

Вселенная

пространство * время



ЕВРОАСТРОФЕСТ ЛОНДОН 2015

Невидимая Вселенная
телескопа Herschel
Возвращение на Луну

ТЕМА НОМЕРА

Hubble: четверть столетия наблюдений

За 25 лет работы на околоземной орбите космический телескоп Hubble неизмеримо расширил наши знания о Вселенной. Миллионы снимков, сделанных этим инструментом, завораживают и потрясают наше воображение.

ЭКСКЛЮЗИВ

Владислав Шевченко
*Вещество других
звезд на Луне*

Плутон
и Харон
все ближе

Месторождения
галактических
кластеров

Над северным
полюсом
Цереры



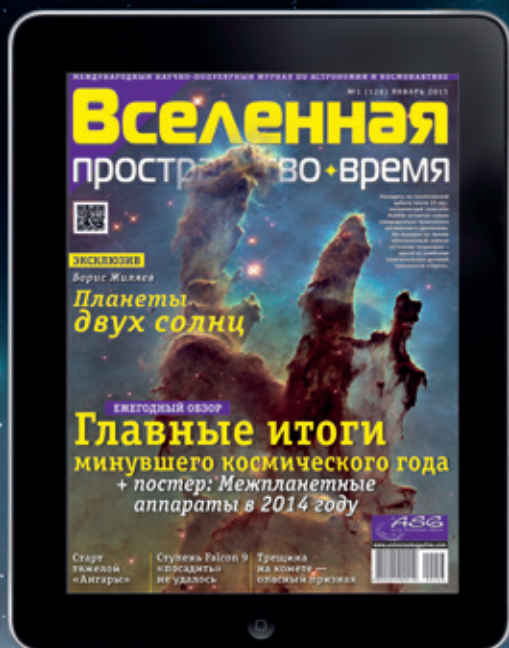
www.universemagazine.com



4 182009 412000 101 0 0129

ДОСТУПНА ЦИФРОВАЯ ВЕРСИЯ ЖУРНАЛА

С ПЕРВОГО НОМЕРА ПО ТЕКУЩИЙ ♦ В ЛЮБОЙ ТОЧКЕ МИРА ♦ В ЛЮБОЕ ВРЕМЯ



«ВСЕЛЕННАЯ, ПРОСТРАНСТВО, ВРЕМЯ» — ЭТО:

- Актуальная информация от ведущих мировых обсерваторий, университетов и космических агентств
- Авторские статьи: просто о сложном
- Впервые публикуемые фантастические рассказы
- Эксклюзивные обзоры и аналитические материалы

WWW.SHOP.UNIVERSEMAGAZINE.COM

КЛУБ «ВСЕЛЕННАЯ, ПРОСТРАНСТВО, ВРЕМЯ»

www.universemagazine.com

Астрономия, астрофизика, космогония, физика микромира

Космонавтика, космические исследования

Планетология, науки о Земле: геология, экология и др.

Науки о жизни: биология, микробиология, экзобиология

Жизнь на Земле, палеонтология, антропология, археология, история цивилизаций

15 мая состоится собрание Научно-просветительского клуба

«Вселенная, пространство, время».

Место и время проведения: Киевский Дом ученых НАНУ, 18:30, Белая гостиная.

Адрес: ул. Владимирская, 45а (ст. метро «Золотые ворота»).

Тел. для справок: 050 960 46 94

На собрании будет представлен доклад

СТО ЛЕТ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Общая теория относительности Альберта Эйнштейна (ОТО) является современной теорией всемирного тяготения, которая подтверждается множеством экспериментов и данными астрономических наблюдений. В лекции будет популярно изложена суть ОТО, описано ее нынешнее состояние и перспективы дальнейшего развития.

Докладчик: Анатолий Тугай

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры астрономии и физики космоса физического факультета Киевского национального университета им. Тараса Шевченко.

Приглашаем всех желающих!

Вход по абонементам. Стоимость годового абонемента Дома ученых – 50 грн.

Приветствуются также добровольные взносы на проведение просветительских мероприятий Дома ученых.



Присоединяйтесь к нам в соцсетях «Вселенная, пространство, время»





СОДЕРЖАНИЕ

Апрель 2015

СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

Вещество других звезд на Луне

Владислав Шевченко 4

Возвращение на Луну

Ян Кроуфорд 11

Новости

Жидкость на Марсе — соляной раствор 12

MRO: проблемы с компьютером 12

Curiosity раскрыл секреты «Города-сада» 14

Над северным полюсом Цереры 16

Rosetta нашла молекулярный азот 16

Возвращение к Рее 17

Плутон и Харон все ближе 17

ВСЕЛЕННАЯ

Скрытая Вселенная телескопа Herschel

Крис Норт 18

Новости

Звездное скопление к юбилею 22

ТЕМА НОМЕРА

Hubble: четверть века на службе человечеству
Рэй Виллард 24

Месторождения галактических кластеров 30

КОСМОНАВТИКА

Новости

SpaceX продолжает эксперименты 31

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

Итоги конкурса «Северное сияние 17-18 марта»
Валерия Силантьева 32

Небесные события июня 34

Галерея любительской астрофотографии 38



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

Издается при поддержке Национальной академии наук Украины, Государственного космического агентства Украины, Международного Евразийского астрономического общества, Украинской астрономической ассоциации, Информационно-аналитического центра «Спейс-Информ», Аэрокосмического общества Украины

Подписаться на журнал можно в любом почтовом отделении (подписные индексы указаны ниже).

Ждем вас в магазине Киев, ул. Нижний Вал, 3-7

стр. 4



Руководитель проекта, главный редактор: Гордиенко С.П., к.т.н.
Руководитель проекта, коммерческий директор: Гордиенко А.С.
Заместители главного редактора: Манько В.А., Остапенко А.Ю. (Москва)
Редакторы: Рогозин Д.А., Ковальчук Г.У.
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 информационного комитета Аэрокосмического общества Украины, 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
Черепашук А.М. — директор Государственного астрономического института им. Штернберга (ГАИШ), академик РАН

Чурюмов К.И. — член-корреспондент НАН Украины, доктор ф.-м. наук, профессор Киевского национального Университета им. Т. Шевченко
Дизайн, компьютерная верстка: Галушка Светлана
Отдел продаж: Царук Алена, Гордиенко Татьяна, Чура Павел
тел.: (067) 370-60-39
Адрес редакции: 04071, Киев, ул. Нижний Вал, 3-7.
тел.: (044) 295-00-22
тел./факс: (044) 295-00-22
e-mail: uverce@gmail.com
info@universemagazine.com
www.universemagazine.com

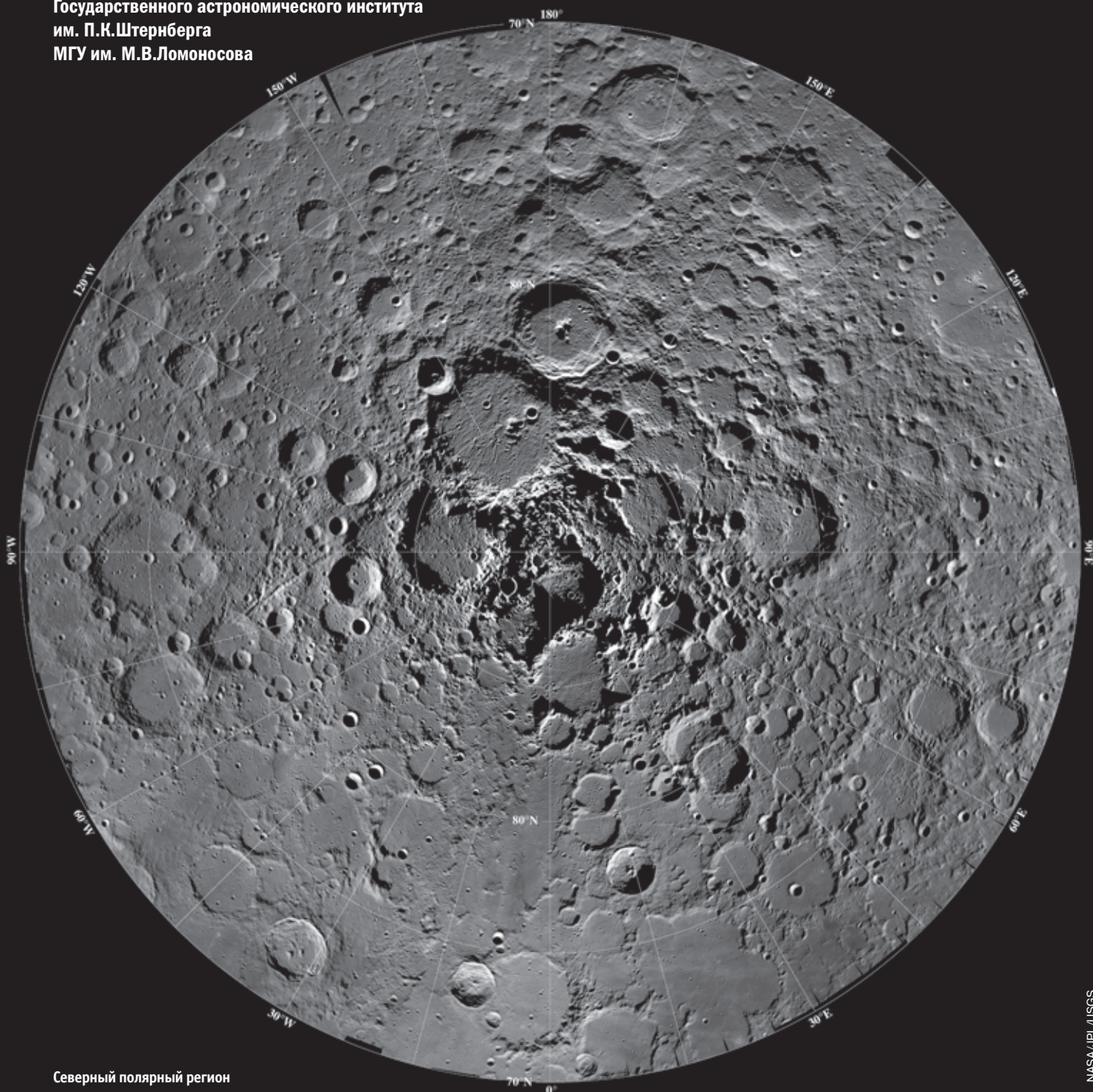
тел.: (499) 707-13-10, (495) 544-71-57, (800) 555-40-99 звонки с территории России бесплатные
Распространяется по Украине и в странах СНГ
В рознице цена свободная
Подписные индексы Украина: 91147
Россия: 12908 — в каталоге «Пресса России» 24524 — в каталоге «Почта России» 12908 — в каталоге «Урал-Пресс»
Учредитель и издатель ЧП «Третья планета»
© ВСЕЛЕННАЯ, пространство, время — №4 апрель 2015
Зарегистрировано Государственным комитетом телевидения и радиовещания Украины.

Свидетельство КВ 7947 от 06.10.2003 г.
Тираж 8000 экз.
Ответственность за достоверность фактов в публикуемых материалах несут авторы статей
Ответственность за достоверность информации в рекламе несут рекламодатели
Перепечатка или иное использование материалов допускается только с письменного согласия редакции.
При цитировании ссылка на журнал обязательна
Формат — 60x90/8
Отпечатано в типографии ООО «Прайм-принт», Киев, ул. Малинская, 20.
т. (044) 592-35-06

Вещество других звезд на Луне

Наш естественный спутник хранит немало тайн, разгадка которых позволит лучше понять эволюцию Солнечной системы. Самыми многообещающими областями Луны в этом плане являются ее полярные регионы.

Владислав Шевченко
 профессор, зав. отделом исследований Луны и планет
 Государственного астрономического института
 им. П.К.Штернберга
 МГУ им. М.В.Ломоносова



Северный полярный регион

В исследованиях Луны был период, когда к ней существенно ослабело внимание и значительной части научного сообщества, и широкой публики, интересующейся успехами науки и космонавтики. После завершения программы Apollo¹ и полетов автоматических межпланетных станций серии «Луна» в исследованиях нашего естественного спутника наступила долгая пауза. В ответ на призывы ученых продолжить лунную программу доводилось слышать от весьма высокопоставленных руководителей, что после того, как по Луне походили люди, там уже нечего делать. Последним лунным зондом того периода стала АМС «Луна-24», запущенная с космодрома Байконур 9 августа 1976 г. с помощью четырехступенчатой ракеты-носителя «Протон-К». После посадки станции в юго-восточной части Моря Кризисов было проведено бурение грунта на глубину около 2 м. Полученную колонку вещества загрузили в возвращаемый аппарат, который 22 августа 1976 г. доставил на Землю 170 г новых образцов лунных пород.² В марте 2010 г. посадочная ступень АМС, оставшаяся на Луне и послужившая стартовым комплексом для возвращаемого аппарата, была обнаружена на снимках

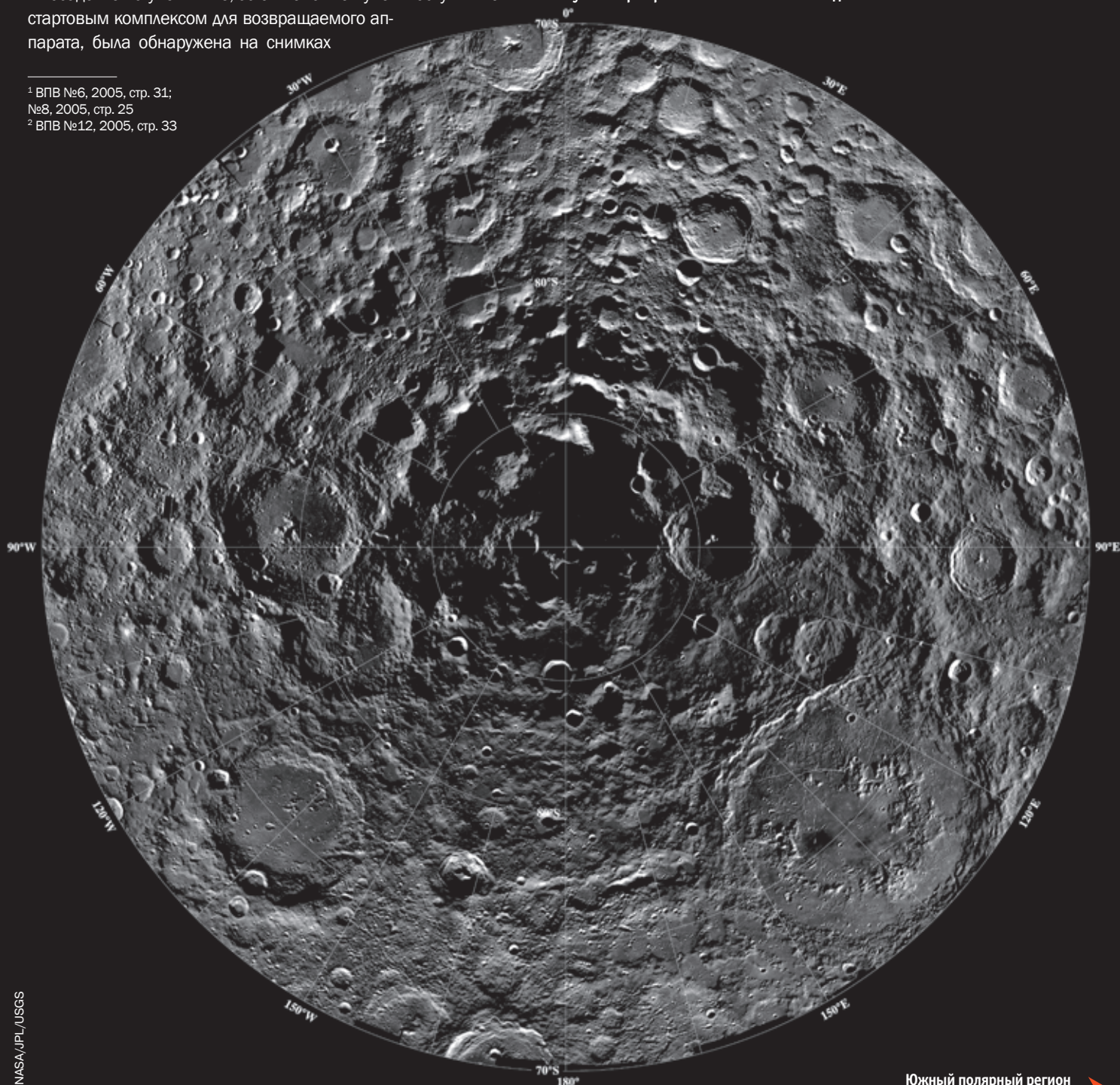
с высоким разрешением, переданных американским спутником LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter).³

Пауза в исследованиях Луны средствами космонавтики длилась около 18 лет. Лишь в январе 1994 г. к ней направился космический аппарат Clementine.⁴ Перед этим в 1990 и 1992 гг.

³ ВПВ №6, 2009, стр. 2; №11, 2010, стр. 4

⁴ ВПВ №1, 2008, стр. 24

▼ Снимки северного и южного полярных регионов Луны в ортографической проекции, центрированной на точку полюса, составлены из полутора тысяч изображений, полученных американским аппаратом Clementine. В окрестностях северного полюса местность более ровная, однако и здесь ученые предполагают наличие «холодных ловушек», никогда не освещаемых Солнцем и содержащих запасы замерзших летучих веществ. Бассейн Шредингера (Schrodinger Basin) диаметром 320 км расположен в правой нижней части изображения южного полярного региона. Между ним и точкой полюса находится менее выраженная ударная структура Амундсен-Гансвиндт (Amundsen-Ganswindt). Эта часть лунной поверхности особенно перспективна в смысле поисков водяного льда благодаря наличию большого количества глубоких кратеров с постоянно затененным дном.



¹ ВПВ №6, 2005, стр. 31; №8, 2005, стр. 25

² ВПВ №12, 2005, стр. 33

спектрозональную съемку лунной поверхности осуществила АМС Galileo,⁵ которая, двигаясь по сложной траектории к Юпитеру, дважды возвращалась к Земле, фотографируя во время сближений также и Луну. Но эти исследования носили в основном технологический характер.

Итак, почти через месяц после старта, выполнив ряд орбитальных маневров и испытаний оборудования, аппарат Clementine, наконец, вышел на окололунную орбиту. За два последующих месяца он передал на Землю около 1,8 млн изображений Луны. В январе 1998 г. к ней направился еще один американский зонд Lunar Prospector,⁶ чтобы получить подробные карты химического состава лунной поверхности и уточнить параметры магнитного поля нашего спутника. Для проведения этих исследований зонд находился на орбите высотой около 100 км.

В последующие годы на окололунные орбиты были отправлены аппараты, созданные учеными и конструкторами США, Европы, Японии, Индии и Китая.⁷ Наконец, пришло время и очередной мягкой посадки: через 37 лет после советской АМС, 14 декабря 2013 г., на лунную поверхность опустился китайский зонд «Чань'э-3», доставивший туда первый китайский луноход.⁸

Вода на Луне

На протяжении всей истории исследования Луны бесспорным казалось утверждение, что на лунной поверхности не существует даже самых незначительных запасов летучих субстанций (затвердевших газообразных веществ) и, в частности, воды, которая там теоретически может существовать в виде отложений водяного льда. В самом деле, малая сила тяжести — в 6 раз меньше, чем на Земле — и высокие дневные температуры, достигающие на лунном экваторе +130 °С, неизбежно должны приводить к испарению и рассеиванию подобных веществ в окружающем космосе. Следствием таких условий является практически полное отсутствие у нашего спутника атмосферы. Летучие вещества, которые могут появляться в окололунной среде в результате дегазации недр или при падениях кометных ядер (водород, кислород, молекулы воды и даже такие тяжелые элементы, как аргон), под воздействием солнечного ветра и излучения «сдуваются» в межпланетное пространство.

Но теоретические оценки, выполненные задолго до непосредственных наблюдений с борта космических аппаратов, показывали, что отложения замерзших летучих веществ, включая водяной лед, на лунной поверхности возможны в местах постоянно низких температур. Следует учесть, что к плоскости эклиптики экватор Луны наклонен всего на 1,5°. Это означает, что в ее полярных районах солнечные лучи распространяются почти параллельно поверхности. Следовательно, даже в небольших впа-

динах вблизи полюсов существуют области, постоянно или в течение значительного времени находящиеся в тени. Отсутствие атмосферы приводит к тому, что освещенные и темные участки — даже расположенные по соседству — могут иметь сильно различающиеся температуры (поскольку отсутствует среда, обеспечивающая перенос тепла). Таким образом, в постоянно затененных местах приполярных кратеров возникают так называемые «холодные ловушки», где температура поверхности, согласно расчетам, проведенным в свое время в ГАИШ МГУ, не поднимается выше 100 К (-173 °С) в течение длительных периодов времени — практически вечно. Попавшие в такую ловушку атомы даже самого летучего газа — водорода — теряют свою подвижность и конденсируются, образуя довольно значительные по массе отложения. Вот так и могли появиться залегающие под поверхностью лунные «полярные льды».

Измерения, проведенные впоследствии с борта LRO высокочувствительным радиометром Diviner, способным диагностировать участки с очень низкой температурой, подтвердили реальность подобных моделей: в отдельных затененных кратерах измеренная температура поверхности не превышала 50 К (-223 °С).

Одним из самых важных результатов, полученных в процессе выполнения научной программы КА Clementine, стало обнаружение в южном полярном районе Луны признаков существования водяного льда. Аппарат искал его методом радиозондирования: с помощью бортового передатчика производилось облучение лунной поверхности, а отраженный сигнал принимали на Земле и по его спектру судили о веществе, от которого он отразился. Первое же зондирование показало, что интенсивность и поляризация радиозахвата от выбранной области между южным полюсом и кратером Амундсен резко отличались от значений, характерных для обычного лунного грунта. По своим параметрам принятые сигналы имели характеристики, подобные тем, которые могли быть получены при исследовании Гренландии или ледяных галилеевых спутников Юпитера. Так появились первые, пока еще косвенные свидетельства существования значительных отложений замерзших летучих веществ в «холодных ловушках».

