

Вселенная

пространство * время



ЭКСКЛЮЗИВ

ЕвроАстрофест Лондон 2015

*Как работает Hubble
Сложная посадка на ядро кометы*

Космос поражает разнообразием. Уже известны планеты в системах из четырех звезд, в зонах обитаемости красных карликов... Но пока мы не знаем, на каких из них может существовать жизнь, а на каких — действительно существует.

Тема номера

Космическая пыль

и происхождение жизни

Полет
над
Имхотепом

Дawn стал
первым
спутником Цереры

Ажурный шлем
скандинавского
бога

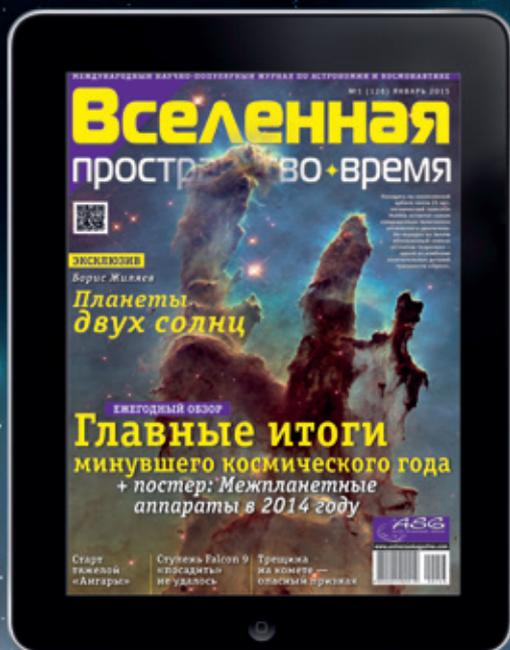


www.universemagazine.com



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

10 апреля 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

ЧЕРЕЗ ТЕРНИИ К ЗВЕЗДАМ

Дорога к звездам не была устлана цветами и знаменовалась не только победами. Она сопровождалась авариями, катастрофами и человеческими потерями. Далеко не все осознают всю горечь неудач, масштабы проблем и численность жертв, принесенных Великому Космосу на пути его освоения.

Украина, обладавшая ядерным оружием, огромным потенциалом авиакосмической промышленности, после распада СССР пережила коллапс своих вооруженных сил и космической отрасли.

От восхождения к звездам до сегодняшних проблем – обо всем этом пойдет речь в докладе И.И.Олейника в канун Дня космонавтики – 54-й годовщины со дня первого полета человека в космическое пространство.

Докладчик: Иван Иванович Олейник, генерал-полковник, доктор технических наук, заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, почетный радист СССР, командир космодрома «Плесецк» (1985-1991 гг.), зам. министра обороны Украины (1992-1994 гг.). 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

Март 2015

ВСЕЛЕННАЯ

ТЕМА НОМЕРА

**Космическая пыль
и происхождение жизни**
Лев Гиндилис 4

Новости

Ажурный шлем
скандинавского бога 12

Взрыв Новой ГК Персея 14

Планета четырех солнц 15

Дискуссии вокруг GJ 581d 15

ЕВРОАСТРОФЕСТ 2015

ЭКСКЛЮЗИВ

**Лондонский форум любителей
астрономии**
Михаил Локтионов 16

Как работает Hubble
Рэй Виллард 18

Сложная посадка на ядро кометы
Барбара Коццони 24

Новости

Бреющий полет
над Имхотепом 27

Dawn стал первым
спутником Цереры 28

Второй «окольцованный»
кентавр 29

Эксперты советуют продлить
миссии NASA 29

«Мангальян»
продолжает работу 30

КОСМОНАВТИКА

Новости

Приземлился 42-й экипаж МКС 31

стр.31



**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

Началась годичная
экспедиция 31

ИСТОРИЯ НАУКИ

Небо, застывшее в серебре
Владимир Манько 32

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

Небесные события
мая 34

**Затмение 20 марта:
что удалось увидеть** 35

**Галерея любительской
астрофотографии** 38

стр.28

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

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

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.Л. — декан факультета
Одесского национального морского
университета, доктор ф.-м. наук, про-
фессор, 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 информа-
ционно-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 Государ-
ственного 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:
02152, Киев,
ул. Днепровская набережная,
1А, оф.146.
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 —
№3 март 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

Космическая пыль и происхождение жизни

На протяжении своего жизненного цикла, а также в колоссальных взрывах, знаменующих его завершение, звезды производят химические элементы, составляющие основу всего живого. Жизнь рождается из звездной пыли.

Лев Гиндилис,
астрофизик, кандидат физ.-мат. наук, действительный член
Российской академии космонавтики им. Циолковского,
старший научный сотрудник Государственного
астрономического института им. П.К.Штернберга, МГУ, Москва

Космической пылью называют находящиеся в космическом пространстве частицы твердого вещества размером от долей микрона до нескольких микрон. Пылевая материя — один из важных компонентов мироздания. Она содержится в межзвездном, межпланетном и околоземном пространстве, в верхних слоях земной атмосферы, и выпадает на поверхность Земли, представляя собой одну

из форм материального (вещественного и энергетического) обмена с Космосом.

Космическая пыль бывает двух основных видов: межзвездная, заполняющая объем галактик, и межпланетная, концентрирующаяся в окрестностях звезд. Присутствует она и в межгалактическом пространстве, но об этой ее форме мало что известно, и ее влияние на земные процессы ничтожно. Межзвездная пыль играет заметную роль в

астрономических процессах.¹ Она вызывает ослабление звездного света и его поляризацию. На поверхности пылинок образуются молекулы (в том числе органических соединений), попадающие в межзвездную среду, в которой формируются протопланетные диски. Межпланетная пыль по своим характеристикам отличается от межзвездной

¹ ВПВ №3, 2008, стр. 5

«Стена Лебедя» — область ионизированного водорода на границе плотного темного облака межзвездного газа и пыли, подсвеченная излучением близлежащих звезд — является частью более обширной газопылевой туманности NGC 7000 «Северная Америка», удаленной от нас примерно на 1500 световых лет. Излучение звезд не только заставляет газ в туманности светиться, но и определяет ее форму, вызывая появление уплотнений и сгустков материи, в которых начинаются процессы звездообразования.

пыли. Прежде всего, она имеет существенно более крупные размеры — порядка нескольких микрон и даже вплоть до 100 мкм (размер межзвездных пылинок — от тысячных до десятых долей микрона). Различия в характеристиках определяется разными механизмами образования. Межзвездные пылинки возникают в атмосферах холодных звезд (гигантов и сверхгигантов) при температуре порядка 1500 К путем конденсации

из газовой среды, а также при вспышках сверхновых звезд. Межпланетная пыль образуется, главным образом, в процессе распада периодических комет и при дроблении астероидов.

Межзвездная пыль

В межзвездной среде газ и пыль перемешаны в соотношении 100:1, т.е. масса пыли

составляет около 1% от массы газа. Средняя плотность последнего — один атом водорода на кубический сантиметр или порядка 10^{-24} г/см³. Плотность пыли, соответственно, в сто раз меньше. Несмотря на столь малую величину, пылевая материя, как упоминалось выше, оказывает существенное влияние на процессы, происходящие в Космосе. Прежде всего, она поглощает свет — из-за этого удаленные объекты, расположенные

вблизи главной плоскости Галактики (где концентрация пыли наибольшая), в оптическом диапазоне не видны. Например, центр нашего Млечного Пути наблюдается только в рентгене, в инфракрасной области спектра и радиотелескопами.

Поглощение света пылью приводит к искажению расстояний до звезд, определяемых фотометрическим способом. Любопытно, что об этом знали Гималайские Махатмы задолго до открытия межзвездного поглощения европейскими астрономами. В XIX веке Альфред Синнет (Alfred Sinnett) — редактор влиятельной англоязычной газеты Pioneer, издававшейся в Индии — вел переписку с Махатмами, обсуждая различные религиозно-философские и научные проблемы. В одном из писем он задал Махатме К.Х. вопрос, насколько достоверным является определение удаленности звезд по измерениям их яркости. Махатма ответил, что «мощные скопления метеорного вещества» в межзвездном пространстве приводят к искажению наблюдаемой интенсивности звездного света и, следовательно, к ошибкам в оценках расстояний, полученных фотометрическим путем. По существу, это было указанием на наличие межзвездного поглощения, открытого в 1930 г. Робертом Трумплером (Robert Julius Trumpler), которое по праву считается одним из важнейших астрономических открытий XX века.

Позже астрономы научились вводить поправку в значения расстояний до уда-

ленных объектов с учетом поглощения света в межзвездной среде. Определение величины этого поглощения является одной из важнейших задач наблюдательной астрономии. Но влияние пыли им не ограничивается: при взаимодействии с пылевой материей меняется также спектральный состав и поляризация света, отраженного и рассеянного пылинками, что позволяет судить об их свойствах и составе.

Состав пылевых частиц зависит от содержания химических элементов в атмосферах звезд, в которых они образуются. Их можно разделить на два типа — углеродные и кислородные. В первых содержание углерода превышает содержание кислорода, во вторых — наоборот. В углеродных звездах практически весь кислород связан в молекулы угарного газа CO и не способен образовывать оксиды других элементов, в том числе кислородосодержащие минералы. Но там имеется избыток углерода. В этих условиях формируются углеродные частицы и пылинки из карбида кремния SiC. В кислородных звездах, напротив, в молекулы CO связан весь углерод, а кислород присутствует в избытке. Здесь образуются частицы, содержащие оксиды металлов (например, магнетит Fe₃O₄), а также силикаты — форстерит Mg₂SiO₄, энстатит MgSiO₃ и др. Из этих веществ формируются сначала зародыши ядер, а затем и сами ядра пылинок. Световым давлением они выбрасываются в межзвездную

среду, где они тормозятся и охлаждаются. Сталкивающиеся с ними атомы и молекулы газов налипают на пылинки, вызывая их рост. В результате ядра конденсации быстро «обрастают» оболочками из наиболее распространенных элементов — водорода H, углерода C, азота N, кислорода O.

В состав ядра входят железо, силикаты, графит, карбид кремния и другие тугоплавкие соединения. Пленка состоит из атомарного и молекулярного водорода, кислорода и радикалов гидроксила OH. Помимо сравнительно крупных частиц типа «ядро-оболочка», имеются также очень маленькие силикатные и графитовые частицы (без оболочки) размером порядка сотых долей микрона.

Под действием ультрафиолетового излучения на поверхности пылинок происходит распад молекул (фотолиз) и образование свободных радикалов. Последние, вступая в реакции, либо воссоздают исходную молекулу, либо объединяются в новую. Таким путем формируются все более и более сложные молекулы. Кроме того, в запыленной среде действует еще один механизм — коагуляция (слипание частичек между собой при столкновениях). Этот процесс играет важную роль в образовании планетных систем.

Распределение пыли в Галактике

Как уже отмечалось, газ и пыль сосредоточены главным образом в галактическом



Темная туманность «Конская голова».



На этом изображении, составленном по данным инфракрасного обзора 2MASS (Two Micron All-Sky Survey), видна центральная область Млечного Пути, расположенная в созвездии Стрельца. Она содержит огромное количество звезд, большинство из которых недоступны наблюдениям в оптическом диапазоне, поскольку они скрыты от нас мощными облаками межзвездной пыли (их наиболее плотные участки выглядят как извилистые темные прожилки). Однако для излучения с большей длиной волны — инфракрасного и радиоволн — эти облака значительно «прозрачнее». Справа внизу можно заметить несколько газовых туманностей, светящихся розовым цветом благодаря излучению ионизированного водорода.

Отражательная туманность в звездном скоплении Плёяды.

▶ диске. Это же наблюдается и в других звездных системах.

Газ и пыль распределены по галактикам неравномерно, образуя отдельные газопылевые облака. Концентрация пыли в них приблизительно в сто раз выше, чем в межоблачной среде. Наиболее плотные из них не пропускают свет звезд, скрытых ими от наблюдателя. Поэтому такие облака выглядят как темные области на небе и получили название «темные туманности». Если вблизи газопылевого облака находятся яркие звезды, то благодаря рассеянию их света на частицах пыли оно тоже начинает светиться. Такие структуры принято называть «отражательными туманностями».

