторное использование первой ступени Falcon 9 через 24 (!) часа после предыдущего старта. И хотя вероятность неудачи весьма высока — размах все равно впечатляет.

И еще несколько слов о «многоразовости». Какой бы критике ни подвергался Маск, он методично идет к своей цели — снизить стоимость пусковых услуг. Если ему удастся «заставить» первую ступень летать как минимум пять раз, цена единичного запуска ракеты уменьшится на 15%. А при десятикратном применении можно говорить о снижении затрат на четверть.

С такими показателями SpaceX может захватить солидную часть коммерческого рынка пусковых услуг. Особенно ощутимо это ударит по «Роскосмосу» и по европейской компании Arianespace. Впрочем, это дело будущего, которое, как известно, непредсказуемо.



Credit: SpaceX webcast

▲ Первая ступень ракеты Falcon 9 незадолго до посадки на автономную платформу Of Course I Still Love You, «подждавшую» ее в Атлантическом океане. Эта ступень использовалась вторично: первый раз с ее помощью был запущен к МКС грузовой корабль Dragon в апреле 2016 г.

## Завершение миссии Cassini



Credit: NASA/JPL-Caltech

▲ Кадр компьютерной симуляции из видеоролика Cassini's Grand Finale, показывающий момент разрушения космического аппарата после входа в атмосферу Сатурна.

В минувшем году завершилась миссия американского межпланетного зонда Cassini. Закончилась одна из самых ярких страниц мировой космонавтики, связанных с изучением планет Солнечной системы. 15 сентября 2017 г. космический аппарат был сведен с орбиты, вошел в атмосферу Сатурна и сгорел в ней.

Миссия Cassini началась 15 октября 1997 г. и продолжалась 20 лет. Основными ее задачами являлись исследования Сатурна, его колец и спутников.

Для разгона аппарата использовались гравитационные поля трех планет. Он дважды пролетел вблизи Венеры, один раз — вблизи Земли и один раз — возле Юпитера.

30 июня 2004 г. Cassini прибыл к Сатурну и стал первым искусственным спутником этой планеты.

На борту межпланетного зонда находился европейский посадочный модуль Huygens, который 14 января 2005 г. впервые опустился на Титан — крупнейший естественный сатурнианский спутник.

Изначально миссия была рассчитана на четыре года, но «запас прочности» зонда позволил несколько раз ее продлевать. За время, проведенное на орбите вокруг Сатурна, он совершил более сотни пролетов Титана, Энцелада и других спутников планеты, а перед завершением работы 22 раза прошел через область между верхними слоями сатурнианской атмосферы и внутренним кольцом. Аппарат собрал и отправил на Землю огромный объем научной информации, которая позволила понять многие процессы, происходящие на газовом гиганте и его лунах. Cassini посыпал сигналы до конца — NASA транслировала последние минуты его жизни в прямом эфире.

Ни одна из космических держав пока не планирует новых миссий к Сатурну. В основном обнародованные планы касаются изучения его спутника Титана — самого интересного и загадочного в сатурнианском «семействе». Но до их реализации очень далеко. Да и путь туда неблизкий. А пока ученые будут обрабатывать ту информацию, которую собрал Cassini, и изучать «окольцованную планету» с помощью телескопов.

## Начало эры сверхлегких ракет

Может показаться странным, но в арсеналах ведущих космических держав отсутствуют ракеты сверхлегкого класса. То есть такие, которые могут выводить на околоземную орбиту грузы массой порядка нескольких килограммов.

Впрочем, необходимости в таких носителях раньше и не было: космические аппараты весили от нескольких сот килограммов до нескольких тонн, и доставлять их в космос должны были ракеты «посолиднее». А «мелочь» вполне могла идти в качестве попутной нагрузки.

Но это было (да и остается) весьма дорогим удовольствием. Поэтому в разных странах мира задумались о создании малогабаритной ракеты, способной быстро и относительно дешево запускать небольшие аппараты, которые сегодня по своим возможностям сравнимы с крупными спутниками.

Первая попытка испытать сверхлегкий носитель была предпринята в конце 2015 г. (американская ракета-носитель Super Strypi), но закончилась неудачей.

Неудачными оказались и запуски, произведенные в 2017 г.: 14 января разбилась переделанная из геофизической в космическую японская ракета SS-520-4, а 25 мая потерпела аварию ракета Electron, создаваемая новозеландским подразделением частной американской компании Rocket Lab.

Как видим, сверхлегким ракетам пока не везет — они только учатся летать. Но шансы научиться у них весьма неплохие. И когда это произойдет (вероятнее всего, на рынок пусковых услуг сверхлегкие носители выйдут в ближайшие два-три года), статистика космических стартов существенно изменится. Ракет будет запускаться много из разных точек земного шара, да и число стран, обладающих ими, значительно увеличится. Однако это создаст дополнительные сложности для тех, кто отслеживает космическую деятельность человечества.



Credit: Rocket Lab

▲ Пусковой комплекс компании Rocket Lab расположен на окончности полуострова Махия на Северном острове Новой Зеландии.



Credit: Rocket Lab

▲ Основатель и руководитель компании Rocket Lab Питер Бек (Peter Beck).



Credit: Rocket Lab

▲ Первый старт ракеты Electron компании Rocket Lab, состоявшийся 25 мая 2017 г.

## Аварии года

К сожалению, 2017 год не стал безаварийным.

Три аварии – упомянутые выше неудачные старты японской ракеты SS-520-4 и новозеландской Electron, а также аварийный пуск иранского носителя «Симург» – произошли на стадии летных испытаний. Такое случалось и случается весьма часто. Новая космическая техника нередко дает сбои, и конструкторам приходится прилагать много усилий, чтобы научить свои «детища» летать.

На летные испытания можно спланировать и аварию, произошедшую с китайским носителем тяжелого класса «Чанчжэн-5» («Великий Поход 5») 2 июля 2017 г. Этот пуск для данного носителя был вторым в его летной истории. На околоземную орбиту планировалось доставить экспериментальный спутник связи, но «что-то пошло не так».

В отличие от аварий японской, новозеландской и иранской ракет, оставшихся почти незамеченными, последствия инцидента с «Чанчжэн-5» оказались куда масштабнее. С помощью этого носителя китайцы планируют осваивать Луну и Марс –

в частности, в 2018 г. его собирались использовать для запуска зонда «Чанъэ-5», который должен совершить посадку на лунную поверхность, взять образцы грунта и доставить их на Землю (фактически повторить то, что в 1970-е годы сделали советские станции «Луна-16», «Луна-20» и «Луна-24»). Теперь эта миссия отложена. По мнению экспертов, полет сможет состояться не ранее 2019 г. А до того носитель «Чанчжэн-5» должен научиться стартовать без аварий.

Судя по всему, при расследовании инцидента были вскрыты некоторые существенные недостатки, присущие не только новому носителю, но и другим ракетам семейства «Чанчжэн». Только этим можно объяснить тот факт, что почти три месяца в Китае не производилось никаких космических пусков. Хотя планы на минувший год у китайцев были значительными.

Но самой резонансной аварией стала неудача при запуске 28 ноября российской ракеты-носителя «Союз-2.1б» с метеорологическим спутником «Метеор-М» и 18 «попутными» аппаратами.

Правда, подвела не ракета (она-то отработала на отлично), а разгонный блок «Фрегат», который из-за ошибки в системе управления не смог выполнить поставленную перед ним задачу и утонул вместе с грузом в водах Атлантического океана.

Этот инцидент в полной мере продемонстрировал те проблемы, от которых российская ракетно-космическая отрасль пытается избавиться все последние годы: снижение качества выпускаемой продукции и недостаточную квалификацию кадров. Реформа отрасли, похоже, не помогает. Судя по регулярно происходящим авариям, реформирование идет не столь удачно, как об этом говорят руководители Государственной корпорации «Роскосмос».

К счастью, авариями заканчиваются лишь некоторые пуски. Большинство же ракет стартует нормально. Остается надеяться, что это соотношение если и будет меняться, то исключительно в лучшую сторону.

Американская астронавтка Пегги Уитсон на данный момент является обладательницей сразу двух рекордов среди женщин: по продолжительности единичного космического полета (289 суток 5 часов 1 минута 29 секунд) и по суммарной продолжительности полетов (665 суток 22 часа 22 минуты 57 секунд).



## ПИЛОТИРУЕМАЯ КОСМОНАВТИКА

В ушедшем году в космос отправились четыре пилотируемых корабля. Все они были российскими, все принадлежали к семейству «Союз МС» (с порядковыми номерами с 4-го по 7-й) и все стартовали с космодрома Байконур в Казахстане по программе работ на Международной космической станции.

Весной-летом 2017 г. завершились две экспедиции на МКС, начатые в 2016 г. Осенью-

зимой начались экспедиции, окончание которых запланировано на весну 2018 г.

Всего за 56 с лишним лет полетов человека в космос было выполнено 310 успешных запусков пилотируемых кораблей: 141 корабль запустил СССР/Россия, 163 – США, 6 – Китай. Российская Федерация по-прежнему остается единственной космической державой, регулярно запускающей пилотируемые аппараты.

## Орбитальная статистика

На околоземной орбите в 2017 г. работали 17 человек – на 3 меньше, чем годом ранее. Семеро космонавтов имели российское гражданство, столько же – американское, по одному – итальянское, японское и французское. В космос отправились четверо «новичков» (трое американцев и один японец). Из россиян летали только «ветераны».

Среди тех, кто работал на МКС в 2017 г., была только одна женщина – американка Пегги Уитсон (Peggy Annette Whitson).

Шестеро космонавтов – россияне Сергей Рыжиков, Андрей Борисенко и Олег Новицкий, американцы Роберт Шейн Кимброу (Robert Shane Kimbrough) и Пегги Уитсон, а также француз Тома Пескэ (Thomas Gautier Pesquet) – отправились на орбиту еще в 2016 г., а возвратились на Землю уже в 2017 г. Еще шестеро – россияне Александр Мисуркин и Антон Шkapлеров, американцы Марк Ванде Хей, Джозеф Акаба и Скотт Тингл (Mark Thomas Vande Hei, Joseph Michael Acaba, Scott David Tingle), японец Норисигэ Канаи – встретили наступление нового года в космосе.

Их возвращение ожидается весной 2018 г.

Общий «налет» в 2017 г. составил 1951,08 человеко-дней (5,35 человека-лет) – на 20 меньше, чем годом ранее. Уменьшение произошло из-за сокращения численности экипажа корабля «Союз МС-04» и переносов дат стартов. Но расхождение не столь значительно, чтобы говорить о каких-то тенденциях.

А всего за период с 1961 г. по 2017 г. включительно земляне пробыли в космосе 140,1 человека-лет.

По состоянию на 1 января 2018 г. в космических полетах приняли участие 553 человека из 37 стран, в том числе 493 мужчины и 60 женщин.

К сожалению, все чаще приходится говорить

о потерях в рядах ветеранов космонавтики.

В прошлом году ушли из жизни российские космонавты Игорь Петрович Волк, Георгий Михайлович Гречко и Виктор Васильевич Горбатко, а также их американские коллеги Юджин Эндрю Сернан (Eugene Andrew Cernan), Пол Джозеф Вейтц (Paul Joseph Weitz), Ричард Фрэнсис Гордон-младший (Richard Francis Gordon, Jr.) и Брюс МакКэндлесс (Bruce McCandless II).

## Внекорабельная деятельность

В 2017 г. было выполнено 10 выходов в открытый космос. Рост, с одной стороны, впечатляющий (в 2,5 раза больше, чем годом ранее), но в количественном выражении это все равно не так уж и много – меньше раза в месяц. Все они производились по программе работ на МКС

Один выход был осуществлен из российского модуля «Пирс», девять – из американского модуля Quest. Такое же количество раз использовались российские скафандры «Орлан-МК» и американские EMU<sup>1</sup>.

Во внекорабельной деятельности (ВКД) участвовали девять человек – двое россиян, шестеро американцев и один француз.

Американцы Роберт Шейн Кимброу (общая длительность ВКД – 26 часов, 8 минут) и Пегги Уитсон по четыре раза покидали борт МКС, Рэндолф Брезник (Randolph James 'Komrade' Bresnik) делал это трижды, Марк Ванде Хей и Джек Фишер (Jack David Fischer), а также француз Тома Пескэ – дважды. Россияне Сергей Рязанский, Федор Юрчихин и американец Джозеф Акаба работали «за бортом» по одному разу.

Общая продолжительность пребывания космонавтов и астронавтов в открытом космосе в 2017 г. составила 5 суток 3 часа 43 минуты.

Астронавт Шейн Кимброу (Shane Kimbrough) сфотографировал ботинки своего скафандра во время выхода «за борт» Международной космической станции, состоявшегося 24 марта 2017 г. От Земли его отделяет почти 400 км.



Credit: NASA/Shane Kimbrough

<sup>1</sup>EMU (Extravehicular Mobility Unit) – автономное устройство для внекорабельной деятельности.

# ПУСКОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

В минувшем году в различных странах мира с целью вывода на околоземную орбиту полезной нагрузки различного назначения стартовала 91 ракета-носитель – на 6 больше, чем годом ранее. Из этого числа пять пусков (5,5%) были аварийными, еще несколько расцениваются как частично-успешные. По сравнению с 2016 г., когда потерпели аварию всего две ракеты, это выглядит весьма серьезным регрессом. Однако среди разбившихся в 2017 г. носителей три – японский SS-520, новозеландский Electron и иранский «Симург» – еще только «учатся летать», и многое ждать от них пока не приходится.

В принципе, разбившаяся китайская ракета «Чанчжэн-5» также находится на этапе летных испытаний. И примерно то же самое говорят представители «Роскосмоса» о ситуации со стартовавшим с космодрома Восточный РН «Союз-2.1б» с разгонным блоком «Фрегат», то есть на словах ситуация с аварийностью вообще складывается радужная. Но на самом деле все не так уж хорошо. И работать над обеспечением безаварийности надо всем, причем постоянно. Иначе ракеты и дальше будут «стрелять в молоко».

Вновь, как и годом ранее, на первом месте по числу пусков оказались США. За ними – 29 космических стартов, или 31,9% рынка пусковых услуг. Основную лепту в американское лидерство внес Илон Маск (Elon Musk) со своим носителем Falcon 9. Эта ракета в минувшем году стартовала 18 раз, и все ее пуски были успешными. Один раз взлетела частная ракета Antares компании Orbital ATK.

На втором месте оказалась Россия (19 запусков, или 20,9% рынка). А с учетом пусков РН «Союз-СТ» с космодрома Куру во Французской Гвиане, которые «записаны» за компанией Arianespace, в 2017 г. была запущена 21 российская ракета (23,1%).

Третье место прогнозируемо занял Китай – 18 пусков (19,8%). Китайцы собирались в минувшем году увеличить число стартов до 30, но этому помешали летние аварии, когда разбилась ракета «Чанчжэн-5», а телекоммуникационный спутник «Чжунсин-9А» оказался на нерасчетной орбите.

Показатели компании Arianespace, Японии и Индии остались на уровне прошлого года (соответственно 11, 7 и 5). Их места в общем рейтинге тоже не изменились. Один аварийный пуск состоялся в Иране.

В минувшем году в число космических держав едва не вошла Новая Зеландия: местное подразделение американской компании Rocket Lab попыталось запустить оттуда свой сверхлегкий носитель Electron. Пуск оказался неудачным, а повторить попытку частники не успели из-за погоды и отложили ее на 2018 г.

Конечно, вопрос о принадлежности Новой Зеландии к космическим державам весьма спорен. Но если пуск следующего носителя с ее территории будет успешным – она формально войдет в их число.

## Космические аппараты

В результате пусков РН в 2017 г. на околоземные орбиты вышел 371 космический аппарат. Кроме того, 67 спутников были доставлены на МКС и «запущены» с ее борта, а еще 17 отделились от других аппаратов (в частности, с использованием пусковой установки, расположенной в негерметичном отсеке грузового корабля Cygnus). Итого – 455 спутников, что более чем вдвое превышает соответствующий показатель 2016 г.

Еще 23 спутника утеряны при авариях. Для сравнения: в 2015 г. в результате аварийных пусков были потеряны 24 спутника, в 2016 г. – только два.

Обращает на себя внимание большое количество аппаратов, запущенных с МКС, которая уверенно превращается в «космический космодром».

По национальной принадлежности космические аппараты в основном были американскими – 287 больших и малых спутников. Еще 13 не вышли на орбиты из-за аварий РН Electron и «Союз-2.1б». Как видим, преимущество США в этом вопросе подавляющее и выражается долей в 63%.

Россия в уходящем году вывела на околоземные орбиты 23 спутника, в том числе четыре пилотируемых корабля «Союз МС», три грузовых корабля «Прогресс МС», один спутник ДЗЗ «Канопус-В-ИК», шесть аппаратов военного и двойного назначения, а также девять малых спутников.

По нескольку десятков спутников запустили Европейское космическое агентство, Индия, Китай и Япония – в основном с помощью национальных носителей, но некоторое количество «чужих» наноспутников было запущено российскими и индийскими ракетами.

По нескольку аппаратов принадлежит Австралии, Израилю, Южной Корее. Велико число стран, в интересах которых в 2017 г. было запущено по одному спутнику (иногда по два): Алжир, Ангола, Бангладеш, Бельгия, Болгария, Гана, Греция, Казахстан, Латвия, Литва, Марокко, Монголия, Нидерланды, ОАЭ, Словакия, Тайвань, Украина, Финляндия, Чехия, Чили, Швейцария, Швеция и другие. Однако, несмотря на весьма широкий «географический спектр», космические старты могут осуществлять лишь несколько государств. Что они регулярно и делают.

В 2017 г. грузовые корабли Dragon частной компании SpaceX осуществили 4 миссии снабжения МКС. Два «грузовика» впервые в практике эксплуатации капсульных аппаратов побывали в космосе повторно. ▼



## Ракеты-носители

При запусках КА в 2017 г. использовались ракеты-носители 26 типов (правильнее сказать – семейств). Лидером впервые стала ракета Falcon 9 американской частной компании SpaceX. В минувшем году, как уже говорилось, она стартовала 18 раз. Все пуски были успешными.

Лидировавший на протяжении почти полувека российский «Союз» был вынужден отдать «пальму первенства» заокеанскому конкуренту. Тем не менее, в 2017 г. в его активе 15 стартов. Причем он стал единственной ракетой, стартовавшей с четырех разных космодромов (Байконур, Плесецк, Восточный, Куру), расположенныхных в трех частях света – Европе, Азии и Южной Америке.

Свои первые полеты совершили следующие носители: китайские «Куайчжоу-1А», «Кайто-2», «Чанчжэн-7», японская SS-520, новозеландский Electron, американский Minotaur 4. Можно сказать, что впервые взлетела и другая американская ракета – Minotaur-C. Правда, 13 лет назад ее уже запускали, но под именем Taurus-3210. С тех пор изменилось не только название, но и «начинка». Поэтому фактически это новый носитель.

После перерыва длительностью в два с лишним года состоялся полет ракеты-носителя «Зенит-3Ф».

Этот ее экземпляр был изготовлен еще до того, как Россия отказалась сотрудничать с Украиной в области космонавтики и заказывать там новые ракеты. Но использовать старую ничто не мешало.

Будет ли «Зенит» летать и далее – вопрос остается открытым. Тем более что в 2017 г. были озвучены планы по созданию новой российской ракеты «Союз-5», которая придет на смену украинскому носителю. Фактически это должен быть тот же «Зенит», только российской сборки. По крайней мере, так запланировано... а что получится на самом деле – покажет будущее.

Кстати, согласно планам «Роскосмоса», ракета «Союз-5» станет основой для будущего российского сверхтяжелого носителя. Правда, у многих экспертов есть сомнения в том, что из этой затеи получится что-нибудь стоящее.

По-прежнему не летает «Ангара». После испытательных пусков в 2014 г. наступило длительное затишье.

В минувшем году специалисты отказались от разработки одного из вариантов этого носителя, предназначенного для вывода в космос перспективных российских пилотируемых кораблей. Теперь для этого планируют использовать все тот же «Союз-5». Так что будущее у «Ангары» туманное.

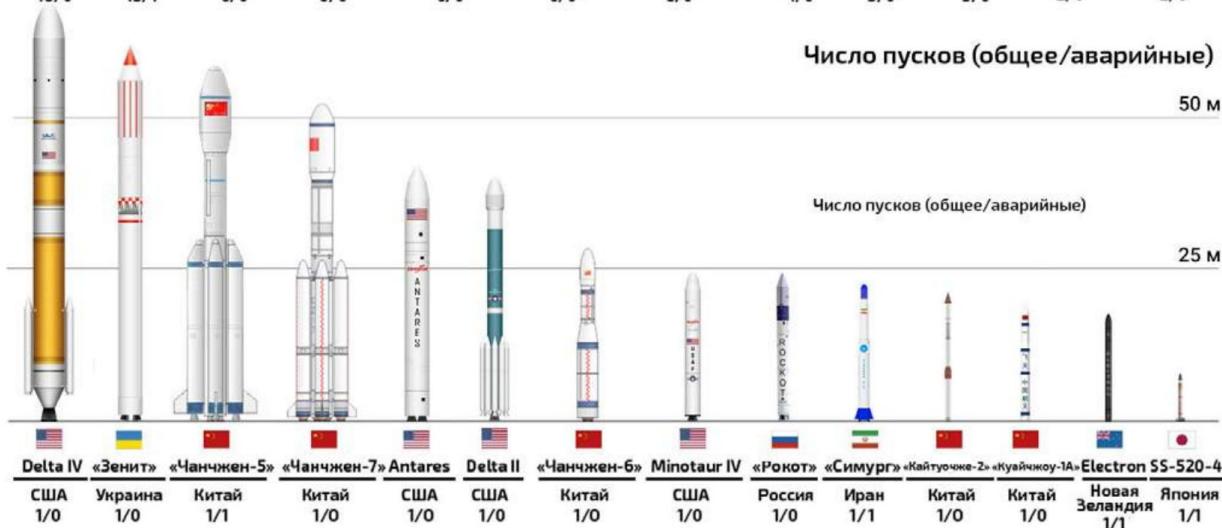
В остальном картина использования ракет-носителей по сравнению с 2016 г. изменилась незначительно.

## Ракеты-носители

Пуски в 2017 году



Число пусков (общее/аварийные)



## Космодромы

В качестве стартовых площадок в 2017 г. было использовано 16 космодромов. Впервые произведен пуск с новой площадки для RH Electron на полуострове Махия в Новой Зеландии. Все прочие космодромы с различной степенью интенсивности уже эксплуатируются не менее года.

Самой востребованной стартовой площадкой в минувшем году, как и в 2016 г., стал космодром на мысе Канаверал. С него были запущены 19 ракет – на две больше, чем годом ранее.

На втором месте – арендаемый Россией у Казахстана космодром Байконур. С него стартовали 13 ракет (это также на два пуска больше, чем в 2016 г.).

На третьем месте – космодром Куру во Французской

Гвиане. Последние годы с него стабильно ежегодно запускается 11 ракет.

Четвертое место занял космодром на базе ВВС США Ванденберг в штате Калифорния. С него ушли в космос 9 носителей. Но это – в основном благодаря активности компании SpaceX, использующей в настоящее время три стартовых комплекса: два – на мысе Канаверал и один – на базе Ванденберг.

На пятом месте – китайский космический центр Сичан с 8 пусками. Шестое-седьмое место делят китайский же космодром Цзюцюань и японский полигон Танегасима (по 6 пусков). Далее следуют российский космодром Плесецк и индийский остров Шрихарикота с пятью стартами каждый.