Среди приборов следующего аппарата, направленного к Луне (им, как уже говорилось, стал Lunar Prospector), имелись гамма-спектрометр и нейтронный спектрометр, с помощью которых предполагалось проверить данные КА Clementine. Измеряя поток нейтронов, испускаемых лунным грунтом под действием космических лучей, можно оценить содержание водорода в реголите. Нейтронный спектрометр зарегистрировал уменьшение средней энергии медленных нейтронов в окрестностях постоянно затененных кратеров полярных областей Луны. Эти данные уже более надежно указывали на присутствие здесь значительной массы водорода — возможно, в составе водяного льда. Но разрешение спектрометра КА Lunar Prospector оставляло желать лучшего. Даже при работе на низкой орбите информация поступала от «пятна» на поверхности диаметром около 150 км.

⁵ ВПВ №10, 2007, стр. 24

⁶ ВПВ №4, 2008, стр. 19

⁷ ВПВ №1, 2005, стр. 22; №10, 2007, стр. 14; №11, 2007, стр. 19; №11, 2008, стр. 21

⁸ ВПВ №1, 2014, стр. 16

БИБЛИОТЕКА АСТРОНОМА-ЛЮБИТЕЛЯ

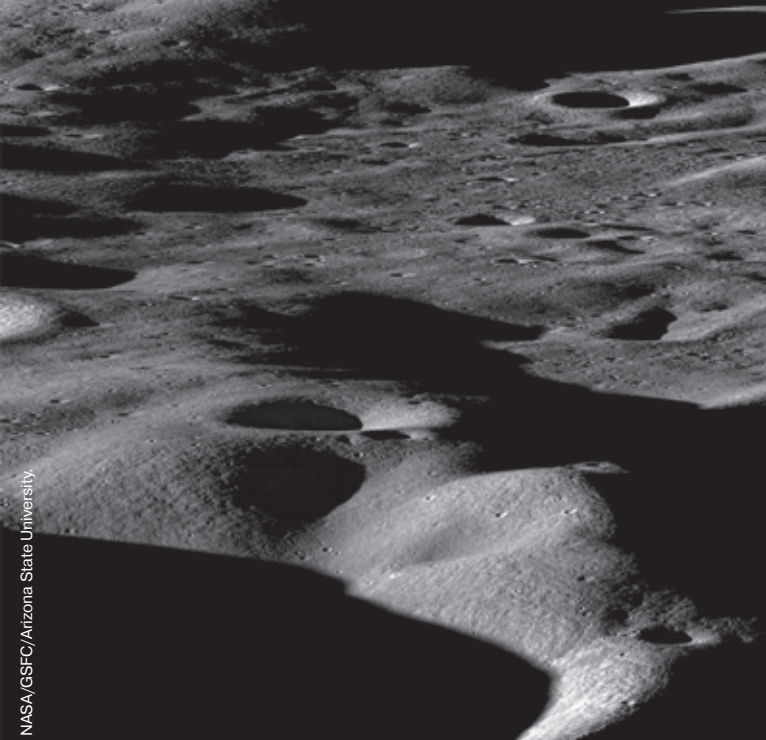


G022. Брайан Грин. Скрытая реальность

Было время, когда слово «вселенная» означало «все сущее». Абсолютно все. Однако сейчас мы не склонны так думать. Современные исследования по физике и космологии наталкивают ученых на мысль, что наша Вселенная может быть далеко не единственной в просторах космоса. Идеи о множественности миров подпитываются разносторонними научными исследованиями как на микроуровне, так и на гигантских масштабах манящего космоса. Возможно, эти строки вместе с вами читают ваши многочисленные двойники в других вселенных...

В своем блестящем стиле, усыпанном красивыми аналогиями и яркими примерами, Брайан Грин — один из всемирно признанных физиков — рисует удивительно богатый мир мультивселенных и предлагает читателям проследовать вместе с ним через параллельные миры по пути, ведущему к познанию истины.

Полный перечень книг и наличие shop.universemagazine.com, телефон для заказа (067) 215-00-22



NASA/GSFC/Arizona State University

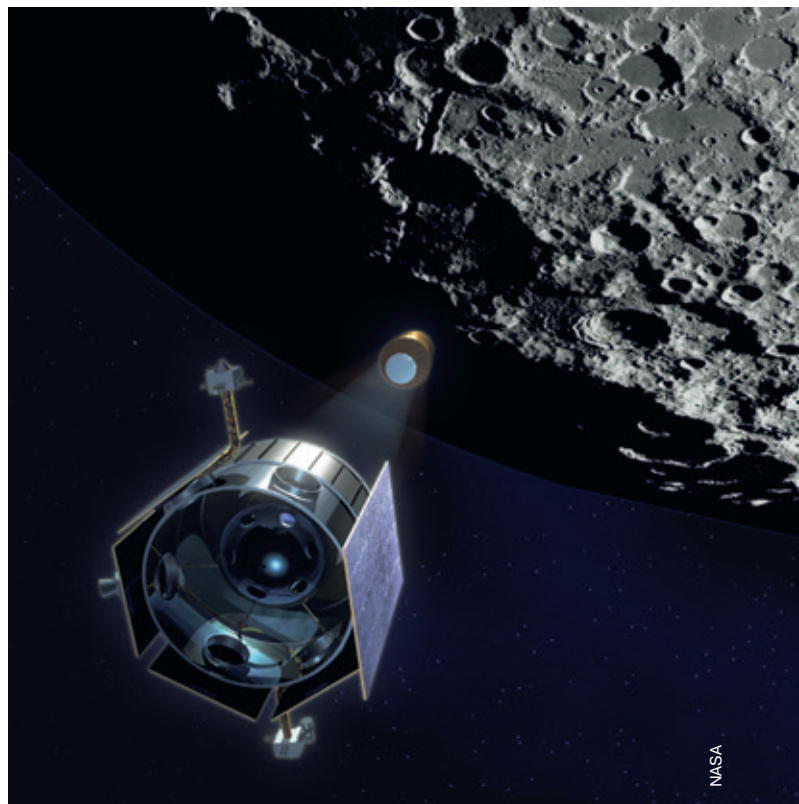
▲ В отличие от Земли, где горы в основном образуются при столкновении тектонических плит, на Луне горные хребты являются результатами столкновений с другими небесными телами. Хорошее представление о лунной топографии дают фотографии, сделанные под небольшим углом к поверхности — правда, для этого нужно существенно отклонить камеры космического аппарата от их рабочего вертикального положения (в данном случае примерно на 70°), чего инженеры межпланетных миссий стараются избегать. На этом снимке части вала кратера Кабео ширина охваченного участка по нижнему краю равна 15 км, камера направлена на северо-восток.

Несколько лет назад в Институте космических исследований Российской академии наук был создан прибор LEND (Lunar Exploration Neutron Detector — Лунный исследовательский нейтронный детектор), предназначенный для обнаружения соединений водорода на лунной поверхности с разрешением около 5 км. Этот прибор участвовал в открытом конкурсном отборе аппаратуры для нового искусственного спутника Луны, конструируемого NASA. По своим техническим данным LEND обошел всех конкурентов и был в результате установлен на зонде LRO, запущенном в 2009 г. и работающем на окололунной орбите до сих пор. Большое внимание этот аппарат уделил кратеру Кабео (Cabeus) вблизи южного полюса Луны, значительная часть дна которого никогда не освещается Солнцем. Температуры реголита там не превышают 50-75 К. Был сделан вывод, что лунный грунт в этом районе может содержать не менее 4-5% водяного льда.

Для проверки этих предположений был запланирован эксперимент LCROSS (Lunar CRater Observation and Sensing Satellite). После вывода аппарата LRO на траекторию полета к Луне разгонный блок Centaur массой 2,5 тонны использовали в качестве «ударника» — его направили во внутреннюю часть кратера Кабео. Незадолго до падения от него отделился небольшой модуль с измерительными приборами (Shepherding Spacecraft — «сопровождающий аппарат»). Он двигался по той же траектории, что и разгонный блок, немного отставая от него.

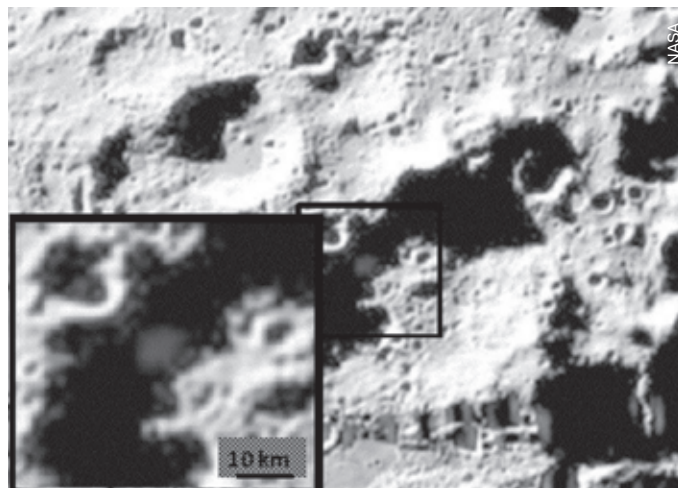
При падении блока Centaur на лунную поверхность образовалась воронка диаметром примерно 30 м и глубиной около 5 м, а также облако выбросов, через которое и пролетел сопровождающий аппарат (он упал на поверхность через несколько минут после разгонного блока), передав на Землю данные о его химическом составе и прочих параметрах.⁹ Анализ полученной информации показал, что температура пара в выбросах составила 827°C , а доля водяного льда в реголите находится в диапазоне 2,7-8,5%. Таким образом, в выброшенных породах должно было содержаться около 140-170 кг воды в виде пара и ледяных частиц.

▼ Незадолго до падения на постоянно затененный участок дна кратера Кабео от разгонного блока Centaur в рамках эксперимента LCROSS отделился сопровождающий аппарат, пролетевший через облако пыли и газов, выброшенных при столкновении с поверхностью. Инструменты этого аппарата были специально предназначены для поисков следов воды и других летучих веществ. Дополнительные исследования велись с помощью наземных телескопов и орбитального зонда LRO.



NASA

▼ В центре этого снимка, сделанного через 20 секунд после падения блока Centaur на лунную поверхность, видно светлое пятно выбросов, образовавшихся в результате удара.



NASA

Однако другая группа исследователей, наблюдавшая за тем же событием при помощи инструмента Diviner, установленного на борту LRO, полагает, что часть пара «прошла мимо» анализаторов, поэтому общая масса «поднятой» воды должна составлять около 300 кг.

Полученные результаты позволяют предположить, что внутри «холодной ловушки» кратера Кабео в слое реголита толщиной до 5 м может находиться 20-30 тыс. тонн ледяных отложений.

В первом приближении практически все «холодные ловушки» в южной полярной области Луны по своим наблюдаемым свойствам обладают высокой степенью однородности. Это обстоятельство позволяет распространить приведенные выше оценки

⁹ ВПВ №11, 2009, стр. 19; №12, 2009, стр. 22

на всю площадь «ловушек». В таком случае общие запасы ледяных отложений в южной полярной области Луны могут достигать от 100 до 200 тыс. тонн. Конечно, все эти оценки требуют уточнения в ходе дальнейших исследований, но, по-видимому, порядок величины не изменится. Очевидно, что после обнаружения таких значительных запасов воды (точнее, водяного льда) околополярные районы Луны стали рассматриваться как приоритетные области для проведения будущих лунных миссий и создания долговременных обитаемых баз.

Откуда на Луне вода?

Имеющиеся сведения о возникновении и эволюции Луны практически исключают наличие внутренних запасов воды, которые могли бы находиться в ее недрах. В самом деле, результаты сейсмического зондирования, хоть пока и немногочисленные, показывают многослойное строение лунных недр. На глубине нескольких десятков километров обнаружена граница коры и мантии. Отдельные данные позволяют ряду исследователей говорить о наличии верхней и нижней мантии. До сих пор ведутся споры о размерах и физико-химических характеристиках лунного ядра, но в его существовании уже никто не сомневается. Все эти данные говорят о том, что Луна, подобно Земле, на определенном этапе прошла стадию дифференциации, то есть разделения недр на упомянутые горизонты. Не вдаваясь в детали, следует также упомянуть, что подробное изучение образцов лунных пород, доставленных из различных районов, показало, что процесс дифференциации происходил в период, когда большая часть лунного шара имела высокую температуру, при которой все известные лунные минералы находились в расплавленном состоянии.

Могла ли при таких условиях в недрах Луны сохраниться вода? Это очень маловероятно. Поэтому естественно предположить, что она, как и другие летучие соединения, привнесена туда извне.

Каков же был этот загадочный транспорт?

Когда при анализе образцов, доставленных на Землю в рамках проекта Apollo, в лунном грунте обнаружили признаки существования воды, этот результат был оставлен без внимания. Исследователи посчитали, что образцы просто загрязнились в земной среде. Но в ходе исследований грунта из почти двухметровой колонки, добытой АМС «Луна-24», следы воды обнаружили вновь. Конечно, это были весьма малые количества — менее 0,1% от общей массы образца.¹⁰ С одной стороны, такое ничтожно малое содержание объясняется тем, что образцы из коллекций, собранных экипажами экспедиций Apollo, и грунт, доставленный АМС «Луна-24», происходят из районов, близких к экватору, где дневные температуры весьма высоки и вода не может сохраниться в поверхностном слое. С другой стороны, процесс, ответственный за появление незначитель-

ных следов воды, уже известен. Все лунные минералы, из которых состоит реголит (основной компонент поверхностного слоя), находятся в окисленном состоянии, то есть содержат большое количество связанного кислорода. При поглощении частиц солнечного ветра, состоящего в основном из протонов (ядер атомов водорода), определенная часть оксидов восстанавливается. В результате этой химической реакции происходит соединение кислорода и водорода в знакомую нам формулу H₂O. Конечно, весь процесс идет на молекулярном уровне и значительная часть вновь возникших летучих соединений рассеивается в космосе. Изучение образцов, добытых АМС «Луна-24», выявило любопытную подробность: содержание воды в них возросло по мере увеличения глубины, с которой извлечено вещество. Уже известно, что лунный грунт имеет очень низкую теплопроводность и температурные колебания «не проникают» в реголит глубже, чем на 60 см. Поэтому под верхним «защитным» слоем грунта отдельные молекулы образовавшейся воды могли сохраниться даже в экваториальных районах.

Следует оговориться еще раз: описанные реакции проходят на молекулярном уровне и, конечно, благодаря им даже за миллиарды лет не могли образоваться сотни тысяч тонн воды, обнаруженные на лунных полюсах.

Удивительная химия

Но обратимся снова к результатам эксперимента LCROSS.

Кроме воды, в облаке, выброшенном из приполярного кратера Кабео, были зарегистрированы весьма экзотические химические соединения, в отдельных случаях не имеющие никакого отношения к составу лунных минералов.

Результаты анализа спектров, полученных приборами LRO, показали, что в облаке содержалось примерно 570 кг угарного газа, 140 кг молекулярного водорода, 160 кг кальция, 120 кг ртути и 40 кг магния. Были обнаружены следы натрия, аммиака, гидроксильного радикала, углекислого газа и серебра.

Надо отметить, что серебро и золото регистрировались на Луне и ранее, но в весьма незначительных количествах. Вывод напрашивался один: все эти вещества, скорее всего, были занесены на наш спутник кометами, метеоритами или астероидами. Ведь даже если падение такого небесного тела происходит далеко от полярной области, под действием высоких температур его летучие компоненты испаряются и разносятся по всей Луне, образуя некую временную атмосферу. Основная ее часть рассеивается в окружающем космическом пространстве, однако существенная доля испарившегося кометного или астероидного вещества оседает в вечно холодных районах вблизи лунных полюсов.

Для примера рассмотрим случай падения на Луну кометного ядра, подобного ядру кометы Хейла-Боппа (C/1995O1 Hale-Bopp), посетившей внутренние области Солнечной системы в 1997 г. Его поперечник, по некоторым оценкам, может достигать

¹⁰ ВПВ № 6, 2012, стр. 16

БИБЛИОТЕКА АСТРОНОМА-ЛЮБИТЕЛЯ



Г020. Брайан Грин. Ткань космоса: Пространство, время и текстура реальности

В книге рассматриваются фундаментальные вопросы, касающиеся классической физики, квантовой механики и космологии. Что есть пространство? Почему время имеет направление? Возможно ли путешествие в прошлое? Какую роль играют симметрия и энтропия в эволюции космоса? Что скрывается за темной материей? Может ли Вселенная существовать без пространства и времени? Детально рассмотрена картина мира Ньютона, идеи Маха, теория относительности Эйнштейна, анализируются ее противоречия с квантовой механикой, а также многие моменты инфляционной модели Вселенной. Описаны первые доли секунды после Большого Взрыва, образование галактик, раскрыта проблема горизонта. Большое внимание уделено новому современному подходу к объяснению картины мира с помощью теории струн. Автор показывает, что наш мир на самом деле сильно отличается от того, к чему нас приучил здравый смысл...

Полный перечень книг и наличие shop.universemagazine.com, телефон для заказа (067) 215-00-22

60 ± 20 км.¹¹ Нижний предел плотности ядра можно принять равным $0,1$ г/см³, общую массу — примерно 500 млрд тонн, а скорость при ударе — 60 км/с.

Как показывают расчеты, падение такого тела приводит к образованию ударно-взрывного облака, в котором начальная температура вещества составит около 6300 °С. Наиболее вероятная тепловая скорость атомов при этом достигнет 5,5 км/с. С учетом того, что вторая космическая скорость для Луны равна 2,4 км/с, это значит, что рассеиванию подвергнется 90% всей массы импактора. Но оставшегося материала хватит, чтобы на каждый квадратный километр лунной поверхности осело около 50 тыс. тонн кометного вещества. Очевидно, что в последующем эти «осадки» сохранятся только в районах постоянно низких температур, т.е. в кратерах, расположенных вблизи полюсов.

Теперь остается ответить на вопрос, откуда кометы — главные источники лунного льда — прилетают в окрестности земной орбиты.

Откуда появляются «хвостатые гости»?

Первые наблюдения кометы Хейла-Боппа были выполнены, когда она находилась за орбитой Сатурна. Признаком особого характера этого объекта стала его траектория, почти перпендикулярная к плоскости эклиптики (точнее, наклоненная к ней на $89,4^\circ$).¹² Эта особенность указывала на то, что внутреннюю Солнечную систему посетила гостья с очень далеких ее окраин.

¹¹ Для сравнения вспомним, что характерный размер ядра кометы Чурюмова-Герасименко составляет 5 км.

¹² Небольшие короткопериодические кометы, постоянно «живущие» сравнительно недалеко от Солнца и относящиеся, например, к семействам Юпитера или Сатурна, имеют орбиты, не сильно отклоняющиеся от эклиптики.



▲ При прохождении перигелия 1 апреля 1997 г. комета Хейла-Боппа представляла собой потрясающее зрелище: ее блеск достиг $-0,7$ звездной величины, а два ее хвоста, прекрасно видимые невооруженным глазом, растянулись по небу почти на 20° . Комету можно было наблюдать сразу после наступления сумерек; некоторое время она оставалась незаходящим объектом для жителей средних широт Северного полушария. Она стала наиболее массово наблюдавшейся кометой в истории астрономии — по некоторым оценкам, ее видело более трех миллиардов человек.

Комета Хейла-Боппа была открыта на расстоянии 7,2 а.е. (свыше миллиарда километров) от Солнца, между орбитами Юпитера и Сатурна. Практически все кометы на этом расстоянии настолько слабы, что могут наблюдаться только в больших профессиональных телескопах. Позже ее удалось найти на снимках, сделанных в 1993 г. — за два года до открытия и за четыре года до прохождения перигелия. Тогда комета находилась в 13 а.е. от нашего светила. Это позволило оценить поперечник ее ядра: он оказался равен 60 ± 20 км. Для сравнения: знаменитая комета Галлея (1P/Halley), имеющая 15-километровое ядро, на таком же гелиоцентрическом расстоянии выглядит в сто раз более слабой.

Параметры орбиты кометы C/199501 Hale-Bopp:

Перигелий 0,91 а.е.

Афелий 370 а.е.

Период обращения 2540 ± 10 лет

Наклонение орбиты: $89,4^\circ$

Последнее прохождение перигелия: 1 апреля 1997 г.

Следующее прохождение перигелия: ~4530 г.

Первоначально она двигалась по орбите с периодом обращения около 4200 лет, но после сближения с Юпитером этот параметр уменьшился до 2550 лет. Сама орбита представляет собой сильно вытянутый эллипс с эксцентриситетом 0,995. В афелии комета удаляется от Солнца более чем на 370 а.е., то есть в 12 с лишним раз дальше, чем Нептун — самая далекая из больших планет.¹³

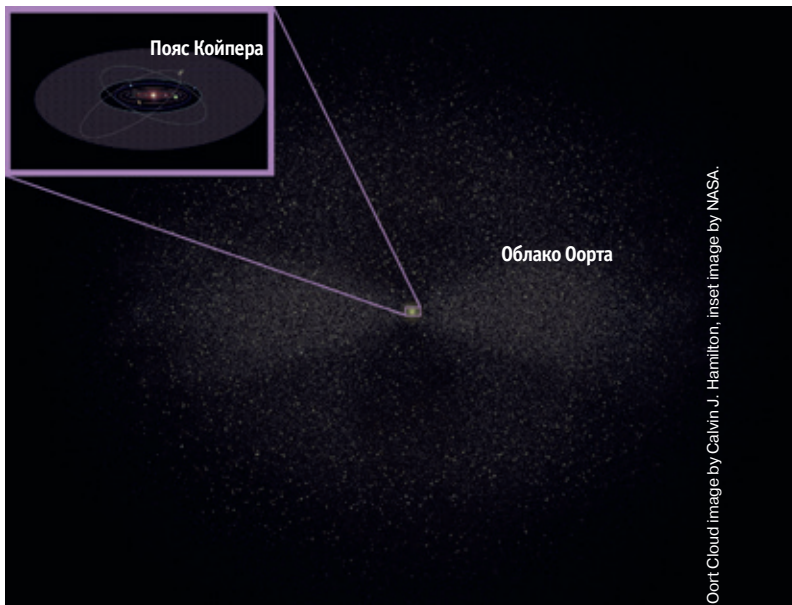
Недавние наблюдения удаляющейся «небесной гостьи» подтверждают сделанные ранее выводы. Астрономы Европейской Южной обсерватории в Чили на 2,2-метровом телескопе получили снимки кометы Хейла-Боппа, когда она находилась на расстоянии 30,7 а.е. от Солнца. До сих пор ни одну «хвостатую звезду» на таком огромном расстоянии наблюдать не удавалось.