В газопылевых облаках процесс образования молекул идет более интенсивно. Особенно выделяются в этом отношении плотные молекулярные облака, где плотность газа и пыли в миллионы раз превышает средние значения. К настоящему времени в межзвездной среде открыто около двухсот различных молекул, в том числе и молекулы органических соединений. Среди них — цианистоводородная (синильная) кислота HCN и производная от нее молекула формамида NH_2CONH_2 . Обе они играют важную роль в процессе добиологического (без участия живых клеток) химического синтеза. Найдены и более сложные органические соединения — на-

пример, спирты и сахара.² Большое значение имеет обнаружение полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), молекулы которых насчитывают десятки атомов.³ Кластеры из ПАУ представляют собой промежуточное звено между молекулами и наночастицами. По мнению ряда ученых, сложные органические молекулы, присутствующие в межзвездной пыли, близки к стадии, за которой уже начинается добиологическая эволюция.

В плотных молекулярных облаках не только образование молекул, но и коагуляция протекает более интенсивно.

² ВПВ №9, 2012, стр. 36; №9, 2013, стр. 4

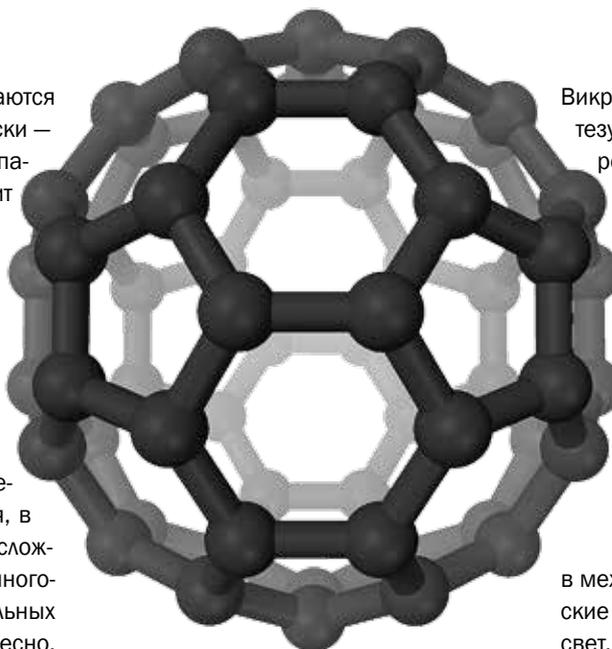
³ ВПВ №6, 2007, стр. 17

А ведь именно в этих облаках рождаются протозвезды и протопланетные диски — будущие планетные системы. Слипание частиц в таких дисках приводит к тому, что там они вырастают до более крупных размеров, чем в межзвездной среде, постепенно превращаясь в макроскопические объекты — ядра комет и планетезимали, из которых далее формируются планеты.

Недавно в межзвездном пространстве были обнаружены фуллерены. Это удивительные соединения, в которых атомы углерода образуют сложные структуры в виде замкнутых многогранников, составленных из правильных пяти- и шестиугольников.⁴ Интересно, что такую же структуру имеет футбольный мяч. По всей видимости, она весьма устойчива. Фуллерены легко «вбирают» внутрь углеродных сфер различные вещества (лекарства, витамины). Медики и биологи применяют их для доставки некоторых препаратов внутрь живой клетки. Полагают, что в межзвездной среде внутри молекул фуллерена могут сохраняться зародыши жизни.

Гипотеза Хойла и Викрамасинге

Известный британский астрофизик Фред Хойл (Fred Hoyle) и его сотрудник из Шри-Ланки Чандра Викрамасинге (Chandra Wickramasinghe) выдвинули гипотезу, согласно которой значительная часть межзвездных пылинок представлена одноклеточными организмами — бактериями или фитопланктоном. Основанием для такого предположения послужило исследование особенностей спектра поглощения космической пыли в видимой части спектра (на длинах волн 400-500 нм) и в инфракрасной области (около 3 мкм). Хойл и Викрамасинге считают, что спектры лучше соответствуют бактериям, чем полосам излучения льда. Хотя интерпретация спектральных деталей учеными не является однозначной, их гипотезу нельзя исключать из рассмотрения. Она не противоречит наблюдениям — по крайней мере, если доля бактерий среди пылинок не слишком мала. Касательно возможности выживания в межзвездной среде, следует иметь в виду, что одноклеточные организмы (особенно споры) достаточно устойчивы к ионизирующему излучению космического пространства. В еще



▲ Молекула фуллерена C_{60} состоит из двенадцати правильных пятиугольников, окруженных шестиугольниками общим числом 20.

большей степени это относится к вирусам и вириодам. Кроме того, такие органические «пылинки» (подобно ядрам обычных пылинок) будут обрастать ледяными оболочками, которые играют роль защитного экрана, предохраняющего ядро от излучений, способных повредить его молекулярную структуру. В последнее время

Викрамасинге модифицировал эту гипотезу. Мы вернемся к ней ниже, когда речь пойдет о панспермии.

Итак, межзвездная пыль содержит сложные органические молекулы, а возможно — и микроорганизмы. В процессе эволюции молекулярных облаков она оказывается в составе протопланетных дисков и может послужить исходным материалом для возникновения жизни на планетах.

Межпланетная пыль

Пылевая материя, присутствующая в межпланетной среде, вызывает оптические явления — такие, как зодиакальный свет, фраунгоферова корона, противосияние, зодиакальная составляющая свечения ночного неба. Их исследование предоставляет сведения о природе и свойствах пылевых частиц.

На основе изучения зодиакального света установлено, что концентрация пыли вблизи орбиты Земли составляет 10^{-15} - 10^{-13} частиц в кубическом сантиметре, или же несколько частиц на кубический километр. Интенсивность рассеянного ими света практически не зависит от длины волны,



▲ На этом снимке, полученном на обсерватории Ла Силья (Чили) в сентябре 2009 г., прекрасно виден зодиакальный свет — пятно треугольной формы, которое лучше наблюдать в отсутствие яркой Луны и света фонарей. Камера смотрит на запад, после захода Солнца прошло меньше часа. Внизу, в долине под горой Ла Силья — море облаков, сквозь которые там и сям пробиваются вершины более низких пиков и хребтов. Зодиакальный свет — это солнечный свет, отраженный частицами пыли, заполняющими пространство между Солнцем и Землей. Он лучше всего виден в южных широтах, сразу после заката или перед рассветом. Как говорит само его название, это свечение наблюдается в зоне зодиакальных созвездий, на которые проецируется плоскость обращения Земли и остальных планет вокруг Солнца.

⁴ ВПВ №8, 2010, стр. 22

а значит, по сравнению с ней размер частиц должен быть достаточно велик (порядка нескольких микрон). Средняя плотность пылевой материи составляет $10^{-23} \cdot 10^{-21}$ г/см³. Общая ее масса в межпланетном пространстве оценивается в $10^{16} \cdot 10^{17}$ кг — примерно в миллион раз меньше массы Луны. В плоскости эклиптики плотность пыли убывает пропорционально расстоянию от Солнца, а в перпендикулярном эклиптике направлении — экспоненциально по мере увеличения расстояния от нее.

На частицу в межпланетном пространстве в основном действуют две силы: всемирного тяготения и светового давления. Под действием последнего поглощающие частицы размером менее микрона выметаются из пределов Солнечной системы. Более крупные пылинки, а также «прозрачные» диэлектрические частицы остаются в сфере притяжения нашего светила, двигаясь по орбитам под действием этих двух сил. Вследствие эффекта абберации света сила светового давления не точно совпадает с противосолнечным направлением, а составляет с ним малый угол α . Это приводит к тому, что она имеет две составляющие: направленную по радиус-вектору от Солнца и перпендикулярную радиус-вектору, направленную против орбитальной скорости частицы. Первая составляющая приводит к уменьшению эффективной силы солнечного притяжения, а вторая вызывает торможение частицы. Ее называют «силой радиационного торможения», а сам эффект уменьшения орбитальной скорости за счет светового давления получил имя Пойнтинга-Робертсона (Poynting-Robertson) в честь описавших его ученых.

Вследствие радиационного торможения частица начинает падать на центральную звезду, постепенно приближаясь к ней по спиральной траектории. Расчеты показывают, что вся пыль, заключенная внутри сферы радиусом в одну астрономическую единицу (равной большой полуоси земной орбиты), выпадает на Солнце за время порядка 100 тыс. лет. Отсюда следует, что пылевая материя в Солнечной системе должна непрерывно обновляться, а значит, должен существовать постоянный источник ее пополнения.

В начале статьи уже говорилось, что межпланетная пыль образуется при распаде комет и столкновениях астероидов. Еще одним источником ее пополнения является межзвездная среда. Пылевые частицы проникают в Солнечную систему при прохождении через плотные газово-пылевые облака, а также под действием «галактического ветра», которым «обдувается» Солнце и планеты при движении по Галактике,

сквозь газ и пыль межзвездного пространства. Вместе с пылью сюда должны попадать и органические молекулы, причем часть из них может быть непосредственным носителем «кирпичиков» жизни — более вероятным, чем кометы. В течение длительного времени считалось, что в нашей планетной системе отсутствуют частицы, прилетающие «извне». Этот вывод был основан на тщательном изучении траекторий метеорных тел, которое показало, что все они имеют эллиптические орбиты и, следовательно, образуются внутри Солнечной системы. Строго говоря, этот вывод относится к малым телам размерами от сантиметра до долей миллиметра. Но его неправомерно распространяли и на более мелкие частицы. Первые образцы межзвездных пылинок доставил на Землю в 2006 г. космический аппарат Stardust.⁵

Межпланетная пыль влияет не только на процессы, происходящие в Солнечной системе. Оказалось, что ее влияние необходимо учитывать и при построении космологических моделей. Исходными данными для них являются флуктуации яркости (или температуры) реликтового микроволнового излучения.⁶ Однако наблюдаемый фон неба определяется не только реликтовым излучением, но и рассеянным светом межзвездной, а особенно — межпланетной среды. Следовательно, астрономам необходимо иметь полную картину зодиакальной составляющей свечения неба.

Космическая пыль на Земле

На протяжении всей истории нашей планеты космическая пыль из межпланетного пространства непрерывно выпадает на ее поверхность. Она обнаруживается в глубоководных морских и океанических отложениях, в ледниках и снегах Арктики и Антарктики, в снежном покрове горных вершин, в толще земных пород. По разным оценкам, на поверхность Земли выпадает от 10^3 до 10^9 тонн



▲ Научная станция Concordia в Антарктиде. В многометровом снежном покрове вырыта траншея, из стен которой берутся образцы для анализов на предмет наличия в снеге пылевых частиц.

⁵ ВПВ №2, 2006, стр. 16; №9, 2014, стр. 18
⁶ ВПВ №4, 2010, стр. 4; №5, 2010, стр. 4

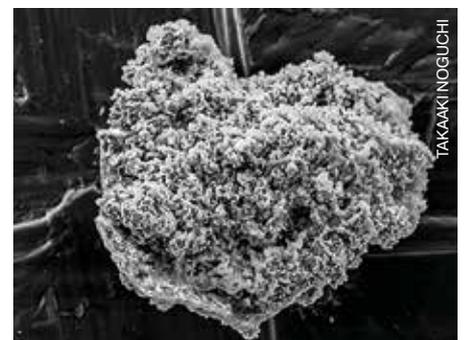
космической пыли в год (последняя цифра, по-видимому, все же завышена).

Пылевые частицы, выпадающие на Землю, имеют различное происхождение. Часть из них образуется в процессе дезинтеграции метеорных тел и метеоритов при прохождении через атмосферу. Обычно их называют микрометеоритами. Другая часть — это собственно межпланетная пыль, частицы которой из-за своей малой массы при атмосферном торможении почти не нагреваются (в отличие от более крупных тел) и в практически неизменном виде достигают поверхности. Размер их не превышает нескольких десятков микрон. В международной транскрипции их обозначают IDP (Interplanetary Dust Particle). Они представляют наибольший интерес для ученых, поскольку несут неискаженную информацию о составе и структуре космической пыли. Кроме того, эти частицы могут быть «средством доставки» на Землю добиологического, а возможно, и биогенного органического вещества. В отличие от них, микрометеориты подвергаются изменениям при пролете через атмосферу, и органика в них не сохраняется (не говоря уже о живых микроорганизмах).