### Грузовые и пилотируемые полеты к МКС

Дата старта (2017 г.)	Космодром	Ракета-носитель	Наименование КА	Тип	Стыковка с МКС	Масса доставленных грузов, кг	Расстыковка	Примечания
19 февраля	мыс Канаверал	Falcon 9 (v.1.2)	Dragon CRS-10 (США)	Грузовой	23 февраля	2490	19 марта	19 марта возвращаемый аппарат приводнился в Тихом океане
22 февраля	Байконур	"Союз-У"	"Прогресс МС-05" (РФ)	Грузовой	24 февраля	2450	20 июля	20 июля сведен с орбиты
18 апреля	мыс Канаверал	Atlas-5 Cygnus	CRS OA-7 (США)	Грузовой	22 апреля	3376	4 июня	11 июня сведен с орбиты
20 апреля	Байконур	"Союз-ФГ"	"Союз МС-04" (РФ)	Пилотируемый	20 апреля		2 сентября	3 сентября посадка СА
3 июня	мыс Канаверал	Falcon 9 FT	Dragon CRS-11 (США)	Грузовой	5 июня	2708	2 июля	3 июля возвращаемый аппарат приводнился в Тихом океане
14 июня	Байконур	"Союз-2.1а"	"Прогресс МС-06" (РФ)	Грузовой	16 июня	2400	28 декабря	28 декабря сведен с орбиты
28 июля	Байконур	"Союз-ФГ"	"Союз МС-05" (РФ)	Пилотируемый	28 июля		14 декабря	14 декабря посадка СА
14 августа	мыс Канаверал	Falcon 9	Dragon CRS-12 (США)	Грузовой	16 августа	2910	17 сентября	17 сентября возвращаемый аппарат приводнился в Тихом океане
13 сентября	Байконур	"Союз-ФГ"	"Союз МС-06" (РФ)	Пилотируемый	13 сентября			
12 ноября	MARS	Antares-230	Cygnus OA-8 (США)	Грузовой	14 ноября	3338	5 декабря	18 декабря сведен с орбиты
15 декабря	мыс Канаверал	Falcon 9	Dragon CRS-13 (США)	Грузовой	17 декабря	2205		
17 декабря	Байконур	"Союз-ФГ"	"Союз МС-07" (РФ)	Пилотируемый	19 декабря			

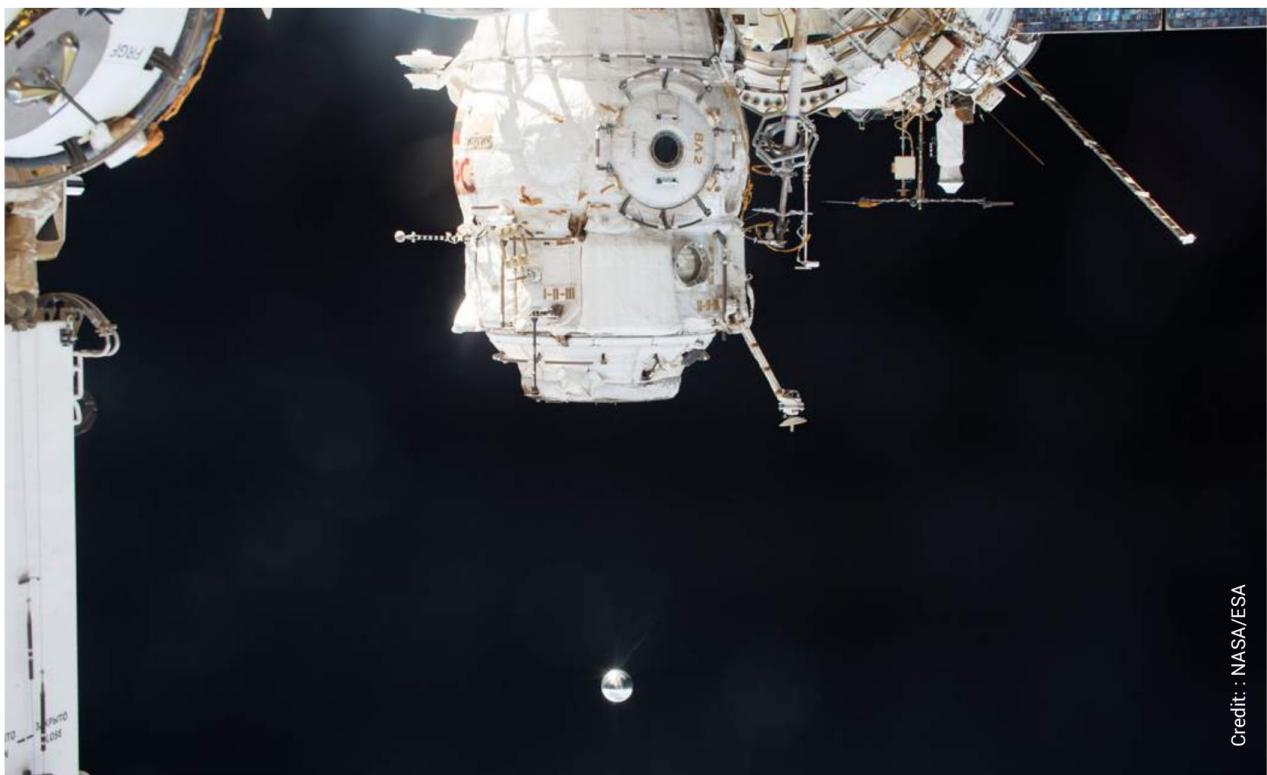


В 2017 г. наращивал свою мощь еще один китайский космодром Вэньчан. Правда, с него осуществили меньше пусков, чем планировалось – всего два (столько же, сколько с четвертой китайской площадки Тайюань). Не столь интенсивно, как предполагалось, использовался и российский космодром Восточный: с него состоялся всего один старт. По одному пуску произведено с японского космодрома Утиноура, иранского полигона Семнан и Среднеатлантического регионального космопорта MARS, принадлежащего компании Orbital ATK.

Несколько спутников в 2017 г. были выведены на околоземные орбиты довольно необычным способом – их запустили «вручную» российские космонавты Федор Юрчихин и Сергей Рязанский во время выхода в открытый космос 17 августа 2017 г. Три спутника предназначались для отработки перспективных технологий, один (THС-0-2) выполняет коммуникационные функции, еще один (TC530-Зеркало) ведет исследования верхних слоев атмосферы. Предварительно аппараты доставил на борт МКС грузовой корабль «Прогресс МС-06». Для Федора Юрчихина этот эпизод внекорабельной деятельности стал девятым в его космической карьере. ▼



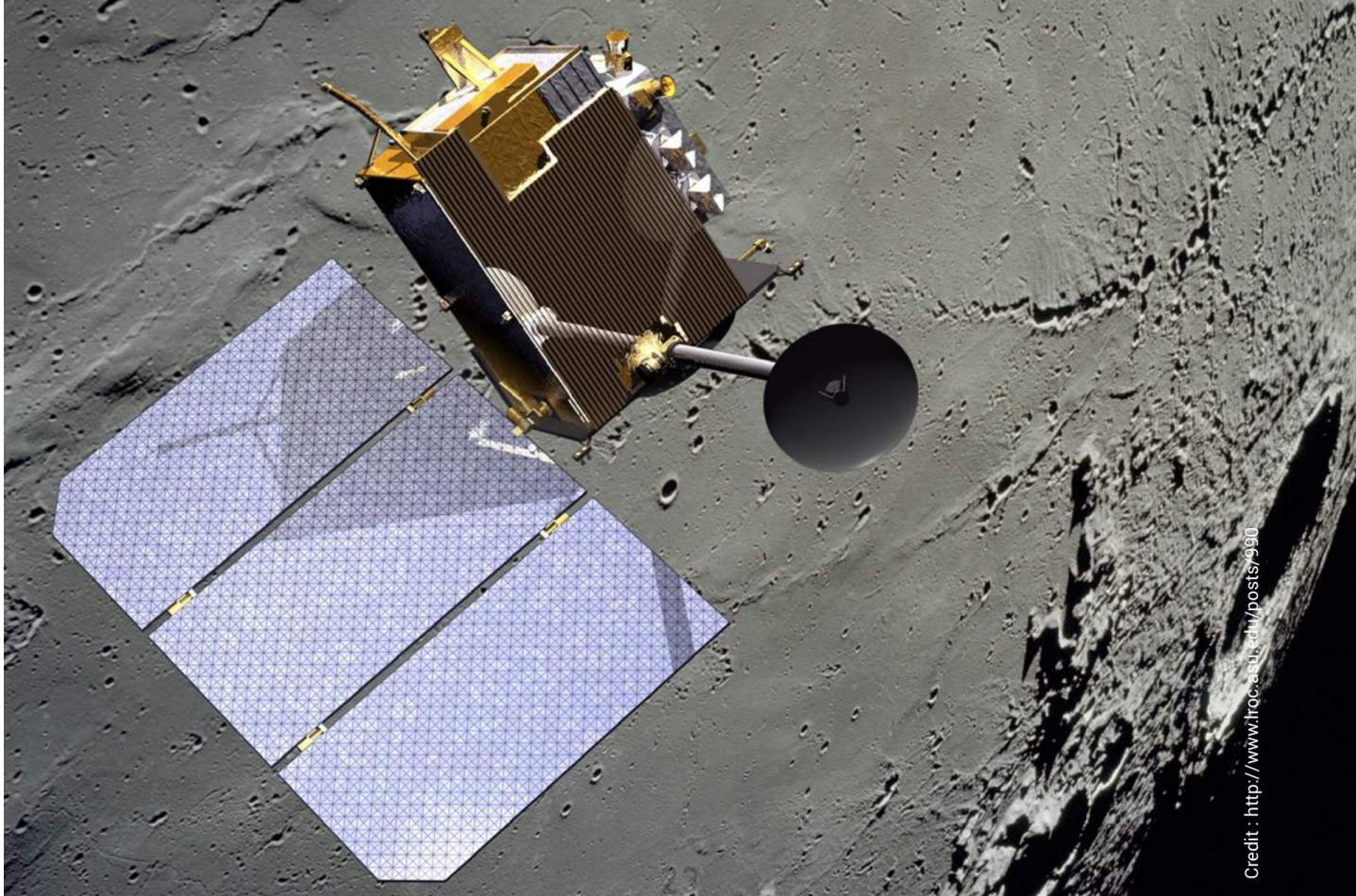
Credit: : Roscosmos



Credit: : NASA/ESA

Космический аппарат LRO работает на сelenоцентрической орбите уже более восьми с половиной лет – это самый долгоживущий искусственный спутник Луны в истории космонавтики (предыдущий рекорд, равный 6 годам, принадлежал американскому же спутнику Explorer 35, контакт с которым поддерживался до июня 1973 г.). За это время команда обработки изображений бортовой камеры LROC отправила в Планетную систему данных NASA более 900 терабайт данных. По результатам работы зонда выпущено несколько фотографических каталогов, в том числе NAC Stereo Catalog (в формате PDF), содержащий все парные и тройственные наблюдения, которые могут использоваться для создания цифровых рельефных моделей.

(<http://www.lroc.asu.edu/posts/990>)



## НА МЕЖПЛАНЕТНЫХ ТРАССАХ

На межпланетных трассах в минувшем году было относительно спокойно. О самом значимом событии – завершении миссии Cassini – уже было сказано. А теперь – о некоторых других «свершениях».

В течение года не был запущен ни один межпланетный зонд. А работа космических аппаратов, стартовавших ранее, во многом стала рутинной. Но это совсем не означает, что в межпланетном пространстве воцарилось «затишье».

<sup>1</sup>LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter) – «Лунный орбитальный разведчик»

<sup>2</sup>ARTEMIS (Acceleration, Reconnection, Turbulence and Electrodynamics of the Moon's Interaction with the Sun) – «Ускорение, перезамыкание линий магнитного поля, возмущение и электродинамика взаимодействия Луны с Солнцем».

На сelenоцентрической орбите успешно работают американские аппараты – LRO<sup>1</sup>, ARTEMIS<sup>2</sup> P1 и P2. Получены новые данные о естественном спутнике Земли и об окружающем его пространстве. Они наверняка пригодятся, когда начнется планомерное освоение Луны.

На орбите вокруг Венеры трудится японский зонд «Акацуки». Из-за проблем с электропитанием ряд его приборов пришлось отключить, но остальные продолжают работать и передают ценную информацию об «Утренней звезде».



На ареоцентрической орбите находятся американские аппараты Mars Odyssey, MRO<sup>1</sup> и MAVEN<sup>2</sup>, европейский зонд Mars Express, индийский «Мангальян», российско-европейский Trace Gas Orbiter. На поверхности Красной планеты функционируют марсоходы Opportunity и Curiosity (NASA).

В поясе астероидов, на орбите вокруг Цереры работает американский зонд Dawn. Присланные им в минувшем году фотографии поверхности карликовой планеты позволили увидеть там много интересного — например, детально рассмотреть загадочное «белое пятно», тайну которого ученые надеются раскрыть.

Уже полтора года обращается вокруг Юпитера американский автоматический разведчик Juno. Пока он сделал гораздо меньше, чем его предшественник Galileo. Но у него еще все впереди.

Продолжает свой полет японский межпланетный аппарат «Хаябуса-2», целью которого является доставка на Землю образцов грунта с поверхности астероида Рюгю (162173 Ryugu). В окрестностях этого объекта зонд будет находиться с июля 2018 г. до декабря 2019 г. Его возвращаемая капсула должна приземлиться в декабре 2020 г.

К другому астероиду — Бенну (101855 Bennu) — летит аппарат OSIRIS-REx. К своей цели он должен прибыть в 2019 г., а возвратиться на Землю — в 2023 г.

Двигется в поясе Койпера американский зонд New Horizons. В начале 2019 г. он должен совершить пролет астероида 2014 MU69 на гелиоцентрическом расстоянии 43,4 астрономических единицы.

Завершится миссия в 2026 г. А спустя еще 12 лет аппарат удалится от Солнца на расстояние 100 а.е.

На окраинах Солнечной системы находится межпланетный аппарат Voyager 2, а за ее пределами, в межзвездном пространстве — его «близнец» Voyager 1. Оба они продолжают передавать научную информацию.

▲ Каждые 53 дня космический аппарат Juno (NASA) сближается с Юпитером, проносясь примерно в 4200 км над верхним слоем его облаков. Инструменты зонда в это время работают на полную мощность, получая ценную научную информацию и осуществляя фотосъемку планеты. «Сырые» снимки практически сразу выкладываются в публичный доступ для дальнейшей обработки всеми желающими. Приведенное изображение получил «гражданский ученый» из Калифорнии Кевин Гилл (Kevin Gill) на основании фотографий, сделанных 16 декабря 2017 г. В тот момент Juno находился на расстоянии 8500 км от Юпитера примерно над 28° ю.ш.

Значительную часть снимка занимают турбулентные потоки в юпитерианской атмосфере, окрашенные в желтые и коричневые цвета. С Земли они видны как Южный (слева) и Северный умеренные пояса. Разрешение изображения составляет около 9 км на пиксель — это позволяет заметить, что и в темных, и в светлых регионах присутствуют длинные цепочки циклонов, в большинстве своем намного превосходящих по мощности свои земные аналоги.



Credit: NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA

▲ Перспективный вид 92-километрового кратера Оккатор (Occator) на поверхности Цереры, имеющего глубину около 4 км. В этом кратере находятся самые яркие детали поверхности карликовой планеты, ставшие одними из главных объектов исследований с помощью зонда Dawn. Приведенное изображение составлено по данным, полученным им во время работы на орбите высотой 385 км над церерианской поверхностью. Детальные снимки демонстрируют светлый купол в углублении со сравнительно гладкими стенками, расположенным практически в центре кратера. Верхушка и склоны купола прорезаны многочисленными трещинами. Похожие трещины пересекают другие светлые участки в этом регионе. Центральный купол получил название «факел Цереалии» (Cerealia Facula), еще один крупный, но менее яркий участок кратерного дна — «факелы Виналии» (Vinalia Faculae).

<sup>1</sup>MRO (Mars Reconnaissance Orbiter) — «Марсианский орбитальный разведчик».

<sup>2</sup>MAVEN (Mars Atmosphere and Volatile Evolution) — «Эволюция атмосферы и летучих веществ на Марсе».

# Межпланетные КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

в 2017 году

В 2017 г. в межпланетном пространстве, на планетоцентрических орbitах и на поверхности Марса активно функционировало 26 космических аппаратов.

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	КОЛИЧЕСТВО АППАРАТОВ
Планеты	11
Луна	3
Карликовые планеты	1
Малые тела	3
Окраины Солнечной системы	2
Космические телескопы	3
Солнечные телескопы	3

LRO ARTEMIS-1 ARTEMIS-2

«Акацуки»

Меркурий

## КОЛИЧЕСТВО АППАРАТОВ

11  
3  
1  
3  
2  
3  
3

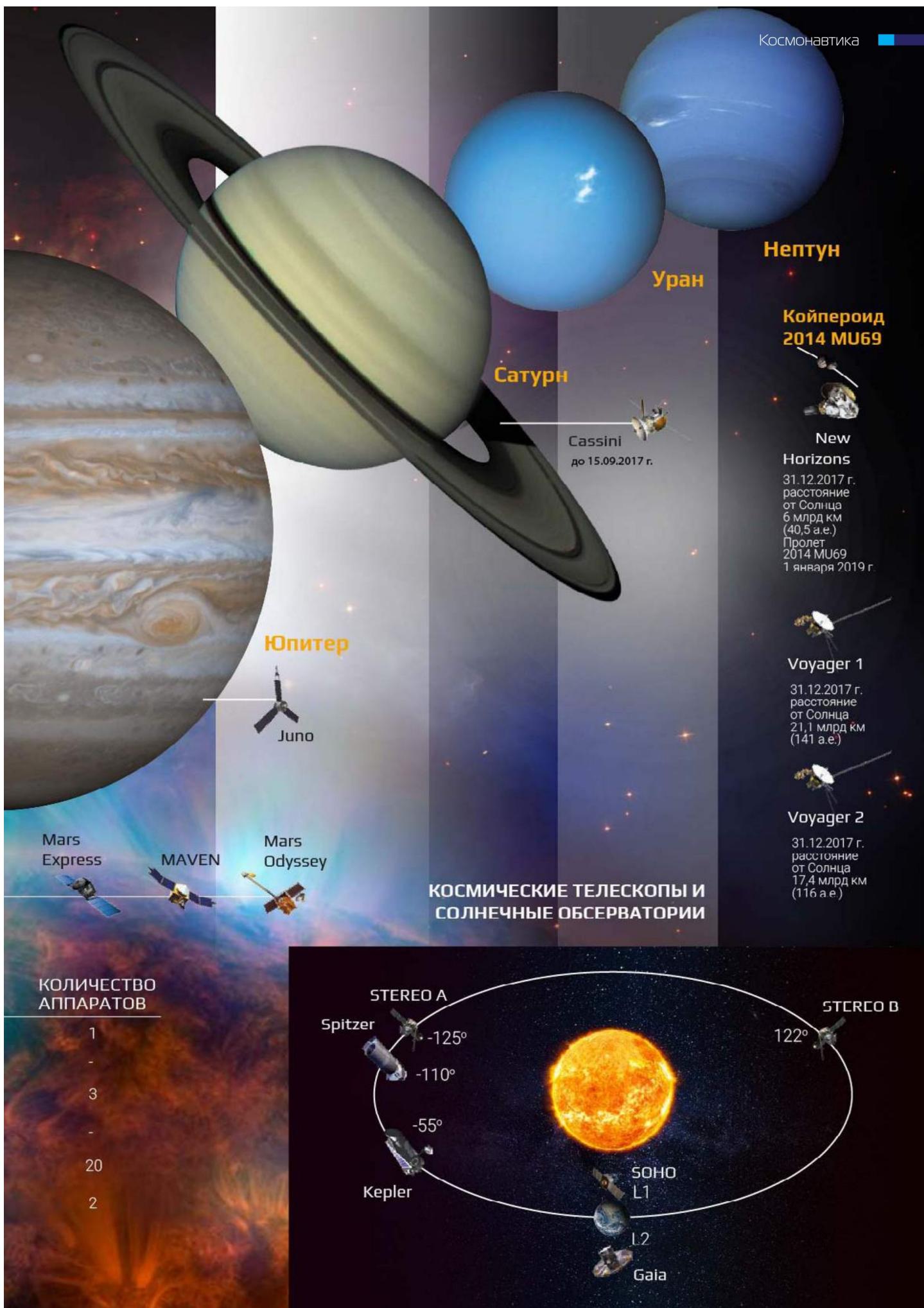


Завершили свою миссию  
Запущены в межпланетное  
пространство

Находились на пути к  
объекту исследований  
Прибыли к месту назначения  
и приступили к работе

Осуществляли исследования  
на протяжении всего года\*  
Ведут исследования за  
пределами Пояса Койпера

\* Включая три космических и  
три солнечных телескопа  
(см. схему во врезке)



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От наступающего 2018-го года мы ожидаем многое: новых космических кораблей, новых полетов, новых достижений. Впрочем, мы ждем этого от любого наступающего года. Но, к сожалению, не всегда ожидания оправдываются. Часто действительность оказывается не столь яркой, как хотелось бы. Тем не менее – ждем и надеемся на лучшее.

Американская космонавтика в следующем году будет развиваться, в первую очередь, за счет частного бизнеса. Должны состояться первые старты новых космических кораблей Dragon V2 компании SpaceX и Starliner компании Boeing. Скорее всего, пока они начнут летать в беспилотном режиме, но и вероятность пилотируемых полетов также весьма велика.

Частные компании намерены пополнить арсенал американских носителей двумя новыми ракетами: SpaceX должна уже в январе запустить тяжелый Falcon Heavy грузоподъемностью более 60 тонн, а Virgin Galactic создает ракету воздушного базирования LauncherOne. Вдобавок последняя, как и компания Blue Origin, собирается начать эксплуатацию своих аппаратов, ориентированных на суборбитальный космический туризм. Правда, этим планам уже почти десять лет, и все это время приходится писать, что такие полеты вот-вот начнутся. А они все не начинаются. Надеемся, что через год о суборбитальном туризме будут рассказывать как о свершившемся событии.

Наконец, американское аэрокосмическое ведомство планирует запустить солнечную обсерваторию Parker, которая должна будет приблизиться к нашему светилу на расстояние 6 млн км и детально изучить процессы, происходящие на Солнце. Так близко к нему не подлетал еще ни один рукотворный аппарат.

О планах китайцев известно немного. В частности, возможны запуски в беспилотном режиме прототипов пилотируемых кораблей следующего поколения. Должны стартовать новые ракеты: Китай стремительно расширяет линейку космических носителей, причем не только жидкостных,

но и твердотопливных.

Пилотируемыми экспедициями китайцы «радовать» нас не собираются, хотя как минимум один такой полет может состояться. Впрочем, вероятность этого события крайне низка. Кроме того, в наступившем году КНР намерена осуществить то, что не смогла сделать в 2017-м – отправить к Луне зонд «Чанъэ-5», который привезет на Землю образцы лунного грунта.

Индийцы хотят увеличить интенсивность своих космических запусков и большую часть из них перевести на коммерческую основу. Также они планируют запустить лунный зонд собственной разработки «Чандраян-2» с луноходом. Учитывая весьма амбициозные планы Индии в отношении Луны, это будет очень важный шаг.

В Европе и Японии намерены продолжать кропотливую работу по освоению космического пространства. Но глобальных проектов там нет.

Если же говорить отдельно о российской космонавтике, то в 2017 г. было озвучено множество «планов на будущее» – и новый носитель «Союз-5», который сможет стартовать и с земли, и с моря (а в перспективе станет основой для будущей сверхтяжелой ракеты), и окололунная орбитальная станция, которую Россия будет создавать вместе с американцами, и разнообразные межпланетные аппараты, и многоразовые ступени ракет-носителей (лавры Илона Маска не дают покоя «Роскосмосу»), и многое другое. Однако при таком обилии планов сложно судить о том, какой из них наиболее близок к реализации. И вообще не стоит забывать, что в погоне за многими зайцами слишком велик риск не поймать ни одного.

Пожалуй, следовало бы завершить этот раздел традиционным пожеланием всем участникам космической деятельности – сделать, наконец, наступающий год безаварийным. Безоговорочно безаварийным. Чтобы не было даже малейших сомнений в результате космических запусков. Хочется, чтобы это пожелание больше никогда не пришлось повторять.

До встречи через год!



# Некоторые статистические итоги 60 лет космической эры

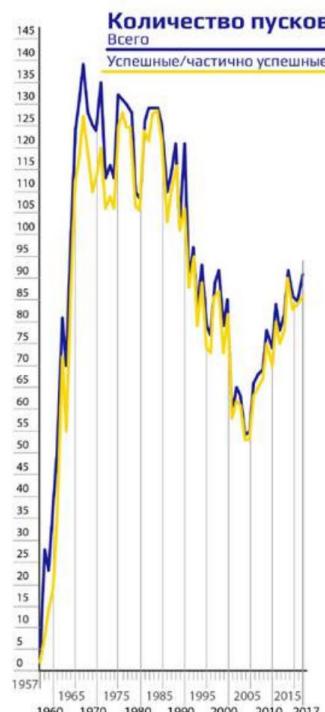
Александр Железняков

В период с 4 октября 1957 г. по 3 октября 2017 г. во всем мире были предприняты 5660 попыток запуска космических аппаратов. В международном реестре успешными и частично успешными (полезная нагрузка выведена на нерасчетную орбиту или оказалась неработоспособной после отделения от носителя) значатся 5302 пуска. Аварийными оказались 358 стартов (полезная нагрузка на орбиту не вышла).

Вопрос о том, к какой категории отнести тот или иной пуск, не так уж прост. Например, запуск американского автоматического межпланетного аппарата Pioneer 1, состоявшийся 11 октября 1958 г., считается успешным, несмотря на то, что он удалился на расстояние 113 783 км, затем вернулся и 12 октября сгорел в земной атмосфере.

А вот запуск советской автоматической станции Е-3 №1, произведенный 15 апреля 1960 г., отнесен к категории аварийных. Тем не менее, этот аппарат удалился на расстояние более 200 тыс. км от Земли и прекратил свое существование лишь 19 мая, пробыв в космосе 34 дня.

Поэтому здесь будут использоваться «общепринятые» понятия.



## Абсолютные мировые космические рекорды

(по состоянию на 1 января 2018 г.)

<b>Самый продолжительный космический полет</b>	437 суток 17 час. 58 мин. 32 с	Валерий Поляков, Россия	08.01.1994 – 22.03.1995 гг.
<b>Самый продолжительный одиночный космический полет</b>	4 суток 23 часа 7 мин.	Валерий Быковский, СССР	14-19 июня 1963 г.
<b>Суммарная продолжительность космических полетов</b>	878 суток 11 час. 29 мин. 51 с	Геннадий Падалка, Россия	5 полетов, 1998-2015 гг.
<b>Наибольшее количество выходов в открытый космос</b>	16	Анатолий Соловьев, Россия	
<b>Самый продолжительный выход в открытый космос</b>	8 час. 56 мин.	Джеймс Восс (James Voss), Сьюзен Хелмс (Susan Helms), США	11 марта 2001 г.
<b>Суммарная продолжительность выходов в открытый космос</b>	78 час. 32 мин.	Анатолий Соловьев, Россия	
<b>Наибольшее количество космических полетов</b>	7	Джерри Росс (Jerry Ross), Фрэнклайн Чанг-Диас (Franklin Chang-Diaz), США	
<b>Наибольшая продолжительность пребывания на поверхности Луны</b>	3 дня 19 час. 59 мин. 40 с	Юджин Сернан, Харрисон Шмитт (Harrison Schmitt), США	11-14.12.1972 г.
<b>Самый длительный выход на поверхность Луны</b>	7 час. 36 мин. 54 с	Юджин Сернан, Харрисон Шмитт, США	13.12.1972 г.
<b>Суммарная продолжительность работы на поверхности Луны вне космического аппарата</b>	22 час. 3 мин. 57 с	Юджин Сернан, Харрисон Шмитт, США	3 выхода
<b>Максимальная высота подъема летательного аппарата при совершении суборбитального полета</b>	112,1 км	Брайан Бинни (Brian Binnie), SpaceShipOne, США	04.10.2004 г.

Кроме состоявшихся пусков, семь ракет-носителей (шесть – в СССР, одна – в Бразилии, одна – в США) взорвались на стартовом комплексе в ходе предстартовой подготовки еще до выдачи команды «Пуск».