Итак, в настоящее время многие исследователи считают, что долгопериодические кометы с периодами в тысячи лет (наподобие кометы Хейла-Боппа) прилетают именно из Облака Оорта. Наблюдательных фактов еще недостаточно, однако на существование этого облака указывает множество косвенных данных. Предполагаемое расстояние до его внешних границ составляет примерно один световой год — 50-100 тыс. а.е. Тела, находящиеся на окраинах Солнечной системы, могут направляться в ее внутренние области под действием гравитационных возмущений со стороны других звезд, время от времени сближающихся с Солнцем.

А если заглянуть подальше?

Некоторые модели формирования Облака Оорта исходят из того, что населяющие его тела, по-видимому, имеют в совокупности значительно большую массу, чем та, которая могла бы остаться в процессе эволюции протопланетного диска после образования планет. 4,5 млрд лет назад, когда родилось наше светило, оно

▼ **Пояс Койпера (Kuiper Belt)** — область повышенной концентрации ледяных кометных тел за орбитой Нептуна — является лишь малой частью огромного кометного облака, носящего имя голландского астронома Яна Оорта (Jan Oort) и простирающегося до гелиоцентрического расстояния более 50 тыс. световых лет. Кометы, прилетающие из этой области пространства, имеют периоды обращения порядка сотен тысяч лет и даже больше. В облаке Оорта таких объектов содержится очень много (согласно последним оценкам — десятки миллиардов), но из-за большой удаленности и рассеянности в огромном объеме пространства зарегистрировать их в «естественной среде обитания» мы пока не можем и наблюдаем только те из них, которые по каким-либо причинам перешли на высокоэллиптические орбиты и приблизились к Солнцу.



Oort Cloud image by Calvin J. Hamilton, inset image by NASA.

¹³ ВПВ №5, 2009, стр. 16

находилось в тесной группе своих собратьев — звезд, рожденных в том же газово-пылевом сгустке. В те времена, очевидно, происходили их частые сближения, гравитационные взаимодействия и обмен ледяными телами, находящимися на окраинах сфер притяжения. Логично предположить, что после таких обменов в Облаке Оорта осталось множество подобных тел, «похищенных» из «свиты» ближайших соседей.

Звезды обычно образуются в скоплениях, содержащих от десятков до тысяч светил. Проведенное астрономами моделирование показывает, что в столь «густонаселенных» областях пространства целостность таких периферийных образований, как околозвездные кометные облака, нарушается, и появляется большое количество свободных ледяных тел. Когда звезды покидают скопление, часть этих тел уносится вместе с ними и захватывается на орбиты, большие полуоси которых соответствуют размерам Облака Оорта.

Более того: результаты проведенного моделирования позволяют допустить, что значительная часть комет Облака Оорта — возможно, свыше 90% — образовалась в протопланетных дисках других звезд! Теперь уже достоверно известно, что многие звезды тоже имеют окружающие их облака пыли или ледяных тел, которые могут быть аналогичны, например, поясу Койпера в Солнечной системе.¹⁴ Таким образом, можно предположить, что часть вещества из другой звездной системы могла попасть на лунную поверхность в процессе падения ледяных тел, прилетевших из Облака Оорта.

Кто же даст окончательный ответ?

Закономерен вопрос: как часто долгопериодические кометы падают на Луну? К сожалению, период, в течение которого ведутся наблюдения появлений подобных объектов во внутренней Солнечной системе, слишком мал. В истории сохранились достоверные свидетельства лишь о нескольких таких событиях. Наиболее впечатляющие из них нашли отражение не только в

астрономических документах, но и в произведениях искусства.

Однако обратимся к самой Луне. Уникальность земного спутника, как известно, состоит в том, что детали его поверхности служат своеобразной летописью истории Солнечной системы за последние четыре с лишним миллиардов лет. Задача заключается в том, чтобы правильно «прочитать» эти многочисленные свидетельства.

Несомненно, в нашей планетной системе присутствует материя не только материнского газово-пылевого облака, в котором родилось Солнце и его «звездные братья». Кстати, «единоутробных» родственников нашего светила, за несколько миллиардов лет «разбежавшихся» по галактическим просторам, сейчас активно ищут астрономы в рамках нескольких программ. Уже обнаружен как минимум один «подозреваемый», в настоящее время проходивший «генетические тесты».¹⁵ Однако в Солнечной системе должно присутствовать и «инородное» вещество, исходящее не принадлежавшее «родительской» туманности. Дело в том, что Солнце вместе с сонмом планет за время своего существования совершило уже как минимум 18 оборотов вокруг центра Галактики. За это время оно несколько раз проходило сквозь спиральные рукава — области, изобилующие регионами звездообразования, где плотность звездного населения значительно выше, а значит, более вероятны тесные контакты с его представителями, родившимися в других областях Галактики, близкие вспышки сверхновых...

Эта «инозвездная» материя, вероятно, имеет вид пылевых частиц и даже кометных ядер, немалое ее количество выпало на планеты (в том числе и на Землю) и было «переработано» под воздействием высоких температур, высоких давлений, в ходе химических реакций. В каком-то количестве она содержится даже в человеческих телах. Ученые надеются, что изучение лунных полярных «консерваций» с использованием новейших методов позволит расшифровать хронику событий из истории жизни Солнца и его планетной системы.

А пока наша главная задача — вернуться на Луну.

¹⁴ ВПВ №5, 2005, стр. 19; №7, 2006, стр. 27; №11, 2007, стр. 15; №2, 2008, стр. 30

¹⁵ ВПВ №10, 2014, стр. 32



Один из проектов лунной базы, которая может возникнуть в ближайшие 50 лет в районе кратера Шеклтон (Shackleton), расположенного недалеко от южного полюса Луны. Сооружения базы будут построены дистанционно управляемыми роботами из местных материалов еще до прибытия людей и предоставят своим жителям максимально возможную защиту от неблагоприятных факторов космического пространства.

Возвращение на Луну

Фрагмент лекции, прочитанной автором на лондонском ЕвроАстрофесте в феврале 2015 г.

Естественный спутник Земли — ближайшая к нашей планете «небесная твердь», которая, несомненно, первой будет включена в сферу обитания человечества уже до конца текущего столетия.

Lunar Mission One — инновационное предложение по изучению южного полюса Луны при помощи роботизированного космического аппарата, который может полететь туда уже через 10 лет.

Этот аппарат уникален с нескольких точек зрения — не только потому, что он собирается отправиться туда, где до него никогда еще не было исследовательских зондов (что само по себе представляет огромный научный интерес), но и потому, что в ходе миссии должно быть осуществлено бурение лунной поверхности на глубину более 20 м — глубже, чем пробовали до сих пор.

«Лунная Миссия 1» уникальна еще и тем, что к ее финансированию привлекается общественность. На реализацию проекта уже удалось собрать около миллиона долларов пожертвований.

Почему нам нужно снова вернуться на Луну?

Результаты недавних исследований позволили выбрать наиболее перспективные направления изучения нашего спутника. Например, в его приполярных областях находятся кратеры, дна которых луч Солнца не касался уже почти 4 млрд лет, поэтому исследование геологии этих областей (особенно окрестностей южного полюса) представляет собой очень интересную задачу. Карта распределения воды на Луне показывает, что в глубоких кратерах вблизи полюсов весьма вероятно наличие огромных запасов водяного льда.

Еще одно направление — создание радиообсерватории на не видимой с Земли стороне Луны, которая позволит изучать Вселенную без помех

в радиодиапазоне, заполняющих все околоземное пространство из-за интенсивной работы радиопередатчиков и спутников связи.

Термин «краудфандинг» означает, что проект финансируется на основе добровольных пожертвований. К настоящему времени уже собрано 600 тысяч фунтов стерлингов из требуемых 900. Чтобы привлечь общественность к финансированию «Лунной Миссии 1», предложено провести несколько экспериментов, среди которых — бурение лунного грунта на глубину 20 м (а возможно, что и до 100 м) с доставкой добытой породы на Землю, а также закладка капсулы с обращением к потомкам и фамилиями тех, кто принял участие в проекте. Потенциально такая капсула может находиться на Луне практически вечно — до тех пор, пока Солнце не станет красным гигантом и не поглотит Землю вместе с ее естественным спутником.

Следует заметить, что бурение лунного грунта и возвращение его на Землю для изучения в лаборатории не проводилось с 1976 г. — с тех пор, как советская станция «Луна-24» в последний раз в XX веке совершила мягкую посадку на Луну.

Сейчас существует несколько проектов, в рамках которых в течение ближайших 10-20 лет ученые и энтузиасты космонавтики собираются отправить на поверхность нашего спутника свои аппараты — включая Google Lunar X Prize, российскую «Луну-25», китайский посадочный модуль и т.д. Все эти проекты выражают надежду человечества вернуться на Луну — теперь уже насовсем.



Ян Кроуфорд,
колледж Биркбека Лондонского
университета, Великобритания

Профессор астробиологии и планетных наук в колледже Биркбека Лондонского университета (Birkbeck College, University of London). Главное направление научного поиска — космические исследования Луны, изучение образцов лунного грунта в лаборатории. Энтузиаст возобновления пилотируемых миссий на Луну, входит в директорат краудфандинг-проекта «Лунная Миссия 1» (Lunar Mission One).

Посадочный аппарат «Лунной Миссии 1».



«Лунная Миссия 1» — программа по отправке на южный полюс Луны автоматического стационарного аппарата с буровой установкой. Она предположительно сможет достичь слоев лунного грунта, сохранившихся неизменными на протяжении последних 4 млрд лет, а также проследить хронологию формирования Солнечной системы и массовых кометно-астероидных бомбардировок как эпизодов ее истории.

Миссия имеет три основных цели:

1. Используя прогрессивные

технологии, значительно расширить наше понимание происхождения и эволюции Луны и Земли, условий для возникновения жизни, заложить основу дальнейшего освоения нашего спутника;

2. Развернуть глобальный образовательный проект, чтобы увлечь новые поколения наукой и техникой, идеями космической экспансии человечества;

3. Получить дополнительные данные для максимально полного описания истории Земли, земной биосферы и человечества.

Понравилась статья? Присоединяйтесь к нам в социальных сетях. Оставляйте отзывы, вопросы, предложения



Жидкость на Марсе — соляной раствор

Последние данные, полученные мобильной лабораторией Curiosity,¹ подтверждают предположения о том, что жидкость может присутствовать на марсианской поверхности (или очень близко к ней) и в наше время. Правда, эта жидкость, судя по всему, представляет собой не воду, а концентрированный водный раствор солей главным образом хлорной кислоты — перхлоратов. Эти соединения, будучи растворенными в воде, понижают температуру ее замерзания на 40-50 °С.

Присутствие перхлоратов в грунте Красной планеты впервые обнаружил американский аппарат Phoenix, работавший на Марсе в 2008 г.² Анализ фотографий его посадочных опор показал, что после контакта с поверхностью они с высокой вероятностью были «забрызганы» какой-то жидкостью явно марсианского происхождения.³ Curiosity подтвердил наличие в отобранных им образцах породы перхлората кальция. Сотрудники группы сопровождения марсохода говорят, что это соединение при понижении температуры (например, в ночное время) способно активно поглощать следы влаги из атмосферы и образовывать концентрированные жидкие растворы, почти не испаряющиеся даже



Данные, полученные марсоходом Curiosity, показывают, что в холодные ночи в марсианской почве могут собираться жидкие концентрированные солевые растворы.

в вакууме.⁴ Потом эти растворы просачиваются в почву и, скорее всего, формируют жидкую прослойку на небольшой глубине.

Кратер Гейл, в котором сейчас работает Curiosity, расположен недалеко от марсианского экватора — в одном из самых сухих и теплых районов Марса. Тем не менее, процессы конденсации влаги в холодное время суток (полученные марсоходом дан-

ные свидетельствуют о том, что активнее всего они идут в конце ночи и сразу после восхода Солнца) наблюдаются даже здесь. В более влажных и удаленных от экватора областях планеты, где четче выражены сезонные изменения, «перхлоратная роса» в зимние периоды должна появляться регулярно и в заметно больших количествах. Скорее всего, именно ее следует считать ответственной за появление «потоков» на склонах некоторых кратеров, сфотографированных аппаратами, работающими на ареоцентрических орбитах.⁵

Пока Curiosity не предоставил прямых доказательств наличия «мокрого слоя» в грунте соседней планеты. Строго говоря, его наличие не повышает шансов на существование марсианской жизни в настоящее время, поскольку концентрированный рассол при очень низких температурах вряд ли может способствовать жизнедеятельности даже самых примитивных и «экстремальных» микроорганизмов. Во всяком случае, теперь можно сказать, что неблагоприятные сухие условия в каком-либо месте Марса еще не означают отсутствия там воды либо водных растворов.

⁵ Похожим свойством обладает сульфат железа $Fe_2(SO_4)_3$ — еще одна часто встречающаяся на Марсе соль. Однако она менее активно поглощает атмосферную влагу — ВПВ №2, 2009, стр. 21

¹ ВПВ №8, 2012, стр. 12

² ВПВ №6, 2008, стр. 20; №8, 2008, стр. 18

³ ВПВ №4, 2009, стр. 26

⁴ Это свойство перхлоратов используется для сушки газов в лабораторных условиях.

MRO: проблемы с компьютером

Американский исследовательский аппарат Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) 10 марта 2015 г. отметил девятую годовщину выхода на орбиту вокруг Красной планеты.¹ Несмотря на возникающие время от времени проблемы, все его бортовые системы продолжают функционировать нормально. Миссия зонда продлевалась уже четырежды (последний раз — в 2014 г.). Объем переданной

им информации приближается к 250 терабитам и давно уже превышает совокупный «информационный выход» всех остальных межпланетных аппаратов, вместе взятых.

В начале апреля система автоматического управления MRO незапланированно переключилась с основного бортового компьютера на дублирующий, что привело к приостановке осуществляемой зондом программы исследований из-за вынужденного перехода в безопасный режим рабо-

ты. 4 апреля усилиями группы сопровождения связь с аппаратом была восстановлена в полном объеме, а еще через три дня он возобновил наблюдения с использованием всех научных инструментов. Похожие сбои происходили уже шесть раз, начиная с 2007 г., причем в 2014 г. они случались дважды. Тем не менее, приборы зонда по-прежнему находятся в хорошем состоянии (включая камеру высокого разрешения HiRISE с полуметровым телеобъективом), и выводить его из эксплуа-

тации NASA пока не собирается. Долговечность миссии предоставила исследователям возможность изучать сезонные и долговременные изменения на Марсе, а также заняться поисками возможных мест посадки будущих марсианских экспедиций. Дополнительно MRO осуществляет ретрансляцию сигналов двух функционирующих на поверхности планеты мобильных лабораторий — Opportunity и Curiosity.²

¹ ВПВ №3, 2006, стр. 25;

№10, 2006, стр. 11; №11, 2010, стр. 9

² ВПВ №9, 2009, стр. 22; №8, 2012, стр. 12

ТРЕТЬЯ ПЛАНЕТА

ТЕЛЕСКОПЫ
БИНОКЛИ
МИКРОСКОПЫ

Киев, ул. Нижний Вал, 3-7

Специфические темные полосы на некоторых склонах марсианских возвышенностей, прогреваемых Солнцем, могут быть следами просачивающихся из глубины грунтовых вод. Одним из наиболее примечательных в этом плане объектов является центральный пик кратера Гейл, исследуемого в настоящее время марсоходом Curiosity. На этом снимке, сделанном в середине местного лета (когда потоки возникают наиболее активно), темные «языки» направлены в основном на северо-запад (влево и вверх), а начинаются они у основания утесов, состоящих из коренных пород. В кратере Гейл потоки имеют необычный красноватый цвет, что связано с избытком оксидов железа в верхних слоях грунта. Поскольку камера HiRISE, с помощью которой велось фотографирование, имеет повышенную чувствительность в ближнем инфракрасном диапазоне, на ее снимках эти образования кажутся более яркими, чем они выглядели бы для человеческого глаза.

Еще одной особенностью кратера Гейл является тот факт, что потоки на его склонах возникают значительно раньше, чем в других местах — не летом, а в начале марсианской весны. Возможно, это связано с высокой концентрацией солей в подпочвенных водах, сильно понижающей температуру их замерзания.

Термин «большая тепловая инертность» обычно относится к материалам с высокой теплоемкостью и теплопроводностью. В планетологии он обозначает способность поверхности небесного тела накапливать тепло и сохранять его в холодное время суток (или на протяжении холодного сезона). Тепловая инертность поверхности планеты зависит от ее состава. В области разлома Копрат (Coprates Chasma), показанного на этом снимке MRO и расположенного недалеко от Долины Маринера (Vallis Marineris), она оказалась необычно высока. Детальные изображения марсианской поверхности помогут ученым выяснить причины этой аномалии.

Curiosity раскрыл секреты «Города-сада»

Марсоход Curiosity¹ с помощью установленной на нем камеры MastCam 18 марта обнаружил на склоне горы Шарп — в области, получившей название «Город-сад» (Garden City) — разветвленную сеть двухцветных минеральных образований. Особенности их строения свидетельствуют о неоднократном появлении обширных водных пространств на поверхности Красной планеты. Эти эпизоды имели место после того, как возникла влажная окружающая среда, способствующая формированию подобных отложений.

Двухцветные «жилы», состоящие из светлого и темного вещества, при ближайшем рассмотрении похожи на сеть гребней, сохранившихся после того, как окружающая их почва была вымыта из глинистой «матрицы», в которой они образовались. Отдельные структуры достигают высоты 6 см при ширине 3 см. Как заметила член научной команды Curiosity из Университета Теннесси Линда Ка (Linda Kah, University of Tennessee, Knoxville), часть из них похожа на батончики мороженого: темные по краям и белые в середине. Такие структуры возникают, когда жидкость

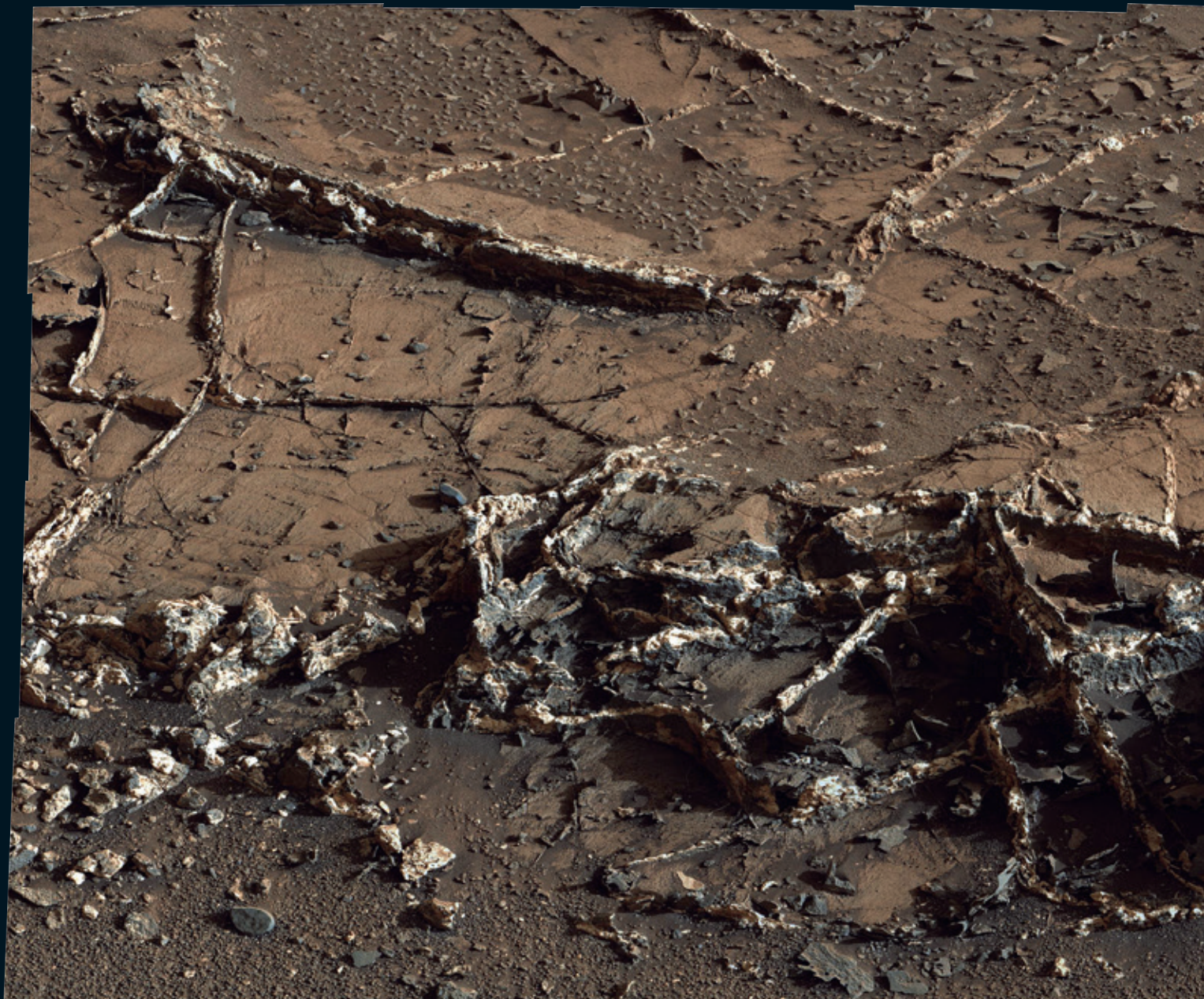
проникает сквозь трещины в растрескавшемся грунте, иногда влияя на химический состав пород, окружающих разломы.

Ранее марсоход находил почти исключительно белые «прожилки», состоящие из сульфата кальция (гипса). В данном случае неизвестный темный минерал дает возможность узнать гораздо больше об их истории. «Жидкости, по крайней мере, двух разных типов оставили здесь свидетельства своего присутствия. Мы хотим исследовать химию различных сред, некогда существовавших здесь, и восстановить последовательность событий, — объяснила Линда Ка. — Особенно нас интересует степень их влияния на образование и эволюцию скального основания».

Последовательность некоторых этапов очевидна: грязь на дне озера, исследованного марсоходом вскоре после посадки,² должна была высохнуть и затвердеть до образования разломов. Темный материал, заметный на отвесных стенках трещин, отражает более ранние эпизоды появления водного покрова, а белые, обогащенные гипсом жилы — более поздние, хотя все эти эпизоды затопления имели место после возникновения трещин.