Космическая пыль оказывает заметное влияние на климат нашей планеты, на формирование земной коры и другие геофизические процессы. Есть данные, что она влияет на плодородие почв, на растительные организмы и даже на здоровье людей. Последнее можно объяснить, учитывая обнаруженные в последнее время биологические эффекты наночастиц. Уместно поставить вопрос: попадают ли частицы IDP в организм человека?

Наиболее подходящим местом для сбора космической пыли является Антарктида. По данным Сергея Булата (Петербургский институт ядерной физики им. Б.П.Константинова) с соавторами, в 1 кг снега там содержится около 30 микрограмм пыли. Примерно 3% ее можно отнести к IDP — получаем около микрограмма на килограмм. Масса этих частиц — от 10^{-8} до 10^{-12} г. Сле-

▼ Электронная микрофотография одиночной частицы кометной пыли, найденной в антарктическом льду.



довательно, в килограмме снега содержится от 100 до 10^6 частиц. Примерно такое же их количество (во всяком случае, по порядку величины) выпадает на единицу поверхности в любом месте Земли. Значит, в каждом водоеме в литре воды должно быть от ста до миллиона частиц космической пыли. Чем мельче пылинки — тем их больше.

Космическая пыль и происхождение жизни

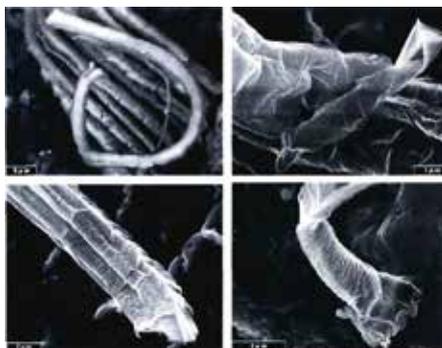
Существует два различных подхода к проблеме происхождения жизни. Первый гласит, что жизнь возникла в процессе химической добиологической эволюции на первобытной Земле. Согласно второму, она была занесена на Землю из Космоса (гипотеза панспермии). В обоих процессах космическая пыль играет существенную роль.

Для добиологической эволюции необходимы вода и органические соединения. Вода на Земле появилась около 4 млрд лет назад. Считается, что одним из ее источников были кометы. Но недавно появились данные, что таким источником могла быть и космическая пыль. В 2014 г. группа ученых под руководством Джона Брэдли (John P. Bradley, Lawrence Livermore National Laboratory, Institute of Geophysics and Planetary Physics, USA) обнаружила пузырьки воды в частицах межпланетной пыли, образовавшиеся при участии солнечного ветра. Основная его компонента — протоны (ядра атомов водорода H^+). Силикаты, входящие в состав пылинок, содержат связанный кислород, который высвобождается и вступает в реакцию с протонами, образуя молекулы воды. Брэдли справедливо отмечает, что частицы пыли могут быть источником не только воды, но и органических соединений. Таким образом, в них присутствуют все необходимые компоненты для добиологического синтеза. Причем речь идет не только о нашей Солнечной системе: аналогичными свойствами обладает пыль в планетных системах других звезд. Это подтверждается, в частности, тем фактом, что воду удалось обнаружить даже в составе лунной пыли, добытой не в затененных кратерах на полюсах Луны, а на освещаемой Солнцем поверхности, испытывающей периодический нагрев до $+130^\circ C$.

Важным элементом современных представлений о происхождении жизни является гипотеза о существовании древнего мира РНК⁷ как возможного предшественника жизни на Земле. Пред-

полагается, что молекулы РНК могли возникнуть на первобытной Земле или на других космических телах, а также в межпланетной среде. Один из сценариев, в котором важную роль играет межпланетная пыль, разработан Валерием Снытниковым из Института катализа Сибирского отделения РАН. Протопланетный диск, формирующийся из межзвездных молекулярных облаков, содержит молекулы воды и органических соединений. Такая среда с наночастицами космической пыли благоприятна для синтеза эффективных катализаторов (в роли последних могут выступать и сами органические молекулы). Таким образом, в диске на этом этапе идет каталитический синтез органических соединений и самих катализаторов. В дальнейшем там возникают условия, максимально благоприятные для появления добиологических соединений, ведущего к образованию «мира РНК», из которого формируется допланетная биосфера. Свидетельством такого этапа, по мнению Снытникова, могут быть следы бактерий, обнаруженные в метеоритах.

Речь идет о микрофоссилиях, представляющих собой окаменевшие формы,



▲ Псевдоморфозы в метеорите Оргей по А.Ю.Розанову

в которых органика замещена веществом окружающей породы с сохранением тончайших морфологических структур. Микрофоссилии в метеоритах были обнаружены учеными из Палеонтологического института РАН под руководством академика Алексея Розанова; те же результаты получены сотрудником NASA Ричардом Гувером (Richard Hoover). Такие структуры присутствуют только в углистых хондритах. Их возраст составляет 4,5–4,56 млрд лет, а возраст фоссилизированных остатков — еще больше. Отсюда следует, что окаменевшие организмы существовали еще до образования Земли. По мнению академика Розанова, это указывает на внеземное происхождение жизни. Она могла возникнуть на какой-то планете земного

⁸ В.Н.Снытников называет этот процесс астрокатализом.

типа, где была вода, атмосфера и подходящие температурные условия.

Процесс добиологической эволюции исследовался в совместных экспериментах российских и итальянских ученых из Объединенного института ядерных исследований в Дубне и ряда университетов Италии. В ходе этих экспериментов молекулы формамида, которые, как показывают спектральные данные, содержатся в межзвездной среде, подвергались воздействию ионизирующих излучений, имитирующих воздействие галактических космических лучей. Были получены разнообразные соединения, необходимые для дальнейшего развития жизни. При этом удалось установить, что вещество метеоритов является активным катализатором этих процессов. Если это действительно так, то подобным катализатором может быть и космическая пыль.

Хотя в попытках смоделировать добиологическую эволюцию достигнуты определенные успехи, проблема далека от решения. Практически доказано, что основные блоки биохимии — так называемые мономеры — могут быть легко получены на Земле или попасть на нее из космоса. Намечен прогресс в понимании процессов полимеризации и возникновения каталитических функций. Однако появление наследственности, зарождение мембран и живой клетки со всем сложным механизмом ее функционирования пока остается тайной.

Перенос жизни из Космоса. Панспермия

Долгое время, начиная с античности, господствовали представления о непрерывном самопроизвольном возникновении живых организмов из неживой материи — так называемая «теория самозарождения жизни». Считалось, что черви, насекомые, жабы и другие существа возникают из грязи и гниющих продуктов, а мыши рождаются из пшеничных зерен. Лишь в XVII веке была доказана несостоятельность подобных воззрений. Однако вскоре, после открытия микроорганизмов, наука вернулась к этой идее на новом уровне. Потребовалось более ста лет, чтобы окончательно доказать, что в мире микробов, как и среди высших организмов, любое существо ведет свое происхождение от родительской формы. Вот тогда, чтобы объяснить, как же появились на Земле первые живые клетки, и возникла мысль о том, что жизнь была занесена на Землю из Космоса. В начале XX века знаменитый шведский физико-химик Сванте Аррениус (Svante Arrhenius, 1859–1927) — третий

⁷ Рибонуклеиновая кислота (РНК) — высокомолекулярное соединение, участвующее в передаче наследственной информации и воспроизведении структуры живой клетки. Имеет три главных функции: информационную, транспортную и структурно-каталитическую.

лауреат Нобелевской премии по химии — разработал теорию переноса зародышей жизни с одной планеты на другую, которую он назвал «теорией панспермии». Согласно Аррениусу, споры бактерий могут уноситься с поверхности планеты под действием электростатических сил, а затем выталкиваться за пределы планетной системы давлением излучения центрального светила. В межзвездном пространстве они оседают на поверхность более крупных пылинок, что дает им возможность при прохождении вблизи другой звезды преодолеть ее световое давление и проникнуть во внутренние области ее планетной системы.

Вскоре после возникновения теории панспермии она подверглась серьезной критике: считалось, что споры и микроорганизмы должны погибать в межзвездной среде под действием таких факторов, как ультрафиолетовое излучение, жесткая

(рентгеновская) радиация и космические лучи. Однако более детальное исследование показало, что некоторые микробы способны сохраняться на поверхности пылинок, не говоря уже о внутренних частях метеорных тел и комет. Еще более устойчивыми являются вирусы и вириды. Эти открытия привели в последней четверти XX века к возрождению теории панспермии. Одним из самых твердых ее сторонников остается Чандра Викрамасинге. Он считает, что каждая обитаемая планета выбрасывает в межзвездное пространство огромное число микроорганизмов, большинство из которых погибает, и лишь ничтожная доля достигает планет с подходящими условиями на поверхности, «засеивая» их жизнью. Многочисленные «обломки» погибших микробов входят в состав межзвездной пыли, что объясняет ее спектральные свойства. В противоположность распространенной точке зрения, согласно которой органиче-

ские соединения в межзвездной среде «выстраиваются в ряд» от простейших к более сложным, воспроизводя шаги, ведущие к жизни, Викрамасинге считает, что, напротив, эти вещества «извлечены» из живых организмов, образуя ряд от разрушенных бактерий и фрагментов клеток до соединений типа ПАУ и более простых органических молекул. Однако более вероятно, что в межзвездной среде протекают оба процесса — синтез органических соединений и распад микроорганизмов, вынесенных за пределы биосфер обитаемых планет.

Гипотеза панспермии, конечно, объясняет возникновение жизни на Земле, но оставляет открытым вопрос о том, как она появилась на тех «первомирах», откуда она начала распространение. Очевидно, происхождение жизни во Вселенной относится к тем проблемам, для решения которых необходимо существенное расширение современной научной парадигмы.

Ажурный шлем скандинавского бога

Живописная туманность NGC 2359 «Шлем Тора» находится на небесной сфере в созвездии Большой Пса, недалеко от Сириуса — ярчайшей звезды ночного неба. Она имеет видимый

размер свыше 8 угловых минут, что при расстоянии до нее порядка 12 тыс. световых лет соответствует линейному размеру около 30 световых лет. К сожалению, наблюдатели наших широт часто пуска-

ют из виду этот интересный объект из-за его сравнительно низкой поверхностной яркости. Туманность представляет собой огромную массу расширяющегося газа, выброшенного в пространство в процессе горения массивной звезды, относящейся к классу Вольфа-Райе (Wolf-Rayet).¹ Такие звезды в несколько десятков раз тяжелее Солнца. Продолжительность их активного существования измеряется миллионами лет (у нашего светила этот показатель достигает 9-10 млрд лет), и все это время они теряют вещество в виде звездного ветра, «дующего» со скоростью до 2000 км/с. В массовом выражении скорость потерь может достигать 10^{25} кг в год, что сравнимо с массой Земли. Это вещество, расширяясь и остывая, формирует оболочку чаще всего симметричной формы, которая светится под действием ультрафиолетового излучения центральной звезды.

Приведенный снимок сделал известный американский астрофотограф Адам Блок (Adam Block) на 32-дюймовом телескопе Шульмана обсерватории Маунт Леммон в Аризоне. Фотографирование производилось в октябре-ноябре 2014 г. На изображении, полученном путем компьютерного синтеза нескольких экспозиций, хорошо видны ажурные петли светящегося газа, сформированные звездным ветром центрального светила и его мощным излучением.



Снимок центральной части туманности «Шлем Тора», полученный на Очень большом телескопе Европейской Южной обсерватории (VLT ESO) 5 октября 2012 г. в ознаменование 50-летия этой научной организации.