Как видно из графика, пик «космической активности» пришелся на 1967 г., когда были предприняты 139 попыток запусков носителей космического назначения. Правда, 13 из них были аварийными. По числу успешных запусков рекордным стал 1984 год – 129 стартов и ни одной аварии.

В период с 1964 по 1990 гг. в мире стабильно запускалось более сотни ракет в год. Затем количество ежегодных стартов пошло на убыль. В последние пять лет оно колеблется в пределах от 82 до 92 с некоторой тенденцией возрастания.

По числу попыток запусков – 3213 – безоговорочным лидером является СССР (в сумме с Российской Федерацией). Из этого числа 3057, или 56,8% общего количества, стали успешными и частично-успешными.

На долю США приходится 1661 пуск – 29,3% от общего числа таких попыток. На третьем месте – Китай с 266 попытками, на четвертом – европейская компания Arianespace с 263 пусками. Показатели остальных стран гораздо ниже.

Такое соотношение сохранится еще очень длительное время. Единственное вероятное изменение – «рывок» вперед Китая по сравнению с Европейским космическим агентством. Все остальные «вариации» в ближайшие два десятилетия возможны в пределах 1% для основных стран, занимающихся пусковой деятельностью.

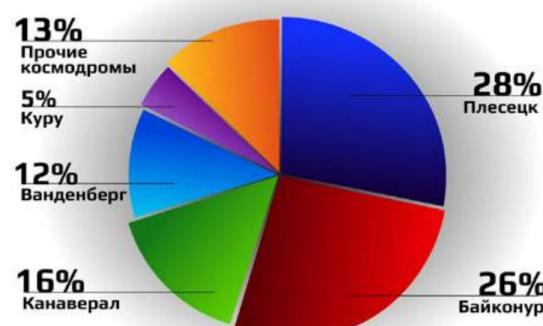
В качестве стартовых площадок использовались более 30 мест на земном шаре. Большинство пусков произведено с космодрома Плесецк – 1615 (28,5%). Несмотря на то, что в последние годы его используют значительно реже, чем раньше, лидерство «самого северного космодрома России» сохранится еще не менее десятка лет.

На втором месте – Байконур (1475 пусков, или 26% от общего количества), на третьем – космодром на мысе Канаверал (895 пусков, 15,8%), на четвертом – база BBC США Ванденберг (665 пусков, 11,7%), на пятом – космодром Куру во Французской Гвиане (275 пусков, 4,5%). На долю всех остальных стартовых площадок

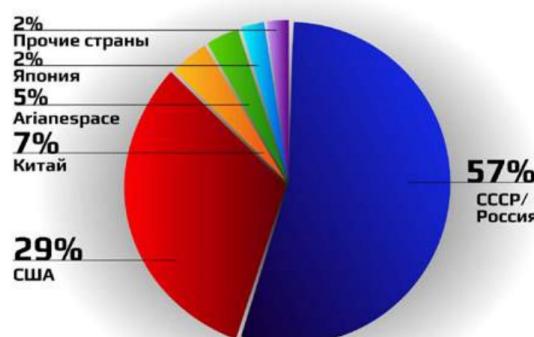
приходится 735 стартов (13%).

По типу старта подавляющее большинство пусков РН (свыше 98%) выполнено с наземных стартовых комплексов. Остальные пуски состоялись с водной поверхности – со стартовых платформ San Marco в Индийском и Odyssey в Тихом океане, а также с борта российской подводной лодки К-407 «Новомосковск»

## Используемые космодромы



## Запуски РН в разных странах мира



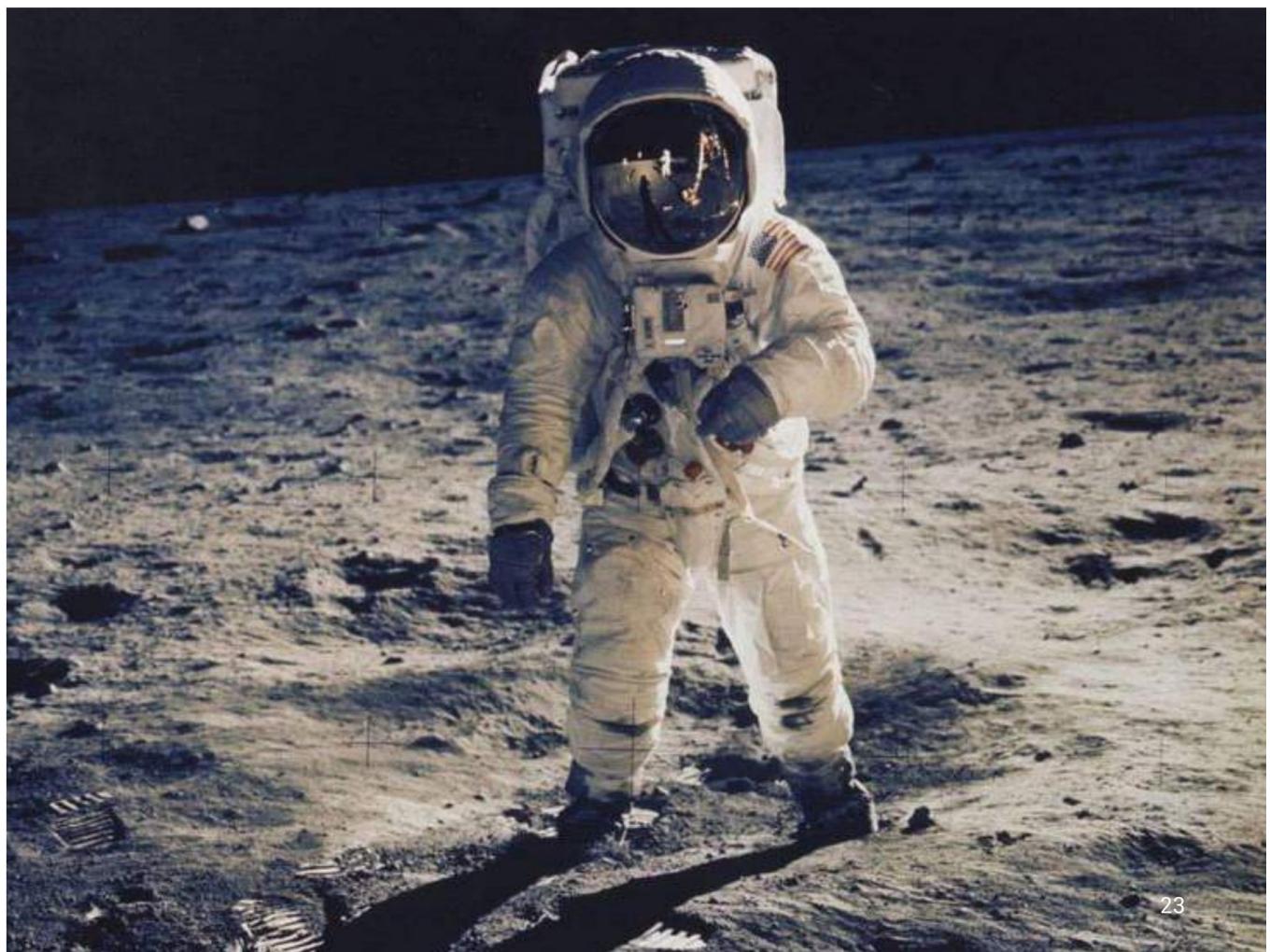
и с самолетов-носителей, взлетавших с территории американских полигонов и военных баз. Еще один раз «воздушный космодром» взлетел с аэродрома на Канарских островах.

В ходе всех успешных и частично успешных пусков РН на околоземные орбиты и межпланетные траектории было выведено свыше 7500 космических аппаратов, принадлежащих более чем 60 государствам мира. Некоторая их часть вышла на орбиту неработоспособными.

Как и в случае с пусками ракет, подавляющее большинство запущенных аппаратов принадлежит СССР/России и США (более 85%). А если учитывать то, что многие спутники для Беларуси, Бразилии, Индонезии, Испании, Малайзии и других стран также изготовлены советскими (российскими) и американскими специалистами, можно говорить о доминирующей роли двух великих космических держав в космической деятельности человечества.

Даже Китай с его стремительным космическим взлетом в общем числе запущенных спутников занимает пока более чем скромное место.

По типу использованных для космических стартов ракет лидерство удерживают носители «Союз» из семейства легендарной «семерки» конструкции Сергея Королева. За 60 лет космической эры эти ракеты стартовали 1874 раза. Следующие по «популярности» – американские Atlas, Thor и Delta, а также российские «Протоны» – имеют в своей истории по несколько сотен пусков.



# Китайские ракеты-носители «Чанчжен»

Космические носители типа «Чанчжен» («Великий Поход», Changzheng, CZ, Long March), разработанные в Китае, базируются на достаточно большом количестве стандартных деталей и унифицированных компонентов. Модификации вплоть до «Чанчжен-4» были оснащены двигателями, использующими токсичную топливную пару «несимметричный диметилгидразин – тетроксид азота». Трехступенчатые ракеты «Чанчжен-1» и «Чанчжен-2А» (CZ-1 и CZ-2A) совершили всего несколько полетов на ранних этапах космической программы КНР. Из остальных носителей до настоящего времени эксплуатируются модификации CZ-2C, CZ-2D, CZ-2F, CZ-3A, CZ-3B, CZ-3C, CZ-4B и CZ-4C.

В настоящее время в Китае разрабатываются несколько новых носителей на экологически чистых компонентах топлива – керосине и жидким кислороде. Первым из них стартовал «Чанчжен-6», совершивший пока только два успешных полета (19 сентября 2015 г. и 21 ноября 2017 г.). Это ракета среднего класса, способная выводить полезную нагрузку массой до 4 тонн на низкие околоземные орбиты. Ее стартовая масса составляет 103 тонны, высота – 29 м, максимальный диаметр – 3,35 м. На первой ступени установлен один двигатель YF-100 (тяга 136 тонн в вакууме), на второй – один двигатель YF-115 (тяга 15 тонн), а третья оснащена «стальным» двигателем, работающим на

диметилгидразине и  $N_2O_4$ .

Если на центральный блок (вторую ступень) установить два двигателя YF-100, добавить к ней первую ступень в виде четырех боковых блоков, на каждом из которых стоит один YF-100, а на третью ступень поставить четыре YF-115 – получим тяжелый носитель «Чанчжен-7», впервые стартовавший 25 июня 2016 г. Позже, 20 апреля 2017 г., он доставил на околоземную орбиту первый китайский грузовой корабль «Тяньчжоу-1», предназначенный для снабжения национальной пилотируемой орбитальной станции. Высота этой ракеты превышает 53 м, стартовая масса равна 594 тоннам. Предположительно в ближайшее время она станет базовой для пилотируемой программы КНР.

«Чанчжен-2»: легкие версии С, D (выводящие до трех тонн на низкую орбиту) и средняя F (8400 кг на HОО), являющаяся «рабочей лошадкой» китайской пилотируемой программы.

«Чанчжен-3» – подсемейство ракет-носителей легкого-среднего класса (от 5 до 13 тонн на низкие орбиты). Более грузоподъемные варианты В и С используются для вывода спутников на геостационарную орбиту.

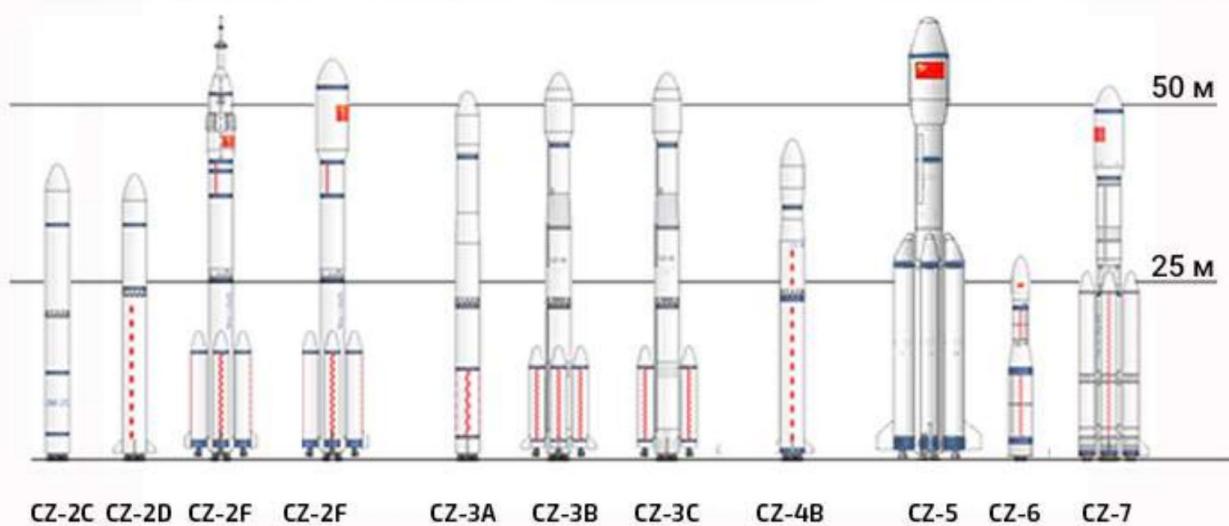
«Чанчжен-4» в разных вариантах выводит на низкие орбиты полезную нагрузку массой 4-4,2 тонны и используется для запусков на полярную орбиту.

«Чанчжен-5» планируют использовать для отправки автоматических аппаратов к Луне и другим планетам Солнечной системы. Первая и вторая ступени – на экологически чистых компонентах топлива.

«Чанчжен-6» – ракета среднего класса на экологически чистых компонентах топлива, способная выводить полезную нагрузку массой до 4 тонн на низкие околоземные орбиты.

«Чанчжен-7» – тяжелая ракета-носитель. В ближайшее время она станет базовой для пилотируемой программы КНР.

## Ракеты-носители «Чанчжен»





Наконец, самый мощный из уже существующих китайских носителей — «Чанчжен-5», который предполагают использовать для отправки автоматических аппаратов к Луне и другим планетам. Он впервые поднялся в космос 3 ноября 2016 г. (запуск 2 июля 2017 г. завершился неудачно). Высота этой ракеты — 57 м, стартовая масса — 879 тонн. Роль первой ступени в ней играют четыре «ускорителя» с двумя YF-100. На второй ступени, в документах называемой «первой», установлены два новейших двигателя YF-77, работающих на жидком кислороде и водороде. В конструкции третьей ступени (формально «второй») использован немногим менее мощный кислородно-водородный двигатель YF-75D. Ракета способна вывести на низкую околоземную орбиту полезную нагрузку массой до 25 тонн.

Отдельно следует упомянуть твердотопливные носители «Чанчжен-11» (стартовал трижды



▲ «Чанчжен-6» в ходе старта 21 ноября 2017 г.

— 25 сентября 2015 г., 9 ноября 2016 г. и 19 января 2018 г., все три раза успешно), «Куайчжоу-1А» (первый пуск 9 января 2017 г.) и «Кайтуочже-2» («Пионер») — его испытательный полет состоялся 3 марта 2017 г. Их разрабатывают в интересах военного ведомства КНР и для коммерческих запусков небольших спутников на низкие орбиты.

▲ «Чанчжен-7»

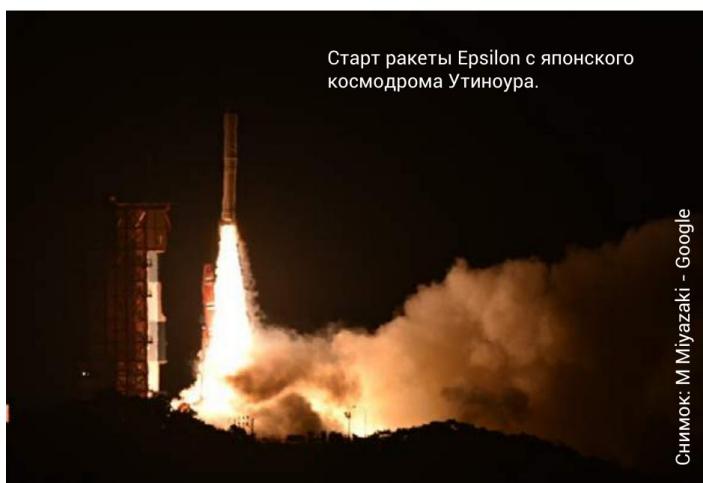


▲ Чанчжен-5»

# Старты легких ракет

Судя по всему, наступивший год пройдет под знаком наращивания пусковой активности с использованием носителей легкого класса. 17 января в 21 час 6 минут по всемирному времени с японского космодрома Утиноура стартовала твердотопливная ракета Epsilon, которая успешно вывела на околоземную орбиту

высотой 500 км спутник ASNARO-2, предназначенный для получения радарных изображений поверхности Земли. По местному времени запуск происходил в предрассветные часы, поэтому реактивный выхлоп ракеты был подсвечен Солнцем, породив весьма красивое зрелище в небе.



Это уже третий старт носителя Epsilon, разрабатываемого для доставки на низкие орбиты полезной нагрузки весом до полутора тонн. Его первый полет состоялся 14 сентября 2013 г., когда с его помощью был выведен на орбиту с высотой 950 км (в перигее) и 1150 км (в апогее) космический аппарат SPRINT-A массой 340 кг.

ASNARO-2, запущенный 17 января, имеет массу 570 кг, что близко к пределу для данной ракеты.

Он будет работать на солнечно-синхронной орбите с наклонением 97,4°.

В Южном полушарии празднует свой первый успех компания Rocket Labs, разработавшая легкую ракету Electron. Ее старты производятся с площадки на полуострове Махия (Северный остров Новой Зеландии). Первый из них состоялся 25 мая 2017 г. Тогда по достижении высоты 224 км от носителя прекратила поступать телеметрия, и операторы приняли решение о его подрыве. На самом деле сбой произошел в наземной приемной аппаратуре.

Второй испытательный полет ракеты Electron, после нескольких задержек стартовавшей 21 января 2018 г. в 1:43 UTC, прошел без замечаний. Конструкторы были настолько уверены в своем «детище», что разместили на его борту полезную нагрузку в виде трех наноспутников стандарта CubeSat (один спутник Dove Pioneer и два спутника Lemur-2). Все они вышли на расчетные околоземные орбиты. Результаты пуска еще анализируются специалистами, однако руководство Rocket Labs уже объявило о намерении отказаться от третьего тестового полета и перейти к коммерческим стартам.

В настоящее время в производстве находятся

пять ракет этого типа. В дальнейшем компания рассчитывает выйти на уровень 50 запусков в год.

Ракета Electron может вывести на низкую околоземную орбиту груз массой до 225 кг. Ее длина составляет 17 м, диаметр – 1,2 м, общая масса (в заправленном состоянии) – 12,5 тонн. В качестве топлива она использует керосин и жидкий кислород, их подача в камеру сгорания осуществляется с помощью турбонасоса с электроприводом. С целью максимального снижения массы и стоимости в конструкции носителя широко применяются композитные материалы, а основные детали двигателей напечатаны на 3D-принтере.



▲ Старт ракеты Electron 21 января 2018 г.

Успешный старт с полуострова Махия означает также, что Новая Зеландия стала двенадцатым членом «космического клуба», в который принято включать страны, обладающие ракетно-космическими технологиями и запустившие со своей (или подконтрольной) территории с помощью собственного носителя хотя бы один искусственный спутник Земли.



Photo: Rocket Lab Webcast

▲ Отделение первой ступени носителя Electron



Photo: Rocket Lab Webcast

▲ Сброс головного обтекателя

## Дважды летавший Dragon вернулся на Землю

13 января капсула беспилотного грузового корабля Dragon, сконструированная компанией SpaceX, успешно приводнилась в Тихом океане. Она вернула на Землю 1850 кг научного оборудования и результаты различных экспериментов, проводившихся на Международной космической станции, в том числе образцы изготовленного в невесомости оптоволокна, а также группу лабораторных мышей, на которых исследовали проблему потери мышечной массы в космосе. Корабль был запущен 15 декабря 2017 г. в 15:36 UTC с площадки SLC-40 космодрома на мысе Канаверал.

Этот полет стал вторым, в ходе которого использовалась капсула, ранее побывавшая в космосе в рамках миссии снабжения CRS-6 (апрель–март 2015 г.). В прошлом году пресс-служба SpaceX объявила о прекращении производства новых спускаемых аппаратов для грузовых версий корабля Dragon. Впредь компания будет использовать для доставки грузов на МКС уже летавшие капсулы. Основные же усилия инженеры SpaceX сосредоточат на создании пилотируемой версии Dragon V2.

# Непонятная история спутника Zuma



Отрыв ракеты Falcon 9 с секретным космическим аппаратом Zuma от стартового стола.

Image: SpaceX

Соединенные Штаты продолжают активно пополнять свои разведывательные спутниковые группировки. Только на протяжении первого месяца 2018 года с этой целью было совершено три запуска ракет-носителей. 20 января в 0:48 UTC (19 января в 19 часов 48 минут по времени восточного побережья США) с пускового комплекса SLC-41 на мысе Канаверал стартовала ракета Atlas V 411, которая вывела на околоземную орбиту аппарат GEO Flight 4 системы раннего предупреждения о ракетном нападении SBIRS. За неделю до этого, 12 января в 22:11 UTC, с базы ВВС США Ванденберг в Калифорнии была запущена ракета Delta IV со спутником радиолокационной разведки NROL-47 (Toraz 5). Она также успешно выполнила свою задачу.

К сожалению, не настолько гладко прошел первый

космический старт года, который осуществила 8 января в 1:00 UTC частная компания SpaceX. Предполагалось, что в ходе него на низкую орбиту будет выведен секретный спутник под кодовым обозначением Zuma, принадлежащий военному ведомству США. Однако через некоторое время после запуска начали поступать противоречивые друг другу сообщения о судьбе полезной нагрузки.

Сам по себе этот запуск свидетельствует о большом доверии, оказываемом американским правительством компании SpaceX, которая уже третий раз выводит на орбиту секретную полезную нагрузку. Другим «частникам» запускать подобные аппараты пока не поручали (как правило, секретные американские разведывательные миссии реализуются под эгидой Национального управления военно-

космической разведки и получают обозначение NROL).

Известно, что первая ступень Falcon 9 отработала штатно, и головной обтекатель ракеты был успешно сброшен. Вопрос заключается в том, что же случилось дальше. В изданиях Bloomberg и The Wall Street Journal появились сообщения (со ссылкой на анонимные источники в военных кругах) о том, что аппарат потерян. По словам одного источника, это произошло из-за сбоя второй ступени. Другой утверждал, что спутник не отделился от нее. Также было заявлено, что Стратегическое командование США не зарегистрировало Zuma на околоземной орбите. Но эта информация противоречит тому факту, что после запуска в каталоге Стратегического командования появилась запись о новом объекте, получившем обозначение USA-280. А это значит,



что спутник вышел на орбиту и совершил как минимум один виток вокруг Земли. При этом каталог не содержит развернутых данных о траектории объекта, что является стандартной практикой для американских шпионских аппаратов.

Представители компании SpaceX отказались давать какие-либо комментарии по поводу судьбы полезной нагрузки, ограничившись заявлением о том, что ракета отработала без замечаний. Вдобавок были опубликованы красочные фотографии полета Falcon 9, а подготовка запуска тяжелой версии носителя Falcon Heavy продолжалась в плановом режиме. Очевидно что если бы со второй ступенью произошел сбой, работы неизбежно приостановили бы на время расследования.

Известно, что, в отличие от обычных запусков, в случае с Zuma инженеры SpaceX не занимались подготовкой грузового отделения второй ступени, передав эту функцию сотрудникам военного ведомства либо представителям компании

Northrop Grumman, изготовившей полезную нагрузку. Если аппарат действительно не отделился от ступени, частная компания все равно может с полным правом считать запуск удачным: ее техника полностью выполнила свою часть работы, а проблемы с чужим адаптером полезной нагрузки находятся за пределами ее ответственности. Возможно, связка из ступени и неотделившегося спутника все же вышла на орбиту, но штатно сошла с нее на втором витке, что может быть причиной появления записи об объекте USA-280.

Кроме того, рано утром 8 января пилот голландского грузового авиалайнера Петер Хорстинк (Peter Horstink), находясь в воздушном пространстве над Суданом, сфотографировал в небе удивительное световое явление, которое вполне можно объяснить выполнением стандартной процедуры слива остатков топлива из баков второй ступени ракеты Falcon 9 перед входом в атмосферу. Именно в этом районе ступень должна была оказаться

незадолго до падения в воды Индийского океана.

В Интернете вполне закономерно появились догадки о том, что все происходящее — часть давно запланированной операции прикрытия. В реальности никаких проблем не было и аппарат успешно выполняет (выполнил) поставленные задачи. Даже если Пентагон опубликует развернутое официальное заявление по поводу судьбы спутника (что исключительно маловероятно), вряд ли оно удовлетворит всех конспирологов. Не успокаиваются также американские официальные лица: в частности, глава подкомитета по космонавтике Палаты представителей Брайан Бэбин (Brian Babin) поднял этот вопрос в ходе слушаний о коммерческих космических программах, состоявшихся 17 января. По его словам, он не хотел бы обсуждать что-либо секретное на открытом заседании, однако обстоятельства, связанные с миссией Zuma, оказывают непосредственное влияние на NASA и требуют особого внимания со



▲ Петер Хорстинк (Peter Horstink), пилот голландского грузового самолета Boeing 747-400, пролетавшего рано утром 8 января на высоте 11 км над Центральной Африкой по пути из Амстердама в Йоханнесбург, сфотографировал удивительное небесное явление, обычно возникающее при входе в атмосферу верхних ступеней ракет-носителей, выполняющих стандартную процедуру слива топлива. Судя по месту и времени «светового шоу», его вполне могла произвести вторая ступень Falcon 9. Через 15-20 минут она должна была войти в плотные атмосферные слои в расчетном районе над Индийским океаном. Яркое желтое пятно в правом нижнем углу снимка — огни суданского города Хартум.



▲ Снимок того же светового явления, сделанный с территории Судана (автор неизвестен).