¹ ВПВ №8, 2012, стр. 12

² ВПВ №12, 2012, стр. 20; №1, 2015, стр. 18

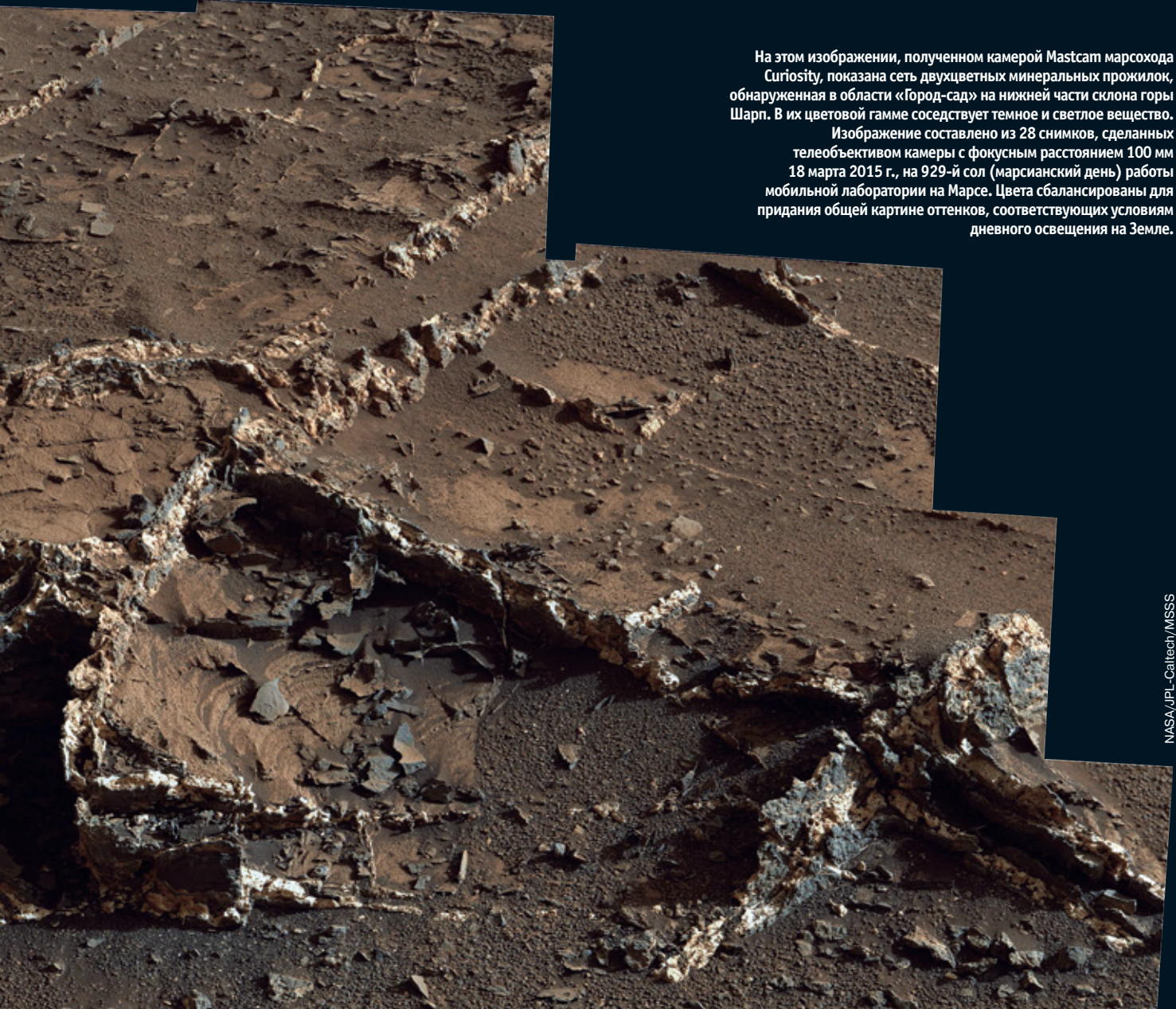


«Город-сад» расположен на 12 м выше кромки обнажения коренных пород «Холмы Парамп» (Pahrump Hills). Он образовался в базальтовом слое на склоне горы Шарп, в центре марсианского кратера Гейл. Curiosity провел шестимесячный цикл исследований первых 10 метров холмов, при этом он совершил три последовательных подъема и спуска от нижнего края до верхней отметки с целью получения вертикального структурного и химического профилей, а также выбора лучших целей для проведения бурения.

В ходе анализов образцов пород, извлеченных из пробуренных за последние семь месяцев скважин, были определены различия в их минеральном составе, отражающие особенности разных этапов эволюции региона. В образцах из скважины Confidence Hills содержатся в основном глинистые минералы и гематит, обычно формирующиеся в условиях повышенной влажности. Во второй скважине — «Мохаве» (Mojave) — обнаружен образующийся в кислой среде минерал ярозит, основой которого являются сульфаты калия и железа. В месте третьей стоянки (Telegraph Peak) бурение скважины не производилось, ученые ограничились сбором и анализом поверхностных образцов. Здесь глинистые минералы практически отсутствуют, но зато наблюдается повышенное содержание кристобалита

(минеральной формы кремнезема SiO_2) — до 10% и более. Образцы также содержат небольшое количество кварца — еще одной формы кремнезема.

Для объяснения особенностей химического состава пород на месте последней стоянки предложены три равноправных механизма: 1) в их образовании участвовал какой-то процесс, способствующий удалению других ингредиентов, но стимулирующий обогащение кремнеземом; 2) это соединение изначально присутствовало в растворенном виде в потоках жидкости и выкристаллизовалось из нее; 3) отложения кремнезема первоначально сформировались в другом месте, после чего были размывты и перенесены в район Telegraph Peak. После завершения исследований этой стоянки команда марсохода планирует «проехать» через долину под названием «Дорога Художника» (Artist's Drive) и подняться на большую высоту. Инженеры тем временем определяют условия для оптимального использования буровой установки ровера после анализа ситуации с коротким замыканием, случившимся в марте при встряхивании каменного порошка в устройстве для отбора проб. В дальнейшем при бурении можно будет использовать оба типа дрелей, в том числе механизм ударного действия.



На этом изображении, полученном камерой Mastcam марсохода Curiosity, показана сеть двухцветных минеральных прожилок, обнаруженная в области «Город-сад» на нижней части склона горы Шарп. В их цветовой гамме соседствует темное и светлое вещество.

Изображение составлено из 28 снимков, сделанных телеобъективом камеры с фокусным расстоянием 100 мм 18 марта 2015 г., на 929-й сол (марсианский день) работы мобильной лаборатории на Марсе. Цвета сбалансированы для придания общей картине оттенков, соответствующих условиям дневного освещения на Земле.

NASA/JPL-Caltech/MSSS

Над северным полюсом Цереры

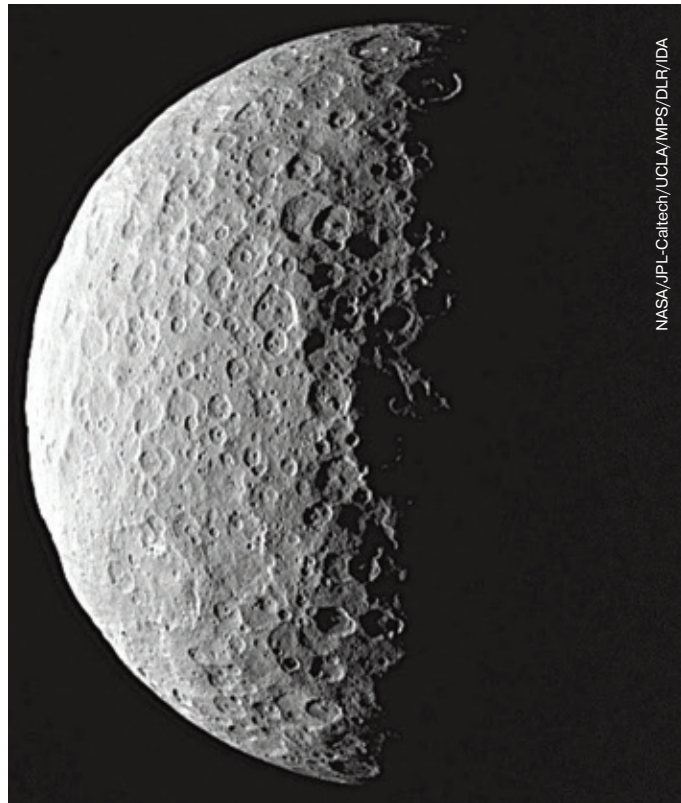
Американский космический аппарат Dawn¹ передал на Землю новые снимки северного полушария карликовой планеты Церера (1 Ceres), сделанные 14-15 апреля с расстояния около 22 тыс. км. Из них была составлена очередная анимация, демонстрирующая вращение этого небесного тела вокруг своей оси. С ее помощью ученые собираются уточнить ориентацию оси вращения в пространстве — иначе говоря, найти для Цереры «полярную звезду».

Разрешение полученных снимков немного превышает 2 км на пиксель — это существенно лучше, чем на более ранних изображениях, снятых 10 апреля с навигационными целями (на них одному пикселю соответству-

ет более 3 км поверхности). Угол между направлениями «Церера-Солнце» и «Церера-Dawn», также называемый фазовым углом, в момент съемки составлял 91°. На последних кадрах последовательности, использованных для составления анимации, хорошо заметно «пятно №5» (spot 5) — фактически два близко расположенных ярких пятна непонятной природы. Оно было обнаружено более десяти лет назад на снимках, сделанных орбитальным телескопом Hubble.² Сейчас Dawn на некоторое время прекратил фотографирование и передачу изображений, пока группа сопровождения миссии производит маневры по выходу зонда на первую рабочую орбиту и готовит его научные приборы к дальнейшим наблюдениям.

¹ ВПВ №5, 2005, стр. 24; №10, 2007, стр. 18; №11, 2010, стр. 9

² ВПВ №9, 2006, стр. 20; №10, 2008, стр. 4; №2-3, 2013, стр. 5



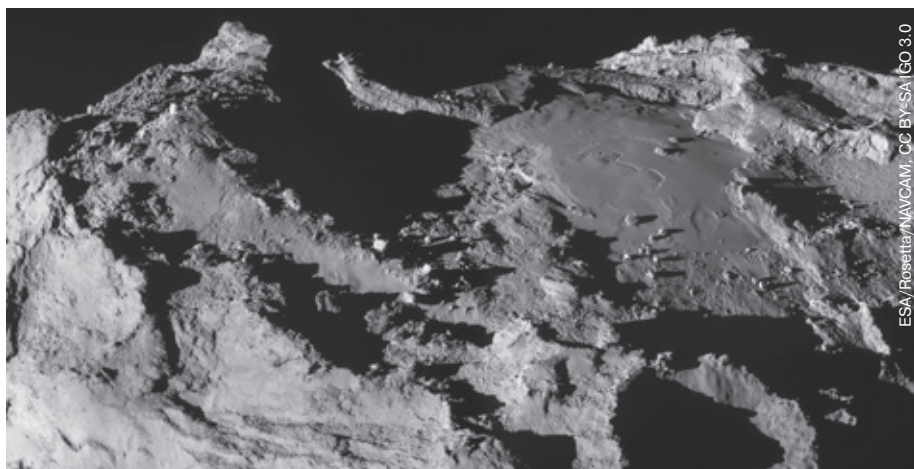
NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA

Rosetta нашла молекулярный азот

Пока посадочный модуль Philae «отдыхает» на поверхности ядра кометы Чурюмова-Герасименко (67P/Churyumov-Gerasimenko),¹ «материнский» аппарат Rosetta активно занимается ее дистанционными исследованиями. Очередное его открытие весьма знаменательно: впервые в истории наблюдений за кометами удалось в атмосфере (коме) одного из этих эфемерных небесных тел зарегистрировать «самую ожидаемую молекулу» N₂ — газообразный азот. Связанный азот ранее наблюдался в кометном веществе в форме синильной кислоты HCN и аммиака NH₃, но его молекулы оставались неуловимыми.

Ученые полагают, что молекулярный азот был основной формой существования этого элемента в древней газовой-пылевой туманности, из которой сформировалась наша Солнечная система. Именно поэтому его поиски в кометном веществе считались приоритетными. Так как водяной лед — главный компонент комет — может удерживать лишь небольшие количества этого газа, все более ранние измерения не позволяли его обнаружить: приборам попросту не хватало чувствительности. Однако масс-спек-

¹ ВПВ №2, 2004, стр. 14; №10, 2014, стр. 20; №11, 2014, стр. 16



ESA/Rosetta/NAVCAM. CC BY-SA/GO 3.0

трометр ROSINA на борту зонда Rosetta успешно справился с нелегкой задачей (в частности, еще и благодаря тому, что он находился близко к объекту наблюдений).

Концентрация молекулярного азота в веществе кометы Чурюмова-Герасименко указывает на то, что она сформировалась в более холодной области Солнечной системы, чем та, где сейчас «обитают» кометы семейства Юпитера, к которому она относится. Поскольку азот присутствует в кометном веществе в крайне малом количестве, ученые трактуют это как свидетельство в пользу гипотезы, утвержда-

ющей, что такие кометы не могут быть основным источником воды и летучих веществ на Земле с ее фактически азотной атмосферой (кислород в земном воздухе занимает всего пятую часть по объему). Следующая важная задача исследователей — измерить соотношение изотопов азота ¹⁴N и ¹⁵N, а также концентрацию монооксида углерода CO, несущие в себе дополнительную важную информацию об условиях, в которых в древности образовывались кометные ядра, и об их возможной связи с процессами, происходившими на нашей планете миллиарды лет назад.

Возвращение к Рее

После двух лет работы на орбитах, сильно наклоненных к экватору Сатурна, а потому ограничивавших возможности сближений с его спутниками, космический аппарат Cassini в марте 2015 г. вернулся в плоскость сатурнианского экватора. 9 февраля он осуществил первый после долгого перерыва относительно близкий пролет Рее — второй по размерам луны «околицевой планеты». Во время этой встречи его бортовые камеры сделали серию снимков, объединенных в два композиционных изображения. Фотографирование осуществлялось с общей экспозицией около полутора часов в ходе приближения аппарата к спутнику.

Наблюдения, выполненные с использованием бесцветных, зеленых, инфракрасных и ультрафиолетовых фильтров, были объединены в изображения, охватывающие более широкий спектральный диапазон, чем видимый человеческим глазом. Столь тщательная и объемная обработка наблюдательного материала предпринята с целью создания максимально объективной картины тонких цветовых различий на всей поверхности Рее (в натуральных цветах поверхность спутника довольно однородна).

При такой обработке сразу бросается в глаза одна особенность, неразличимая на «обыч-

ных» снимках — сравнительно светлые «шапки» в околополярных областях спутника. Причины их возникновения пока не совсем понятны, поскольку атмосфера Рее весьма разрежена и не может обеспечивать проявления сезонных климатических изменений (как на Земле или на Марсе).

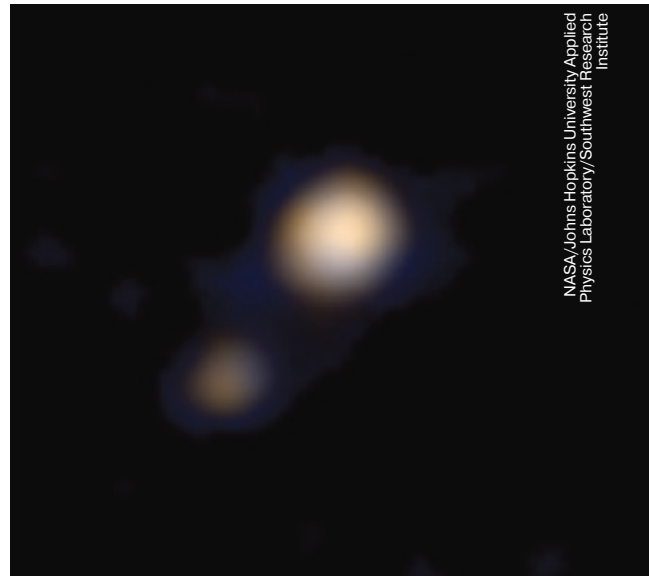
Изображения представлены в ортографической проекции — наиболее предпочтительной для создания реального вида объекта с позиции удаленного наблюдателя, рассматривающего небесное тело в телескоп. Север вверху. Меньшее изображение центрировано на 21° северной широты и 229° западной долготы в системе координат спутника. Разрешение на этой мозаике составляет 450 м на пиксель. Снимки, на основании которых она составлена, были получены с расстояния от 82100 до 74600 км.

Центр большего изображения соответствует местности с координатами 9° с.ш., 254° з.д. Его разрешение достигает 300 м на пиксель, в процессе съемки Cassini приблизился к Рее с 57900 до 51700 км.

Каждая мозаика состоит из нескольких кадров, снятых узкоугольной камерой NAC, с добавлением снимков широкоугольной камеры, используемых для заполнения пробелов в тех районах, для которых данные NAC недоступны.



NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute



NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute

Плутон и Харон все ближе

Космический аппарат New Horizons (NASA)¹ с помощью бортовой камеры Ralph, способной получать изображения в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах спектра, сделал первые цветные снимки главной цели своей миссии — карликовой планеты Плутон (134340 Pluto) и ее спутника Харона. Фотографирование производилось 9 апреля 2015 г. с расстояния 115 млн км, что немного превышает радиус орбиты Венеры. Даже на таком расстоянии можно отметить различия во внешнем виде объектов — прежде всего в их поверхностной яркости. Когда 14 июля текущего года New Horizons сблизится с Плутоном до 12,5 тыс. км, прибор Ralph начнет получать цветные изображения, на которых ученые смогут рассмотреть детали рельефа размерами до нескольких километров. Прием полученных зондом в ходе пролета научных данных продлится почти полтора года. Такая «медлительность» вызвана сложностями радиосвязи на столь огромном расстоянии: каждый бит информации будет идти на наземные приемные станции почти пять часов.

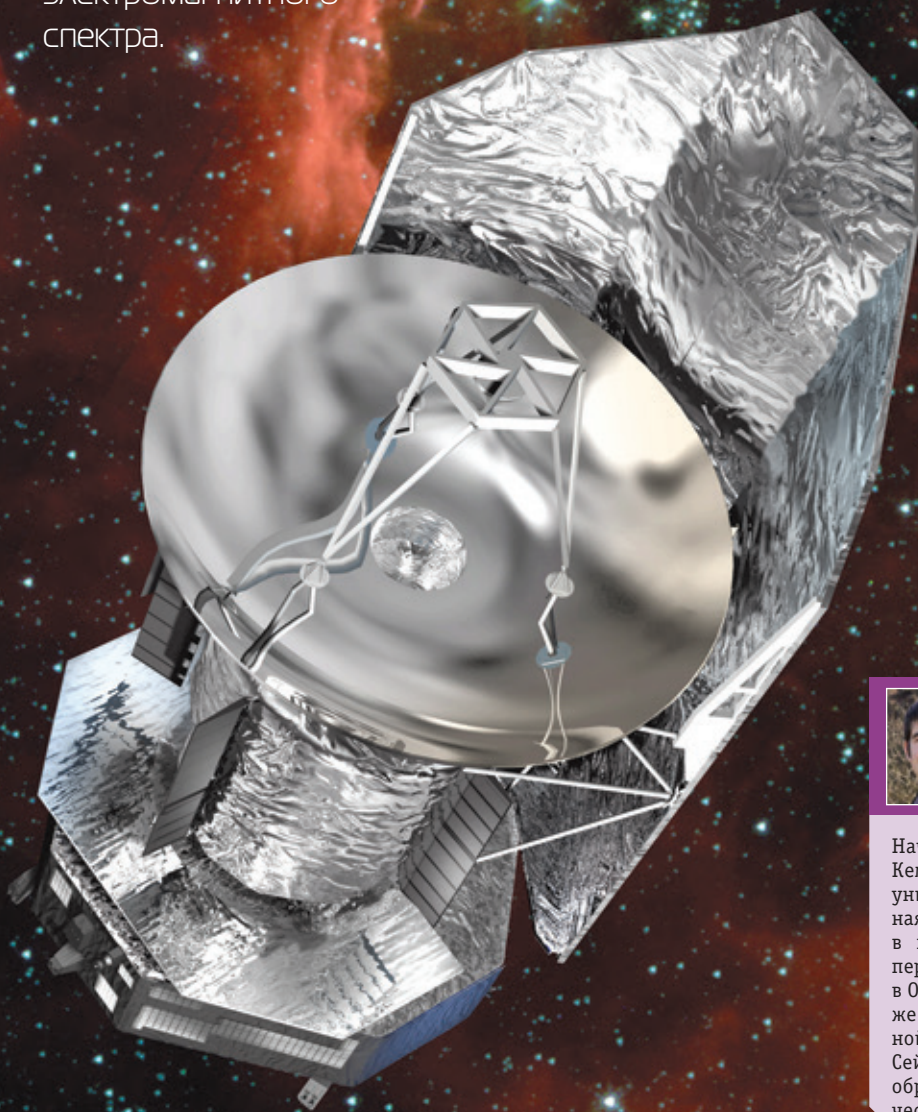
Пролет зонда New Horizons вблизи Плутона обещает стать крупным космическим событием нынешнего года. Он ознаменует успешное завершение разведки восьми (исключая Землю) «классических» планет Солнечной системы, какой она виделась на момент начала космической эры — это будет означать, что каждую из них сфотографировал с близкого расстояния, по крайней мере, один автоматический аппарат. На данный момент практически вся имеющаяся информация о Плуtone и системе его спутников получена орбитальным телескопом Hubble (в том числе и самые первые цветные снимки этого небесного тела).

¹ ВПВ №1, 2003, стр. 22; №1, 2004, стр. 26; №2, 2006, стр. 25; №11, 2010, стр. 9

Крис Норт
 Университет Кардиффа,
 Уэллс, Великобритания

Скрытая Вселенная телескопа *Herschel*

Сегодня за пределами земной атмосферы работает два десятка космических телескопов, которые изучают Вселенную во всех диапазонах электромагнитного спектра.



Крис Норт
 Университет Кардиффа, Уэллс,
 Великобритания

Начал свою астрономическую карьеру как студент Кембриджа и аспирант Оксфорда. Сейчас представляет университет Кардиффа (University of Cardiff). Начальная специализация — экспериментальная космология, в настоящее время занимается изучением данных, переданных обсерваторией *Herschel*. Во время учебы в Оксфорде увлекся популяризацией астрономии, позже начал работать в передаче «Небо Ночью», созданной знаменитым Патриком Муром (Sir Patrick Moore). Сейчас, помимо научных исследований, посвящает себя образовательным проектам, предоставляя астрономические ресурсы преподавателям и школам.