ESO/B. Baillieu

¹ ВПВ №4, 2008, стр. 23



Adam Block/Mount Lemmon SkyCenter/University of Arizona

Взрыв Новой ГК Персея

Взрывы звезд всегда привлекали к себе внимание ученых, надеющихся лучше понять процессы рождения, жизни и смерти светил, а также особенности их взаимодействия со своим окружением. Наиболее яркие из подобных событий, как правило, становились достоянием широкой общественности. К сожалению, они происходят не так уж часто, поэтому астрономы используют любую возможность изучить остатки взрывов, которые уже закончились. Недавно с помощью рентгеновской обсерватории Chandra¹ были проведены детальные исследования объекта, в свое время наделавшего немало шума в научном мире — переменной звезды ГК Персея (GK Per). В 1901 г. в течение нескольких дней она неожиданно стала одной из самых ярких звезд ночного неба, после чего ее блеск постепенно вернулся к исходному значению.

Сегодня астрономы приводят GK Per в качестве примера «классической новой», вспышка которой провоцируется термоядерным взрывом на поверхности белого карлика — плотного остатка солнцеподобной звезды.² Взрыву предшествует «перетягивание» сверхмощной гравитацией карлика больших масс вещества с его спутника (как правило, звезды-гиганта). Когда этого вещества — главным образом водорода — накапливается достаточно, при высокой температуре и давлении ядра его атомов начинают сливаться в ядра более тяжелых элементов, выделяя при этом огромные количества энергии и «сдувая» раскаленные наружные слои атмосферы белого карлика в окружающее пространство. Именно этот процесс мы видим как вспышку новой, а расширение образовавшейся оболочки и ее постепенное рассеивание можно наблюдать в течение нескольких последующих месяцев или даже лет.

Часть теоретиков предлагает рассматривать классические новые в качестве «миниатюрных версий» взрывов сверхновых, сопровождающихся полной гибелью светила (точнее, его превращением в сверхплотную нейтронную звезду³) — при таких событиях излучаются количества энергии, сопоставимые с яркостью целой галактики. Сверхновые чрезвычайно важны для «космической экологии», поскольку они, во-первых, нагревают межзвездное вещество, а во-вторых, служат его источником, обогащая пространство тяжелыми элементами — такими, как кислород, кальций, кремний и железо.⁴ В дальнейшем эти элементы принимают активное участие в формировании звезд нового поколения и их планетных систем.

Хотя вспышки сверхновых являются гораздо более энергичными по сравнению с классическими новыми и в них участвуют намного большие массы материи, фундаментальная физика

¹ ВПВ №11, 2013, стр. 5

³ ВПВ №12, 2007, стр. 4; № 2, 2015, стр. 20

² ВПВ №12, 2007, стр. 11; №1, 2008, стр. 13 ⁴ ВПВ №6, 2014, стр. 4



Изображение остатка вспышки ГК Персея.

X-ray: NASA/CXC/
PIKEN/D.Talbot et al.;
Optical: NASA/STScI;
Radio: NRAO/VLA

обоих типов событий почти одинакова. Похожи и последствия их взаимодействия с окружающей средой — такие, как ударные волны, распространяющиеся со сверхзвуковыми скоростями в межзвездном газе. Более скромные энергии и массы, характерные для новых звезд, свидетельствуют о том, что их остатки эволюционируют быстрее. Это обстоятельство, в совокупности с более высокой частотой их возникновения, делает их важными объектами наблюдений при изучении космических взрывов.

Рентгеновская обсерватория Chandra впервые сфотографировала GK Per в феврале 2000 г., а затем уделила ей внимание в ноябре 2013 г. Превосходного качества наблюдательный материал, охватывающий 13 лет, дает астрономам возможность проследить эволюцию рентгеновского излучения этого источника. Результаты наблюдений были представлены в виде коллажа, демонстрирующего остаток вспышки в рентгеновских лучах (данные обсерватории Chandra, показаны условным синим цветом), в оптическом диапазоне (телескоп Hubble, желтый цвет), а также данные, полученные радиобсерваторией Very Large Array (розовый). Высокая интенсивность рентгеновских лучей свидетельствует о мощных потоках горячего газа, в радиодиапазоне заметно излучение электронов, разогнанных до больших скоростей ударными волнами. Оптические наблюдения относятся к сгусткам материи, выброшенной в пространство в результате взрыва; характер точечного источника в левом нижнем углу неизвестен. На протяжении ряда лет, представленных рентгеновскими данными, остатки выброшенного вещества удалялись от центра расширяющейся оболочки со скоростью около 700 тыс. км/ч (почти 200 км/с). Таким образом, за время, прошедшее с момента вспышки, взрывная волна преодолела свыше 110 млрд км.

На примере этого открытия можно понять, как изучение остатков новой помогает получить представления о характере околозвездной среды. Рентгеновская светимость остатка GK Per в течение 13 лет снизилась примерно на 40%, в то же время температура газа в нем, определяемая по спектру излучения, фактически остается постоянной (около миллиона градусов по Цельсию). По мере расширения ударной волны и нагрева большого количества вещества его температура за волновым фронтом должна снижаться. В то же время наблюдаемое «угасание» остатка при почти постоянной температуре может быть истолковано как расширение сброшенной оболочки в пространстве с достаточно низкой плотностью межзвездной материи, а следовательно, позволяет судить об особенностях региона локализации объекта наблюдений.

Архив журнала за 2011-2013 гг. в цифровом виде

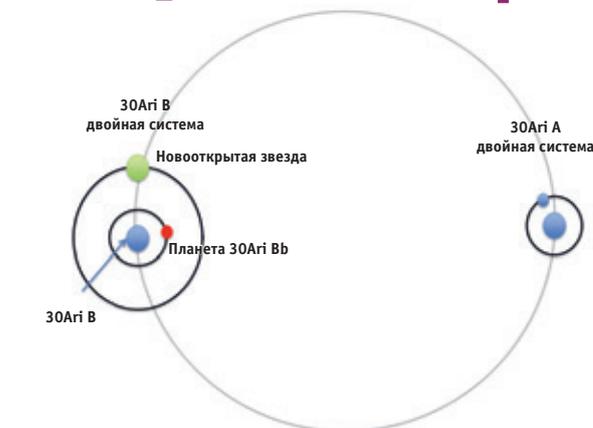
Коллекция журналов на CD-дисках

www.shop.universmagazine.com

Планета четырех солнц

Астрономы уже отказались от представлений о том, что образование планет в кратных звездных системах невозможно: уже известно достаточно большое количество двойных и тройных звезд, компоненты которых обладают планетоподобными спутниками. Однако пример планеты в системе «четверной» звезды до сих пор имелся только один — это объект с индексом KIC 4862625, обнаруженный в 2013 г. любителями астрономии, изучавшими общедоступные архивы миссии Kepler (NASA).

Второй случай оказался более интересным. Еще в 2009 г. была открыта гигантская газовая планета в системе 30 Овна (30 Ari), которая превышает по массе Юпитер как минимум в 10 раз и делает оборот вокруг центральной звезды за 11 земных месяцев. Она получила обозначение 30 Ari Bb, поскольку обращается вокруг менее яркого компонента системы 30 Ari B (более яркий, удаленный от него на



▲ Схематическое изображение системы 30 Овна (размеры звезд и расстояния показаны не в масштабе, орбиты обозначены условно — в действительности они не круговые, а эллиптические). Две двойных звезды — 30 Ari B и 30 Ari A — обращаются вокруг общего центра масс. Двойственность первой из них была обнаружена недавно; еще ранее у нее была открыта массивная планета, совершающая один оборот примерно за 335 суток (показана красным цветом).

1670 а.е., имеет индекс 30 Ari A и сам по себе является спектрально-двойной звездой с очень малым расстоянием между компонентами). Совсем недавно при фотографировании этой звезды с помощью телескопов с устройствами адаптивной оптики Robo-AO и PALM-3000, разработанными специалистами Калифорнийского технологического института и Лаборатории реак-

тивного движения (JPL NASA),¹ выяснилось, что 30 Ari B, кроме планеты, имеет еще и звездоподобный спутник с большим периодом обращения — таким образом, здесь астрономы имеют дело не с тройной, а с четырехкратной звездой.

Это открытие говорит о том, что планеты в четырехкратных звездных системах могут быть

¹ ВПВ №12, 2014, стр. 8

значительно более распространенным явлением, чем считалось ранее — просто сами по себе подобные системы встречаются не так уж часто. Небо планеты 30 Ari Bb должно выглядеть весьма интересно: кроме главного «солнца», на нем сияют еще две исключительные яркие звезды, легко видимые даже при дневном свете, причем одна из них при взгляде в телескоп с небольшим увеличением разрешается на два почти одинаковых компонента с хорошо различимыми дисками, которые за сравнительно небольшое время заметно меняют положение друг относительно друга.

▼ Возможный вид системы 30 Овна с близкого расстояния.



Дискуссии вокруг GJ 581d

Планета GJ 581d, расположенная в «зоне обитаемости» звезды Gliese 581, скорее всего, реально существует. Об этом говорят исследования, проведенные сотрудниками лондонского Университета королевы Марии и Хартфордширского Университета (Queen Mary University of London, University of Hertfordshire).

Первые свидетельства существования этой планеты появились в 2009 г. в ходе анализа спектральных данных, выявившего небольшие отклонения линий излучения Gliese 581 от предсказанных значений. У звезды уже были подтверждены два планетоподобных спутника (получившие обозначения GJ 581b и GJ 581c), но их для объяснения найденных отклонений оказалось недостаточно. В прошлом году после более детальных исследований появилось



▲ Планета GJ 581d в представлении художника.

предположение, что спектральные вариации могут быть связаны с пятнами на поверхности самой звезды. Однако недавно

это предположение было пересмотрено, и теперь ученые могут с достаточной уверенностью утверждать, что дополнительный сдвиг спектральных линий действительно связан с гравитационным воздействием еще одной планеты.

Столь пристальное внимание научного сообщества GJ 581d привлекает по той причине, что это первая известная земледобная планета, находящаяся в «зоне обитаемости», где температурные условия допускают существование на ее поверхности жидкой воды. Некоторые средства массовой информации, узнав о подтверждении существования этого объекта, истолковали его как получение сигнала от разумных обитателей GJ 581d, что, конечно же, не соответствует действительности.

Источник: Queen Mary University of London Press Release, 6 March 2015.



THE UNIVERSE COMES TO LONDON

Лондонский форум любителей астрономии

Астрофест проводится в Лондоне уже более 20 лет, являясь центральным событием года для любителей астрономии всей Европы. Как правило, это мероприятие представляет собой сочетание «выставок достижений» коммерческих производителей оптики и лекционных сессий, на которых ученые делятся со всеми желающими последними новостями в различных областях науки о Вселенной.

В этом году в астрофесте приняла участие делегация журнала «Вселенная, пространство, время» в лице Алексея Гордиенко и Михаила Локтионова

с целью ближе познакомиться с реалиями и проблемами современной европейской профессиональной и любительской астрономии, послушать лекции, пообщаться с гостями и организаторами, окунуться в неповторимую атмосферу фестиваля и попытаться донести до наших читателей витавший там дух жажды новых знаний.

Зал, рассчитанный на тысячу человек, с трудом вместил всех желающих прикоснуться к миру звезд астрономической науки, среди которых главными были, конечно же, Рэй Виллард из американского Института космического телескопа (Ray



Villard, STScI) и британский историк астрономии Алан Чэпмен из Оксфорда (Allan Charman, University of Oxford).

Выставку, развернутую на трех этажах Таун-Холла в лондонском районе Кенсингтон, посетило не менее трех тысяч человек. Кроме производителей телескопов, в ней участвовали университеты, издательства и общественные обсерватории.

Один из самых больших стендов представлял журнал Astronomy Now. Здесь можно было не только поговорить о нелегком издательском труде, но и поучаствовать в автограф-сессиях — Алана Чепмена с книгой «Наблюдатели — Коперник, Галилей, телескоп и церковь: астрономический Ренессанс 1500-1700» и Ника Шиманека с книгой «Снимающие звезды — эксклюзивный проводник в фотографирование Вселенной». Фрагменты второй книги мы

надеемся при случае опубликовать на страницах нашего журнала или на сайте.