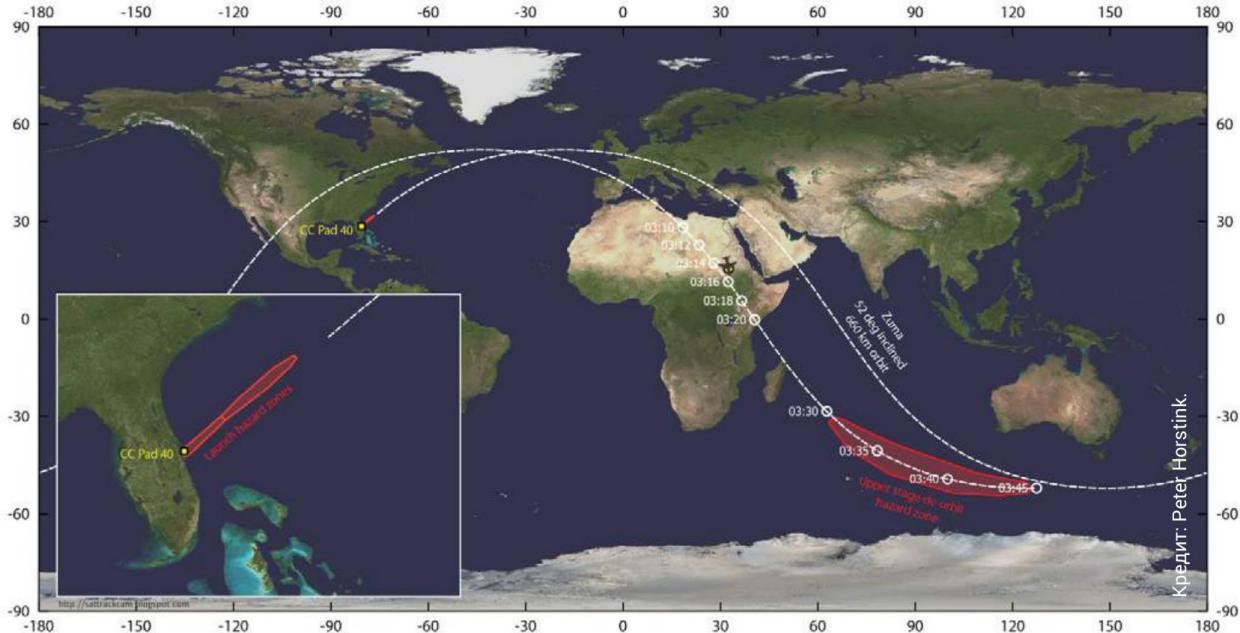
стороны законодательных органов. В ближайшем будущем SpaceX займется такими ответственными задачами, как вывод на орбиту сложных исследовательских аппаратов и доставка астронавтов на МКС, а Northrop Grumman в данный момент выполняет работы, связанные с дорогостоящим космическим телескопом Джеймса Уэбба (James Webb Space Telescope), поэтому вопрос о надежности этих компаний весьма важен.

Директор по связям с общественностью корпорации Northrop Grumman, присутствовавший на слушаниях, также не добавил ясности и на прямой вопрос законодателей ответил: «Это секретная миссия. Мы не можем комментировать секретные миссии».

По состоянию на 23 января последнее слово в дискуссии о судьбе спутника Zuma сказал руководитель Центра ракетно-космических систем BBC США Джон Томпсон (John Thompson, Air Force's Space and Missile Systems Center). В интервью изданию Bloomberg News он сообщил, что результаты анализа телеметрии, предоставленной инженерами SpaceX, позволяют заявить о полном доверии к частной компании и надежности ее носителей.



▲ Представители SpaceX настаивают на том, что их ракета Falcon 9 успешно выполнила все возложенные на нее задачи по выводу на орбиту спутника Zuma в интересах Министерства обороны США – запуск, разделение первой и второй ступени, а также отделение полезной нагрузки. Позже первая ступень носителя совершила управляемую посадку в специально отведенной зоне космодрома на мысе Канаверал.



▲ Схема, показывающая, как вторая ступень носителя Falcon 9, совершив один виток вокруг Земли, оказалась над Центральной Африкой.

# Обитаемая **ЛУНА**

## Наука исследований технологии инновации

**БЕРНАР ФОИНГ**  
(*Bernard Foing*)

Профессор астрофизики,  
сотрудник Европейского  
космического  
агентства (ESA) с 1993 г.,  
исполнительный директор  
Международной рабочей  
группы по лунным  
исследованиям (ILEWG),  
председатель оргкомитета  
51-го симпозиума ESLAB  
«Экстремальные обитаемые  
миры» (Extreme Habitable Worlds).

# Making the Moon Habitable: Science, Research, Technology & Innovation

Доклад прочитан 4 декабря 2017 г.  
на 51-м симпозиуме ESLAB  
(Нордвейк, Голландия)

Перевод: Владимир Манько  
Редактор перевода:  
Сергей Гордиенко

Солнечная система



51st eslab symposium "extreme habitable worlds"

04 - 08 december 2017

European Space Agency

Бернар Фоинг родился в городе Каркассон (Франция), в 1983 г. окончил Высшую нормальную школу (Ecole Normale Supérieure) — одно из наиболее известных парижских высших учебных заведений. Позже получил научную степень доктора философии по астрофизике и космическим технологиям. На протяжении трех лет работал в Чили — во французском посольстве и в Европейской Южной обсерватории (ESO). С 1986 г. — сотрудник французского Национального центра научных исследований (CNRS), с 1993 г.

занимал должность старшего координатора исследований во вспомогательном научно-исследовательском департаменте Европейского космического агентства. «Вдохновитель» лунной миссии SMART-1 и ее

главный научный сотрудник с 1996 г. до самого ее завершения в 2006 г. Руководитель группы обработки данных о марсианской органике, полученных европейским зондом Mars Express, исследователь изображений, отснятых его цветной стереокамерой HRSC. В 1998-2000 гг. — президент, позже — исполнительный директор ILEWG (международной рабочей группы по изучению Луны).

Фоинг опубликовал свыше 400 статей в области лунных и планетных исследований, физики звезд и Солнца, а также астробиологии. Редактор 16 книг, организатор полусотни международных конференций и симпозиумов. Часть работ ученый выполнил совместно со своей женой Паскале Эренфрайнд (Pascale Ehrenfreund) — сотрудницей Германского аэрокосмического центра DLR.



SMART-1 – первый автоматический аппарат Европейского космического агентства, предназначенный для исследований Луны. Построен по заказу ESA Шведской космической корпорацией при участии почти 30 субподрядчиков из США и 11 стран Европы. Общая стоимость проекта составила 110 млн евро.



Если говорить о «лунной деревне» как комплексе сооружений для проживания сообщества людей, занимающихся совместной деятельностью, то начало ей уже положено, и сделали это автоматические аппараты, производившие разведку Луны в 2003-2010 гг. Это европейский зонд SMART-1, японский «Кагуйя», индийский «Чандраян», а также китайские аппараты серии «Чанъэ» и, конечно же, американские LRO-LCROSS. Многие из них создавались в тесном международном сотрудничестве (например, ESA

помогало китайским партнерам поддерживать связь с «Чанъэ-1» и вместе с NASA принимало участие в создании научной аппаратуры для зонда «Чандраян»), что, конечно, станет хорошим заделом для подобного сотрудничества при создании и эксплуатации обитаемой лунной базы. После 2010 г. к Луне отправились американские миссии ARTEMIS, GRAIL и LADEE, в которых также были задействованы европейские специалисты, взамен получив доступ к их научным данным.



▲ «Чандраян-1» – искусственный спутник Луны, созданный Индийской организацией космических исследований (ISRO). Кроме орбитального модуля, изначально аппарат включал в себя ударный зонд, упавший на лунную поверхность. Из 12 научных приборов шесть сконструированы индийскими специалистами, а остальные принадлежат ESA, NASA и Болгарскому аэрокосмическому агентству. В число основных задач миссии «Чандраян-1» входил поиск полезных ископаемых и запасов водяного льда в полярных регионах Луны, а также составление трехмерной карты лунной поверхности.



▲ Американский аппарат LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter) – самый долгоживущий искусственный спутник Луны, запущенный 19 июня 2009 г. с помощью ракеты-носителя Atlas V и вышедший на сelenоцентрическую орбиту четырьмя днями позже. С тех пор он успешно работает в окрестностях нашего естественного спутника, передав на Землю больше информации, чем все остальные автоматические лунные разведчики вместе взятые.



▲ Японский зонд «Кагуя», известный также как SELENE (SELenological and ENgineering Explorer), был запущен 14 сентября 2007 г. и стал первой успешной лунной миссией, организованной азиатской страной.



▲ Первый китайский лунный зонд «Чанъэ-1» стартовал 24 октября 2007 г., проработал на сelenоцентрической орбите почти полтора года и 1 марта 2009 г. упал на Луну.



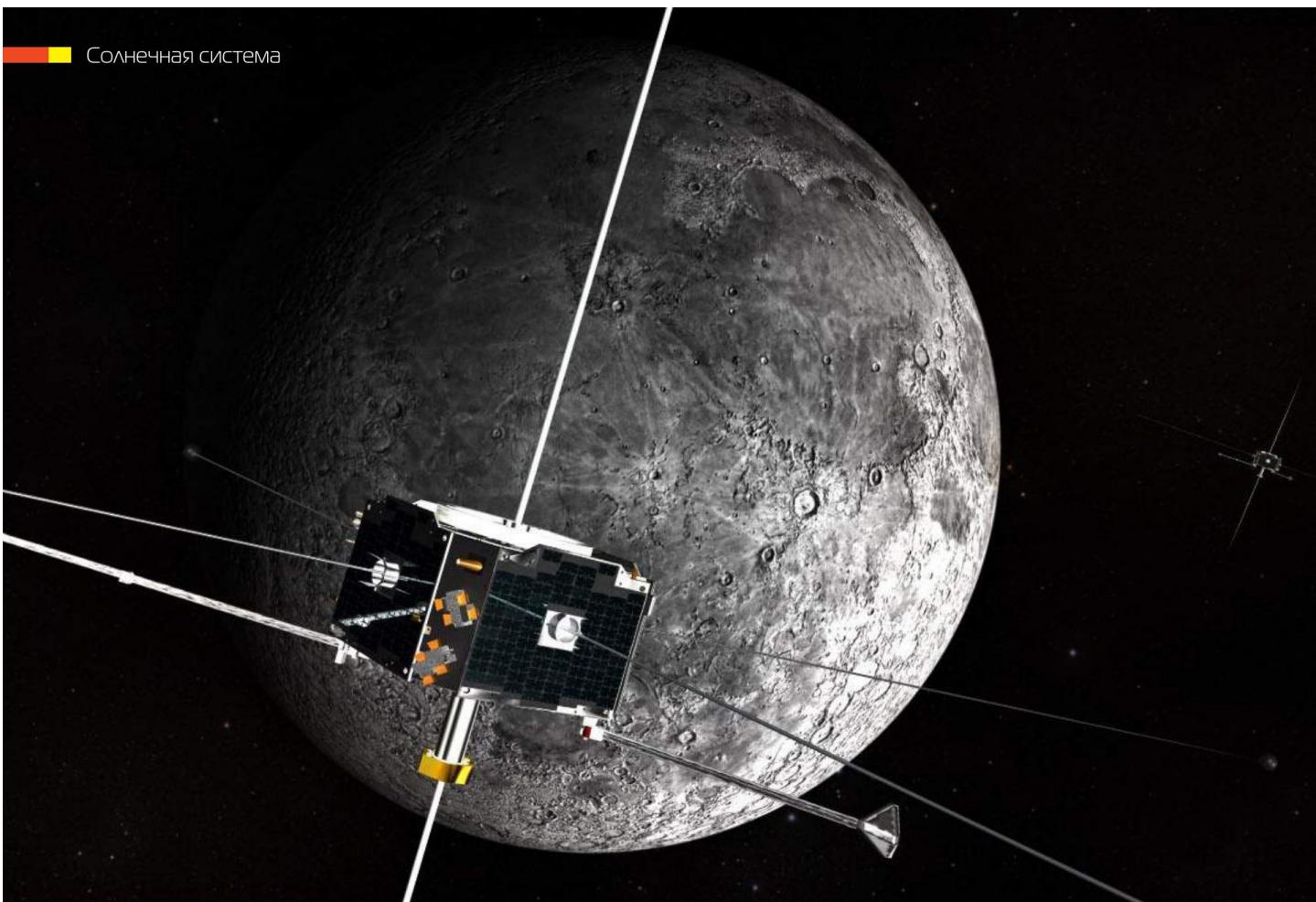
Credit: P Stooke/B Foing et al 2017 / NASA/GSFC/Arizona State University

▲ Снимок места падения зонда SMART-1, сделанный аппаратом Lunar Reconnaissance Orbiter. Ширина кадра составляет 50 м, север вверху. Упавший зонд двигался с севера на юг с горизонтальной скоростью почти 2 км/с.

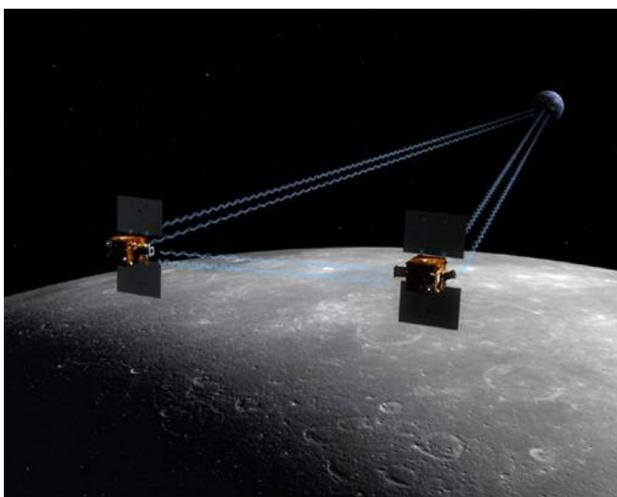
Чем же мы занимаемся в первую очередь с помощью этих аппаратов? Мы изучаем строение лунной поверхности, ее состав, количество и распределение кратеров, чтобы лучше понять процессы, сформировавшие другие каменистые планеты – тектонику, вулканизм и метеоритные бомбардировки. Нам также важно исследовать физические условия на разных этапах эволюции Луны, чтобы выяснить наличие и распространенность водяного льда и летучих веществ. Для этого аппараты неоднократно направлялись на траектории столкновения с нашим естественным спутником, а выбросы пород в месте их падения изучались спектральными методами с использованием наземных и космических средств наблюдения.

Падения лунных зондов помогают «вскрыть» глубинные слои Луны, как это сделал, например, SMART-1, финальная траектория которого прошла под небольшим углом к поверхности, благодаря чему он «пропахал» в ней 50-метровую борозду с широким светлым веером выбросов подповерхностных пород.

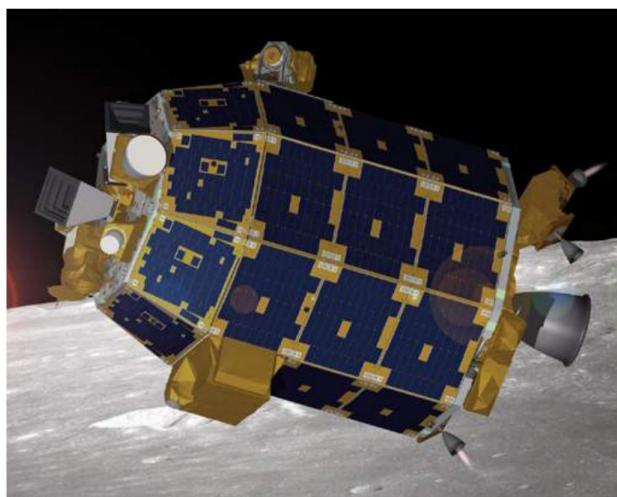
В процессе подготовки пилотируемой миссии, нам следует изучить всеми возможными способами как можно большее число потенциальных мест посадки. Особое внимание уделяется приполярным областям, где обнаружены кратеры, дно которых никогда не освещается Солнцем и где существуют благоприятные условия для сохранения больших массивов водяного льда. Они расположены в районе южного и северного полюсов Луны. Кроме того, у южного полюса найдена возвышенность, получившая название «Пик Света»: 90% времени на нее падают солнечные лучи. Она стала бы прекрасным местом для строительства обитаемой базы, обеспечивающей энергией с помощью фотогальванических панелей, и отсюда было бы удобно поддерживать связь с Землей. К тому же рядом расположены участки, достаточно интересные с научной точки зрения.



▲ Пять спутников THEMIS (Time History of Events and Macroscale Interactions during Substorms), изучавших солнечно-земные связи, были запущены еще в 2007 г., а их расчетный срок эксплуатации завершился спустя три года. Однако состояние двух из них по-прежнему оставалось хорошим, и ученые решили использовать эти аппараты для исследований Луны, отправив их на сelenоцентрическую орбиту. Им присвоили новые обозначения: THEMIS B стал называться ARTEMIS P1, а THEMIS C – ARTEMIS P2 (Acceleration, Reconnection, Turbulence and Electrodynamics of the Moon's Interaction with the Sun). Перелет осуществлялся по очень сложной траектории, позволившей по максимуму использовать земную и лунную гравитацию и сэкономить бортовые запасы топлива. Сначала зонды были выведены в точки Лагранжа системы «Земля-Луна», удобные для изучения магнитного поля нашего естественного спутника, а затем – на окололунную орбиту (первый из аппаратов достиг ее 27 июня 2011 г., второй – 17 июля 2011 г.).



▲ Миссия GRAIL (Gravity Recovery and Interior Laboratory) имела целью изучение гравитационного поля и внутреннего строения Луны, а также реконструкцию ее тепловой истории. Пара спутников позволила получить много важной информации о формировании каменистых тел Солнечной системы, и в первую очередь – планет земной группы. Предшественником этой миссии стал осуществленный ранее проект GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) по изучению гравитационного поля Земли.



▲ LADEE (Lunar Atmosphere and Dust Environment Explorer) – американский аппарат для изучения разреженной лунной газовой оболочки (экзосфера) и пылевого окружения нашего спутника. Запущен 7 сентября 2013 г., 18 апреля 2014 г. упал на обратную сторону Луны. Полная стоимость проекта оценивается в 280 млн долларов.

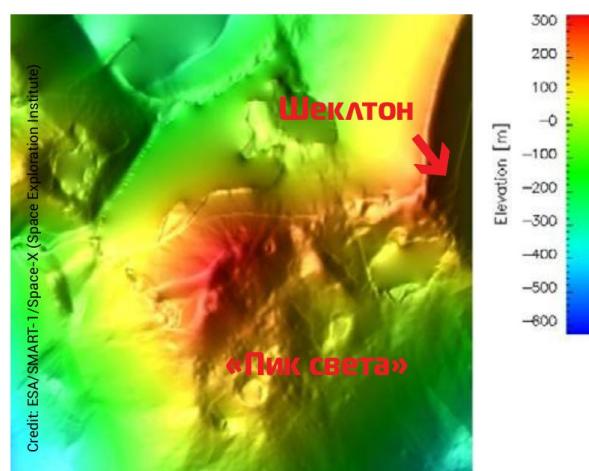


Также в последнее время различные миссии обнаружили несколько вулканических регионов – таких, как холмы Мария (Marius Hills) – с большим количеством лавовых трубок. Первым их открыл зонд «Кагуйя», сфотографировав каверны, образовавшиеся при обрушении их сводов. Всего с тех пор таких «вскрытий» было найдено почти две сотни. Японские ученые провели их детальные исследования и определили, что площадь

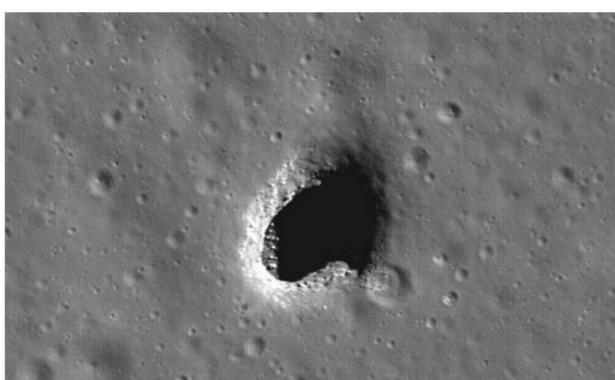
подповерхностных пустот составляет десятки квадратных километров – в них без труда можно разместить целый лунный город, защищенный от воздействия космической радиации, микрометеоритов и перепадов дневных-ночных температур, достигающих 300°C. Очевидно, эти регионы представляют интерес с точки зрения изучения лунного вулканизма. Не исключено, что в таких туннелях сохранились запасы льда.



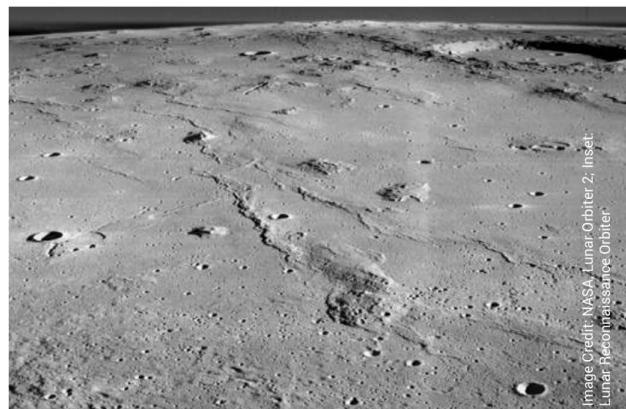
▲ Снимок окрестностей южного полюса Луны, переданный космическим аппаратом SMART-1.



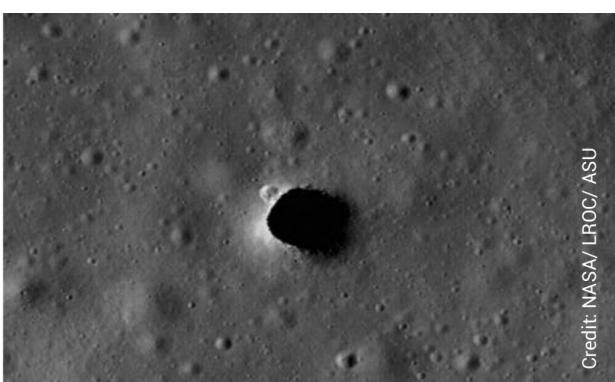
▲ Карта рельефа окрестностей лунного южного полюса. Высоты относительно среднего уровня показаны различными цветами: низменности – синим и голубым, возвышенности – желтым, оранжевым и красным. Самые высокие участки в этой области почти постоянно освещаются Солнцем.



▲ Каверна в Mоре Мечты на обратной стороне Луны почти вдвое превышает по размеру крупнейшие аналогичные формации в холмах Мария. Ее максимальный размер достигает 130 м. Представленный снимок сделан камерой LROC аппарата LRO, ширина кадра составляет 550 м. Солнце светит справа и сверху.



▲ Могут ли люди жить под лунной поверхностью? Эта интригующая перспектива представлена перед исследователями в 2009 г., когда японский лунник «Кагуйя» сфотографировал в районе холмов Мария с первые лунные каверны – провалы в сводах туннелей, по которым когда-то текла жидккая лава. Более детальные наблюдения, проведенные американским зондом LRO, показали, что эти туннели могут иметь глубину около сотни и ширину до нескольких сотен метров. Анализ данных бортового радара «Кагуйя» также выявил присутствие «вторичного эха», явно возникшего при отражении радиоволн от дна подлунных пустот, простирающихся, по-видимому, на десятки километров. В таких пустотах имеется достаточно места для строительства больших поселений, защищенных от микрометеоритов, космической радиации и перепадов температур. С течением времени их даже можно будет частично загерметизировать и наполнить воздухом для дыхания. На данном снимке показан участок лунной поверхности вблизи кратера Марий (справа вверху), отнятый еще в 1960-е годы аппаратом Lunar Orbiter 2 (NASA). Хорошо заметно несколько вулканических куполов и продолговатые искривленные возвышенности – вероятно, своды лавовых туннелей.



▲ В этом провале, образовавшемся при обрушении свода лавового туннеля в районе холмов Мария, может полностью поместиться Белый дом – резиденция президентов США.



Очень убедительные данные о наличии воды на Луне предоставили аппараты LRO-LCROSS и «Чандраян». Последний произвел инфракрасную спектроскопию окрестностей лунных полюсов и зарегистрировал признаки наличия радикалов гидроксила OH – продукта распада молекул воды. Зонд LCROSS был направлен прямо в южный приполярный кратер Кабей и при падении образовал облако пыли и газов, в котором спектральными методами удалось обнаружить водяной пар с примесями органических соединений. Породы, содержащие лед, укрывают около 400 км<sup>2</sup> постоянно затененных участков, что даже при толщине слоя «вечной мерзлоты» меньше метра означает миллионы тонн воды, необходимой для функционирования обитаемой базы. Доставка такого ее количества с Земли обошлась бы нам в сотни миллиардов евро.

Первый китайский посадочный аппарат (миссия «Чанъэ-3») провел на лунной поверхности большое количество экспериментов с помощью современного оборудования, аналогичного тому, которое будет в распоряжении астронавтов,

собирающихся отправиться на Луну в ближайшие годы. Базовый модуль и отделившийся от него луноход осуществляли видеосъемку окрестностей места посадки и друг друга, велись также астрономические наблюдения в специальный телескоп.

Поэтому фактически мы находимся в процессе перехода с первой стадии сооружения «лунной деревни» – исследования возможных мест для ее строительства с помощью автоматических аппаратов – ко второй, заключающейся в организации постоянного присутствия на Луне роботов. Они начнут детальную разведку ресурсов и развернут строительство первых лунных сооружений. В конце концов, этот процесс перейдет на стадию сложного роботизированного комплекса – «деревни роботов», за которой последует закономерное прибытие астронавтов и создание нового космического форпоста земной цивилизации. На протяжении последних 17 лет человечество постоянно имеет своих представителей на околоземной орбите на борту Международной космической станции, и создание



## Следующие шаги к лунному поселению

KARI  
Arch Institute)

такого же постоянного поселения на Луне станет логичным продолжением нашей экспансии во Вселенную. Оно значительно расширит наши возможности, обогатит науку, культуру и повлияет на все сферы человеческой деятельности.