Обсерватория Herschel была запущена Европейским Космическим Агентством (ESA) в 2009 г. для изучения Вселенной в дальнем инфракрасном диапазоне и на субмиллиметровых волнах.¹ Эта замечательная миссия предоставила астрономам первую детальную картину скрытого космоса, показав звезды, формирующиеся в плотных облаках пыли и газа, непрозрачных для видимого света. Если же говорить о внегалактической астрономии, результаты миссии Herschel рассказали нам о том, как на протяжении истории Вселенной менялась скорость образования новых звезд и как на эту скорость влияла межзвездная среда. Но, пожалуй, самое важное — то, что эти результаты сопровождались получением совершенно удивительных снимков!

Европейский инфракрасный телескоп

Основная цель миссии Herschel — наблюдение формирования звезд в нашей и других галактиках. Кроме Европейского Космического Агентства, в ее организации приняла активное участие NASA.

20 лет назад телескоп Hubble сделал знаменитый снимок «Столпов Творения», в действительности представляющих собой гигантские башни из пыли, внутри которых скрываются рождающиеся звезды. «Столпы Творения» — часть более крупной туманности M16 под названием «Орел» — светящегося облака межзвездного газа. Чтобы понять, что находится внутри этих пылевых структур, необходимо использовать другой диапазон электромагнитных волн.

В конце XVIII столетия сэр Уильям Гершель (Sir William Herschel) проверял гипотезу о том, что лучи синего цвета представляют собой излучение с большей энергией. При помощи призмы он разложил световой луч в спектр и разместил термометры таким образом, чтобы сравнить температуру воздуха, нагретого излучением с разной длиной волны.² Взглянув на термометр, который расположенный в темном участке за пределами красного конца спектра, ученый обнаружил, что тот тоже нагрелся под действием некоего невидимого излучения, которое мы сейчас называем инфракрасным или тепловым. Потом были открыты другие виды излучения, и теперь мы можем осуществлять наблюдения во всех диапазонах электромагнитного спектра.

Астрономия подразделяет инфракрасный диапазон на ближний, средний и даль-

ний (по отношению к видимому свету). Этот диапазон шире визуального на два порядка и соответствует температурам в десятки и сотни кельвинов.³ Обсерватория Herschel способна регистрировать излучение субмиллиметрового и дальнего инфракрасного диапазона.

В видимом свете можно наблюдать лишь внешние области пылевых облаков, скрывающих внутри звезды. Herschel дает возможность увидеть эти звезды вместе со свечением пыли, вызванным их светом, а также места, где прямо сейчас идет формирование новых светил. Межзвездная пыль вносит значительную составляющую в общее свечение неба, которая до определенного момента оставалась вне поля зрения астрономов, а теперь наблюдается обсерваторией Herschel.

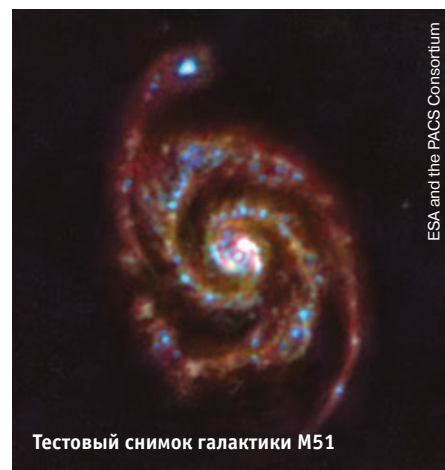
Излучение среднего и дальнего инфракрасного диапазона полностью поглощается молекулами воды, присутствующими в земной атмосфере. Поэтому для работы с ним нужна именно космическая обсерватория. Herschel был выведен в точку Лагранжа L₂, находящуюся на расстоянии 1,5 млн км от Земли в направлении, противоположном Солнцу, и для него это идеальное положение в пространстве. Размеры обсерватории — 8×4×4 м, ее взлетная масса — 4 тонны. Диаметр ее главного зеркала равен 3,5 м: это самое большое цельное зеркало, которое когда-либо запустили в космос. Для охлаждения трех научных приборов до температуры 0,3 К на борту космического аппарата находилось 2200 литров жидкого гелия. Рабочий диапазон принимаемого излучения составлял от 70 до 700 мкм.

Никаких светофильтров на борту не установлено: все излучение рабочего диапазона принималось одновременно, а при завершающей обработке оно кодируется цветом таким образом, что синий соответствует более теплой материи (коротковолновое излучение), а красный — более холодной (длинноволновое излучение).

Что показал нам Herschel

Галактика M51. Первым снимком, который передал Herschel после выхода на рабочую позицию, стала фотография галактики M51, на которой были обнаружены светящиеся области пыли, отмечающие места, где идет формирование новых звезд. Прибор SPIRE продемонстрировал, что весь инфракрасный фон наполнен далеки-

³ Температура по Кельвину отсчитывается от абсолютного нуля, размерность одного градуса равна градусу Цельсия (точка плавления водяного льда — 0 °С — на этой шкале соответствует 273,15К)

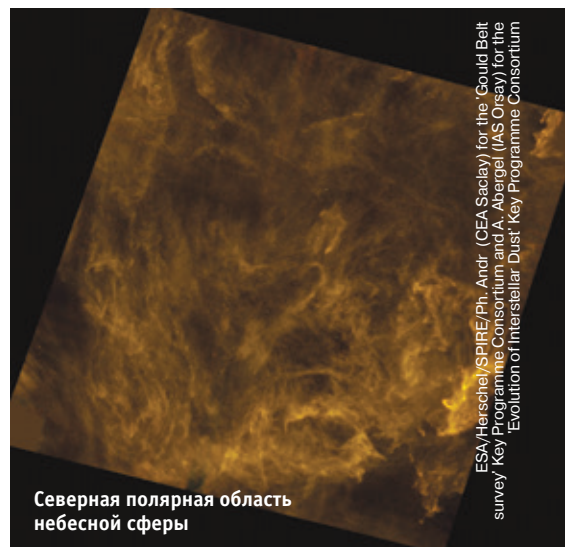


Тестовый снимок галактики M51

ESA and the PACS Consortium

ми галактиками, чей свет вследствие красного смещения изменил свою длину волны настолько существенно, что попал в диапазон приема датчиков инфракрасной обсерватории (на тестовом снимке не видны).

Окрестности полюса мира. Из наиболее примечательных изображений, полученных телескопом Herschel, заслуживает упоминания снимок приполярной области небесной сферы, на котором видны мощные облака светящейся в инфракрасном диапазоне холодной галактической пыли, укрывающие, словно вуалью, Полярную звезду и ее окрестности. Если присмотреться к фрагменту этой области, можно заметить, что позади холодной пыли открывается внегалактическое пространство, усеянное очень далекими галактиками. Инфракрасный «цвет» этих галактик почти совпадает с «цветом» пыли, поэтому отличить эти пятнышки света от пылевых скоплений переднего плана часто бывает трудно.



Северная полярная область небесной сферы

ESA/Herschel/SPIRE/Ph. Andr. (CEA Saclay) for the Gould Belt survey, Key Programme Consortium, and A. Abergel (IAS Orsay) for the Evolution of Interstellar Dust Key Programme Consortium

«Жемчужины» Орла. В этом созвездии Herschel обнаружил неизвестную область звездообразования, удаленную от нас примерно на тысячу световых лет и содержащую около семисот «новорожденных» звезд. Их окружает сложная система газово-пылевых волокон. Весь

► комплекс является частью огромной тороидальной формации, известной под названием «Пояс Гудда» (Gould's Belt).⁴ Разнообразные структуры межзвездной пыли, нагретой до температуры около 200 К (до -50...-100 °С), ранее были недоступны космическим телескопам, работавшим в диапазонах, намного более близких к видимому. Кроме того, здесь заметны тонкие волокна, в которых просматриваются крохотные «жемчужины» — плотные облака протозвездных туманностей. Они конденсируются из холодного газа, постепенно сжимаясь и нагревая его.

⁴ ВПВ №3, 2009, стр. 7

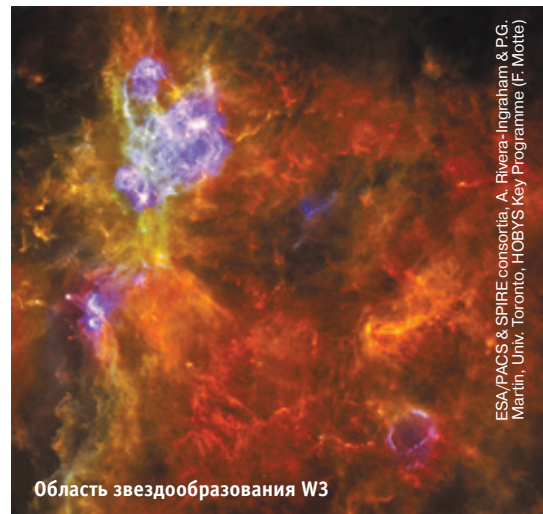


ESA and the SPIRE & PACS consortia, Ph. André (CEA Saclay) for the Gould's Belt Key Programme Consortia

Область звездообразования в созвездии Орла.

RCW120. На снимке объекта, имеющего индекс RCW120, можно увидеть, как массивная звезда своим ветром — потоками заряженных частиц (в основном протонов) — выталкивает всю окружающую пыль из своих окрестностей, образуя пузырь, граница которого представляет собой область повышенной плотности и температуры. Плотность вещества на изображении характеризуется яркостью, а температура — синим цветом, оттенки которого отражают интенсивность излучения среднего инфракрасного диапазона, попавшего на датчики телескопа. Этот снимок также подтверждает, что образование звезд новых поколений может «запускаться» светом более старых ярких светил, своим световым давлением и звездным ветром сжимающих облака пыли и газа в своих окрестностях. Этот объект интересен еще и тем, что звезда в центре массой в десяток солнечных (ее излучение Herschel «не видит») окружена пылью и газом, общая масса которых оценивается в две тысячи масс Солнца. Процесс звездообразования на самом деле не очень эффективен: из всего этого материала на формирование звезд пойдет едва ли больше 10%, поэтому ученым интересно понаблюдать за тем, как эта масса со временем начнет распределяться, распадаясь на отдельные протозвезды, и что с ней будет дальше — в течение следующих 10 млн лет.

Область звездообразования W3. Газово-пылевые сгустки, в которых идет формирование звезд малой массы, на этом

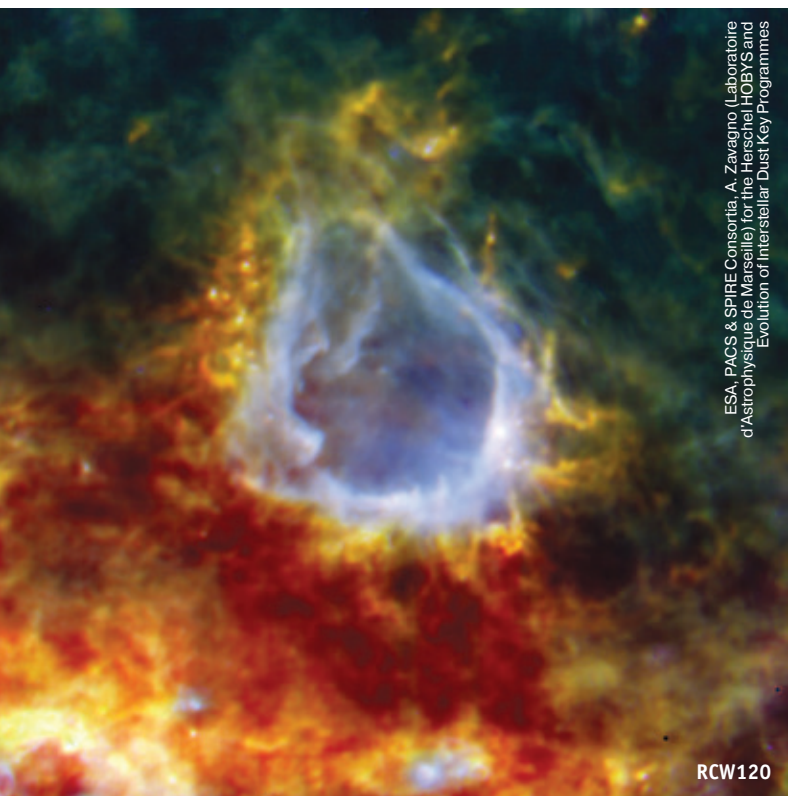


Область звездообразования W3

ESA/PACS & SPIRE consortia, A. Rivera-Ingraham & P.G. Martin, Univ. Toronto, HOBYS Key Programme (F. Motte)

изображении видны как желтые «вкрапления» в более холодном межзвездном веществе, показанном красным цветом. Горячие светила с массами более восьми солнечных испускают мощное излучение, сильно нагревающее окружающий газ и пыль, из-за чего на данном снимке они выглядят голубыми.

Объект W3 GMC — необычно большое скопление молодых звезд, расположенное на расстоянии 6200 световых лет в галактическом рукаве Персея. Здесь продолжается образование как массивных, так и сравнительно «легких» объектов. Вначале, как показывает анализ снимка, идет формирование звезд по краям газово-пылевого сгустка, а затем новорожденные светила «сбивают» вещество в его центр, вызывая, таким образом, активные процессы звездообразования и в этом регионе. Это зна-



ESA, PACS & SPIRE Consortia, A. Zavagno (Laboratoire d'Astrophysique de Marseille) for the Herschel/HOBYS and Evolution of Interstellar Dust Key Programmes

RCW120



ESA/Herschel/PACS/SPIRE/Hill, Motte, HOBYS Key Programme Consortia

Столпы Творения

чит, что звездный ветер может работать «в противоположном направлении», образуя не только пузыри в межзвездном газе, но и его уплотнения.

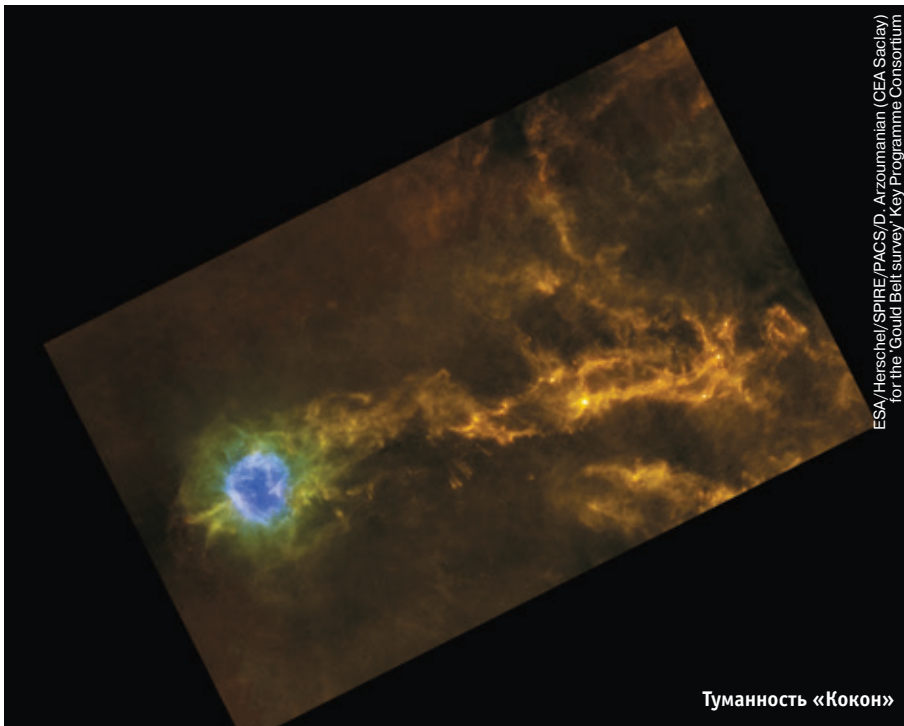
Столпы Творения. Туманность M16 «Орел» стала знаменитой после того, как были опубликованы ее детальные снимки, сделанные обсерваторией Hubble и запечатлевшие гигантские колонны вещества, в которых рождаются новые звезды. Конечно же, после этого ее активно изучали и другие космические телескопы. Эти структуры светятся в среднем инфракрасном диапазоне на фоне более холодных облаков пыли, а в дальних пределах туманности находятся плотные протозвезды, которые полностью скрыты пылью на снимках телескопа Hubble.

На изображении, переданном обсерваторией Herschel, красный цвет соответствует материи с температурой около 10 К (-263 °С), излучающей на волне 250 мкм, голубой — 40 К (-233 °С, 70 мкм). Заметна сложная волокнистая структура с огромными полостями, подобными той, которая окружает «Столпы творения», очертания которых с трудом угадываются на этом снимке. Из пыли и газа, в изобилии содержащихся в туманности, продолжают формироваться новые звезды.

Регион DR21 в созвездии Лебедя. Лебедь X (Cygnus X) — гигантское молекулярное облако, обширная область звездообразования, расположенная в созвездии Лебедя примерно в 5000 световых лет от Солнца. Одной из самых примечательных деталей этого облака является сложная сеть волокон и колонн вещества, обеспечивающих интенсивную звездообразовательную активность. Это регион DR21 — необычно плотная волокнистая структура, в которой рождаются очень массивные звезды. Он представляет собой своеобразный «узел», где сходятся волокна материала практически со всех направлений, чтобы сформировать



Область DR21



Туманность «Кокон»

ESA/Herschel/SPiRE/PACS/D. Arzoumanian (CEA Saclay) for the 'Gould Belt survey' Key Programme Consortium

протозвезды и «зажечь» их — запустить в них термоядерные реакции.

Туманность IC 5146 «Кокон» также содержит межзвездную материю в виде волокон. После определения их толщины стало ясно, что они сжимаются не гравитацией, а под действием сверхзвуковой ударной волны, идущей от остатков взрыва сверхновой (расположенных за левым краем снимка).

Детальное изучение изображений, переданных обсерваторией, выявило в общей сложности 27 волокон вещества, имеющих очень близкую ширину — порядка 0,3 светового года. Здесь же зарегистрировано более 350 «беззвездных» газопылевых сгустков, встроенных в волокнистые структуры. 45 из них, скорее всего, являются гравитационно связанными протозвездными глобулами — «зародышами» будущих звезд. Все они расположены в самых плотных, неустойчивых волокнах, в основном вдоль основного «потока», видимого в центральной части изображения.

Светящаяся полость в левой части снимка (собственно туманность «Кокон») представляет собой область ионизированного водорода, освещенную молодой и яркой звездой класса В0 — ее свет водород «переизлучает» в видимой части спектра. Некоторые молодые звездные объекты заметны как яркие пятна вдоль основных волокон; другие тоже находятся в туманности, но не видны на этом изображении.

Комплекс областей звездообразования IC 5146 расположен на расстоянии около 1500 световых лет и также относится к объектам Пояса Гулда — гигантского кольца из звезд и газопылевых туманностей, окружающего Солнце.

Телескоп Herschel внес очень существенный вклад в науку. Примерно треть от общего числа его наблюдений касалась проблем звездообразования, чуть меньше трети было посвящено изучению галактик, и еще одна треть — космологии. Общее количество наблюдательного времени достигло 23 476 часов. На основе исследований, проведенных телескопом, уже написано 1277 статей. 17 июня 2013 г. на борт космического аппарата отправили команду на полное выключение систем управления и научных приборов.⁵ Тем не менее, обработка полученных им данных займет еще не один год, и среди них, несомненно, найдется место новым открытиям.

⁵ ВПВ №8, 2013, стр. 10

КАЛЕНДАРЬ



OK15. Одесский астрономический календарь 2015

Одесский астрономический календарь 2015 предназначен для широкого круга читателей: от школьников до астрономов-профессионалов. Кроме описания основных астрономических событий года и эфемерид, он содержит статьи об интересных проблемах астрономии и очерки к юбилейным датам.

shop.universemagazine.com
телефон для заказа (067) 215-00-22

Звездное скопление к юбилею

Легендарная космическая обсерватория празднует свой четвертьвековой юбилей. 24 апреля 1990 г. с космодрома на мысе Канаверал стартовал американский много-разовый корабль *Discovery*, который днем позже вывел на околоземную орбиту телескоп *Hubble*. Пожалуй, не стоит повторять, насколько большое значение имеет это событие для современной астрономии. *Hubble* остается самым долгоживущим и продуктивным астрономическим инструментом, работающим за пределами атмосферы, и инженеры NASA будут делать все возможное, чтобы максимально продлить срок его активного существования. Не исключено, что в будущем они найдут способ снять этот уникальный аппарат с орбиты и вернуть на Землю, чтобы сделать его экспонатом одного из аэрокосмических музеев, одновременно получив возможность изучать последствия долговременного воздействия факторов космического пространства на электронику и конструкционные материалы.

Как обычно, к годовщине начала работы телескопа группа его сопровождения публикует сделанный им по такому случаю снимок какого-нибудь особенно живописного небесного объекта. В этот раз им стало рассеянное скопление *Westerlund 2*, видимое в созвездии Киля и находящееся на расстоянии около 20 тыс. световых лет. Оно расположено в гигантской области звездообразования *Gum 29*, имеет размер порядка 10 световых лет и содержит свыше трех тысяч звезд различной массы, относящихся к наиболее ярким и горячим светилам, известным современной науке. Их возраст примерно одинаков и оценивается в 2 млн лет.

Интенсивное излучение звезд скопления и испускаемый ими звездный ветер сформировали обширную полость в расположенном поблизости газовой-пылевой облаке, состоящем в основном из газообразного водорода. Вокруг сгустков вещества, содержащихся в нем, образовались характерные структуры, аналогичные по своей природе знаменитым «Столпам Творения» в туманности «Орел». В их вершинах, ориентированных в сторону скопления, также происходит активное звездообразование.

Светящиеся массы газа, ионизированного ультрафиолетовым излучением близлежащих светил, частично скрыты от нас темными пылевыми туманностями, поглощающими практически все излучение, доступное детекторам обсерватории *Hubble*. Красные точки, разбросанные по полю снимка, представляют собой «звездные зародыши», все еще скрытые плотными пылевыми «коконами» и не видимые в оптическом диапазоне (но хорошо различимые в инфракрасном). Яркие синие звезды относятся к объектам переднего плана, которые расположены к нам значительно ближе, чем скопление *Westerlund 2*.