Научный центр «Обсерватория Херстмонсё» представил свои планы на год — в частности, организуемый им 4-6 сентября 2015 г. собственный астрономический фестиваль. Кроме того, было анонсировано большое количество других мероприятий (среди которых выделяется вечер с дивной темой «Научное пиво» с пометкой «только для взрослых» — что бы это ни значило), но описания всех этих замечательных событий портило примечание «...в случае подходящей погоды». Англия так густо населена, что хорошей погоды тут на всех не хватает.

Однако главной «жемчужиной» Астрофеста, конечно же, стали многочисленные лекции. Кроме уже упомянутых Алана Чепмена и Рэя Вилларда, своим опытом и знаниями поделились со слушателями астрофотограф



Михаил Локтионов,
«Вселенная, пространство, время»

Михаил Локтионов — основатель и продюсер канала интернет-ТВ об астрономии «Живая Вселенная» (nebulacast.com), многолетний переводчик сериалов Hubblecast HD и ESOCast HD, выпускаемых Европейской Южной обсерваторией, участник международных проектов популяризации астрономии Portal to the Universe, Eyes On the Skies, Europe to the Stars, ESO 50. Один из редакторов русской части веб-сайта Европейской Южной обсерватории (программа ESON).

Деятельность Михаила Локтионова в области популяризации астрономии отмечена персональными благодарностями Европейской Южной обсерватории (Гархинг, Германия) и Главной астрономической обсерватории (Киев, Украина). В феврале 2015 г. он представлял редакцию журнала «Вселенная, пространство, время» на европейском Астрофесте в Лондоне, подготовил и перевел большую часть лекций, прочитанных на этом форуме выдающимися популяризаторами науки. Эти материалы будут опубликованы в следующих номерах нашего издания.

Ник Шиманек (Nick Szymanek), планетолог Фред Янсен (Fred Jansen), наблюдатель солнечных затмений Джон Мэйсон (John Mason), а также один из основателей и старейших участников мероприятия Ян Николсон (Ian Nicolson) — к огромному сожалению всех присутствующих, его выступление было прощальным, поскольку этот известнейший популяризатор науки собирается прекратить свою общественную деятельность по состоянию здоровья.

Главными темами лекций были как основные события астрономии и космонавтики ушедшего года (в первую очередь сближение космического аппарата Rosetta с кометой Чурюмова-Герасименко и посадка зонда Philae на ее поверхность), так и грядущие небесные события, наиболее примечательным из которых, несомненно, следует считать солнечное затмение 20 марта 2015 г. — на Британских островах его максимальная фаза достигает 97%.

Организация Астрофеста оказалась выше всяческих похвал. Подбор докладчиков, тематика, презентации были настолько сбалансированы, что слушатели и зрители просто не могли отвлечься. Лекции читали настоящие знатоки своего дела, специалисты, которых можно без сомнений назвать лучшими в своей области.

Все эти события и впечатления мы постараемся по мере сил осветить в этом и следующих номерах нашего журнала.

► Вестминстерское Аббатство, в галерее которого установлена мемориальная доска Эдмунда Галлея (Edmond Halley) — Королевского астронома, предсказавшего возвращение знаменитой кометы, названной его именем.



◀ Алексей Гордиенко, член редакционного совета журнала «Вселенная, пространство, время», в зале Таун-Холла во время Астрофеста.

▼ Слева внизу: окулярная часть телескопа-рефрактора компании Sky Watcher с диагональной призмой.

▼ Рефлектор Ньютона компании Bresser — немецкое качество на экваториальной монтировке немецкого типа.



◀ Телескоп системы Долл-Кирхэм-Кассегрен с 40-сантиметровым главным зеркалом, трубой из углеволокна и оптимизированной оптикой f/6.8 производства Orion Optics UK.

► Компактные обсерватории — моторизованные купола с разнообразными функциями фирмы Pulsar Observatories.



В течение последних 25 лет снимки космического телескопа Hubble подогрели интерес к исследованиям космоса и переформировали восприятие нашей Вселенной... Это достижение стало возможным только благодаря созданию альбома впечатляющих цветных фотографий.

Как работает Hubble

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



Рэй Виллард
(Ray Villard)

Директор информационного агентства при Институте Космического Телескопа (STScI), где он «переводит» открытия, которые сделал Hubble, на язык, понятный медиа и общественности. Лауреат нескольких наград NASA. Написал множество статей и сценариев для научных радиопрограмм и планетариев. В 2004 г. опубликовал книгу об открытиях экзопланет «Бесконечные миры». Является соавтором адаптации книги для канала National Geographic.

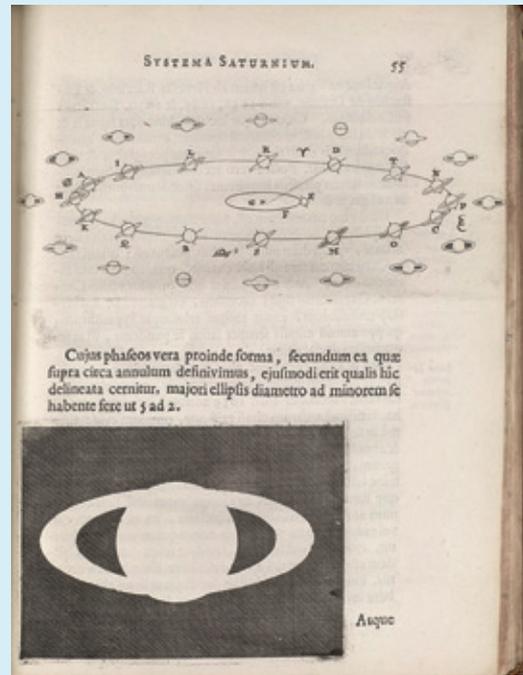
Большой выбор светофильтров орбитального телескопа обеспечил возможность подчеркнуть как эстетичность астрономических объектов, так и научную значимость. Для того, чтобы продемонстрировать их в «настоящих цветах», приходится прикладывать большие усилия: иногда их излучение выходит далеко за рамки человеческого восприятия цвета — в инфракрасный и ультрафиолетовый диапазон. В результате снимки обсерватории Hubble можно назвать «супер-панхроматическими», а основным принципом при их создании является эстетика, подчеркивающая саму суть небесного объекта — в традициях, заложенных такими великими фотографами природы, как Энсель Эдамс (Ansel Adams).

За последние 25 лет множество снимков, сделанных космическим телескопом, появилось на первых страницах самых разных журналов. Складывается такое впечатление, что для некоторых он



◀ В каньоне Чако, согласно одной из версий, на камне запечатлена Сверхновая 1054 г.

▶ На гобелене в Байо изображена комета Галлея в ее появлении 1066 г.



▲ Страница из книги Христиана Гюйгенса, изданной в 1659 г. На верхнем рисунке показаны изменения вида Сатурна и его колец при наблюдениях с Земли на протяжении сатурнианского года.

представляет собой что-то вроде украшения, но на самом деле большое количество людей тяжело работают для того, чтобы этот инструмент мог функционировать и делать такие фото.

Всю свою историю человечество пыталось изображать то, что видело. В каньоне Чако авторами петроглифов была предположительно запечатлена Сверхновая 1054 г., на гобелене в Байо — комета Галлея, наблюдавшаяся в 1066 г. и, как тогда считалось, предсказавшая вторжение врага (в одном из журналов надпись перевели как «смотрите, какая штука на небе»). Кольца Сатурна зарисовывали многие астрономы-наблюдатели в XVII веке, в частности, Христиан Гюйгенс. Можно ли было тогда представить, что через 345 лет мы увидим эту планету во всех подробностях «глазами» миссии Cassini, а аппарат Huygens, названный именем ученого, совершит посадку на Титан?

Затем появилась фотография. Среди первых снимков можно найти, например, изображение Большой Туманности Ориона, сделанное Эндрю Коммоном (Andrew Ainslie Common) в 1883 г. В 70-х годах прошлого века астрономы-профессионалы (и даже любители) довели процесс аналоговой фотографии до совершенства, обрабатывая фотопластинки таким образом, чтобы «вытягивать» из них максимальное количество деталей. А сейчас это кажется таким простым с использованием различных компьютерных программ...

Hubble делает снимки не только с удивительной резкостью, но и в широком диапазоне электромагнитного излучения — это можно называть «суперпанхроматическим изображением», в котором присутствует не только видимый, но также инфракрасный и ультрафиолетовый спектральный диапазон.

Цвета могут многое рассказать о звездах, об эмиссионных туманностях, о молодых звездных скоплениях. Разные оттенки цветов на хаббловском снимке туманности Киля говорят о различных свойствах пыли и газа, формирующих ее.

Иногда фотографии демонстрируют события, происходящие буквально на наших глазах — как на изображениях сталкивающихся галактик, где видны яркие области звездообразования.

▼ Одна из фотографий Туманности Ориона, сделанных Эндрю Коммоном в 1883 г. Ему удалось показать, что при длительных экспозициях фотопластинка способна зарегистрировать звезды и детали, не видимые человеческим глазом.

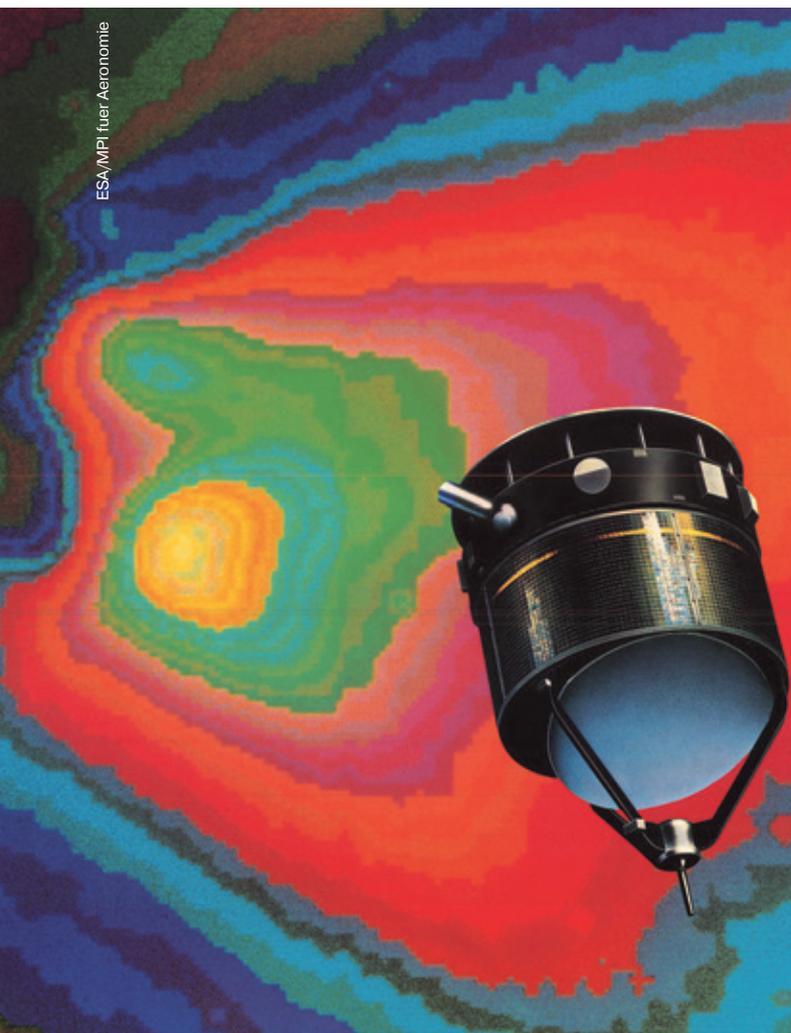


Основным принципом, которым мы руководствуемся при работе с фотографиями, является принцип Карла Сагана: «Если физики просят 10 или 15 миллиардов долларов, чтобы построить машину, у которой нет никакого практического применения, по крайней мере, они должны приложить серьезные усилия к рисованию красивых графиков и придумыванию метафор, чтобы обосновать свои запросы».