Возвращаясь к роботизированным миссиям, следует упомянуть проекты, запланированные на ближайшие годы. Это, конечно, индийский «Чандраян-2» и китайский «Чанъэ-4», которые полетят в 2018-19 гг. На 2019 г. намечен старт новой американской тяжелой ракеты SLS, которая выведет на траекторию облета Луны беспилотную версию межпланетного корабля Orion. Примерно тогда же первый автоматический разведчик к нашему естественному спутнику запустит компания SpaceX. В 2020 г. к нему отправятся следующие японский и китайский зонды, российская «Луна-25» и американский Lunar Resource Prospector, после чего настанет черед пилотируемых полетов. А немного позже американская компания Blue Origin собирается посадить на лунную поверхность 5-тонный грузовой модуль.

### Aouda suit-rover-lander operations at Eifel volcano ILEWG field tests



▲ Испытания скафандра, ровера и посадочного аппарата на полигоне у вулкана Эйфель

### Lander and cooperative robotics



▲ Поясадочный аппарат и сопутствующие мобильные роботизированные устройства

### ILEWG EuroMoonMars field tests



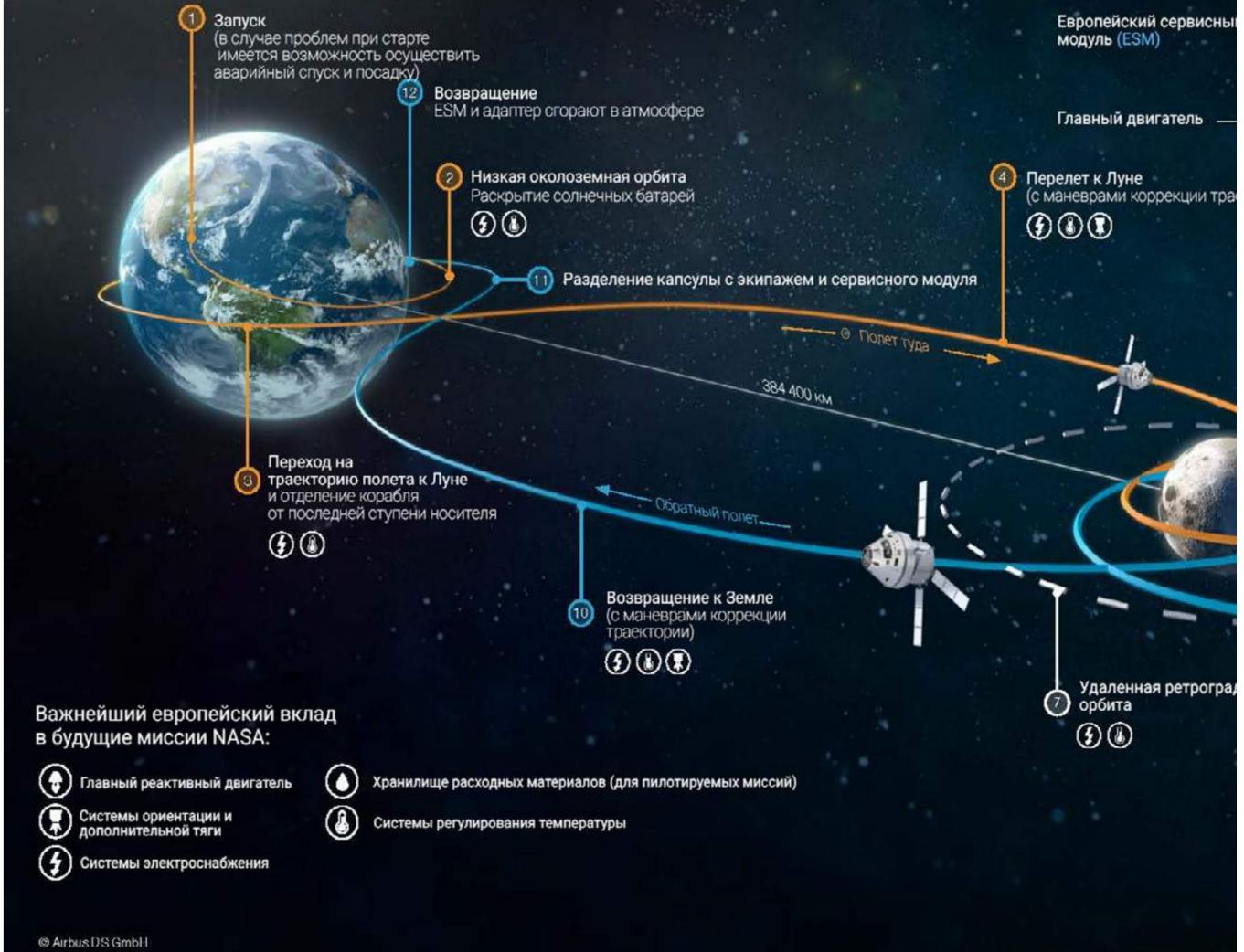
▲ Полевые исследования ILEWG на полигоне EuroMoonMars

# Предварительный план первой лунной миссии корабля Orion

Во время своего первого полета к Луне и обратно (миссия EM-1) новый американский корабль Orion в беспилотном режиме продемонстрирует функциональность своих систем и высокоскоростной вход в атмосферу. Согласно контракту между ESA и NASA, фирма **Airbus Defence and Space** конструирует для этого корабля европейский сервисный модуль (ESM), который будет включать в себя двигательную установку и обеспечит космический аппарат энергией.

Корабль Orion с сер

Солнечные батареи  
(наклоняются на время  
включения двигателей)



Посадочный аппарат представляет собой платформу для тестирования инструментов, которые могут быть использованы в будущих лунных миссиях — телескопы, видеокамеры, спектрометры, анализаторы образцов. Сейчас ведется отработка программного обеспечения для управления ими с Земли: в частности, с помощью телескопа мы собираемся наблюдать различные небесные тела без атмосферных помех. Вся эта техника испытывается Европейской рабочей группой по изучению Луны ILEWG в сотрудничестве с ESTEC на специальном «лунном полигоне» в окрестностях потухшего вулкана Эйфель в Германии при участии

astronautov. В июне 2017 г. в еще более жестких условиях на склоне действующего вулкана Этна тестирулся посадочный модуль и два лунохода для экспедиции на Луну с минимальными затратами. В испытаниях участвовал большой международный коллектив.

Давайте перейдем теперь к следующему шагу. Однажды Луна станет доступной для ученых и инженеров, и мы сможем привлечь к ее исследованиям мировую общественность. Эти революционные изменения затронут нас всех, мы обязаны будем активно взаимодействовать, информировать друг друга, к чисто научным задачам добавятся коммерческие интересы,

появятся новые возможности для представителей других наук (в первую очередь астрономии), нам нужно будет решать транспортные проблемы, вопросы добычи и эксплуатации лунных ресурсов, развития соответствующих технологий, систем связи... вплоть до организации туристических маршрутов на Луне. Все эти возможности должны быть открыты для людей со всего мира, и это именно то, что мы сейчас называем «Лунной деревней».

ESA, очевидно, не останется в стороне от этих процессов. Агентство на регулярной основе поддерживает исследования, ведущиеся европейскими космонавтами

# Блок Orion



на борту МКС, утвердив, таким образом, свое присутствие на низких околоземных орбитах. Но мы уже движемся по направлению к более далеким целям, участвуя в разработке сервисного модуля для американского пилотируемого корабля Orion. Напомним, что он уже испытывался в ходе орбитального полета, а его первый старт к Луне намечен на 2019 г. Ориентировочно в 2022 г. должен состояться его полет с экипажем из 4 человек – это будет первая пилотируемая лунная экспедиция со времен Apollo 17 (всего по программе Apollo на Луне и в ее окрестностях побывало 24 человека).

◀ В ходе первой миссии корабля Orion с изготовленным европейскими специалистами сервисным модулем, получившей условное обозначение EM-1, космический аппарат отправится к Луне, облетит ее, а потом вернется на Землю и его посадочная капсула приводнится в Тихом океане. Астронавтов на борту не будет – управление кораблем должно осуществляться из наземного командного пункта.

Солнечная система



▲ LunAres  
Кристиан Хайнеке с моделью лунного посадочного модуля на базе LunAres в Польше.



▲ Lunar Expedition 1 – наземный эксперимент по симуляции долговременной эксплуатации лунной базы, который собираются развернуть в ближайшее время в исследовательском центре LunAres, построенном компанией Space Garden недалеко от города Пила в Западной Польше. На протяжении двух недель шесть «астронавтов» будут вести исследования многих ключевых проблем, связанных с пилотируемыми полетами и жизнью за пределами Земли.

Как вы знаете, все астронавты, побывавшие на поверхности нашего спутника, были мужского пола. Пришло время это изменить. В ближайшее время должно быть принято решение о включении в состав лунного экипажа женщины. Подготовка некоторых участников экспедиции уже идет. Это будет новое поколение исследователей Луны. И, конечно же, однажды мы собираемся произвести высадку на поверхность, где развернутся основные научные и технологические исследования.

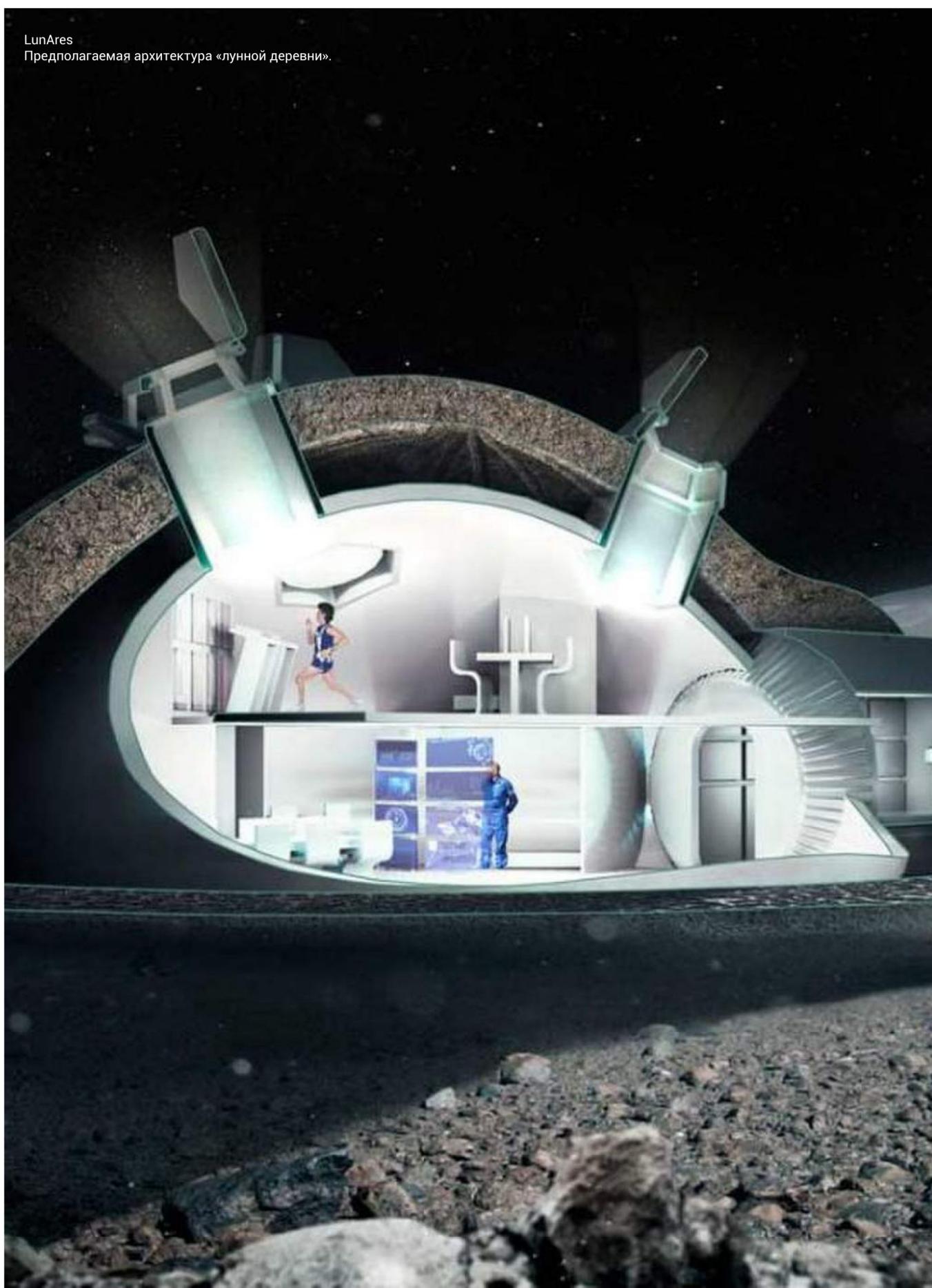
Теперь давайте посмотрим на европейский концепт строительства лунного поселения, включающий в себя использование

новейших технологий – 3D-печать, искусственный интеллект... Уже скоро туда смогут безопасно прибыть люди, но основная часть работ будет выполнена с участием привезенных дистанционно управляемых аппаратов. В этой концепции мы собираемся оставить место для некоторой автономности роботов, что сыграет важную роль при строительстве марсианской базы, когда ими нельзя будет управлять с Земли так, как на Луне (из-за задержки радиосигнала).

Жители «лунной деревни» столкнутся со следующими вызовами: они должны, во-первых, добраться туда, во-вторых, работать там, в-третьих, общаться

LunAres

Предполагаемая архитектура «лунной деревни».





и связываться с Землей, наконец – выжить в течение длительного времени (как люди, так и роботы). Далее, там необходимо будет перемещаться и вести поиск ресурсов, чтобы использовать их в своих целях, а в перспективе 90% усилий населения должно уделяться именно добыче ресурсов и только 10% – науке.

Следующая важная задача – построить радиотелескопы на обратной стороне Луны для исследования ранних стадий эволюции Вселенной, поисков внеземного разума и экзопланет.

Как я уже говорил, наши проекты реализуются при участии множества молодых профессионалов. Вместе с ними при поддержке международных научных организаций мы отправились на две недели в сердце пустыни, чтобы проверить строения, спроектированные для лунной и марсианской базы в различных аспектах... Фактически мы переселились на Марс. Вот изображения марсианской поверхности, а вот – мест, где мы работали. Здесь мы видим характерные черты рельефа соседней планеты: вот слои осадочных пород, отложения глин в марсианском кратере Гейль... а так выглядят их аналоги на Земле. Сходство весьма велико. Мы посыпали участников экспедиции брать образцы, потому что хотели проверить всю разработанную последовательность действий для поиска следов жизни в выбранных марсианских формациях. Образцы можно было проанализировать *in situ* в лабораториях, также имитировались выходы на поверхность за пределы космического аппарата, что дало нам другой взгляд на предметы, которые мы хотели протестировать. Также были организованы несколько экспедиций в ледниковую пещеру в Австрии, где мы смогли провести несколько астробиологических экспериментов, связанных с работой в условиях холода. Кристиан Хайнике (Christiane Heinicke) рассказал про свою «жизнь на Марсе», а в июле 2016 г. проходили совместные эксперименты ESTEC-ILEWG по тренировке изолированного пребывания в перспективных лунных и

марсианских модулях ExoHab и ExoLab. В июле–августе 2017 г. состоялась более масштабная симуляция на базе LunAres в Польше. В ней дополнительно отрабатывалось использование средств связи для дистанционного управления роботизированными средствами – мы хотели проверить возможность реакции на различные инциденты и давали команды выполнить некоторые задания. Большой объем работы был проведен в следующей системе, расположенной в Европейском центре подготовки астронавтов в Кельне – гибком надувном модуле с 900 кубометрами грунта, имитирующего лунный, где мы можем делать эксперименты. Имеется также «лунно-марсианская камера» (Moon-Mars Space Chamber), где есть вакуумные помещения, дающие возможность изучать поведение пыли.

Обширные исследования на тему архитектуры «лунной деревни» проводились в апреле–августе 2017 г. в Университете Штутгтарта, отдельное совместное заседание ESA и представителей компании Airbus по проблемам промышленности состоялось 31 мая 2017 г. в Мюнхене, а в Вене была организована тематическая конференция COSPAR. Как видите, в работы по созданию обитаемой базы на Луне вовлечено уже множество представителей мирового сообщества.

В конце своего выступления я хотел бы задать несколько вопросов. Поддерживаете ли вы концепцию лунного и марсианского поселения? Есть ли здесь те, кто хотел бы к ней присоединиться? А кто против? Один есть, это хорошо... нам нужны и оппоненты. В любом случае, вы можете спросить: что приобретет человек, если мы полетим туда? Что мы будем там делать? Заниматься наукой, развивать технологии и международное сотрудничество, даже использовать Луну в коммерческих целях, получая экономические выгоды... и вдобавок это вдохновит нас на новые открытия и свершения в гуманитарной сфере. Спасибо за внимание!

# Свет и тень на лунных полюсах

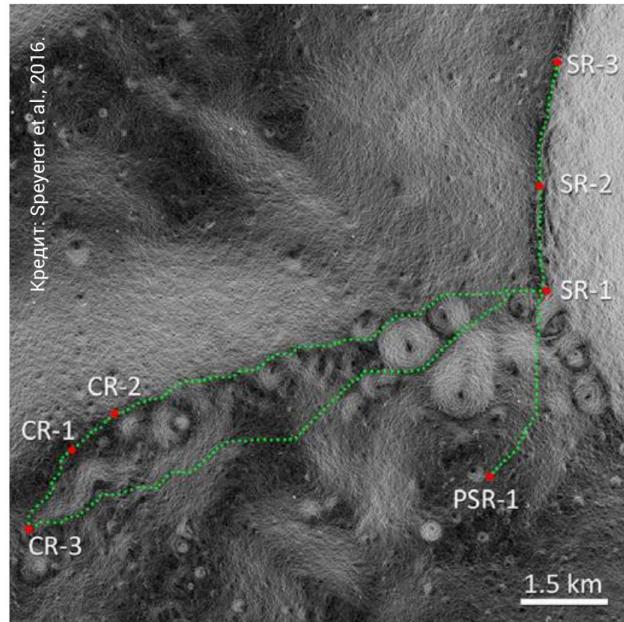
Рано или поздно человечество вернется на Луну — и в этот раз для того, чтобы закрепиться на ней. Это потребует создания постоянного лунного поселения. Одним из наиболее перспективных мест для его строительства являются лунные полюса. Именно там, на дне приполярных кратеров, куда никогда не попадают солнечные лучи, автоматические межпланетные аппараты обнаружили скопления водяного льда. Добыв этот лед, будущие поселенцы смогут обеспечить себя водой, а разложив его на кислород и водород — еще и ракетным топливом.

Основная сложность заключается в обеспечении энергией, необходимой для подобных операций. Лунную базу нужно построить в месте, удовлетворяющем двум на первый взгляд абсолютно несовместимым условиям. С одной стороны, это должна быть область «вечной тени», где может сохраняться водяной лед, но, с другой стороны, выбранное место должно как можно дальше освещаться Солнцем, позволяя получать энергию с помощью фотогальванических панелей.

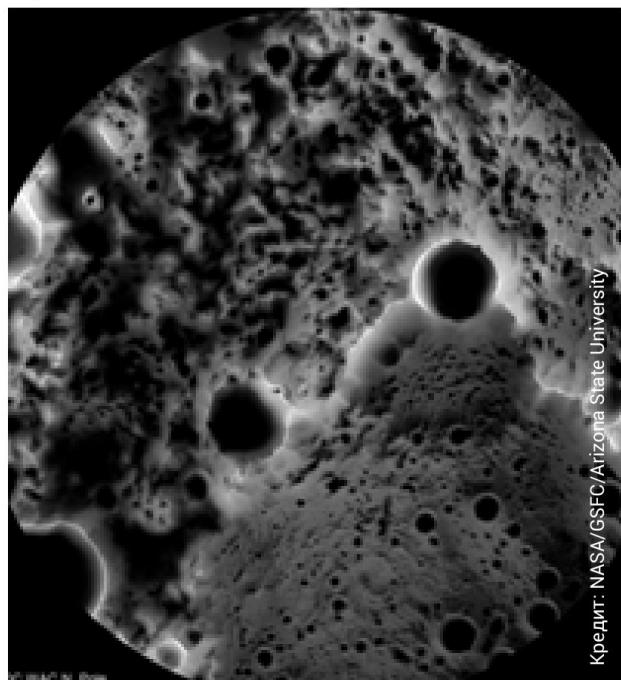
Также информация об условиях освещенности



▲ Карта освещенности южного полюса. Вблизи центра этой карты, отображающей процент времени освещенности окрестностей южного полюса Луны, расположен 19-километровый кратер Шеклтон (Shackleton) в виде округлого черного пятна. Собственно южный полюс находится на левой части его вала. Край карты соответствует 88° ю.ш.



▲ Оптимальный маршрут лунохода по максимально освещенным точкам гребня вала кратера Шеклтон (точки SR-1, SR-2 и SR-3) и возвышенности, соединяющей его с кратером Де Жерлаш (CR-1, CR-2 и CR-3), вблизи постоянно затененных участков, на которых предполагается наличие залежей водяного льда.



▲ Карта освещенности северного полюса. Аналогичная карта освещенности окрестностей лунного северного полюса (более светлые участки освещаются Солнцем больший процент времени). Край карты соответствует 88° с.ш., полюс находится в центре.

критически важна для миссий, в рамках которых планируется доставка в приполярные области Луны спускаемых аппаратов и луноходов. Поскольку такие аппараты будут в основном полагаться на использование солнечной энергии, специалистам придется тщательно рассчитывать места их посадки и выбирать маршруты движения мобильных лабораторий таким образом, чтобы избегать попадания в затененные зоны.

В этом инженерам помогут карты полярных регионов, подготовленные специалистами миссии LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter) и опубликованные недавно в системе NASA Planetary Data System. Они охватывают территорию с  $88^{\circ}$  по  $90^{\circ}$  северной/южной широты и показывают уровень освещенности в каждой ее точке, усредненный в течение года. Чем светлее участок на карте — тем больше времени он находится под прямыми солнечными лучами.

Как нетрудно заметить, наилучшими условиями освещенности на лунных полюсах обладают отдельные участки валов наиболее крупных кратеров. С них практически все

время видно Солнце, что делает их идеальным местом для размещения электростанций. Участки же, показанные черным цветом, не освещаются никогда — по крайней мере, в нашу историческую эпоху. Именно там и нужно искать запасы водяного льда.

Информация о рельефе и температуре лунной поверхности, переданная бортовой камерой NAC, альтиметром LOLA и радиометром Diviner, позволила смоделировать условия освещенности на полюсах в любое заданное время. На основе этих данных команда миссии LRO определила маршрут, перемещаясь по которому, мобильная лаборатория будет находиться в лучах Солнца 344 дня в течение года. Этот маршрут рассчитан для 2021 г., когда на южный полюс Луны предположительно прибудет миссия NASA. Он проходит по валу кратера Шеклтон и по перешейку, соединяющему его с соседним кратером Де Жерлаш. Точками отмечены места возможных длительных стоянок, практически постоянно освещенные Солнцем. Им присвоили условные обозначения: на кромке кратера Шеклтон — SR-1, SR-2 и SR-3, на склонах «Пика Света» — CR-1, CR-2 и CR-3



▲ Изменения освещенности окрестностей южного полюса Луны в 2021 г.

На основании снимков южного полярного региона Луны и данных лазерного альтиметра LOLA сотрудники группы сопровождения миссии LRO составили анимацию того, как будет меняться освещенность этого региона с 1 января по 31 декабря 2021 г. — в период времени, когда там может работать мобильная лаборатория NASA. Размер изображения по ширине составляет около 10 км. Край тени местами выглядит нерезким, поскольку угловой диаметр диска Солнца с точки зрения наземных (и лунных) наблюдателей превышает полградуса, и для части точек поверхности оно выглядит не полностью закрытым неровностями рельефа.

Видео позволяет идентифицировать наиболее интересные с точки зрения поисков залежей водяного льда постоянно затененные участки. Также его использовали для построения маршрута лунохода, при движении по которому ему удастся почти 95% времени находиться в солнечных лучах и максимально эффективно использовать фотогальванические панели для энергоснабжения (его положение показано движущейся зеленой точкой, цвет которой меняется на красный, когда она оказывается в тени). Наиболее длительное «затмение» будет продолжаться 101 час, или чуть больше четырех земных суток. В настоящее время ведется аналогичное моделирование освещенности окрестностей северного лунного полюса.

16 декабря 2017 г. Фаэтон пролетел на расстоянии около 10 млн км от Земли. Это было его самое тесное сближение с нашей планетой с момента открытия в 1983 г.



Courtesy: Hubble Space Telescope/ESA

## Обсерватория Аресибо провела наблюдения Фаэтона

В середине декабря земное небо ежегодно украшается множеством «падающих звезд», относящихся к метеорному потоку Геминид с радиантом в созвездии Близнецов. Это самый мощный регулярно наблюдаемый поток, и он, несомненно, был бы еще популярнее, если бы погода в наших широтах в это время немножко более

благоприятствовала астрономам.