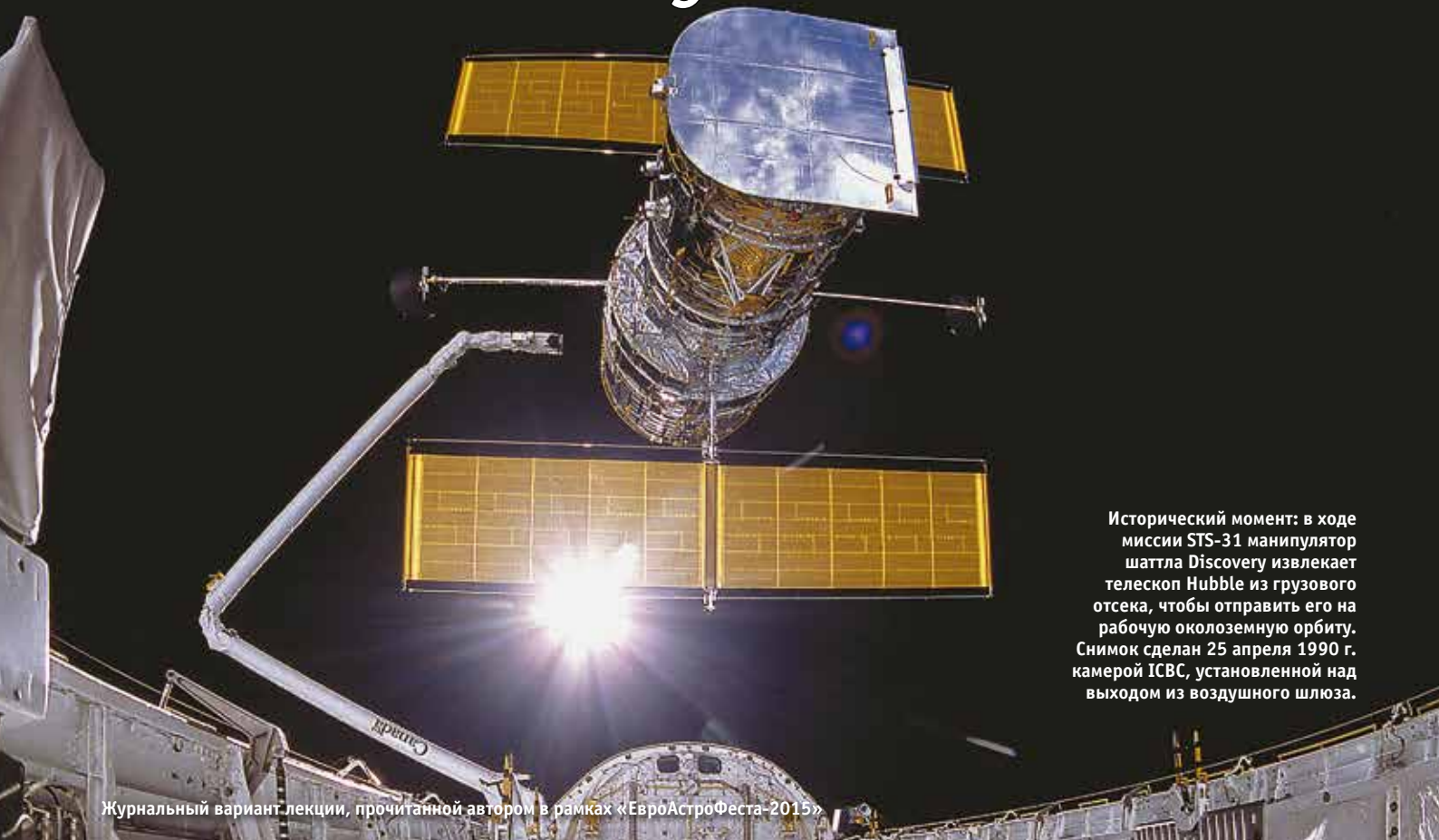




NASA, ESA, the Hubble Heritage Team (STScI/AURA), A. Nata (ESA/STScI), and the Westerlund 2 Science Team

Hubble

четверть века на службе человечеству



Исторический момент: в ходе миссии STS-31 манипулятор шаттла Discovery извлекает телескоп Hubble из грузового отсека, чтобы отправить его на рабочую околоземную орбиту. Снимок сделан 25 апреля 1990 г. камерой ICBS, установленной над выходом из воздушного шлюза.

Журнальный вариант лекции, прочитанной автором в рамках «ЕвроАстроФеста-2015»

Научные исследования, производившиеся космическим телескопом Hubble, остаются неповторимыми в течение четверти века с момента его запуска. Его наблюдения оказали огромное влияние на все области астрономии.

Рэй Виллард (Ray Villard)

Директор информационного агентства при Институте Космического Телескопа (STScI), Балтимор, США

Если в космосе происходит что-нибудь интересное, ученые обязательно должны взглянуть на это при помощи телескопа Hubble. Он легко достиг поставленных перед ним первичных научных целей, а затем доказал, что является достаточно приспособленным для того, чтобы иметь дело с неизвестными рубежа-

ми — экзопланетами и темной энергией. «Ближе к дому» Hubble осуществляет поддержку других космических миссий в Солнечной системе — таких, как миссия New Horizons к Плутону. Благодаря периодическим модернизациям, которые проводила NASA в течение срока его эксплуатации, технологически Hubble теперь гораздо более

совершенный инструмент, чем тот, каким он был в начале 90-х годов. Теоретически он может продолжить свою деятельность и после 2020 г., работая в связке с новым поколением космических и наземных телескопов.

«Кривое зеркало»

Hubble был выведен на орбиту 25 апреля 1990 г. и с тех пор существенно трансформировал наш взгляд на Вселенную, внося серьезный вклад во все области астрономии, воз-

буждая интерес общественности к этой науке. К обработке его наблюдений привлекаются сотни астрономов со всего мира. В строительстве орбитальной обсерватории поучаствовало и ESA, сконструировав солнечные панели и одну из первых камер.

Уже первые фотографии, переданные телескопом на Землю, показали, что вследствие неправильной формы главного 2,4-метрового зеркала он не способен получать изображения нужной четкости. Это вызвало соответствующую

реакцию широкой публики...

Со стороны NASA были предприняты попытки исправить ситуацию путем установки специальных корректирующих линз. Планировалось также обновлять камеры телескопа, посылая к нему пилотируемые шаттлы. Однако после того, как 1 февраля 2003 г. разбилась Columbia, в NASA решили прекратить ремонтные миссии — они собирались утилизировать Hubble еще 10 лет назад. К счастью, Джордж Буш-младший не остался президентом еще на один срок. Потом были сокращены расходы на обслуживающие уникального инструмента...

Но все-таки в 2009 г. удалось провести финальную модернизацию, заменив Камеру широкого поля WFC2 на новую, третью версию.

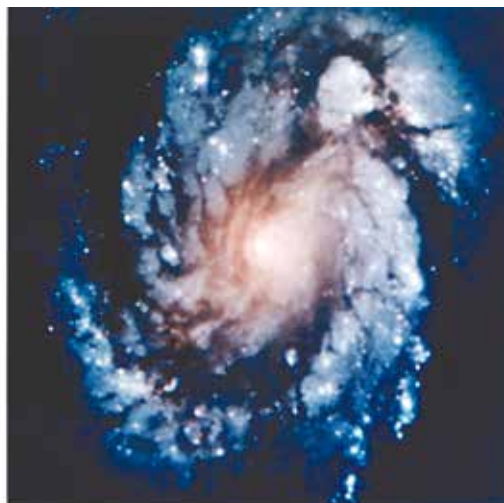
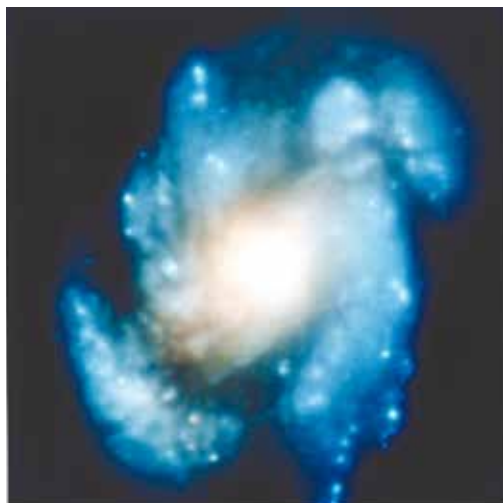
Вот какие задачи стояли перед обсерваторией Hubble на момент запуска:

- Уточнение масштаба космических расстояний и постоянной Хаббла;
- Исследования газа внутри галактик и во внегалактическом пространстве;
- Определение абсолютного блеска сверхновых;
- Изучение происхождения и эволюции Солнечной Системы.

Но в процессе работы совершенно неожиданно оказалось, что Hubble можно использовать также и для следующих целей:

- Изучение источников гамма-излучения;
- Измерение возраста Вселенной;
- Фотографирование и определение состава атмосфер экзопланет;
- Исследование темной энергии и расширения Вселенной;
- Изучение образования звезд и планет;
- Изучение сверхмассивных черных дыр;
- Определение возраста звезд в других галактиках;
- Исследование гравитационных линз и темной материи.

Ранее считалось, что расширение Вселенной со временем замедляется — вопрос был только в том, насколько



▲ Снимок галактики M100, сделанный телескопом Hubble до и после установки корректирующей оптики.



▲ Проплиды (протопланетные диски) в Туманности Ориона.

«Если вы можете что-то представить, то оно обязательно где-то существует: открытия показали нам, что если что-то не запрещено законами термодинамики и физики — тогда оно является обязательным»
 Вирджиния Тримбл, Университет Калифорнии (Virginia Trimble, University of California)

быстро это происходит. Для получения ответа на этот вопрос астрономы занялись далекими сверхновыми. И благодаря телескопу Hubble они пришли к неожиданному результату: ока-

залось, что примерно 6 млрд лет назад замедление расширения Вселенной сменилось ускорением! Две команды ученых получили за это открытие Нобелевскую премию.

Эксперты-космологи предсказывают, что Вселенная будет стабильной, по крайней мере, еще триллион лет. Некоторых указанный промежуток времени почему-то пугает.

Мистер Спок и экзопланеты

Наверное, многие удивляются тому, как свободно сценаристы сериала «Звездный Путь» обходятся с названиями и свойствами различных планет вне

Солнечной системы. Еще пару десятилетий назад казалось, что эти планеты так далеко от нас, что никогда не будут исследованы, а потому не имеет смысла придергивать полет своей фантазии. И вот уже в наше время Hubble дал нам возможность оперировать настоящими, реальными свойствами реальных экзопланет, находящихся на огромных расстояниях.

Предполагалось, что планетные системы рождаются из газово-пылевых дисков вокруг звезд. Hubble показал нам именно такие объекты в Туманности Ориона — десятки «эмбрионов» планетных систем на светящемся фоне межзвездного газа.

► *«Hubble открыл нам Вселенную катаклизмов, хаотичную, развивающуюся Вселенную, где энергия принимает форму звезд, планет и туманностей на невообразимо глубоком фоне далеких галактик»*
 Колонка главного редактора газеты *New York Times*, май 2002 г.

Исследования протопланетных дисков имеют огромное значение для современной астрономии. В отличие от тысяч кандидатов в экзопланеты, мы пока знаем о существовании около 20 таких дисков, в одном из которых — у звезды Фомальгаут — Hubble даже обнаружил планету! С его способностями появилась возможность изучать атмосферы объектов, периодически проходящих по дискам своих звезд. В ходе первых наблюдений удалось зарегистрировать линии поглощения нейтрального натрия, а затем — водорода, углерода, кислорода

и даже органических соединений. Этим методом телескопы будущего — гораздо более мощные, чем Hubble — будут исследовать состав атмосфер планет земного типа.

Туманность Андромеды

Совсем недавно Hubble провел панхроматическое исследование сокрювиц Туманности Андромеды (PHAT), получив более 400 кадров большой мозаики — сотни витков вокруг Земли, 7398 экспозиций, 411 индивидуальных кадров, 1,5 гигапик-

села для изучения поколений звезд соседней с нами галактики. К сожалению, скачать всю эту панораму целиком нереально, хотя многие, возможно, хотели бы повесить ее у себя в коридоре. Космический телескоп разрешил Туманность Андромеды на отдельные звезды — несмотря на то, что она находится на расстоянии 2,5 млн световых лет. Сколько же там может быть цивилизаций?

Туманность Андромеды в пространстве движется прямо к нам, и через 3-4 млрд лет состоится столкновение наших галактик, к которым позже «присоединится» еще одна наша соседка — галактика М33 в Треугольнике. На основе компьютерных моделей был построен вид нашего неба во время этого столкновения. Самое впечатляющее

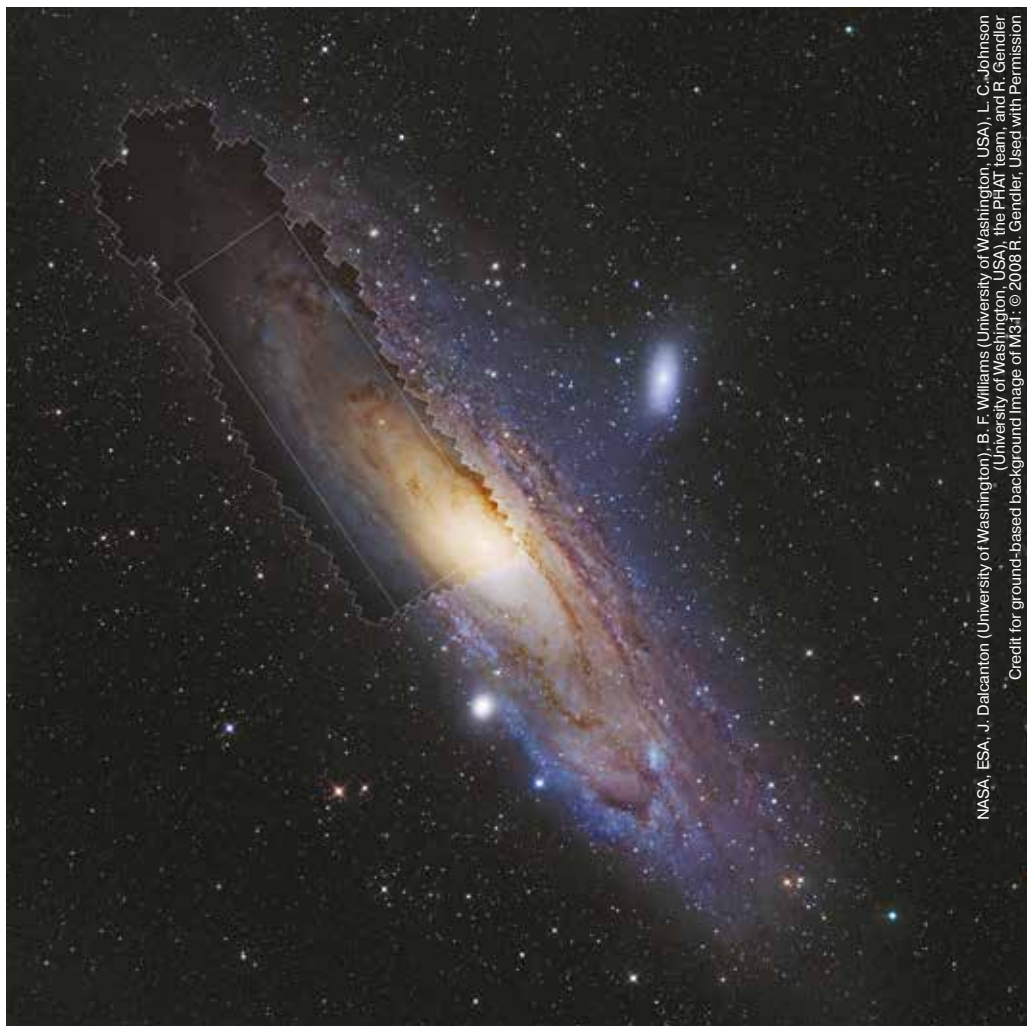
зрелище нас ожидает примерно через 7 млрд лет (уже после гибели Солнца), когда все небо будет заполнено скоплениями рождающихся звезд, супертуманностями, множеством сверхновых и т.д. Сколько замечательных объектов для астрономов-любителей!

А затем, через 11 млрд лет, астрономия станет совсем скучной, поскольку все небо будет заполнено одной большой эллиптической галактикой — результатом слияния Млечного Пути и Туманности Андромеды.

Начало времен в глубинах Вселенной

Hubble проникает в пространство-время дальше, чем любой другой инструмент. Он получает снимки совсем юных галактик, позволяя судить о том, как они растут и развиваются. Вселенная в молодости была довольно хаотичным местом, которое во многом по-прежнему остается неизведанной страной. Благодаря экспозициям в десятки тысяч секунд можно заглянуть в самые далекие ее уголки. Эти глубокие «черпки» показали, что по небу разбросано огромное количество галактик. Всю свою историю Hubble вглядывался во Вселенную все глубже и глубже — вплоть до момента, отстоящего от Большого Взрыва всего на 480 млн лет. Его наследник — телескоп Джеймса Уэбба (James Webb Space Telescope — JWST), обладающий огромным составным позолоченным зеркалом стоимостью 8 млрд долларов — несомненно, сможет проникнуть еще дальше. «Экстремально глубокое поле» покрывает на небе очень маленькую площадку, на самом деле это крошечный образец нашей Вселенной — и такой кусочек содержит десятки тысяч галактик...

В 2004 г. завершилась съемка «сверхглубокого поля Хаббла» (UDF). В нем можно изучать галактики разного



▲ Это изображение демонстрирует Туманность Андромеды (M31) вместе с ее галактиками-спутниками M32 (ниже центра) и NGC 205 (справа вверху). Область, отснятая в ходе обзора PHAT, обведена ломаной линией неправильной формы; границы основного изображения показаны прямоугольником.

▼ Приведенный снимок Туманности Андромеды, сделанный телескопом Hubble, является наиболее масштабной и детальной фотографией этой звездной системы. Это всего лишь часть общего изображения, содержащего полтора миллиарда пикселей, что соответствует площади шестисот мониторов высокой четкости. На нем запечатлено более ста миллионов звезд и тысячи звездных скоплений, заключенных в участке галактического диска размером порядка 40 тыс. световых лет.



NASA, ESA, J. Dalcanton (University of Washington, USA), B. F. Williams (University of Washington, USA), L. C. Johnson (University of Washington, USA), the PHAT team, and R. Gendler.



▲ Площадь «Экстремально глубокого поля» (eXtremely Deep Field — XDF) в сравнении с диском полной Луны. На этом крошечном участке неба обнаружено несколько тысяч древних галактик, существовавших около 13 млрд лет назад, когда нашей Вселенной было меньше миллиарда лет «от роду».

возраста, их развитие с течением времени. На основе этих наблюдений удалось смоделировать, как выглядел Млечный Путь 10 млрд лет назад. В нем происходило массовое рождение звезд. Таким образом, Hubble представляет собой настоящую машину времени, благодаря которой мы можем заглянуть в момент времени, отстоящий от наших дней на 10 млрд лет.

В 2014 г. был получен результат наблюдений этого поля практически со всеми фильтрами, которыми располагает Hubble — от ближнего

ультрафиолетового через визуальный к ближнему инфракрасному диапазону. Его можно назвать «панхроматическим сверхглубоким полем». Вопросы, что делать дальше, не возникает — конечно же, наблюдать еще более глубокое поле, еще дальше проникать вглубь Вселенной...

С помощью эффекта гравитационной линзы сейчас выполняется программа «поля на границе» (Frontier Fields). Так можно заглянуть в область красных смещений больше 10, которые «не видит» Hubble, но вполне мо-

▼ В центральной части гигантского скопления галактик Abell 2744, известного под названием «Скопление Пандоры», Hubble обнаружил «следы» намного более удаленных объектов, свет которых сконцентрирован мощным полем тяготения огромного скопления массы. Этот эффект астрономы называют «гравитационным линзированием» и используют его для поисков слабых удаленных структур. Рамочками, отмеченными латинскими буквами «a», «b» и «с», обведены изображения одной и той же линзированной галактики, «размноженной» за счет преломления ее света неоднородностями гравитационного поля. Это одна из самых далеких звездных систем, наблюдавшихся к настоящему времени: ее излучение шло к нам примерно 13 млрд лет. Без эффекта линзирования она выглядела бы на порядок более слабой и была бы недоступной даже космическому телескопу. Расстояние до галактики оценено по величине красного смещения и геометрическим методом (путем анализа взаимного расположения и формы ее линзированных изображений). Зная этот параметр, удалось определить ее поперечник — около 850 световых лет. По массе она в 40 млн раз превышает Солнце, однако, несмотря на столь скромные размеры, в ней каждые три года рождается новая звезда.

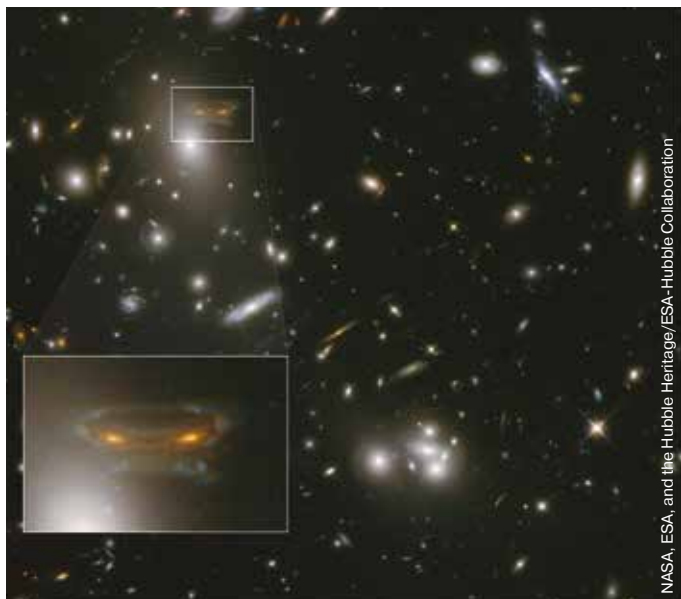


NASA, ESA, A. Zitrin (California Institute of Technology), and J. Lotz, M. Mountain, A. Koekemoer, and the HFF Team (STScI)

жет увидеть JWST. На снимке «поля на границе» в сверхплотном скоплении галактик Abell 2744 мы видим объекты (крошечные скопления

звезд), возникшие всего через 400 млн лет после Большого Взрыва!