Так, например, Giotto — очень успешная европейская миссия к комете Галлея — в марте 1986 г. передала на Землю цветные снимки кометного ядра. Но в прессу сначала попало «неудачное» изображение, показывавшее яркость отдельных участков кометы в условных цветах. Оно ничего не говорило неспециалистам и даже расстроило премьер-министра Маргарет Тэтчер, что потом сказало на финансировании Европейского Космического Агентства...



- ▶ ▲ Эмиссионная туманность (область ионизированного водорода) в созвездии Кили, удаленная от нас, по разным оценкам, на 6,5-10 тыс. световых лет, может наблюдаться в Южном полушарии и тропических областях Северного полушария. Разные оттенки цветов на хаббловском снимке свидетельствуют о различных свойствах пыли и газа в разных частях туманности.



▲ Снимок ядра кометы Галлея, полученный космическим аппаратом Giotto и сильно разочаровавший Маргарет Тэтчер.

Так что, если ваша стоящая миллиарды долларов миссия не может предъявить хорошие снимки — у вас могут начаться проблемы.

Лучшие снимки телескопа Hubble не просто показывают, как выглядят астрономические объекты — они отражают саму сущность этих объектов.

Лучшие снимки рассказывают целые истории.

Но с помощью космического телескопа мы искали самые зрелищные объекты Вселенной, чтобы позже опубликовать их фотографии в медиа. Каждые несколько лет к нему летали шаттлы, доставляя новые, более совершенные камеры, чтобы улучшить качество его наблюдений. Затем в 2002 г. мы выбрали самые лучшие «хаббловские» снимки, которые к тому моменту уже стали легендарными, и разместили их на первой странице New York Times.

Несколько слов о том, как были сделаны эти снимки. В фокальной плоскости телескопа расположены его приборы и камеры. Большинство лучших фотографий были получены Камерой широкого поля (WFC) и Камерой для специальных исследований. Третья версия WFC с 16-мегапиксельной матрицей может делать снимки в визуальном, инфракрасном и ультрафиолетовом диапазоне. При этом используются разнообразные фильтры, формирующие хорошо известную цветовую палитру. И когда мы делаем такие фотографии, возникает вопрос: а как же сочетать снимки, полученные через отдельные фильтры, в одно многоцветное изображение?

У нас в STScI есть два обработчика снимков, использующие программу Adobe Photoshop. Когда мы говорим об этой программе, общественность всегда думает, что речь идет о каких-то трюках и фокусах. Но на самом деле это очень мощный инструмент для обработки изображений, и если хорошо знать его возможности — можно делать исключительные вещи.

Необходимо рассказать о том, как мы komponуем снимки. Hubble не имеет цветной пленки — матрица монохромная, и мы используем все ее 16 мегапикселей, чтобы получать изображение через различные фильтры. Один из первых этапов обработки — удаление помех от космических лучей, которые, словно снег,

▼ Рэй Виллард во время лекции. На экране (вверху) — снимок туманности IC 4406 с многочисленными помехами от космических лучей. Внизу — снимки планетарной туманности NGC 6302 «Бабочка», полученные через три широкополосных фильтра (красный, зеленый и синий), которые далее совмещаются в одно изображение в «естественных» цветах.

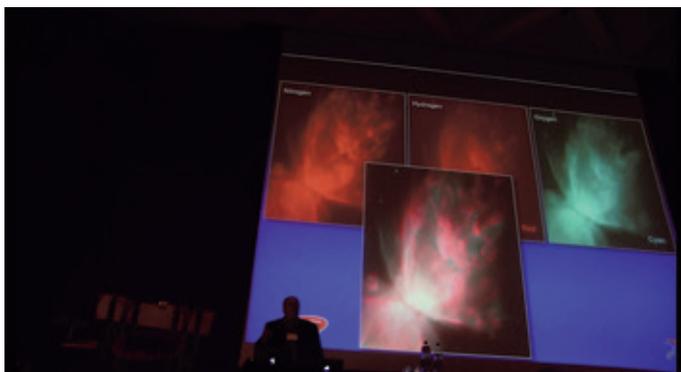
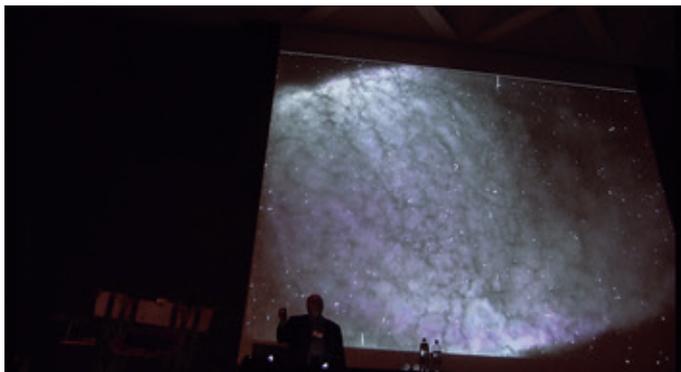


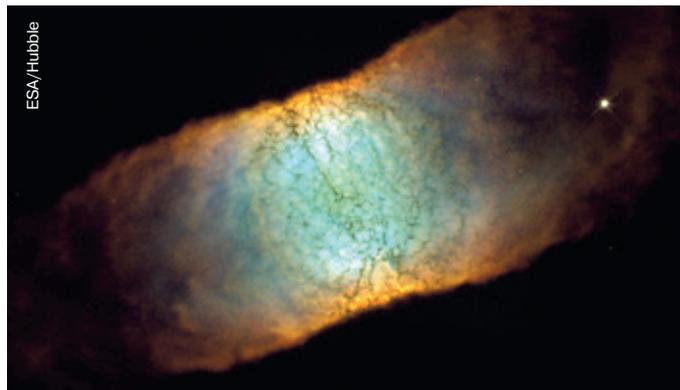
Фото ВПВ, М. Люктионов

покрывают все исходные снимки. Простейший способ избавиться от них — сделать второй снимок. Затем мы получаем три изображения через три широкополосных фильтра (красный, зеленый и синий) и комбинируем их в одно, в «естественных» цветах. Кроме этого, нужно еще «вычистить» снимок от прочих помех, связанных, например, с недостатками самой матрицы. Затем мы можем сделать несколько экспозиций — коротких и длинных, чтобы показать области, сильно отличающиеся по яркости.

Далее, если мы использовали узкополосные фильтры для выделения спектральных линий излучения различных химических элементов (таких, как азот, водород и кислород), каждому изображению присваивается свой условный цвет, и из них снова комбинируется общий снимок.

У Камеры широкого поля WFC2 отсутствовал фрагмент матрицы, что приводило к необходимости делать составные снимки некоторых объектов.

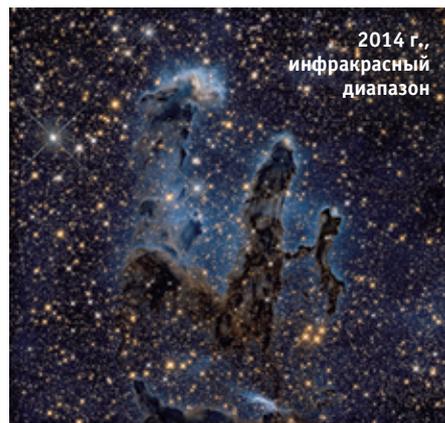
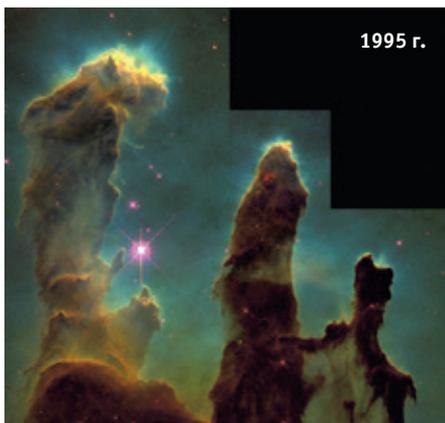
Но в случае знаменитых Столпов Творения получилось очень



▲ Снимки туманностей IC 4406 и NGC 6302, полученные телескопом Hubble, после обработки.

впечатляюще. Этот снимок стал совершенной классикой и был растиражирован в огромных количествах. В данном случае отлично видно, что свет средней длины волны вполне можно обозначать зеленым. Потом мы обнаружили, что некоторые люди использовали Photoshop, чтобы выровнять снимок, сделать его прямоугольным. И, хоть это и не соответствовало действительности, вышло у них неплохо.

Затем мы вернулись к нашему классическому снимку, полученному в 1995 г., и сделали еще один снимок новой Камерой

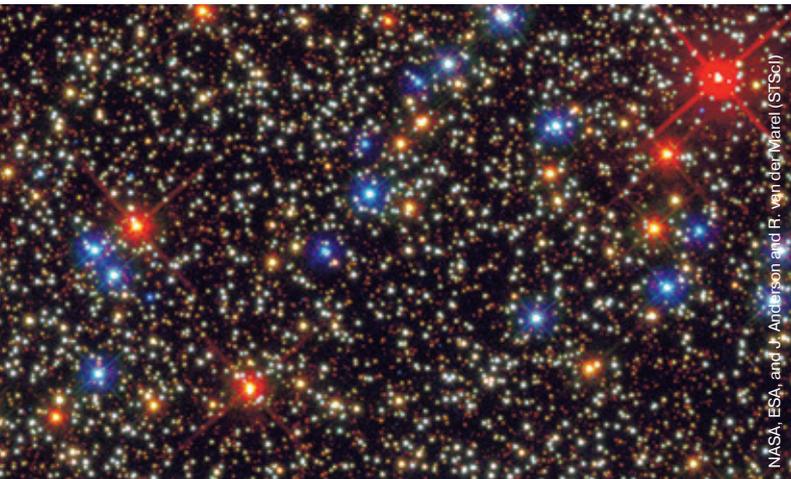


▲ Столпы Творения. Снимки получены космическим телескопом Hubble в 1995 г. и в 2014 г. (в оптическом и инфракрасном диапазонах).

широкого поля WFC 3 в 2014 г. Потребовалось 5 лет активного продвижения этой идеи, чтобы получить необходимое наблюдательное время и произвести экспозицию. Это изображение попало в СМИ, его увидел почти миллиард человек, и потому оно остается одной из самых популярных фотографий космоса всех времен, сделанной телескопом Hubble.

Мы пошли даже дальше, сделав снимок только в инфракрасном диапазоне. На нем прекрасно видны звезды, прячущиеся в пылевых столбах на фоне светящихся облаков водорода. Что интересно: при сравнении новых снимков со старыми, за 1995 г., мы увидели небольшие изменения в реактивных струях (джетах), которые выбрасывают новорожденные звезды.

Используя панхроматическое многодиапазонное кодирование цветом, применяя различные фильтры и обрабатывая изображения особым образом, удалось, например, выделить разные поколения звезд в скоплении ω Центавра, области звездообразования в галактике M83.

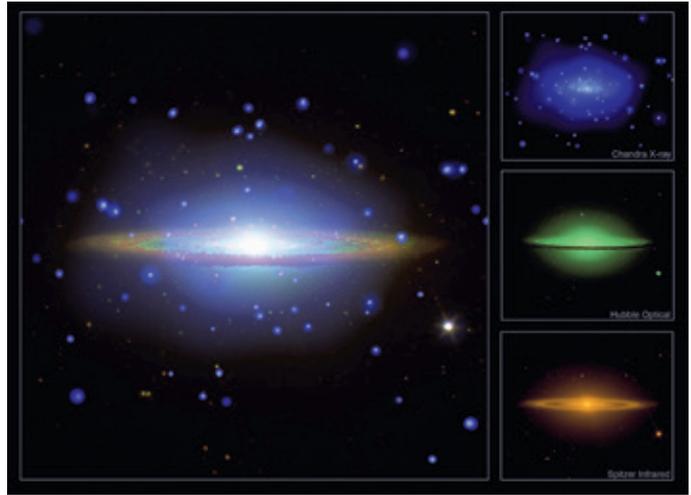


NASA, ESA, and J. Anderson and R. van der Marel (STScI)

▲ Шаровое звездное скопление ω Центавра открыл древнегреческий астроном Птолемей почти 2 тыс. лет назад, однако он посчитал его простой звездой, поэтому в более поздних каталогах оно получило «звездное» обозначение. На самом деле оно содержит около 10 млн звезд.