Ученые давно уже пришли к выводу, что метеорные частицы в подавляющем своем большинстве представляют собой пылинки, выброшенные газовыми струями с поверхностей кометных ядер. Таким образом, каждый поток должен ассоциироваться с какой-то кометой. «Родительскую комету»

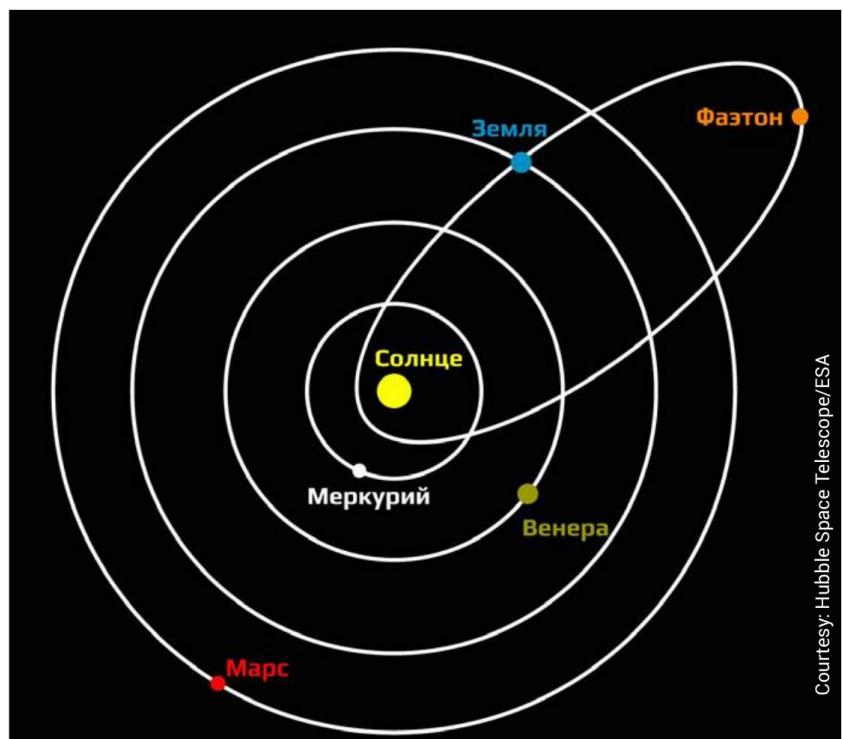
Геминид удалось обнаружить 11 октября 1983 г. на снимках инфракрасной космической обсерватории IRAS. Однако это небесное тело оказалось достаточно необычным: за все время наблюдений у него ни разу не появлялись ни кома, ни хвост, и единственное, что роднит его с кометами — сильно вытянутая орбита, в перигелии

сближающаяся с Солнцем до 0,14 а.е. (20,9 млн км), а в афелии уходящая в центральные области Главного пояса астероидов. Новооткрытый объект также считали астероидом и присвоили ему имя Фаэтон (3200 Phaethon) – в честь сына мифического древнегреческого бога Гелиоса.

В настоящее время принято считать, что этот астероид на самом деле представляет собой «погасшую» комету, которая из-за частых пролетов недалеко от Солнца полностью утратила летучую компоненту своего ядра, а с ней – возможность формировать газовую оболочку (кому). Орбита Фаэтона такова, что он может достаточно тесно сближаться с Землей (составленно, это и есть главное условие возникновения метеорного потока), но такие сближения происходят сравнительно редко. И вот 16 декабря 2017 г. он пролетел от нас на расстоянии 0,069 а.е. (10 млн 312 тыс. км), предоставив возможность провести детальные исследования с помощью наземных обсерваторий.

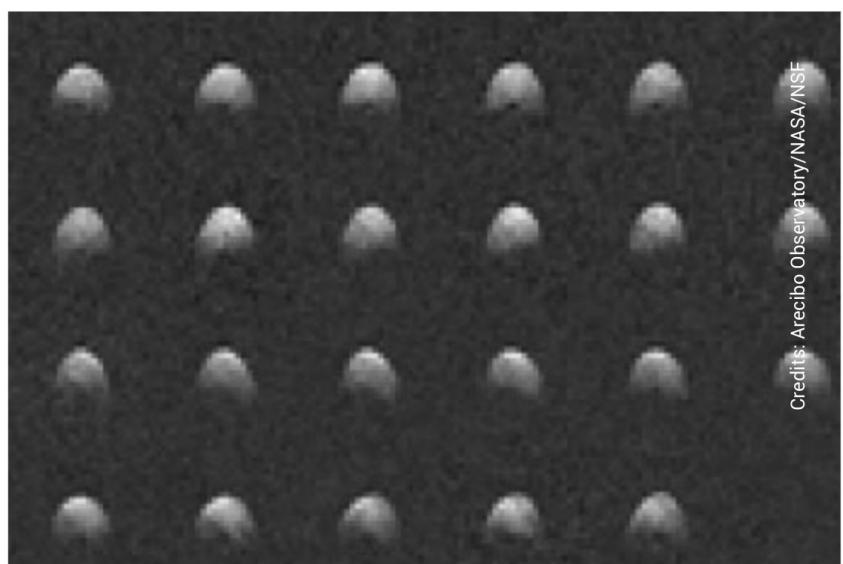
В исследованиях принял участие и 305-метровый радиотелескоп Аресибо на острове Пуэрто-Рико, который в августе 2017-го посетил заместитель главного редактора нашего журнала Владимир Манько – буквально за неделю до того, как на островное государство обрушилось сразу несколько мощных тропических циклонов. «Последним ударом» стал ураган Мария, нанесший серьезный ущерб инфраструктуре острова, в том числе и знаменитому телескопу. На его восстановление ушло несколько месяцев, и вот в начале декабря обсерватория, наконец, вернулась к нормальному режиму работы. В период с 15 по 19 декабря она выполнила серию радарных наблюдений Фаэтона.

Полученные изображения показали, что это небесное тело имеет довольно правильную форму, близкую к сферической. Диаметр астероида составляет около 6 км – на километр больше предыдущих оценок. В районе его экватора расположена большая



Courtesy: Hubble Space Telescope/ESA

▲ Астероид Фаэтон (3200 Phaethon) относится к группе «аполлонов» – его орбита пересекает земную, а период обращения вокруг Солнца превышает год. Судя по всему, он представляет собой ядро кометы, полностью «растерявшее» свою летучую компоненту.

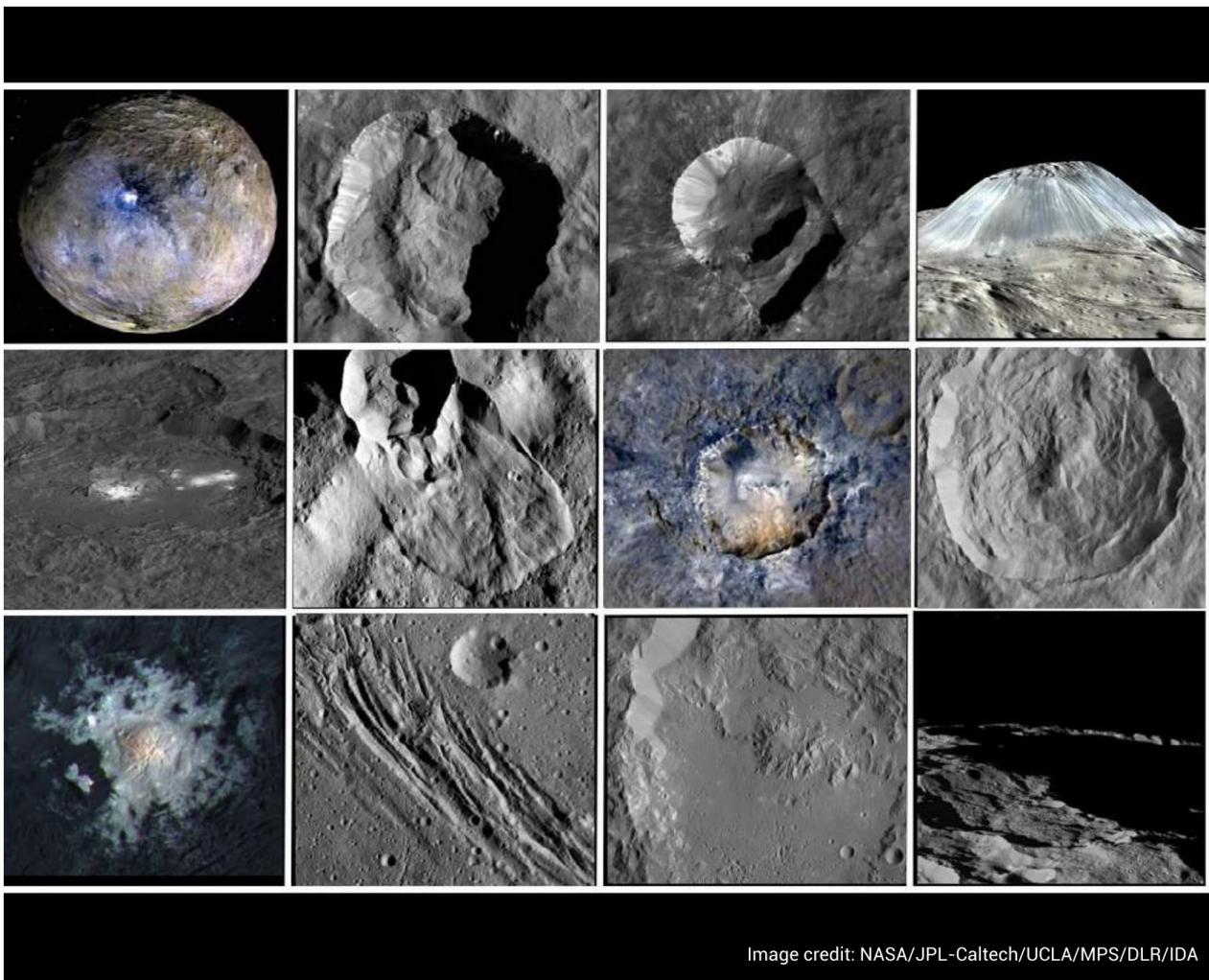


Credits: Arecibo Observatory/NASA/NSF

▲ Радарные изображения астероида Фаэтон, полученные 16–17 декабря 2017 г. в ходе локации с помощью телескопа Аресибо с интервалом в один час. Различимы детали поверхности размером до 75 м.

впадина поперечником порядка нескольких сотен метров, а на одном из его полюсов находится округлое темное образование (вероятнее всего, кратер). По мнению специалистов, по своим характеристикам Фаэтон может напоминать астероид Бенну (101955 Bennu), являющийся целью миссии OSIRIS-REx.

Декабрьский пролет Фаэтона стал его самым тесным сближением с Землей с момента открытия. Еще более близкий пролет этого объекта состоится в 2093 г., когда расстояние до него составит 0,0198 а.е. (2 млн 964 тыс. км) – всего в 7,7 раз больше среднего радиуса лунной орбиты.



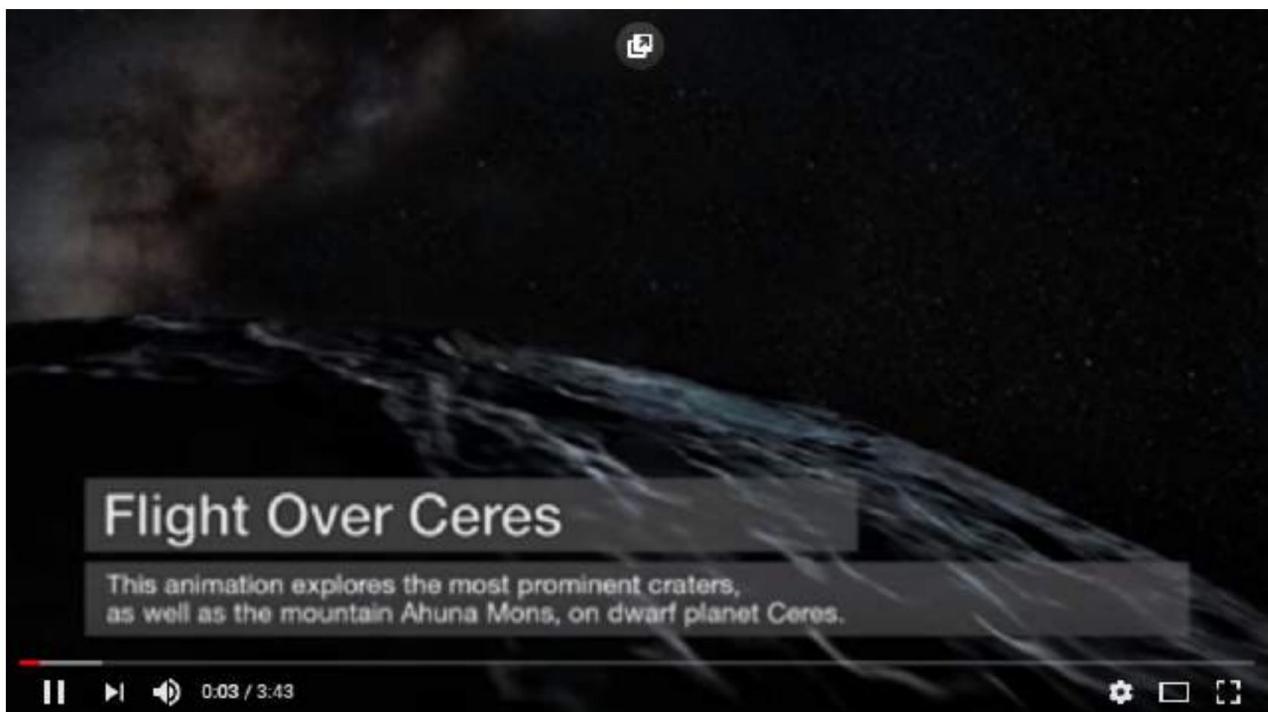
▲ На этом коллаже собраны наиболее интересные детали рельефа карликовой планеты Цереры, обнаруженные зондом Dawn (NASA). Съемка производилась бортовой кадрирующей камерой на различных этапах миссии: с обзорной орбиты (высотой около 4400 км), с высокой кадрирующей орбиты HAMO (с расстояния 1470 км от поверхности Цереры) и низкой орбиты LAMO, пролегавшей в 385 км от поверхности.

## Миссия Dawn продлена до конца года

Американский космический аппарат Dawn уже почти три года работает на орбите вокруг карликовой планеты Цереры (1 Ceres) – крупнейшего объекта Главного пояса астероидов между Марсом и Юпитером. Перед этим в 2011–2012 гг. он больше года проработал в окрестностях Весты (4 Vesta). Всего же зонд находится в космосе свыше десятилетия, и значительную часть этого времени он провел с включенным ионно-реактивным двигателем, использующим в качестве рабочего тела инертный газ ксенон.

Сжатого ксенона на борту Dawn осталось еще немало, однако аппарат оборудован также двигателями малой тяги, работающими на гидразине, и его запасы уже подходит

к концу, ограничивая сроки эксплуатации. Изначально миссию предполагалось завершить в первой половине 2016 г. Позже, приняв во внимание удовлетворительное состояние зонда, ее продлили до апреля 2018 г. Недавно представители NASA объявили о втором продлении миссии – до конца текущего года. В настоящее время группа сопровождения изучает возможность перевести Dawn на сильно вытянутую орбиту, двигаясь по которой, он будет подходить к поверхности карликовой планеты ближе, чем когда-либо ранее – до высоты порядка 200 км (предыдущий «рекорд» был равен 385 км). На этой достаточно стабильной орбите он и останется после окончательного исчерпания гидразинового топлива.



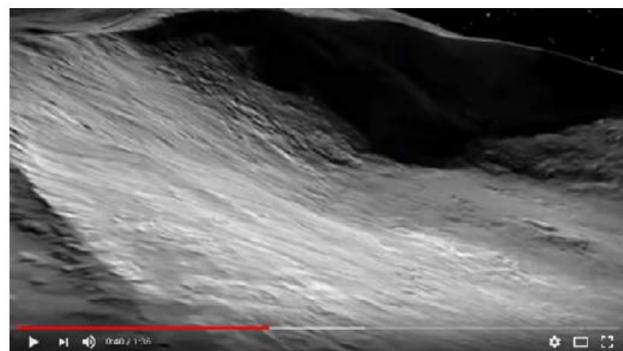
▲ Полет над Церерой

Приоритетом расширенной миссии станут исследования Цереры с помощью нейтронного и гамма-спектрометра Dawn, измеряющих количество и энергию соответственно нейтронов и гамма-квантов. Эта информация важна для понимания состава самого верхнего слоя карликовой планеты и, в частности, содержания в нем водяного льда. Бортовая камера проведет детальную съемку поверхности в видимом и инфракрасном диапазонах спектра с целью изучения ее рельефа и минералогического состава.

В апреле 2018 г. Церера пройдет перигелий (ближайшую к Солнцу точку своей орбиты). Вблизи нашего светила на ней могут происходить интересные процессы, не наблюдаемые во время прохождения других участков орбиты: в частности, предполагается, что залежи льда под церерианской поверхностью под действием солнечного тепла начнут интенсивно испаряться, и образовавшийся водяной пар сформирует разреженную газовую оболочку, которую ранее уже регистрировала европейская космическая обсерватория Herschel. Основываясь на данных Dawn, участники рабочей группы миссии выдвинули гипотезу о том, что некоторое количество водяного пара может вырабатываться под действием высокозэнергетических частиц, испускаемых Солнцем и взаимодействующих со льдом, залегающим на небольшой глубине. Чтобы подтвердить или опровергнуть это предположение, специалисты собираются объединить информацию, передаваемую космическим аппаратом, с результатами наблюдений Цереры наземными телескопами.

В настоящее время группа сопровождения Dawn уточняет мероприятия, запланированные на завершающую часть

миссии. Чтобы предотвратить возможное загрязнение карликовой планеты земными микроорганизмами, аппарат не будет сбрасывать на ее поверхность – он продолжит функционировать на своей финальной орбите «до победного конца» и останется на ней после того, как потеряет связь с Землей. Вероятнее всего, это произойдет из-за исчерпания ресурса бортовых гироскопов системы ориентации где-то во второй половине 2018 г.



▲ Полет над Вестой



Image credit: NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS

# Juno: революция в представлениях о Юпитере

Данные, полученные космическим аппаратом Juno, выявили множество новых, невиданных ранее деталей Юпитера – от большого количества циклонов в приполярных областях планеты (здесь она показана со стороны южного полюса) до масштабных белых облачных овалов, штормов и протяженных газовых потоков.

Уже полтора года на полярной орбите вокруг Юпитера работает космический аппарат Juno (NASA), миссия которого, согласно текущим планам, продлится до апреля 2018 г. Хоть он и не является первым искусственным спутником этой планеты (его предшественник Galileo вел ее исследования с 1995 по 2003 г.), полученная им информация вынудила астрономов существенно пересмотреть значительную часть своих представлений о газовом гиганте. Об этом рассказал главный исследователь миссии Скотт Болтон (Scott Bolton) во время своей лекции на 231-й конференции Американского астрономического общества, состоявшейся 9 января.

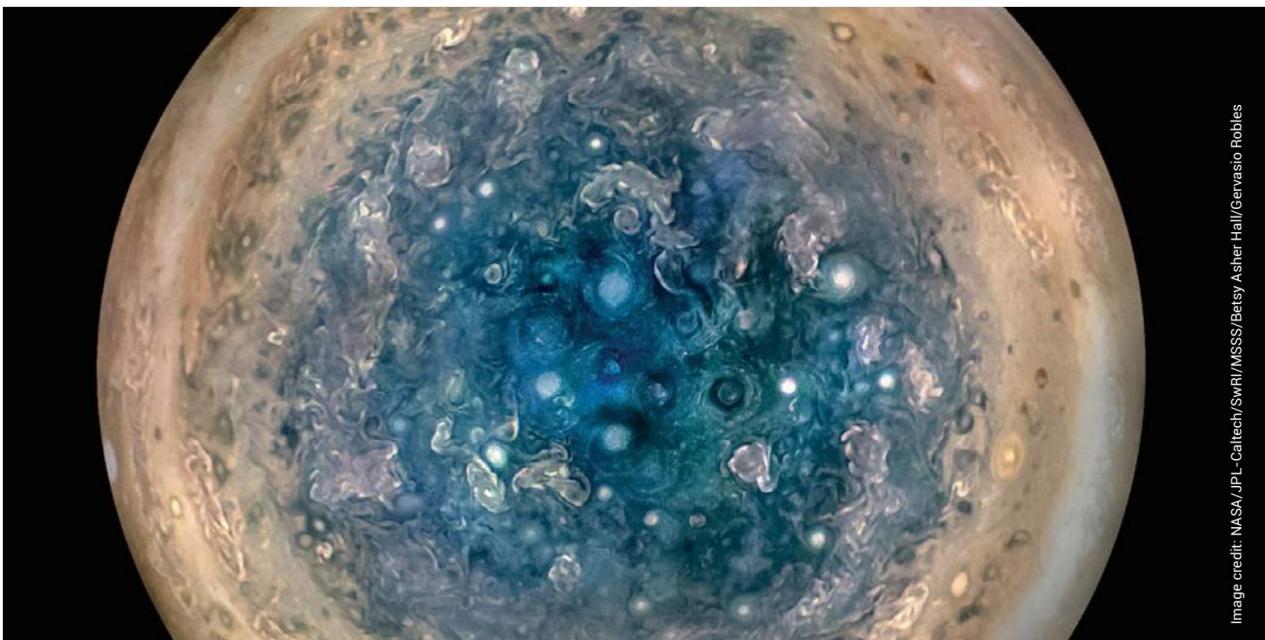
Кроме Juno и Galileo, Юпитер исследовали с пролетных траекторий еще семь американских аппаратов: Pioneer 10 (1973 г.), Pioneer 11 (1974 г.), Voyager 1 и Voyager 2 (1979 г.), Ulysses (1992 г.), Cassini (2000-2001 гг.) и New Horizons (2007 г.). А с помощью наземных телескопов астрономы изучали крупнейшую планету еще со времен первых зрительных труб Галилео Галилея. К моменту запуска зонда Juno ученые неплохо представляли себе, что они могут увидеть на новых изображениях газового гиганта – по крайней мере, так они думали. Реальность оказалась совершенно иной.

На самом деле имевшиеся предположения в отношении внутренней структуры, атмосферы и даже магнитосферы Юпитера были совершенно неправильными. В науке утвердилось мнение, что

он имеет либо очень маленькое плотное ядро, либо, возможно, не имеет его вовсе. Но данные Juno показали, что ядро у гиганта действительно есть, причем очень больших размеров... только у него отсутствует четкая внешняя граница (возможно, его верхний слой частично растворен). Это серьезное несоответствие между ожиданиями планетологов и полученными данными свидетельствует о том, что мы еще слишком многое не знаем о гигантских газовых планетах.

Во время первых нескольких прохождений ближайшей к Юпитеру точки своей орбиты (т.н. периодовия) космический аппарат обнаружил странные скопления циклонов, бушующих вокруг северного и южного юпитерианских полюсов. Juno – первая миссия, которая получила возможность детально изучить приполярные регионы этого небесного тела. Ученые не ожидали, что они будут выглядеть настолько странными и хаотичными. «Если бы кто-то показал мне эти фотографии всего десятилетие назад, я бы никогда не догадался, что это Юпитер» – признался Болтон.

Исследования магнитного поля газового гиганта преподнесли еще больше сюрпризов. Астрономы знали, что он обладает самым сильным «внутренним магнитом» в Солнечной системе (не считая собственно Солнца), но данные Juno свидетельствуют о том, что оценки его мощности следует увеличить еще вдвое. Подобно тому, как это происходит



▲ Крупномасштабный снимок главной юпитерианской «достопримечательности» – Большого Красного Пятна, сфотографированного с близкого расстояния бортовой камерой JunoCam. Изображение обработано «гражданскими учеными» Геральдом Айхштедтом и Сеаном Дораном (Gerald Eichstädt, Seán Doran)

▲ Этот вид Юпитера со стороны южного полюса синтезирован на основе снимков зонда Juno, сделанных с расстояния 52 тыс. км.

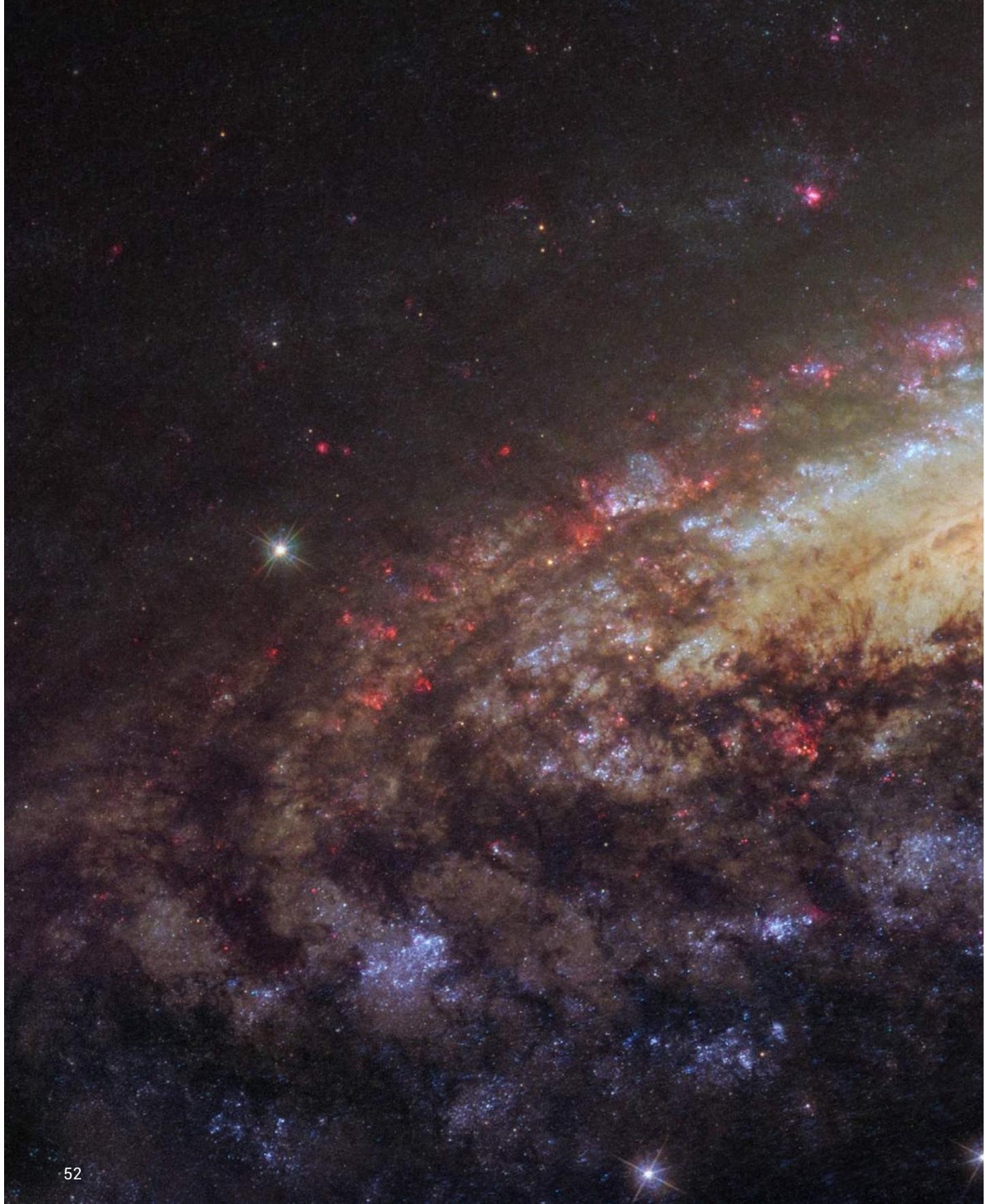
в окрестностях Земли, юпитериансое магнитное поле захватывает заряженные частицы – в основном электроны – и направляет их к полюсам планеты, где эти частицы взаимодействуют с атомами атмосферных газов, создавая яркие сияния (авроры).