20 лет назад были отсняты спектры центра галактики M87



NASA, ESA, and the Hubble Heritage/ESA-Hubble Collaboration

▲ Гравитационное поле, создаваемое массивным скоплением галактик Abell 68, действует как линза, увеличивая и делая ярче более далекие объекты фона. Однако в итоге мы видим их искаженные изображения (чаще всего в виде дуг). Линзирующее скопление находится от нас на расстоянии порядка 2 млрд световых лет.

в созвездии Девы с целью выяснить распределение скоростей вещества в окрестностях сверхмассивной черной дыры в ее центре (массой примерно 6 млрд солнечных). Дальнейшие исследования показали, что масса центральной черной дыры хорошо коррелирует с размером «материнской» звездной системы: так, например, в шаровом скоплении M15 она имеет массу порядка тысячи, в средних галактиках, наподобие Млечного Пути — миллионов, а в гигантских эллиптических — даже миллиардов солнечных масс, что

может служить подсказкой механизмов формирования и эволюции этих объектов.

Темная материя

Основная часть материи нашей Вселенной существует в «темном» виде (темная энергия и темная материя), а все, буквально все, что мы видим — миллионы галактик, триллионы звезд, возможно, десятки триллионов планет — составляет всего 4% от общего количества материи Вселенной. Такое положение можно метафорически сравнить с Чеширским Котом. Вы

«Космический телескоп Hubble — не только самый сложный и дорогой автоматический аппарат, он также предмет искусства... он говорит о нас самих больше и лучше, чем мы это можем себе представить.»
Тимоти Феррис (Timothy Ferris), колонка редактора New York Times, 1990 г.

▼ Пример совместной работы двух космических обсерваторий. Телескопы Hubble и Chandra (последний работает в рентгеновском диапазоне) наблюдали столкновение двух галактических скоплений с целью уточнить распределение в них гравитирующей массы. В результате астрономы получили веское доказательство существования темной материи: в процессе столкновения она отделилась от «обычной», представленной в основном облаками горячего межгалактического газа, которые зарегистрировал Chandra (показаны розовым цветом). Еще раньше аналогичный эффект удалось обнаружить в похожем сталкивающемся скоплении, получившем название «Пуля» (Bullet Cluster — ВПВ №11, 2006, стр. 10). Теперь уже понятно, что его случай не является уникальным.



NASA, ESA, CXO, M. Bradač (University of California, Santa Barbara), and S. Allen (Stanford University)

можете видеть его улыбку, но не самого кота.

Но Hubble иногда позволяет рассмотреть и другие части этого «кота». В одном из скоплений галактик — Abell 68 — темная материя на переднем плане искажает пространство-время таким образом, что изображение далекой галактики фона оказалось разбитым на два фрагмента, один из которых к тому же является точной зеркальной копией другого.

Астрономы изучают столкновения скоплений галактик, чтобы понять, как ведет себя содержащаяся в них темная

материя. На снимке, запечатлевшем столкновение галактических кластеров MACS J0025.4-1222, рентгеновские данные показаны розовым цветом, а темная материя, о присутствии которой можно судить по искривлению пространства-времени вокруг, обозначена синим. Прекрасно видно, что когда скопления столкнулись, темная материя беспрепятственно продолжила свое движение, буквально пройдя сквозь стену, условно представленную границей столкновения. Все эти данные — реальные, это некий

БИБЛИОТЕКА АСТРОНОМА-ЛЮБИТЕЛЯ



C046. Владимир Сурдин. Галактики

Четвертая книга из серии «Астрономия и астрофизика» содержит обзор современных представлений о гигантских звездных системах — галактиках. Рассказано об истории открытия галактик, об их основных типах и системах классификации. Даны основы динамики звездных систем. Подробно описаны ближайшие к нам галактические окрестности и работы по глобальному изучению нашей Галактики. Приведены данные о различных типах галактического населения — звездах, межзвездной среде и темной материи. Описаны особенности активных галактик и квазаров, а также эволюция взглядов на происхождение галактик.

Издание ориентировано на студентов младших курсов естественнонаучных факультетов университетов и специалистов смежных областей науки. Особый интерес книга представляет для любителей астрономии.

Полный перечень книг и наличие shop.universemagazine.com, телефон для заказа (067) 215-00-22



▲ Это изображение кометоподобного объекта P/2010 A2, открытого в ходе обзора LINEAR (Lincoln Near-Earth Asteroid Research program) 6 января 2010 г., было получено телескопом Hubble. Снимки, сделанные наземными инструментами, не позволяли определить его истинную природу, и только орбитальная обсерватория с ее высочайшей разрешающей способностью «разглядела» крестообразные пылевые выбросы (показаны на врезке) — результат лобового столкновения двух астероидов на скорости около 5 км/с. О том, что такие столкновения в главном астероидном поясе время от времени происходят, астрономы догадывались уже давно, однако им впервые удалось наблюдать подобное событие «по горячим следам».

материал, который можно нанести на карту (в том числе и трехмерную), чтобы изучать его пространственное распределение.

Наш «задний двор»

Изучение Солнечной системы тоже приносит массу интересного: в ней происходят совершенно удивительные события, одним из которых, например, было столкновение двух астероидов, сформировавшее необычный выброс материи в виде буквы X (P/2010 A2). Еще один астероид (P/2013 P5) буквально разваливается на части, выпуская многочисленные пылевые хвосты — до 6 одновременно!

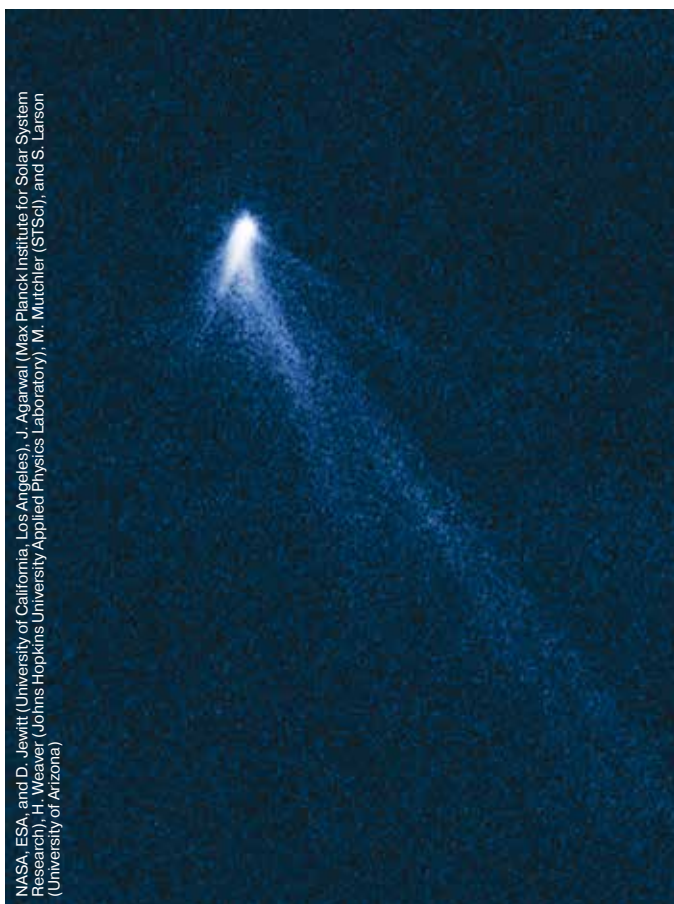
В рамках сопровождения миссии New Horizons получены фотографии Плутона в различных ракурсах, чтобы иметь представление, как меняется его вид при вращении. Это очень сложная задача, но, тем не менее, сейчас ученые имеют картину полного оборота этой карликовой планеты. Снимки системы «Плутон-Харон» делаются также с навигационными целями. На них удалось открыть еще два плутонианских спутника — в дополнение к тем, о которых уже знали.

Кроме того, после долгих и упорных поисков были обнаружены несколько объектов пояса Койпера, к которым — если у NASA будет достаточно средств — отправится зонд New Horizons после пролета Плутона в поисках нетронутой древней материи, оставшейся после формирования Солнечной системы.

Также Hubble наблюдал постепенное уменьшение размеров юпитерианского Красного Пятна, фонтаны сатурнианского спутника Энцелада, он сфотографировал темное пятно на Уране...

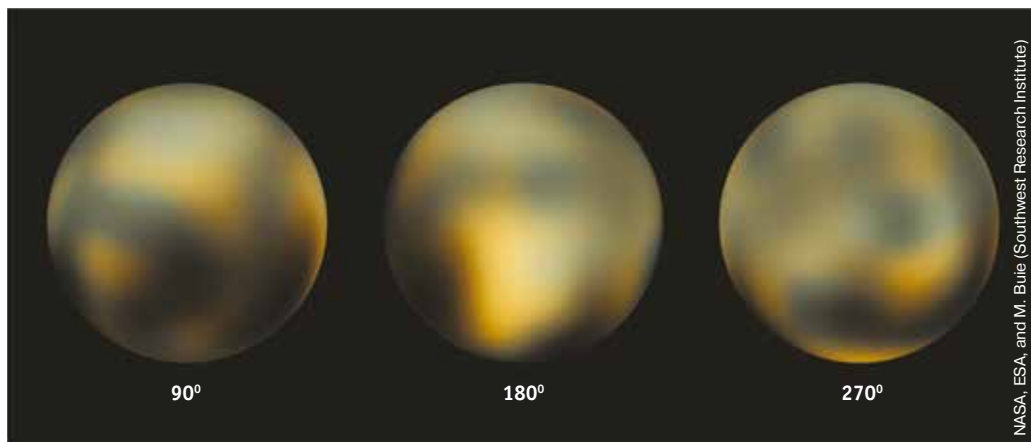
Планируется, что легендарный космический телескоп закончит свою жизнь где-то в

▼ Еще один «сюрприз», обнаруженный телескопом Hubble в главном астероидном поясе — необычный объект P/2013 P5 с шестью пылевыми хвостами, похожими на кометные. Об их происхождении до сих пор идут дискуссии.



2020 г., поскольку возможности его модернизировать больше нет. Однако он проложил путь для двух новых обсерваторий — JWST и инфракрасного обзорного телескопа широкого поля (Wide-Field Infrared Survey Telescope — WFIRST), причем у первого будет в сто раз лучше проникающая способность, а у второго — в сто раз большее поле зрения.

Когда мы лишимся обсерватории Hubble, мы окажемся в положении ребенка, который потерял свою любимую игрушку. Его наследник JWST все же больше инфракрасный телескоп, он не сможет работать, как Hubble, одновременно с тремя диапазонами, «захватывая» только длинноволновую часть видимого спектра. И это будет уже совсем другая история...

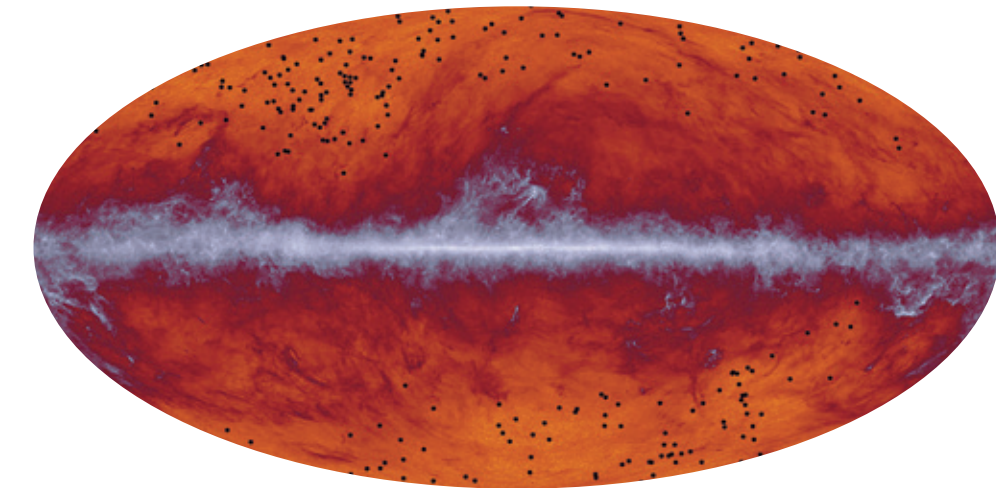


▲ Наиболее детальные изображения карликовой планеты Плутон в различных ракурсах, которые были составлены на основании снимков телескопа Hubble, сделанных в 2002-2003 гг.

Месторождения галактических кластеров

Архивы данных европейских космических телескопов Herschel и Planck, проводивших наблюдения соответственно в инфракрасном и микроволновом диапазонах электромагнитного спектра и выведенных из эксплуатации в 2013 г.,¹ продолжают снабжать ученых ценными сведениями. Недавно, сопоставив результаты их работы, астрономы смогли выявить некоторые из наиболее редких древних скоплений галактик, расположенных на огромных расстояниях. Изображения всего неба, полученные телескопом Planck, помогли обнаружить концентрации массивных галактик, в то время как Herschel предоставил исследователям возможность «присмотреться» к отдельным звездным системам и подтвердить открытие их скоплений. В исследованиях были также использованы наблюдения инфракрасного астрономического спутника IRAS — одного из первых подобных космических аппаратов, разработанного совместно США, Великобританией и Нидерландами.²

Звезды, возникшие в ранней Вселенной, постепенно объединились в галактики, которые, в свою очередь, впоследствии образовали крупные галактические кластеры. После формирования кластеров огромное количество вещества, «не успевшего» при-



▲ Карта небесной сферы в проекции Мольвейде, построенная по данным телескопа Planck. Центральная горизонтальная полоса отображает инфракрасное излучение пылевой компоненты нашей Галактики. Черные точки обозначают расположение кандидатов в галактические кластеры.

нять участие в этих процессах, коллапсировало под действием силы тяжести, вызвав новую волну образования звезд и галактик. С ними смешалась темная материя — загадочная субстанция, в несколько раз превосходящая по массе «нормальную» барионную материю и обнаруживаемая только по своему гравитационному воздействию на видимые объекты.³ Это, в свою очередь, также весьма эффективно способствовало возникновению новых светил. Но основные закономерности формирования больших галактических кластеров и их последующей эволюции остаются для астрономов неизвестными.

Новые исследования дают ученым возможность вернуться к этой загадочной космологической эпохе, отстоящей от наших дней на 10-11 млрд лет. Теперь им доступны сви-

ше двухсот объектов-кандидатов, многие из которых были выявлены с помощью эффекта, называемого гравитационным линзированием.⁴

Чтобы найти «галактические сокровища», астрономы вначале картографировали все небо с использованием телескопа Planck в субмиллиметровом диапазоне в поисках сравнительно ярких удаленных источников излучения. Более детальные снимки обсерватории Herschel показали, что некоторые из выявленных объектов действительно оказались «свежесформированными» интенсивно излучающими гравитационно-линзированными галактиками, а другая их часть представляет собой скопления галактик с большим количеством молодых горячих звезд.

По признаниям участников исследования, они не ожидали обнаружить настолько большое количество областей активного звездообразования и «запыленных» галактик в таких сравнительно компактных группах. Этот факт может стать важной подсказкой при расшифровке процессов формирования крупномасштабной космологической структуры.

На карте небесной сферы в проекции Мольвейде неровная центральная полоса сире-

невого оттенка соответствует пылевой материи, сосредоточенной вблизи главной плоскости нашего Млечного Пути. Черные точки обозначают расположение кандидатов в галактические кластеры, выявленных при анализе наблюдений телескопа Planck и впоследствии подтвержденных по данным миссии Herschel. Конструирование научных приборов для обоих космических аппаратов и обработка полученной ими информации велась при участии американской Лаборатории реактивного движения (Jet Propulsion Laboratory, NASA).⁵ Результаты опубликованы в журнале *Astronomy and Astrophysics*.

По заявлению членов научной группы, используя объединенный потенциал обсерваторий, они имеют возможность отыскать намного больше далеких «сокровищ», поскольку представленное исследование можно назвать всего лишь «царапиной на поверхности явлений, происходивших в ту критическую эпоху истории нашей Вселенной, когда звезды, галактики и их скопления, по всей видимости, образовывались одновременно». Ученые лишь раз убедились в том, что в нашем мире неизмеримо больше неизведанного по сравнению с уже известным.

¹ ВПВ № 4, 2013, стр. 10; №5, 2013, стр. 5

² ВПВ №9, 2009, стр. 7

³ ВПВ №10, 2005, стр. 6; №10, 2010, стр. 4

⁴ ВПВ №7, 2006, стр. 18

⁵ ВПВ №12, 2014, стр. 8

Архив журнала за 2011-2013 гг. в цифровом виде

Коллекция журналов на CD-дисках



www.shop.universmagazine.com

SpaceX продолжает эксперименты

Частная компания SpaceX осуществила еще один успешный пуск ракеты-носителя Falcon 9 с автоматическим грузовым кораблем Dragon, в седьмой раз отправившимся к Международной космической станции. Старт состоялся 14 апреля в 20 часов 41 минуту по всемирному времени с пускового комплекса №40 космодрома на мысе Канаверал. Как и в ходе прошлого пуска,¹ специалисты компании предприняли попытку осуществить «прицельную» посадку отработанной первой ступени носителя на плавучую платформу Autonomous Spaceport Drone Ship (ASDS), находившуюся в Атлантическом океане, однако эта попытка снова закончилась неудачей.

Разделение ступеней произошло на высоте около 125 км, на четвертой минуте после старта. Еще через 7 минут управляемого падения первая ступень безупречно вышла к цели (собственно плавучей платформе) и после кратковременного включения маршевых двигателей погасила вертикальную скорость почти до нуля. Однако на финальном этапе спуска она начала раска-

чиваться вокруг горизонтальной оси, потеряла устойчивость и после касания упала на платформу, практически полностью разрушившись в пламени остатков горючего и окислителя.

Как сообщил основатель и директор компании SpaceX Элон Маск (Elon Musk), плавучая платформа в результате инцидента не получила значительных повреждений и будет отремонтирована после прибытия в порт Джексонвилл, штат Флорида. Там же должна быть проведена основная часть мероприятий по расследованию причин неудачной посадки.

17 апреля корабль Dragon сблизился с МКС, в 10:55 UTC он был захвачен роботизированным манипулятором Canadarm2 и в 13:29 UTC пристыкован к надирному порту модуля Harmony американского сегмента орбитального комплекса. В рамках коммерческой миссии CRS-6, выполняемой по контракту с NASA, он доставил на станцию почти две тонны грузов, в том числе полтонны продуктов и одежды для экипажа, а также растения и животных (в том числе 20 мышей) для 40 научных экспериментов, производимых в соответствии с программой полета. Возвращение спускаемого аппарата корабля на Землю запланировано на 21 мая.

¹ ВПВ №1, 2015, стр. 17



Старт FH Falcon 9.

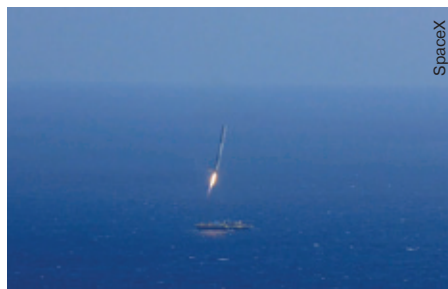
SpaceX



Прибытие корабля Dragon к МКС.

NASA

▼ Аварийная посадка первой ступени на платформу ASDS.



SpaceX



SpaceX



SpaceX

БИБЛИОТЕКА АСТРОНОМА-ЛЮБИТЕЛЯ



Г021. Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории

Сочетая научное осмысление и элегантно изложенное, Брайан Грин срывает завесу таинства с теории струн, чтобы явить миру Вселенную, состоящую из 11 измерений, в которой ткань пространства рвется и самовосстанавливается, а вся материя — от наименьших кварков до гигантских сверхновых — порождена вибрациями микроскопически малых петель энергии. Автор использует разнообразные примеры (от аттракционов в парке до муравьев на садовом шланге), чтобы проиллюстрировать прекрасную, но причудливую реальность, открываемую современной физикой. Великолепная по таланту, беспрецедентная по способности просвещать и увлекать, «Элегантная Вселенная» представляет собой восхитительное путешествие по современной науке, которое существенно приближает нас к пониманию того, как устроена Вселенная.

Полный перечень книг и наличие shop.universemagazine.com, телефон для заказа (067) 215-00-22

ИТОГИ КОНКУРСА «СЕВЕРНОЕ СИЯНИЕ 17-18 МАРТА»

Валерия Силантьева,
астрофотограф,
основатель сайта pathspace.ru

Северное сияние (точнее, полярное сияние, поскольку аналогичные явления наблюдаются и в приполярных областях Южного полушария) возникает, когда «магнитная защита» Земли перестает справляться с потоками заряженных частиц, выбрасываемых в космос в ходе мощных солнечных вспышек, из-за чего значительная их часть достигает верхних слоев земной атмосферы, взаимодействуя с атомами составляющих ее газов и вызывая их свечение. 17-18 марта жители нашей планеты могли любоваться этим явлением, охватившим огромные площади в окрестностях Северного полюса. Геомагнитная активность

была столь сильной, что яркие сполохи наблюдались не только в пределах полярного круга, но и в Санкт-Петербурге, Подмосковье и даже в Тульской области!

В ночь с 17 на 18 марта значение К-индекса в Москве достигало 8 (напомним, максимальная величина этого индекса — 9). Таким образом, эта магнитная буря оказалась сильнейшей за последние полтора года.

В местностях, над которыми в указанную ночь было чистое небо, многие любители астрономии и просто фотографы, занимающиеся пейзажной съемкой, смогли не только увидеть редкое «небесное шоу», но и запечатлеть его. В итоге на конкурс снимков полярного сияния 17-18 марта были присланы 94 фотографии.