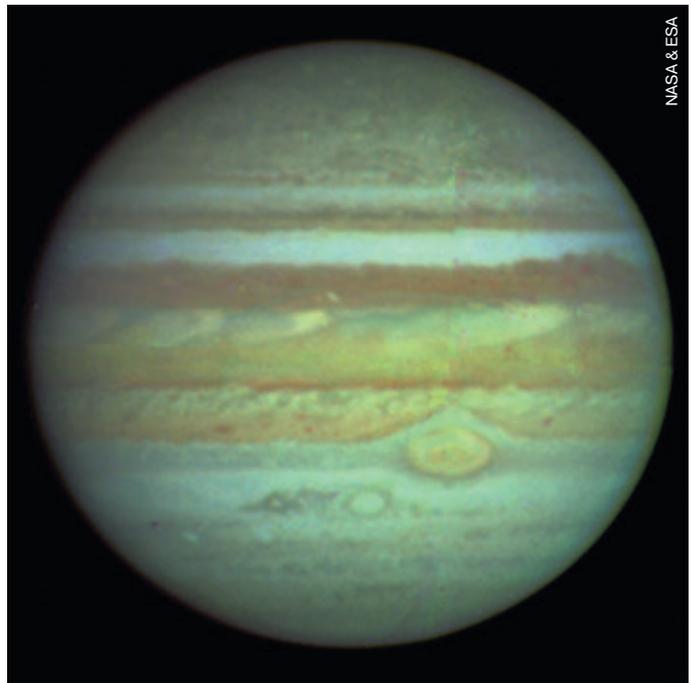
Иногда цвета демонстрируют результаты различных исследований: например, рентгеновский диапазон обсерватории Chandra охватывает излучение с самыми короткими длинами волн и показан синим цветом, визуальный диапазон (Hubble) — зеленый — соответствует средним длинам волн, а инфракрасный диапазон обсерватории Spitzer изображен красным. Таким образом, по цвету можно сказать, какое излучение присутствует в том или ином месте снимка. Иногда такие эксперименты удаются, иногда — нет.

Кроме того, Hubble участвует в наблюдениях темной материи — вернее, косвенных признаков, показывающих ее присутствие на снимках столкновений далеких скоплений галактик. Методом гравитационного линзирования определяют положение концентраций темной материи, а распределение горячего газа в скоплениях видно на рентгеновских снимках. Итоговый цветной снимок показывает отличия в конфигурации газа и темной мате-



X-ray: NASA/JNMass/Q.D.Wang et al.; Optical: NASA/STScI/AURA/Hubble Heritage; Infrared: NASA/JPL-Caltech/Univ. AZ/IR/Kennicutt/SINGS Team

▲ Галактика M104 «Сомbrero» — один из крупнейших и ближайших к нам членов скопления Девы (от нее нас отделяет 28 млн световых лет). Это ее изображение составлено по данным съемки в рентгеновском диапазоне (обсерватория Chandra, показаны голубым цветом), видимом свете (Hubble, зеленый цвет) и в инфракрасных лучах (Spitzer, оранжевый цвет). Каждый спектральный диапазон отображает определенные особенности галактической структуры.



NASA & ESA

▲ «Зеленый» Юпитер на снимке Камеры широкого поля телескопа Hubble. На фотографиях, предназначенных для публикации, цвет планеты был откорректирован.

рии, появляющиеся при столкновении галактических скоплений. Когда Hubble только начал работать, его главное зеркало давало нерезкие изображения — это хорошо заметно на первом снимке Юпитера. Кроме того, планета выглядела зеленой — не такой, какой она, как известно, видна в телескоп. Такой цвет ка-

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





NASA, ESA, STScI, and CXO

заялся неправильным, и с этим пришлось что-то делать, самостоятельно устанавливать цветовую гамму.

Появилась также интересная дилемма: на фотографиях самых далеких галактик присутствовали объекты со столь большим красным смещением, что они выглядели красноватыми. Но в молодых галактиках ранней Вселенной должно быть множество горячих голубых звезд. И как это показать широкой публике? В итоге решено было изображать такие галактики... белыми! Конечно, это не совсем правильно...

Но одна из самых больших трудностей возникла при попытке показать комету Siding Spring, когда она находилась на небе недалеко от Марса. К сожалению, Hubble имеет небольшое поле зрения, поэтому пришлось сделать монтаж: взять отдельные фотографии кометы и Марса, сделанные через два фильтра, и смонтировать на фоне той области неба, где они в тот момент находились. Таким образом, наш снимок смог рассказать целую историю о самом тесном сближении кометы с планетой Солнечной системы за всю историю наблюдательной астрономии.

* * *

От редакции

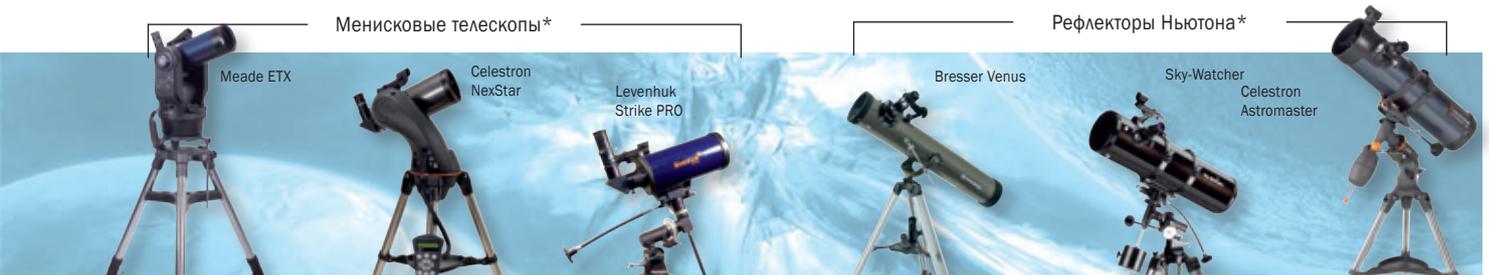
Мы уже привыкли к удивительным красочным изображениям, создаваемым на основе снимков телескопа Hubble, и почти не задумываемся о том, что этот уникальный инструмент отрабатывает на орбите последние годы: ремонтные миссии к нему больше невозможны, а его бортовое оборудование постепенно изнашивается под действием космической радиации и микрометеоритов. На смену ему придут следующие поколения внеатмосферных телескопов — более совершенные и чувствительные... Но Hubble навсегда останется для нас первым автором незабываемых картин Вселенной, во многом сформировавших современные представления о ней.

▲ «Самыми большими коллайдерами Вселенной» называют астрономы сталкивающиеся галактические скопления. Эти структуры имеют размеры порядка сотен миллионов световых лет. На приведенных снимках показаны облака горячего газа, сопровождающие столкновения скоплений и сфотографированные рентгеновской обсерваторией Chandra. Хорошо заметно, что их картина не совпадает с распределением массы в скоплениях, вычисленным по данным телескопа Hubble. Это различие сейчас объясняют присутствием таинственной темной материи, проявляющейся только благодаря своей гравитации.



NASA, ESA, PSI, JHU/APL, STScI/AURA

▲ Это изображение составлено из снимков Марса и кометы Siding Spring, сделанных во время их сближения 19 октября 2014 г. космическим телескопом Hubble и наложенных на симуляцию звездного неба по данным Паломарского цифрового обзора (Palomar Digital Sky Survey). Целью столь кропотливой работы было показать размеры объектов и расстояние между ними в одном масштабе. Наибольшую сложность вызвала огромная разница в яркости между Марсом и кометой.



* Цена зависит от модели

Сложная посадка на ядро кометы



Барбара Коццони (Barbara Cozzoni),
Исследовательский
центр DLR,
Германия

Инженер космического исследовательского центра DLR, представитель рабочей группы посадочного модуля Philae и многолетний участник команды, которая занимается бортовыми инструментами спускаемого аппарата, производящими анализы кометного вещества.

В Солнечной системе существуют миллиарды комет. Их изучение может пролить свет на многие тайны планетообразования и возникновения жизни. На какие же вопросы надеются получить ответ ученые, планируя дорогостоящие миссии по их исследованию?

Посадка на ядро кометы Чурюмова-Герасименко, прежде всего, позволит выяснить следующее:

- Отличается ли пыль в коме (атмосфере кометы) от той, которая находится на поверхности ядра?
- Является ли поверхность мягкой, или она покрыта твердой корой?
- Какие летучие вещества содержатся в поверхностном слое?
- Каковы физические свойства поверхности?
- Какова внутренняя структура ядра?

Прибытие

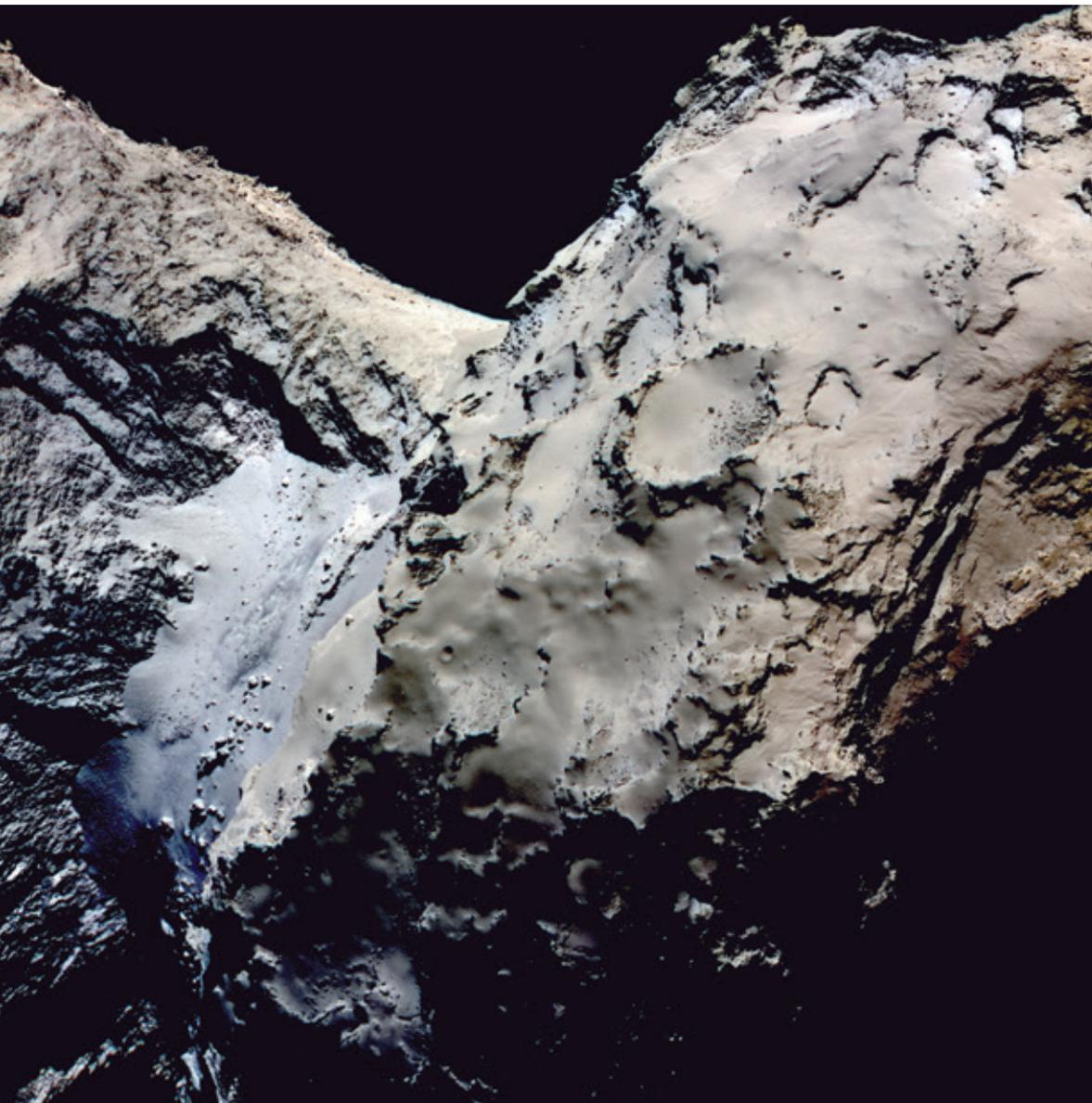
Когда члены рабочей группы впервые увидели форму ядра, у всех сразу возник вопрос: «Ну и где здесь садиться?» Чем ближе становилась комета, тем сильнее росло недоумение — где же

на ней можно осуществить посадку?