Выяснилось, что на Юпитере эти сияния, похоже, «подпитываются» какой-то неведомой энергией, источник которой астрономы пока не могут идентифицировать. Согласно математическим расчетам, юпитерианские авроры должны быть примерно в 10-30 раз более энергичными, чем земные, однако Juno регулярно наблюдал явления, которые оказались в несколько раз ярче, причем без видимых причин. Еще одна странная особенность полярных сияний крупнейшей планеты – они, похоже, гаснут ночью, когда регион, над которым они видны, погружается в темноту. Это значит, что северные и южные авроры Юпитера ведут себя по-разному (опять же, в отличие от полярных сияний на Земле).

В то время как ученые ломают головы над всеми этими новыми загадками, широкая общественность восторгается фотографиями Юпитера, сделанными бортовой камерой JunoCam. Впервые в практике межпланетных полетов «сырые» снимки, полученные космическим аппаратом, сразу выкладываются в открытый доступ на сайте миссии, откуда их могут загружать добровольные помощники («гражданские ученые») для последующей обработки. Энтузиасты помогли создать самые удивительные изображения планеты, которые когда-либо видел мир.

Поскольку Juno продолжает исследования Юпитера и его спутников, можно ожидать, что мы узнаем еще о многих «ошибочных представлениях» астрономов. Как правильно заметил Скотт Болтон, за это мы и любим науку. Он закончил свою лекцию полуточечным пожеланием для студентов: «Продолжайте работать над теориями. Не верьте своим профессорам».

# Нью́лл сфотографировал «двойника» Млечного Пути





На этом впечатляющем снимке, сделанном космическим телескопом Hubble в конце минувшего года, запечатлена галактика NGC 7331 в созвездии Пегаса. Ее открыл в 1784 г. английский астроном Уильям Гершель (William Herschel). Это наиболее яркий внегалактический объект северного полушария небесной сферы, не включенный в знаменитый каталог Мессье.

Сейчас мы знаем, что NGC 7331 удалена от нас на 49 млн световых лет. Подобно нашему Млечному Путю, эта галактика имеет ярко выраженную спиральную структуру. На этом сходство не заканчивается: она также характеризуется близкой массой и сопоставимой скоростью звездообразования, обладает сходным по составу звездным населением, а в ее ядре расположена сверхмассивная черная дыра. Неудивительно, что раньше эту систему часто называли «двойником Млечного Пути».

Впрочем, одно важное отличие у NGC 7331 все же есть: у нее отсутствует бар – так называют вытянутое уплотнение из звезд и межзвездного газа, из концов которого «произрастают» спиральные рукава. Примерно две трети всех известных нам спиральных галактик обладают этой деталью структуры.

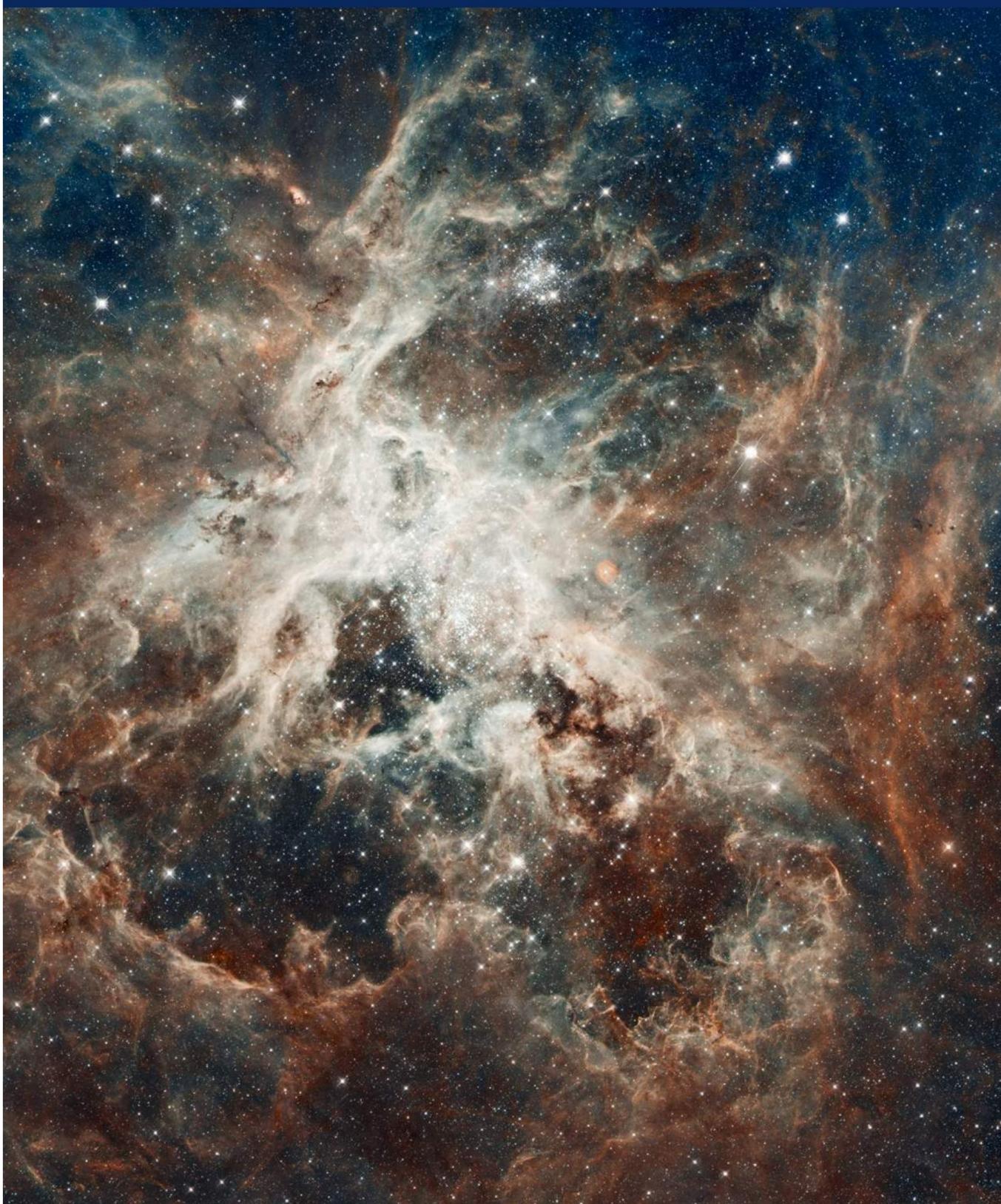
Еще одна интересная особенность NGC 7331 заключается в том, что ее центральная часть (балдж) вращается в противоположном направлении относительно остального галактического диска. Астрономы пока не могут сказать, чем вызвана подобная аномалия; предполагается, что ее причиной могло стать столкновение с другой массивной галактикой в древние времена.

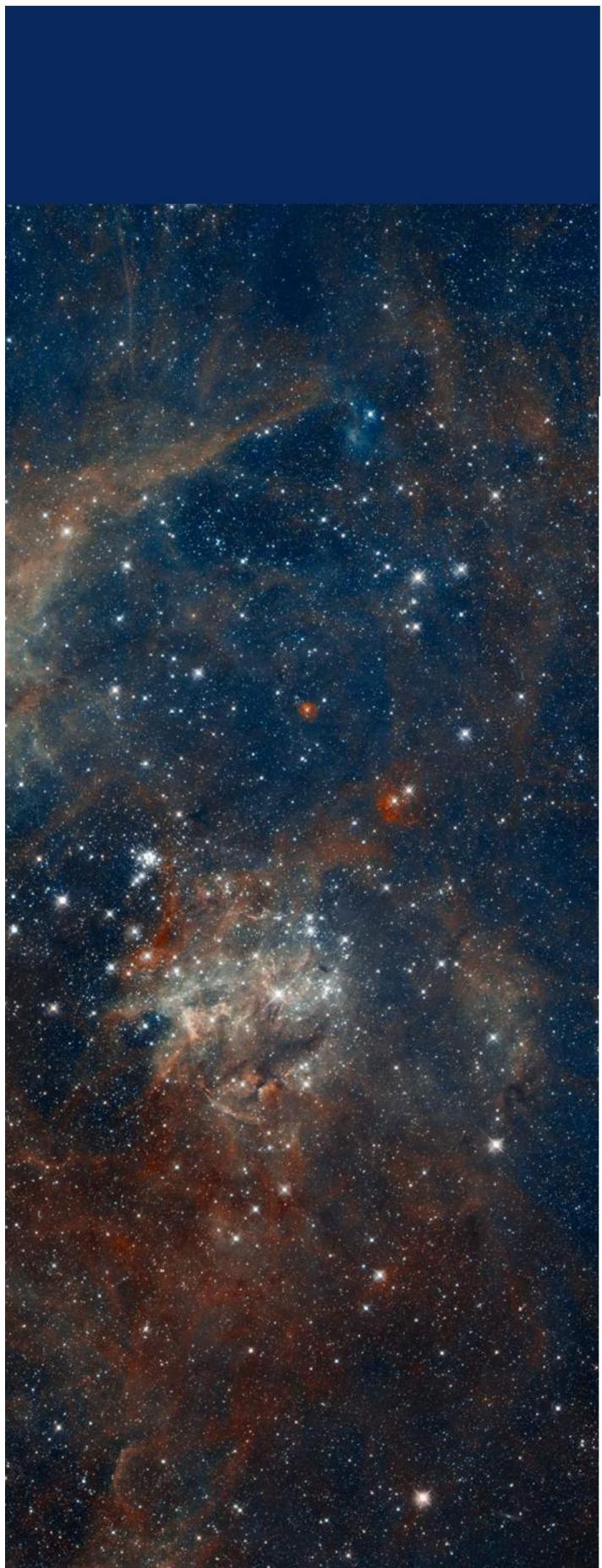
Представленное фото было сделано Камерой широкого поля WFC3, установленной на телескопе Hubble, с целью исследований загадочной сверхновой SN 2014C. Подобные объекты классифицируют в зависимости от наличия или отсутствия в их спектре признаков водорода. Изначально этот элемент в линиях излучения SN 2014C не проявлялся, поэтому ее определили как Сверхновую типа I. Однако в течение года после вспышки она претерпела неожиданную метаморфозу: в ее спектре появилось большое количество ярких водородных линий. Из-за этого ее пришлось переклассифицировать в Сверхновую типа II. По мнению ученых, эта перемена объясняется тем, что за несколько десятилетий до взрыва звезда сбросила в космос огромное количество газа (в основном водорода), по массе примерно эквивалентного Солнцу.

Когда ударная волна космического катаклизма «догнала» выброшенное вещество, она заставила его светиться, что изменило спектр Сверхновой.

Остаток SN 2014C на представленном снимке все еще можно заметить в виде небольшой красной точки выше желтоватого ядра галактики.

## Гигантские звезды туманности «Тарантул»





Туманность «Тарантул» находится на расстоянии 170 тыс. световых лет от нашего Млечного Пути в его спутнике – карликовой галактике Большое Магелланово Облако. Внутри нее расположена одна из крупнейших известных областей звездообразования (для нее используют обозначение NGC 2070 или 30 Золотой Рыбы), где из огромного облака частично ионизованного межзвездного водорода постоянно рождаются новые светила. Поэтому она и пользуется повышенным вниманием астрономов.

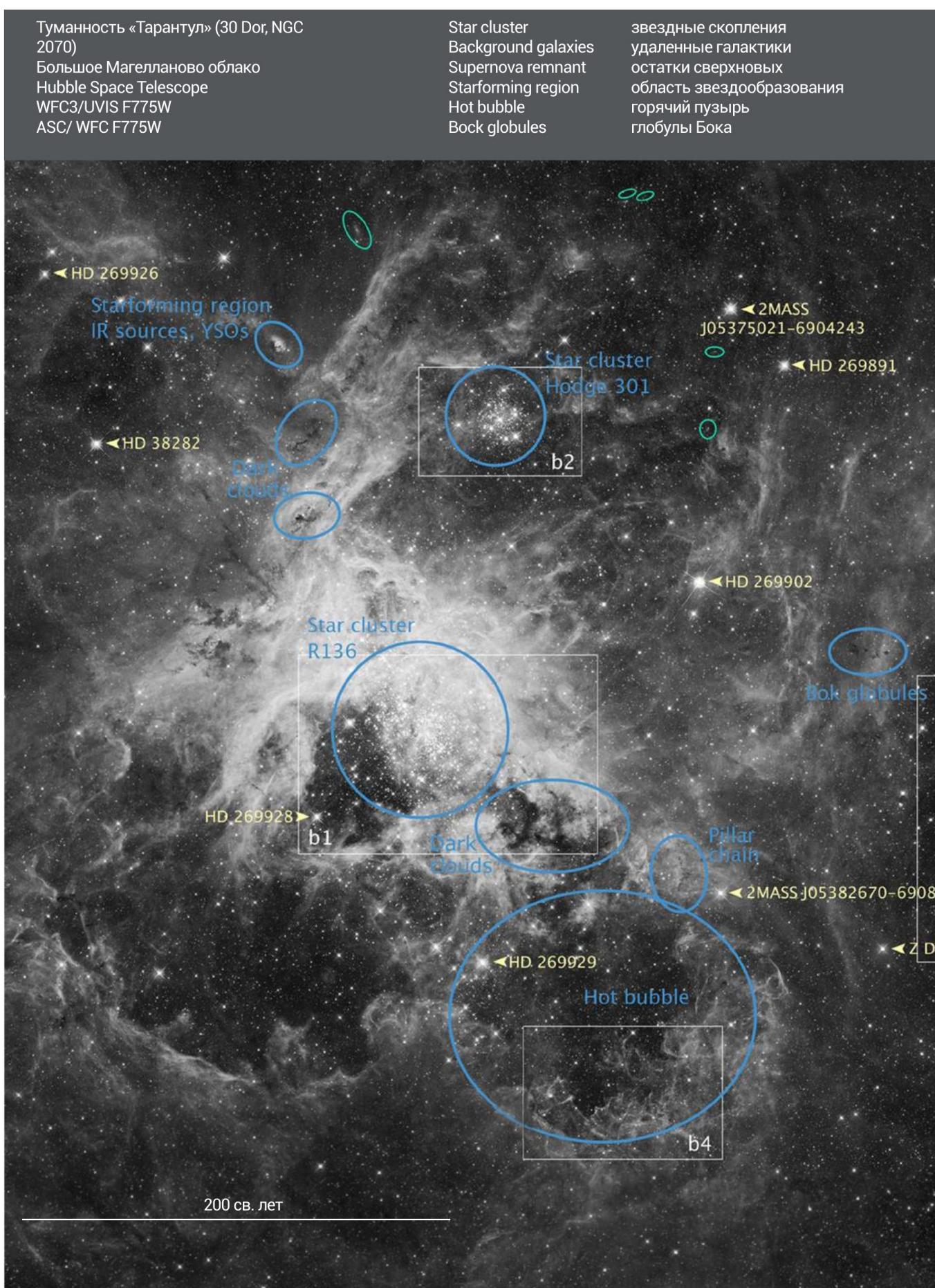
Процессы звездообразования в туманности начались десятки миллионов лет назад и поначалу не ограничивались конкретным регионом. В тех местах, где плотность газа становилась достаточно большой, появлялись локальные скопления молодых звезд. Ученых удивил тот факт, что среди них оказалось гораздо больше массивных светил, чем должно быть согласно предсказаниям существующих теорий. Об этом сообщил астрофизик из Оксфордского университета Фабиан Шнайдер (Fabian Schneider, University of Oxford, UK). Он с коллегами выявил этот факт в ходе детального изучения «Тарантула» в рамках программы VLT-FLAMES, реализуемой на Очень большом телескопе Европейской Южной обсерватории (VLT ESO). Всего было обследовано порядка тысячи звезд. Примерно четверть из них имеют массу от 15 до 200 солнечных. На основании анализа их распределения удалось построить так называемую начальную функцию массы (Initial mass function – IMF). Неожиданностью стало также то, что эта функция приближалась именно к «более массивному» концу выбранной звездной популяции.

До недавнего времени существование звезд, которые тяжелее Солнца в 200 и более раз, вообще ставилось под сомнение. Проведенное исследование показывает, что при рождении заметное количество светил может иметь максимальную массу даже порядка 300 солнечных. Такие объекты характеризуются очень высокой температурой поверхности, а основная часть их излучения приходится на ультрафиолетовый диапазон.

Термоядерные реакции в недрах звезд являются главным источником металлов – так астрофизики обобщенно называют химические элементы тяжелее гелия. Массивные светила живут сравнительно

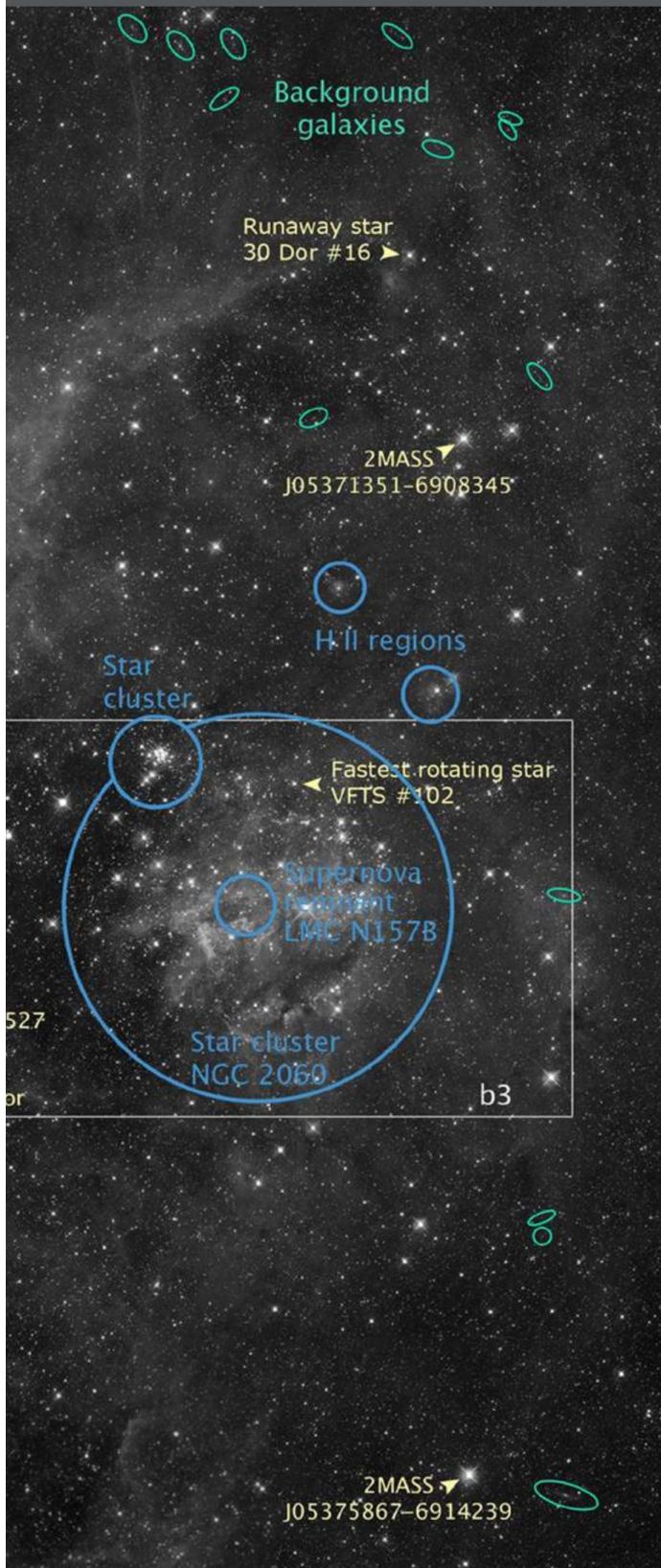
◀ Общий вид центральной части туманности «Тарантул» с расположенной внутри нее областью звездообразования 30 Золотой Рыбы. Это самые большие «звездные ясли» в Местной группе галактик, включающей в себя Млечный Путь и Туманность Андромеды. Здесь содержится несколько миллионов молодых светил, часть из которых имеет массу свыше 200 солнечных. Мы можем наблюдать их на самых разных стадиях эволюции – практически от рождения до остатков взрывов сверхновых, происходящих в момент их гибели. Самый яркий участок туманности (левее центра изображения) содержит около 500 тыс. звезд, возрастом порядка 2 млн лет. Данное изображение составлено из снимков, сделанных камерами WFC3 и ACS орбитальной обсерватории Hubble в 2011 г., а также наземным 2,2-метровым телескопом обсерватории Ла Силья (Чили). Оно было опубликовано в апреле 2012 г. по случаю 22-й годовщины вывода на орбиту легендарного космического телескопа. Ширина изображения эквивалентна примерно 650 световым годам.

Все изображения: NASA, ESA, D. Lennon and E. Sabbi (ESA/STScI), J. Anderson, S. E. de Mink, R. van der Marel, T. Sohn, and N. Walborn (STScI), N. Bastian (Excellence Cluster, Munich), L. Bedin (INAF, Padua), E. Bressert (ESO), P. Crowther (University of Sheffield), A. de Koter (University of Amsterdam), C. Evans (UKATC/STFC, Edinburgh), A. Herrero (IAC, Tenerife), N. Langer (Aifa, Bonn), I. Platais (JHU), and H. Sana (University of Amsterdam)



Для всех изображений в этом релизе:

Credit: NASA, ESA, D. Lennon and E. Sabbi (ESA/STScI), J. Anderson, S. E. de Mink, R. van der Marel, T. Sohn, and N. Walborn (STScI), N. Bastian (Excellence Cluster, Munich), L. Bedin (INAF, Padua), E. Bressert (ESO), P. Crowther (University of Sheffield), A. de Koter (University of Amsterdam), C. Evans (UKATC/STFC, Edinburgh), A. Herrero (IAC, Tenerife), N. Langer (AifA, Bonn), I. Platais (JHU), and H. Sana (University of Amsterdam)



недолго (не более нескольких миллионов лет). За это время они испускают большое количество излучения, ионизирующего окружающий межзвездный газ, а также «снабжают» веществом и кинетической энергией мощные звездные ветра, представляющие собой потоки заряженных частиц. Потом эти светила гибнут в грандиозных взрывах, наблюдавшихся как вспышки сверхновых.

Свет первых массивных звезд имел решающее значение при повторном освещении Вселенной после так называемых Темных Веков — эпохи, когда наш мир расширился настолько, что реликтовое излучение «покинуло» видимый диапазон и перешло в инфракрасную часть спектра. Вещество, выбрасываемое гигантскими светилами за время их активного существования, сильно влияет на эволюцию галактик. Чтобы лучше понять механизмы этого влияния, нам необходимо точнее знать, сколько всего рождается таких «звездных mastodontov».

«Наши результаты имеют далеко идущие последствия для понимания космоса, — прокомментировал итоги работы своей группы доктор Шнайдер. — Теперь оценки числа сверхновых нужно увеличить на 70%, выход химических элементов — утроить, а ионизирующую излучение от массивных звездных популяций должно быть в четыре раза больше». Кроме того, по словам ученого, на 180% может быть увеличена частота образования черных дыр, что напрямую отразится на оценке общего количества слияний в системах из двух сверх массивных объектов, которые были недавно зарегистрированы с помощью новых детекторов гравитационных волн.

◀ В туманности «Тарантул» содержатся практически все типы объектов, так или иначе связанных с рождением, жизнью и гибеллю звезд. Они хорошо видны на этом снимке, сделанном Камерой широкого поля WFC3 и Усовершенствованной обзорной камерой ACS космического телескопа Hubble в красной части видимого спектра и ближнем инфракрасном диапазоне.

Наиболее примечательные из отдельных звезд подписаны желтым цветом. Указаны их обозначения по каталогу Генри Дрепера (HD) или обзора всего неба на длине волны 2 мкм (2MASS) — последние, как правило, слишком слабы в видимом свете, что усложняет их визуальные наблюдения, но хорошо видны в инфракрасном диапазоне. Особо интересны объекты, обозначенные как 30 Dor #16 (звезда, «выброшенная» гравитационными возмущениями из рассеянного скопления 30 Золотой Рыбы) и VFTS #102 — звезда с самой большой известной скоростью вращения вокруг оси.