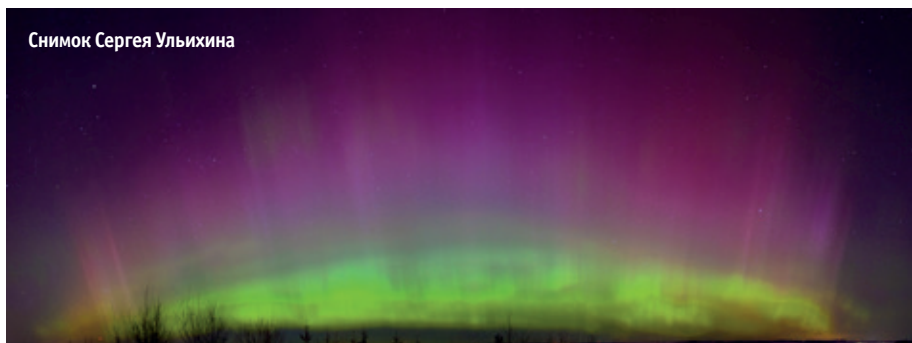
По решению жюри в составе астрофотографов Александра Рудого, Максима Хи-

самутдинова и команды сайта pathspace.ru первое место заняли снимки Кирилла Качачкова из Санкт-Петербурга. Он следил за показателями солнечной и геомагнитной активности, и для большей уверенности выехал из города на север — на побережье Ладожского озера в район Осиновецкого маяка. Бледные красные сполохи начали появляться на небе почти сразу после захода Солнца. С каждой минутой они становились все ярче, постепенно превращаясь в огромный купол, который переливался всеми цветами радуги — редкое зрелище для этих широт. Панорама короны снималась камерой Canon EOS 6d, объектив Samyang 14 f/2,8. Представленное изображение состоит из 6 горизонтальных кадров с дальнейшим сведением, отснятых с односекундными выдержками при светочувствительности ISO 1600.

Второе место досталось работе Сергея Макурина (Краснотурьинск, Северный Урал), производившего съемку в окрестностях города Карпинска Свердловской области 17 марта в 22 часа 40 минут по местному времени. Это первое подобное явление, сфотографированное автором, но, несмотря на отсутствие опыта и технические сложности, результат получился впечатляющим. Панорама сложена из пяти вертикальных кадров, сделанных с 20-секундными выдержками (ISO 800). Фотоаппарат Canon 5D Mark II, объектив Canon EF 16-35 mm f/2.8L II USM.

Третье место присуждено Сергею Ульхину из Ижевска (Удмуртия). Его снимки сделаны 18 марта вскоре после полуночи. Камера Canon 1000D, объектив Samyang 24 mm f/1.4. Изображение представляет собой мозаику из 22 кадров с пятисекундной экспозицией (ISO 400). В принципе, в Удмуртии полярные сияния не являются особо редким событием — в частности, автору снимка уже приходилось его наблюдать в январе 2012 г. О мартовском сиянии он узнал случайно и сперва не горел энтузиазмом относительно его фотосъемки, но ближе к 11 часам вечера 17 марта все же начал собираться за город, одновременно обзванивая всех желающих присоединиться. Сполохи были видны даже в Ижевске невооруженным глазом, но вдали от города сияние выглядело как разноцветное зарево на полнеба. После завершения съемки панорамы автор также отснял серию кадров для видеоролика.

Поздравляем финалистов конкурса с победой, благодарим за участие и желаем дальнейших успехов в фотографировании небесных красот!



Снимок Сергея Ульхина



Снимок Сергея Макурина



Снимок Кирилла Казачкова

Небесные события июня

ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ.

Меркурий появится на предрассветном небе ближе к концу месяца, однако этот период его видимости в наших широтах нельзя назвать благоприятным: несмотря на то, что 24 июня угловое расстояние между планетой и Солнцем составит более 22° , интервал между окончанием гражданских сумерек и ее заходом на 50° с.ш. не превысит получаса. 15 июня в Восточной Европе и на Южном Кавказе можно будет наблюдать сравнительно тесное сближение Меркурия с Луной.

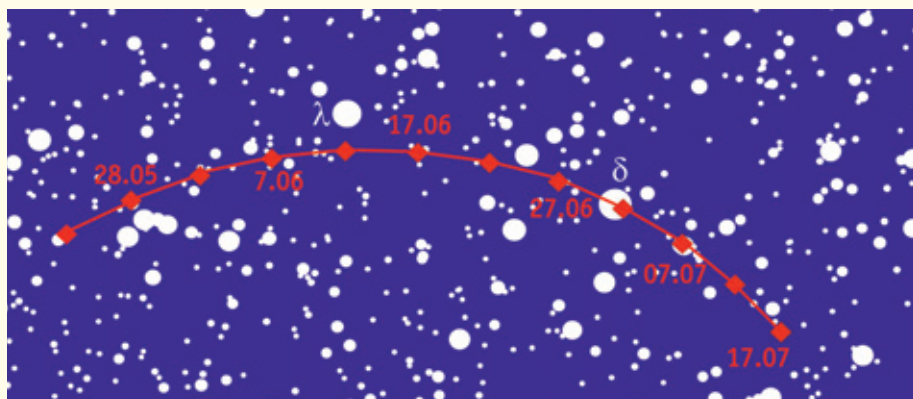
Венера в начале июня проходит конфигурацию наибольшей восточной элонгации — она удалится от нашего светила на небе более чем на 45° . Правда, из-за фактического отсутствия темного времени суток в наших широтах (см. ниже) условия ее видимости немного ухудшатся по сравнению с предыдущим месяцем. Исчезновение за диском планеты звезды 7-й величины HIP 42628 в созвездии Рака может наблюдаться вечером 13 июня на Северном и Южном Кавказе, на западе Казахстана и в Центральной Азии.

Марс на протяжении всего месяца располагается на небе близко к Солнцу и наблюдениям недоступен.

Юпитер по-прежнему неплохо виден по вечерам в западной части неба, немного выше Венеры (20 июня недалеко от обеих планет пройдет Луна). Взаимные покрытия и затмения галилеевых спутников продолжатся, но в них уже почти не «участвует» наиболее удаленный от планеты Каллисто. Впрочем, даже небольшой телескоп, кроме спутников, продемонстрирует на юпитерианском диске характерные темные и светлые облачные полосы, параллельные экватору.

Условия видимости **Сатурна** остаются благоприятными (с поправкой на то, что высота планеты над горизонтом в средних широтах Северного полушария по-прежнему невелика и продолжает уменьшаться). «Окольцованный гигант» перемещается по созвездию Весов попятным движением и имеет блеск немного ниже нулевой звездной величины.

Уран можно увидеть невысоко над восточным горизонтом в предрассветных су-



▲ Видимый путь астероида Паллада (2 Pallas) по созвездию Геркулеса в мае-июле 2015 г.

мерках (к концу июня условия его видимости значительно улучшатся). **Нептун** восходит во второй половине ночи и ближе к утру поднимается достаточно высоко. 12 июня движение планеты относительно звезд сменится с прямым на попятное.

КОМЕТЫ И МАЛЫЕ ПЛАНЕТЫ.

В июне наблюдателям Северного полушария недоступны кометы, имеющие блеск выше 9-й звездной величины. 13 июня окажется в противостоянии 600-километровая **Паллада** (2 Pallas) — самый большой астероид, получивший это «звание» после того, как более крупную Цереру (1 Ceres) отнесли к категории карликовых планет.¹ Поскольку плоскость орбиты этого объекта сильно наклонена к плоскости эклиптики, его видимый путь пролегает на фоне «незодиакального» созвездия Геркулеса. Паллада в текущей оптической позиции будет находиться на удаленном от Солнца участке своей орбиты, поэтому ее яркость не достигнет 8-й величины.

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ЛЕТО.

21 июня в 16 часов 38 минут по всемирному времени (19:38 по киевскому летнему времени) центр солнечного диска удалится от небесного экватора к северу на максимальное угловое расстояние — $23^\circ 26' 17''$, что соответствует моменту летнего солнцестояния, самому длительному световому дню и началу астрономического лета в Северном полушарии.

¹ ВПВ №4, 2004, стр. 17; №9, 2006, стр. 20

ОБЪЕКТЫ ДАЛЬНЕГО КОСМОСА.

Практически весь июнь (и первую неделю июля) в местностях севернее 48° с.ш. Солнце опускается под горизонт менее чем на 18° , то есть с точки зрения астрономов полноценные ночи там вообще отсутствуют. В районах, расположенных недалеко от Северного полярного круга, «глубина погружения» нашего светила не достигает 7° — там наступает пора знаменитых белых ночей. Наблюдать в таких условиях слабые объекты дальнего космоса очень сложно, к тому же большинство самых ярких из них расположены в удаленном к югу от небесного экватора созвездии Стрельца, южная часть которого на широтах выше 50-го градуса не поднимается над горизонтом. Это созвездие наиболее «насыщено» объектами каталога Мессье: здесь их сосредоточено целых 14. Три из них представляют собой газопылевые туманности (M8 «Лагуна», M17 «Лебедь», M20 «Трифид»), четыре — рассеянные звездные скопления (M18, M21, M23, M25), остальные семь — шаровые скопления (M22, M28, M54, M55, M69, M70, M75). Объекты этого класса «украшают» и соседнее созвездие Змееносца, где их тоже семь: M9, M10, M12, M14, M19, M62, M107. Все они достаточно легко видны в телескопы с диаметрами объективов от 60 мм, а в 130-миллиметровые или более крупные инструменты большинство из них можно разрешить на звезды.

Телескопы, бинокли, подзорные трубы, микроскопы и аксессуары к оптике вы можете приобрести в нашем Интернет-магазине www.shop.universemagazine.com



В рассеянных скоплениях отдельные звезды прекрасно видны даже в бинокли при небольших увеличениях. Особенно живописно выглядит группа голубых светил, имеющая индекс NGC 6633 и также расположенная в Змееносце.

В примечательном созвездии Лебеда, кроме знаменитой двойной звезды Альбирио, имеется много рассеянных скоплений, два из которых заняли место в списке Мессье (M29 и M39). Еще два объекта данного класса — M11 и M26 — находятся в небольшом созвездии Щита.

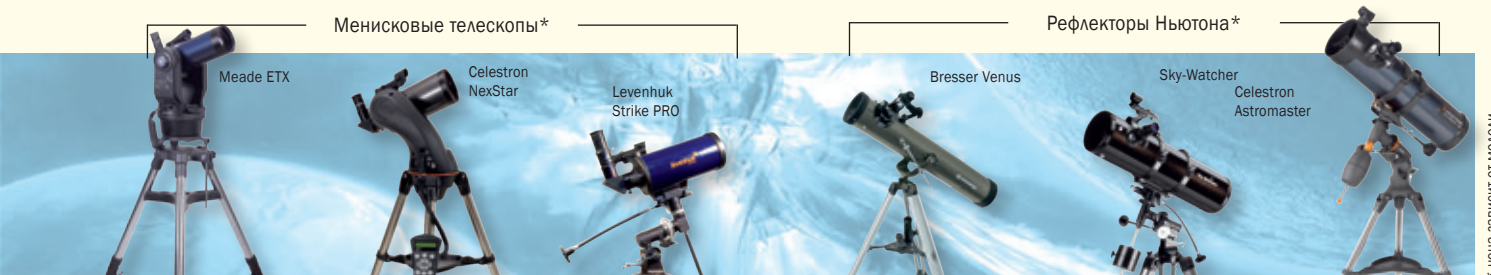
Галактик на летнем небе видно сравнительно немного — большинство их скрывают от нас массы непрозрачной для видимого света пылевой материи, сконцентрированной вблизи центральной плоскости Млечного Пути.² Заслуживает упоминания одна из ближайших к нам звездных систем NGC 6822, открытая знаменитым американским астрономом Эдвардом Барнардом (Edward Barnard) и неофициально носящая его имя.³

² ВПВ №3, 2008, стр. 5
³ ВПВ №8, 2006, стр. 39





Эта карликовая галактика находится в созвездии Стрельца на расстоянии около 1,6 млн световых лет (в полтора раза ближе Туманности Андромеды), но увидеть ее довольно сложно из-за низкой поверхностной яркости — для этого лучше использовать астрономические бинокли с большим полем зрения и диаметром объективов свыше 70 мм, или же телескопы с апертурой более 100 мм, и наблюдать где-нибудь в достаточно темной местности, вдали от городской засветки.

КАЛЕНДАРЬ АСТРОНОМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ (ИЮНЬ 2015 Г.)

- | | |
|---|--|
| <p>1 17-19^h Луна ($\Phi=0,99$) закрывает звезду θ Весов ($4,1^m$).
Явление видно на Северном и Южном Кавказе, в Центральной Азии
20^h Луна в 1° севернее Сатурна ($0,1^m$)</p> <p>2 12^h Луна ($\Phi=1,00$) в 8° севернее Антареса (α Скорпиона, $1,0^m$)
16:20 Полнолуние</p> <p>3 15:26-15:36 Спутник Юпитера Ганимед ($5,3^m$) частично закрывает Ио ($5,8^m$)</p> <p>4 12:38-13:04 Спутник Юпитера Ганимед частично закрывает Ио
21:53-21:57 Спутник Юпитера Европа ($6,0^m$) частично закрывает Ио
Максимум блеска долгопериодической переменной звезды U Геркулеса ($6,4^m$)</p> <p>6 18^h Венера ($-4,3^m$) в наибольшей восточной элонгации ($45^\circ 24'$)</p> <p>8 11:02-11:06 Спутник Юпитера Европа частично закрывает Ио</p> <p>9 1^h Луна ($\Phi=0,57$) в 2° севернее Нептуна ($7,9^m$)
15:42 Луна в фазе последней четверти
Максимум блеска долгопериодической переменной R Льва ($4,5^m$)</p> <p>10 5^h Луна ($\Phi=0,44$) в перигее (в 369712 км от центра Земли)
15:03-15:10 Спутник Юпитера Ганимед ($5,4^m$) частично закрывает Европу ($6,1^m$)
19:13-19:28 Спутник Юпитера Ганимед закрывает Ио</p> <p>11 17:18-17:30 Спутник Юпитера Ганимед закрывает Ио
19^h Меркурий ($2,3^m$) проходит конфигурацию стояния
20^h Луна ($\Phi=0,26$) в 1° южнее Урана ($5,9^m$)</p> <p>12 5^h Нептун ($7,9^m$) проходит конфигурацию стояния</p> <p>13 17:14-17:20 Венера ($-4,3^m$) закрывает звезду HIP 42628 ($6,7^m$)
Астероид Паллада (2 Pallas, $8,9^m$) в противостоянии, в 2,407 а.е. (360 млн км) от Земли</p> <p>14 14^h Марс в верхнем соединении, в $0,5^\circ$ севернее Солнца</p> <p>15 2^h Луна ($\Phi=0,03$) в 1° южнее Меркурия ($1,8^m$)</p> | <p>12^h Луна ($\Phi=0,02$) в $0,5^\circ$ севернее Альдебарана (α Тельца, $0,8^m$)
13:22-13:26 Спутник Юпитера Европа проходит по диску Ио</p> <p>16 14:05 Новолуние
18:15-18:35 Спутник Юпитера Ганимед частично закрывает Каллисто ($6,5^m$)
20:22-20:24 Спутник Юпитера Ио частично закрывает Европу</p> <p>17 18:40-18:47 Спутник Юпитера Ганимед частично закрывает Европу</p> <p>18 20:57-21:05 Спутник Юпитера Ганимед ($5,4^m$) закрывает Ио ($5,8^m$)</p> <p>20 8^h Луна ($\Phi=0,15$) в 6° южнее Венеры ($-4,4^m$)
22^h Луна ($\Phi=0,19$) в 5° южнее Юпитера ($-1,8^m$)</p> <p>21 16-18^h Луна ($\Phi=0,25$) закрывает звезду ω Льва ($4,7^m$) для наблюдателей Центральной Азии, Центральной Сибири, Восточного Казахстана
16:38 Летнее солнцестояние. Начало астрономического лета
18^h Луна в 4° южнее Регула (α Льва, $1,3^m$)</p> <p>22 15:42-15:45 Спутник Юпитера Европа частично закрывает Ио ($5,9^m$)</p> <p>23 17^h Луна ($\Phi=0,43$) в апогее (в 404132 км от центра Земли)</p> <p>24 11:02 Луна в фазе первой четверти
20^h Меркурий ($0,5^m$) в наибольшей западной элонгации ($22^\circ 29'$)
22:23-22:28 Спутник Юпитера Ганимед ($5,5^m$) частично закрывает Европу ($6,1^m$)</p> <p>26 5^h Луна ($\Phi=0,67$) в 3° севернее Спика (α Девы, $1,0^m$)</p> <p>27 12:02-12:05 Спутник Юпитера Ио частично закрывает Европу ($6,2^m$)</p> <p>29 2^h Луна ($\Phi=0,89$) в 1° севернее Сатурна ($0,2^m$)
18:02-18:05 Спутник Юпитера Европа частично закрывает Ио ($5,9^m$)
21^h Луна ($\Phi=0,94$) в 8° севернее Антареса</p> |
|---|--|
- Время всемирное (UT)*











* Цена зависит от модели

	Полнолуние	16:20 UT	2 июня
	Последняя четверть	15:42 UT	9 июня
	Новолуние	14:05 UT	16 июня
	Первая четверть	11:02 UT	24 июня

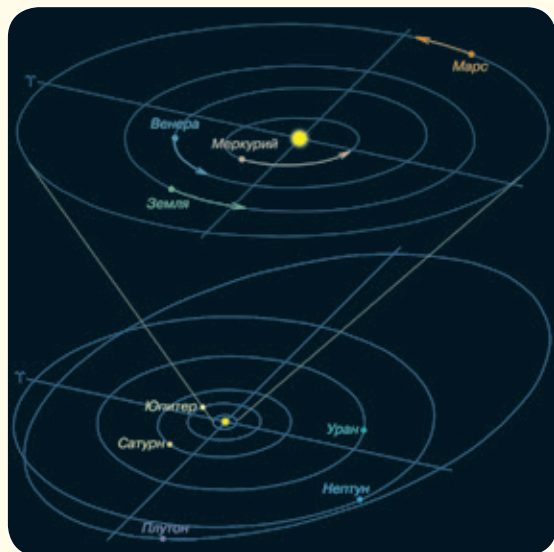
Вид неба на 50° северной широты:
 1 июня — в 0 часов летнего времени;
 15 июня — в 23 часа летнего времени;
 30 июня — в 22 часа летнего времени

Положения Луны даны на 20^h всемирного времени указанных дат

Условные обозначения:

-  рассеянное звездное скопление
-  шаровое звездное скопление
-  галактика
-  диффузная туманность
-  планетарная туманность
-  радиант метеорного потока
-  эклиптика
-  небесный экватор

Положения планет на орбитах в июне 2015 г.



Иллюстрации
 Дмитрия Ардашева



Видимость планет:

- Меркурий** – утренняя (условия неблагоприятные)
- Венера** – вечерняя (условия благоприятные)
- Марс** – не виден
- Юпитер** – вечерняя
- Сатурн** – вечерняя (условия благоприятные)
- Уран** – утренняя (условия неблагоприятные)
- Нептун** – утренняя



Галерея любительской астрофотографии

Современная техника постепенно стирает границы между профессиональными и любительскими фотографиями небесных объектов. Этот впечатляющий снимок окрестностей древнего лунного кратера Янсен сделал 6 августа 2012 г. член киевского клуба любителей астрономии «Астрополис» Павел Пресняков. Телескоп ТИС-м (система Ньютона, диаметр 350 мм), камера Basler sca1600-gm с красным фильтром и трехкратной линзой Барлоу. Сложено 500 наиболее удачных кадров из 2500. Хорошо заметна сложная форма кратера и многочисленные неровности его дна.



◀ Еще одна фотография из архивов Павла Преснякова. Утром 2 декабря 2014 г. неожиданно стабильная атмосфера позволила снять интересный транзит — прохождение по юпитерианскому диску — спутников Ио и Европы. Благодаря тому, что Юпитер был освещен Солнцем под углом к наблюдателю, тени значительно опережали спутники. Сначала на диск вступила тень Европы, потом сама Европа, а позже — тень Ио и собственно Ио. Одновременно на фоне диска можно было наблюдать оба спутника и тень от Ио между ними. Телескоп ТИС-м на монтажке WS-180, камера Basler asa640-120gm, пятикратная линза Барлоу. Сложено 3000 кадров, отснятых через голубой, зеленый и красный светофильтры.

ОТ
130 грн.

ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН
www.shop.universemagazine.com

Первыми узнавайте новости
на нашем сайте

**Коллекция ретрономеров
2007-2013 гг.**

в папках на кнопке

Соберите полную коллекцию журналов



Представляем оптические приборы как для опытных наблюдателей, так и для тех, кто только начинает знакомиться с удивительным и захватывающим микромиром и красотами звездного неба.

У нас можно приобрести телескопы, бинокли, микроскопы и аксессуары к ним ведущих производителей:

CELESTRON

BRESSER

Sky-Watcher
www.SkyWatcher.com

MEADE

ARSENAL

levenhuk
Zoom&Joy

NATIONAL GEOGRAPHIC

KONUS
КОНОС

DELTA OPTICAL

SIGETA

ALPEN OPTIC

BARSKA
BARSKA

Nikon

Мы предлагаем телескопы всех уровней:

- для начинающих
- для опытных наблюдателей
- для занятий астрофотографией



**ПОЛУЧИТЬ КОНСУЛЬТАЦИИ
ЭКСПЕРТОВ И ОФОРМИТЬ
ЗАКАЗ МОЖНО:**

в Интернет-магазине
www.shop.universemagazine.com

по телефонам:
(044) 295-00-22
(067) 215-00-22



**Ждем вас в магазине
Киев, ул. Нижний Вал, 3-7**

Оплата на сайте при оформлении заказа, в любом отделении банка, через терминалы i-box или на складе перевозчика.

Доставка по Украине осуществляется Новой почтой, по Киеву – курьером.

Журнал ВПВ

Научно-популярный ежемесячный журнал по астрономии и космонавтике



Книги

Книги на астрономическую тематику



Оптика

Телескопы, бинокли, подзорные трубы, микроскопы



Глобусы

Коллекция глобусов



Города

4D-пазлы самых известных городов мира



Биосистемы

Живые экосистемы из лабораторий NASA



Модели Space Collection

Модели космических аппаратов, ракет, самолетов



Модели Metal Earth

Сборные 3D-модели, вырезанные лазером в металле



Плакаты

Календари, постеры, карты



Сувениры

Левитроны, светильники In my room, сувениры ВПВ



Ждем вас в магазине
Киев, ул. Нижний Вал, 3-7

- Заказ на все виды продукции можно оформить:
- в Интернет-магазине www.shop.universemagazine.com
 - почтой по адресу: 02152, Киев, Днепровская набережная, 1А, оф.146
 - по телефонам (067) 215-00-22, (044) 295-00-22.

Оплата на сайте при оформлении заказа, в любом отделении банка, через терминалы i-box или на почте при получении.

Доставка по Украине осуществляется Укрпочтой, Новой почтой, по Киеву – бесплатно (при заказе от 300 грн.)

Формируем дилерскую сеть по всем видам продукции.
Телефон для оптовых поставок (067) 370-60-39