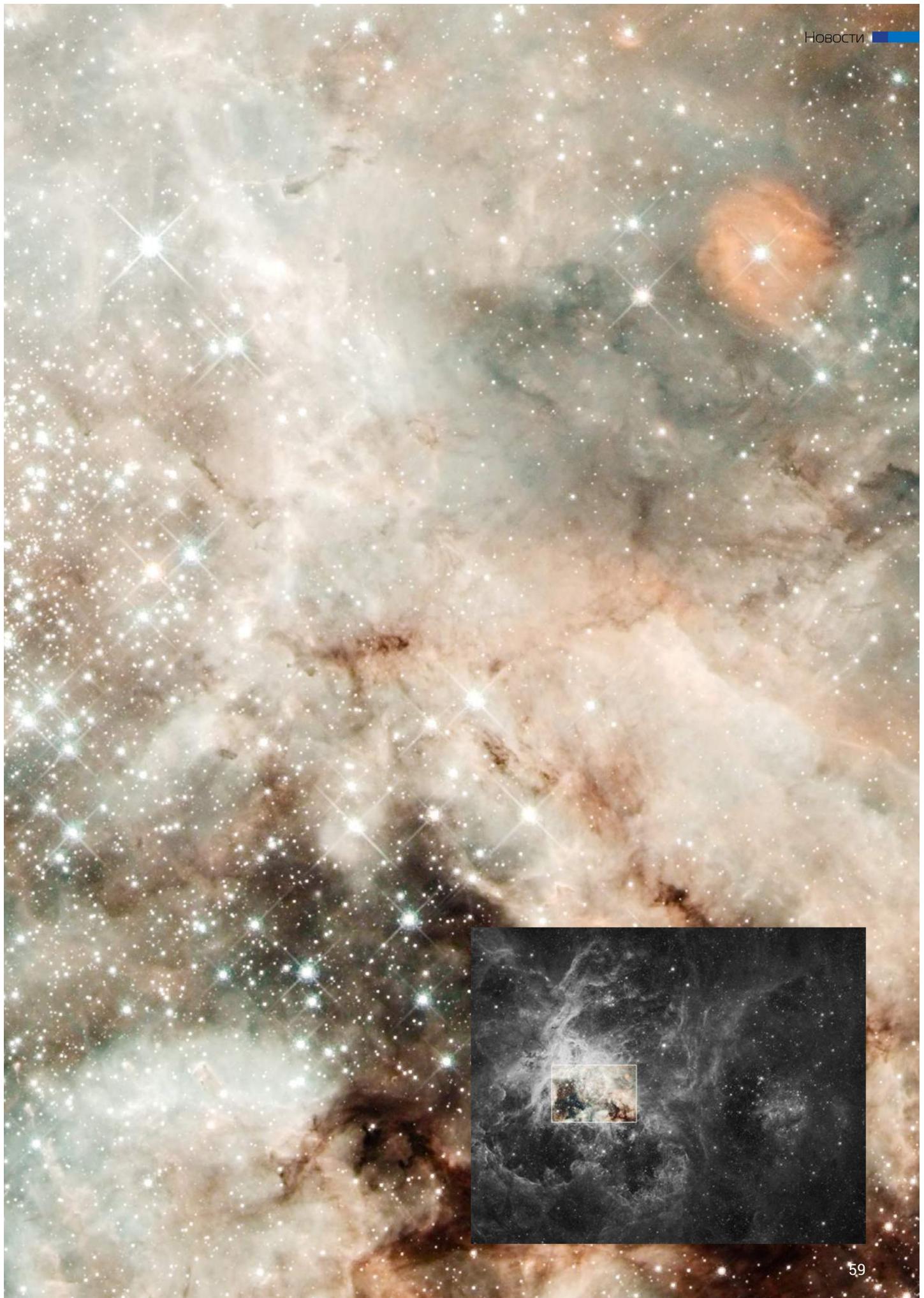
Звездные скопления, рассыпанные по всей туманности «Тарантул», обведены голубыми кольцами и эллипсами. Они образовались в разное время из огромных облаков газа и пыли. Излучение входящих в их состав горячих звезд «расталкивает» окружающее вещество, придавая ему удивительные формы и вызывая зарождение в нем новых поколений светил.

Межзвездная пыль заметна в виде темных волокон и сгустков, поглощающих свет лежащих позади них объектов. Часть из них, также обведенная голубым, представляет собой особенно плотные структуры — так называемые «глобулы Бока» (Bok globules). Предполагается, что внутри них происходит формирование массивных звезд. Далекие галактики, видимые «сквозь» Большое Магелланово Облако, обведены зелеными эллипсами. Они находятся от нас в сотни раз дальше (на расстояниях в десятки миллионов световых лет), поэтому выглядят очень маленькими. Многие из них недоступны наблюдениям, поскольку их свет поглощает пылевая материя. Благодаря большой удаленности эти галактики практически не меняют положения на небесной сфере и служат неплохими «точками отсчета», относительно которых астрономы могут измерять движение более близких объектов, регистрируя изменения их положений в течение нескольких лет. Пока такие измерения доступны только телескопу Hubble, обладающему наибольшей разрешающей способностью из всех имеющихся астрономических инструментов.

## Достопримечательности туманности «Тарантул»

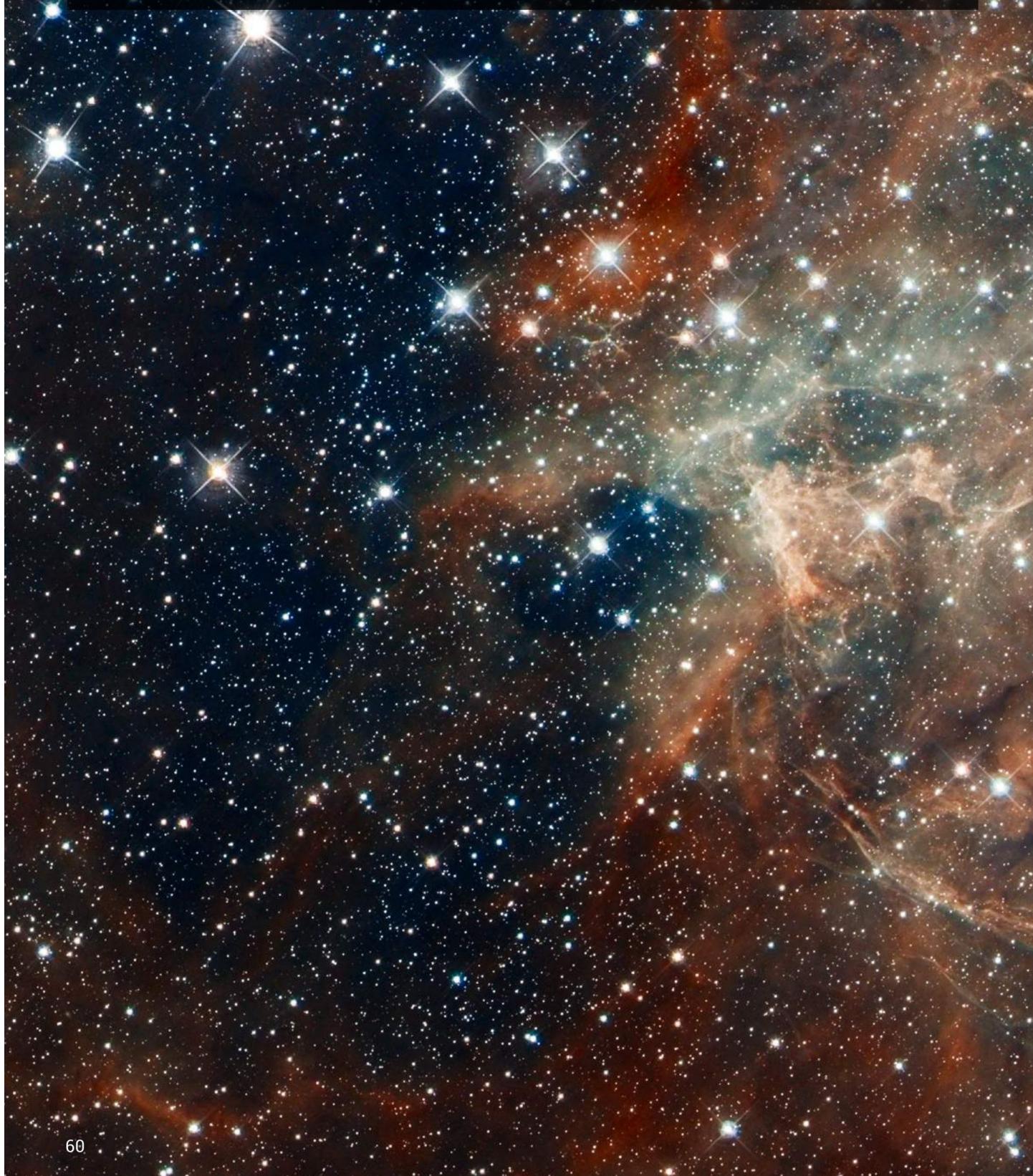
Центральная часть туманности – огромное рассеянное звездное скопление NGC 2070, содержащее до полумиллиона звезд возрастом около 2 млн лет. В его плотном ядре, получившем обозначение R136, находятся наиболее массивные из всех известных звездообразных объектов. Всего два или три самых крупных и ярких из них обеспечивают почти половину излучения, поступающего из этого региона.

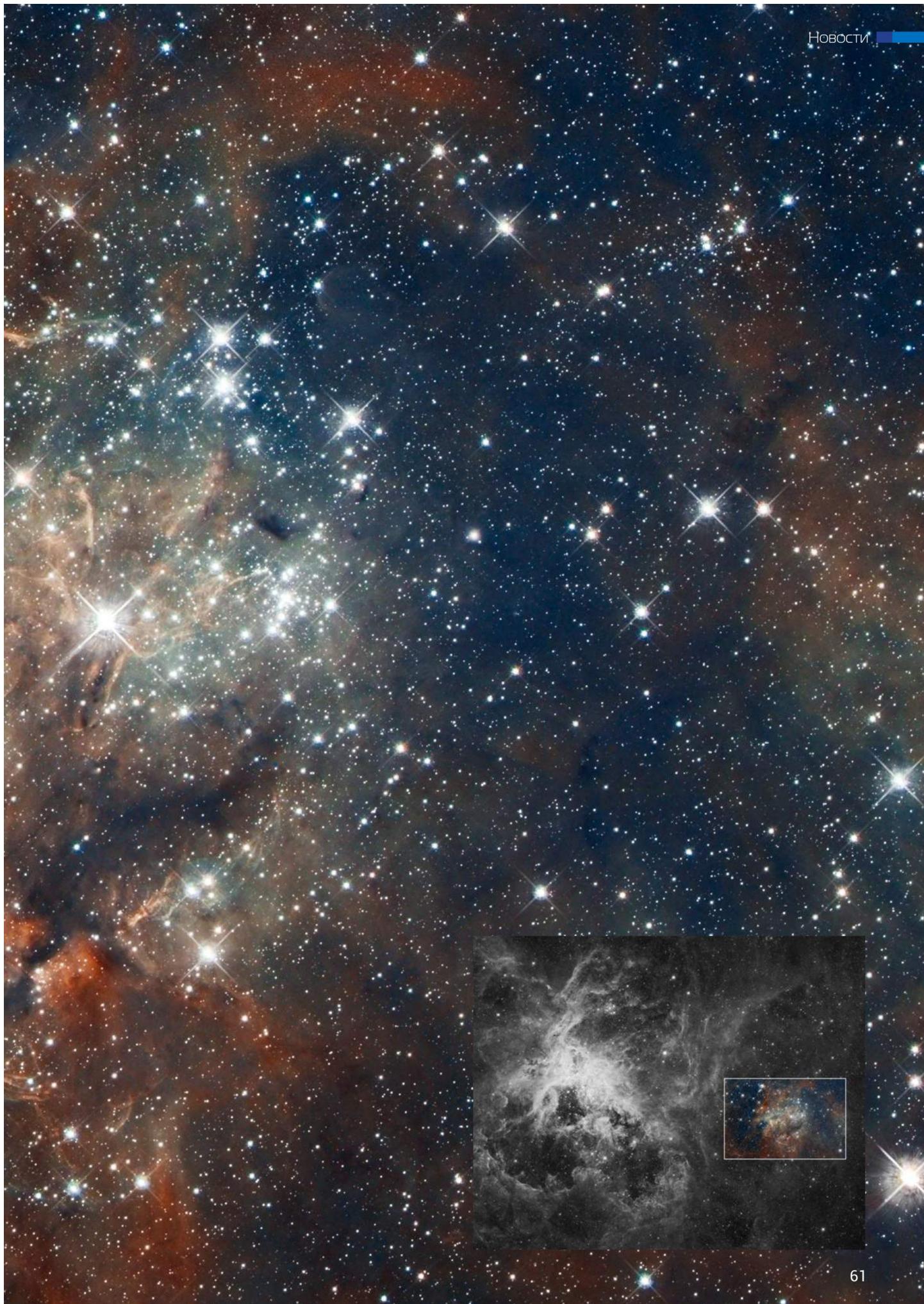




## Достопримечательности туманности «Тарантул»

На этом снимке, сделанном космическим телескопом Hubble, видна часть туманности «Тарантул», содержащей наиболее массивные из всех известных звезд. Скопление Hodge 301 имеет возраст от 20 до 25 млн лет, определенный по заметно большему содержанию старых красных супергигантов. Около 40 массивных звезд уже успели взорваться как сверхновые. Сброшенные при взрывах оболочки, расширяясь, столкнулись с веществом, испускаемым светилами, которые принадлежат к скоплению R136. В результате возникло плоское облако с повышенной плотностью, где сразу начались активные процессы звездообразования (их результаты пока скрыты от нас межзвездной пылью).

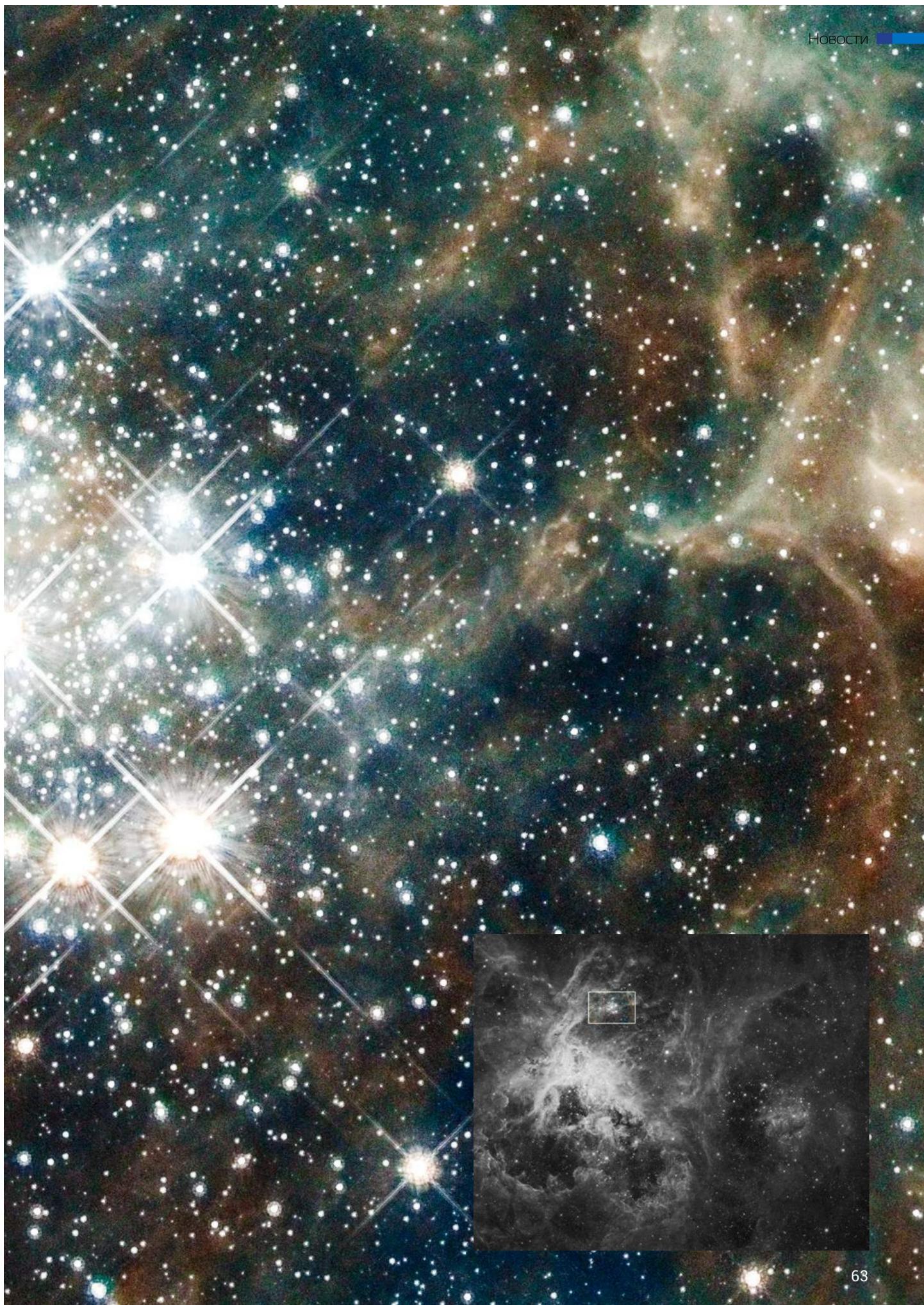




## Достопримечательности туманности «Тарантул»

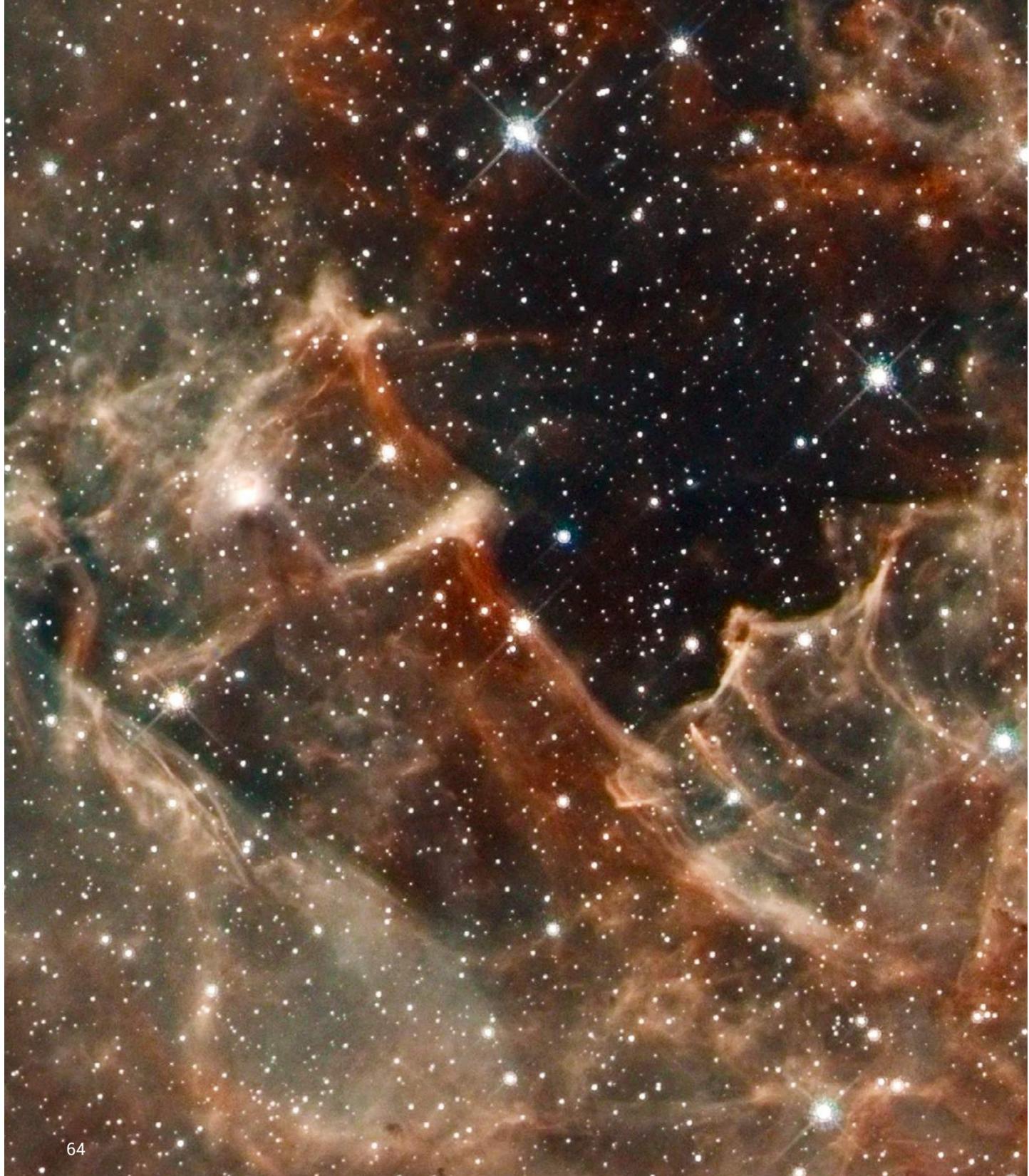
Распадающееся рассеянное скопление NGC 2060. Суммарной массы его звезд оказалось недостаточно, чтобы гравитация удержала их от разлета. Через несколько миллионов лет они рассеются в пространстве — как и члены большинства подобных «звездных семейств». Газовое облако, окружающее скопление, несет на себе следы взрыва сверхновой, произошедшего здесь около 10 тыс. лет назад. Темный регион в нижней части снимка — плотное облако межзвездной пыли.

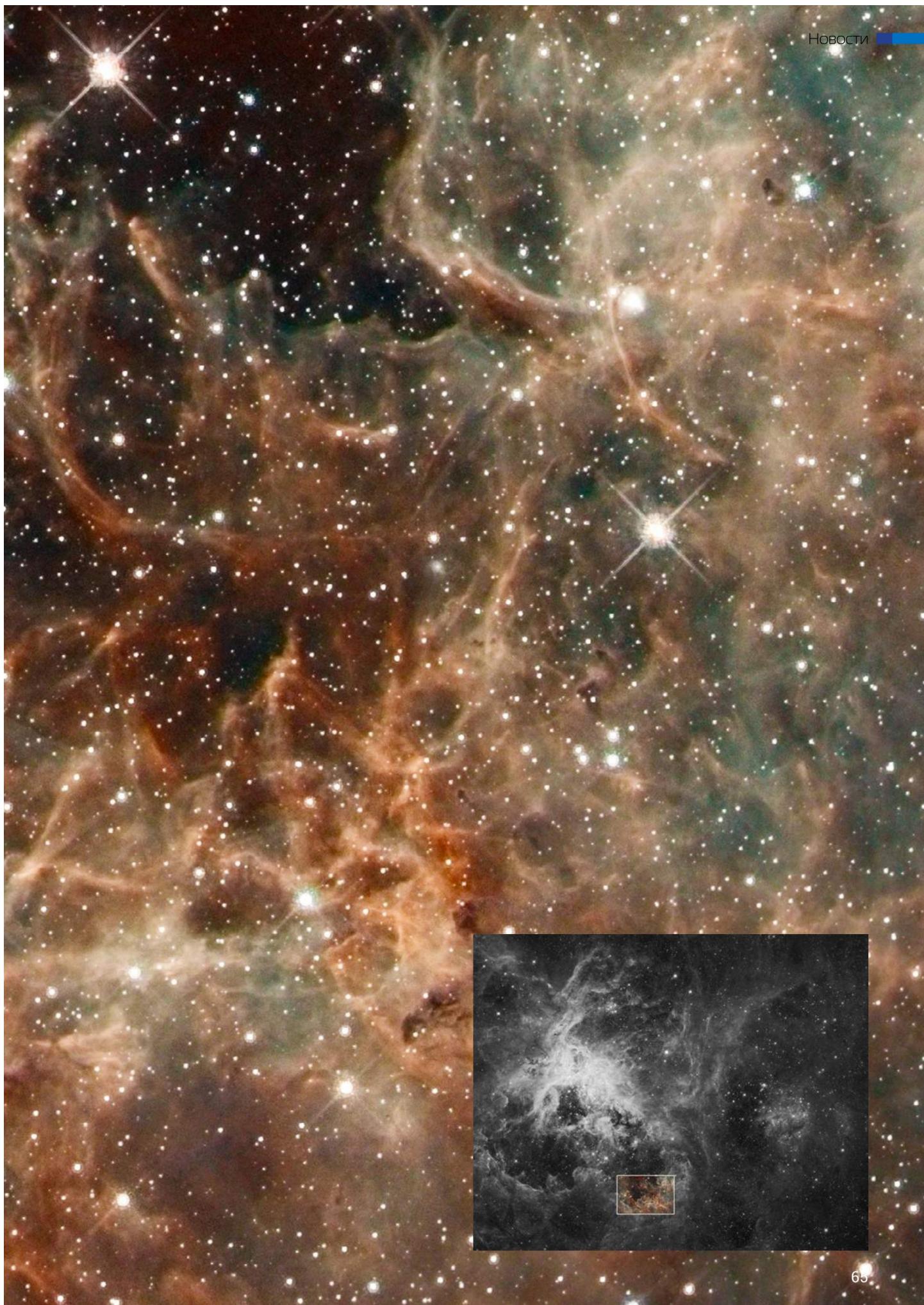




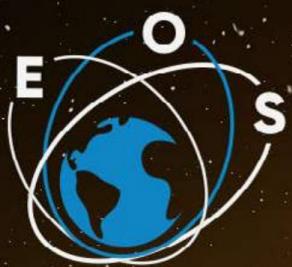
## Достопримечательности туманности «Тарантул»

Эта область, напоминающая коралловый риф, на самом деле представляет собой результат разрушения газового облака излучением гигантских светил скопления R136, расположенного над верхним краем снимка. Внутри темных туманностей находятся зарождающиеся звезды, недоступные наблюдениям в видимом диапазоне из-за непрозрачной пылевой завесы. «Колонны» сравнительно плотного газа длиной в несколько световых лет, выступающие из волнистого ландшафта туманности, также являются своеобразными «инкубаторами», в которых формируются молодые звезды.





**Генеральные спонсоры:**



**EARTH  
OBSERVING  
SYSTEM**

Listening To The Pulse Of The Planet



AUTO  
Standard  
Group

**Издается при поддержке:**



Национальная  
академия  
наук Украины



Государственное  
космическое  
агентство Украины



Главная  
астрономическая  
обсерватория  
НАН Украины



Аэрокосмическое  
общество  
Украины



Информационно-  
аналитический  
центр  
«Спейс-Информ»



Государственный  
астрономический  
институт им. П. К. Штернберга  
Московского  
государственного  
университета



Украинская  
астрономическая  
ассоциация

Международное  
Евразийское  
астрономическое  
общество