При выборе посадочной площадки, прежде всего, принимались во внимание ее освещенность Солнцем, топология и «гладкость» поверхности, механические свойства грунта.

Динамика полета в процессе посадки должна была обеспечить видимость орбитального зонда Rosetta (поскольку через него Philae держит связь с Землей), оптимальную орбиту для связи с зондом до и после посадки, доступность «рабочей» и запасной траектории — если бы по какой-то причине посадочный модуль отделился от основного позже расчетного времени, его траектория все равно должна была обеспечить спуск на другую площадку.

С другой стороны, ученые искали место, наиболее интересное с точки зрения получения научных результатов, и на эту тему постоянно возникали споры.



◀ Обработка фотографий, полученных космическими аппаратами, занимает иногда значительное время. Недавно на сайте миссии Rosetta был опубликован снимок кометы Чурюмова-Герасименко (67P/Churyumov-Gerasimenko), переданный на Землю еще 21 августа 2014 г. Основное внимание ученые уделили региону Хапи (Hapi) — перемычке между двумя долями кометного ядра, часть которой занимают необычно гладкие участки. Благодаря тщательному изучению отражательной способности и фотографированию через узкополосные светофильтры удалось выяснить, что их состав заметно отличается от остальной поверхности кометы. Ученые считают, что это связано с большим избытком водяного льда. На приведенном изображении эти участки выглядят голубоватыми. Съемка производилась камерой высокого разрешения OSIRIS в спектральных линиях 480, 700 и 989 нм (две последних относятся к ближнему инфракрасному диапазону), представленных соответственно условным голубым, зеленым и красным оттенком. В это время Rosetta находилась на расстоянии примерно 70 км от центра ядра. Пространственное разрешение фотографий составляет 1,3 м на пиксель.



◀ Зонд Philae после отделения, запечатленный камерой OSIRIS аппарата Rosetta 12 ноября 2014 г. в 10:23 GMT (указано бортовое время).

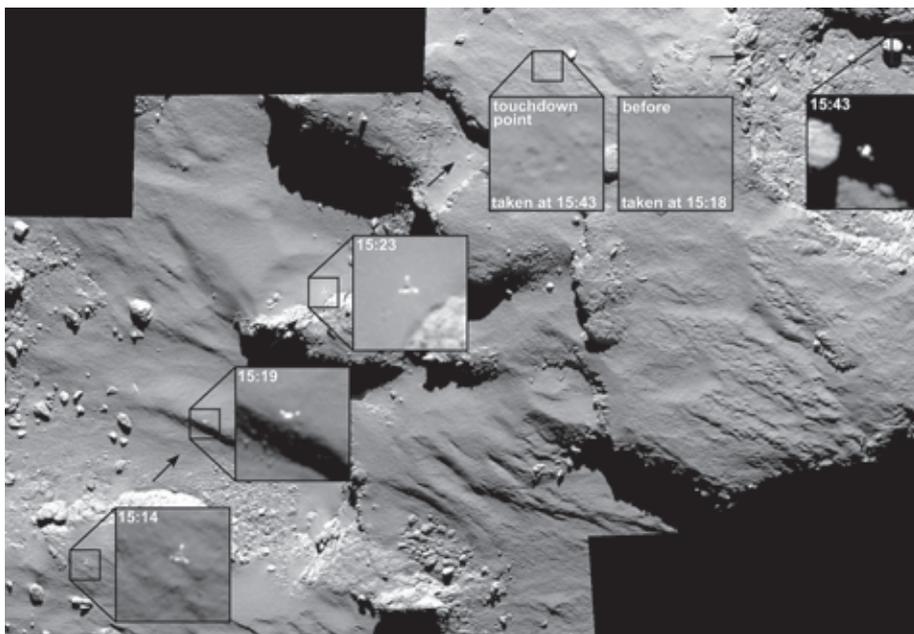
С июля 2014 г. начался процесс выбора участков для посадки. Здесь нужно пояснить, почему идет речь о площадках (участках), а не о точках. Вследствие большой удаленности зонда от Земли информация о выполнении команд поступает в центр управления с полу часовой задержкой. Из-за этого невозможно гарантировать точное управление посадочным аппаратом. Было принято решение выбирать более-менее однородные области размером до 500 м, в пределах которых должен был сесть Philae.

В августе были выбраны 10 участков, в сентябре из них оставили 5, из которых приоритетным был «назначен» участок С, а резервным — J.¹ Затем оказалось, что при выборе площадки С нет возможности обеспечить резервную траекторию посадки — иными словами, существовала большая вероятность промаха. Поэтому в октябре 2014 г., в конце концов, был выбран участок J, получивший имя «Агилкия». Эта площадка характеризовалась отличной освещенностью и относительно плоской поверхностью, что предоставляло хорошие условия для работы радара CONSERT.



▲ Снимок поверхности ядра с высоты 40 м, переданный камерой ROLIS посадочного модуля. Валу в правой верхней части снимка имеет поперечник около 5 м.

Предполагалось, что будет не очень сложно найти хорошие места, но после тщательного анализа всех вариантов стало понятно, что на ядре нет ни одного действительно плоского участка, и вдобавок все они усеяны валунами. Посадка оказалась очень рискованной операцией!



▲ Полет Philae над ядром. Модуль совершил, по меньшей мере, два «прыжка». Его окончательное местонахождение определено с точностью до 100 м.

В связи с этим рассматривались совершенно новые концепции миссии — вплоть до того, чтобы отложить посадку до мая 2015 г. (этот вариант впоследствии отклонили).

Хронология посадки

А теперь — детальная хронология того, что происходило непосредственно перед, во время и после посадки.

Первые проблемы начались вечером 10 ноября. Следует отметить, что в течение 10-летнего путешествия команда на включение Philae подавалась 76 раз, и с этим не было никаких проблем. Но когда в 18:05 по всемирному времени 11 ноября 2014 г. была совершена попытка включить посадочный модуль, она оказалась неудачной — загрузка не состоялась, включился не тот процессор, радиосвязь не установилась. Затем произошел сбой питания и новая перезагрузка. И после этого вдруг все заработало.

11 ноября в центре управления началось нечто невообразимое. В 18:37 была сделана попытка открыть клапан бака двигателя, который должен прижать зонд Philae к поверхности ядра кометы. Она не удалась. Члены рабочей группы все еще пытались понять, в чем причина этого, когда спустя 20 минут, в 18:57, не прошла проверку система обеспечения главного аккумулятора, исправно работавшая еще неделю назад. В 21:00 было собрано срочное совещание. В этот момент казалось логичным остановить посадку и отложить ее на две недели, до следующей возможности.

12 ноября, после часовой задержки момента принятия решения, аккумулятор заработал как надо, и, при по-прежнему не работающем клапане топливного бака прижимного двигателя (было предпринято несколько попыток его «оживить»), руководитель группы сопровождения посадочного модуля решает начать процедуру посадки.

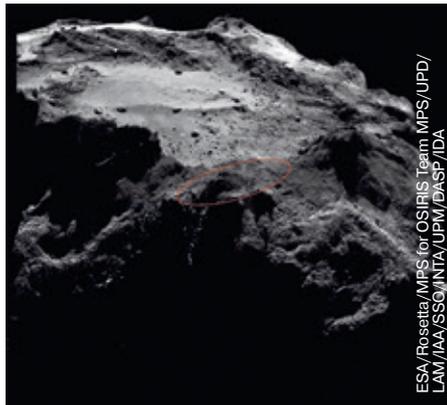
В 08:35, четко по плану, произошло разделение. Были получены снимки камеры OSIRIS орбитального модуля, на которых виден удаляющийся Philae, и снимки с самого Philae, демонстрировавшие приближающуюся поверхность ядра кометы.

Примерно через 2 часа начала поступать телеметрия и снимки с камер посадочного аппарата ÇIVA, заработали приборы CONSERT, SESAME, MUPUS. Касание ожидалось в 15:34 всемирного времени плюс-минус 40 минут. Оно произошло в 15:34:06. Непосредственно перед этим был момент потери связи, когда Philae коснулся поверхности. И это подтверждалось телеметрией других систем (гарпуны вышли, наблюдалось движение тела аппарата относительно ножек и т.п.). Посадка состоялась?

В тот момент все присутствовавшие в центре управления полетом и приглашенные гости в зале радовались, как дети — казалось, что все прошло отлично. Но телеметрия продолжала поступать, и постепенно появились поводы для беспокойства. Как сказал менеджер проекта: «сегодня, возможно, мы приземлились не один, а два раза».

На снимках камеры OSIRIS, установленной на орбитальном аппарате, ясно видно, как опускается Philae, место со

¹ ВПВ №9, 2014, стр. 33



▲ На этой мозаике, составленной из снимков узкоугольной камеры OSIRIS аппарата Rosetta (съемка производилась 13 декабря 2014 г. с расстояния около 20 км), красным эллипсом отмечена область, в которой с наибольшей вероятностью в настоящее время находится модуль Philae. Его размеры не превышают метра, и на итоговом изображении он должен выглядеть как фигурка из трех пикселей. Однако большое количество неровностей и валунов в районе посадки сильно мешают обнаружению модуля.

следами его первой посадки, и, наконец, сам модуль... в совершенно другом месте!

Последовательность событий:

- 15:34 — сигнал касания от демпфера удара.
- Модуль коснулся поверхности очень близко к расчетной точке (в пределах 110 м), а затем — подскочил по причине несрабатывания гарпунов.
- Сигнал поступал хорошо, но с короткими провалами, с интервалами от 40 секунд до 3 минут. Телеметрия показывала, что в это время Philae летел!

▼ Необработанное изображение, переданное камерой ÇIVA-P модуля Philae после посадки на поверхность ядра. Этот снимок позже был использован при составлении панорамы окрестностей места посадки.



- Произошло некоторое количество касаний и подскоков (включая одно «столкновение») в течение еще двух часов после первого касания.

- После 17:32 — больше никаких изменений. Скорее всего, Philae окончательно приземлился.

- Потеря связи до 17:59; телеметрия прибора CONSERT показывает, что зонд работает и находится в устойчивом положении.

CONSERT представляет собой приемник и передатчик радиоволн для изучения внутреннего строения кометы, но в данном случае он был использован для поиска Philae методом триангуляции — передачи-приема из разных точек орбиты основного аппарата. Определенное по его данным место посадки удалено от расчетного примерно на километр, где модуль остановился в тени.

Работа на поверхности

В результате Philae оказался на поверхности с неотстрелившимися гарпунами, то есть никак не прикрепленным к комете. В то же время с ним была установлена хорошая стабильная связь. Плохая новость: освещение — всего полтора часа за период оборота ядра, чего явно недостаточно для подзарядки аккумуляторов зонда. Скорее всего, посадочный модуль находился или в углублении, или рядом со стеной, и им было трудно управлять. Но, по крайней мере, мы попытались...

После посадки были проведены некоторые операции. Первый блок включал в себя работу приборов ROMAP, CONSERT, COSAC/PTOLEMY. Затем поступила команда реализовать 4 «безопасных» блока экспериментов — все измерения, не требующие никаких движений: COSAC/PTOLEMY, ROMAP, SESAME, MUPUS-TM. После этого стало ясно, что аккумулятора надолго не хватит, а освещения недостаточно, поэтому решено было проделать еще блок 6 (ÇIVA, MUPUS-PEN, APX и CONSERT), а затем блок 8 (SD2, COSAC, CONSERT), чтобы дать шанс всем приборам отработать всю запланированную программу. Ударное сверление прибором MUPUS оказалось в целом успешным — ударник был размещен на грунте и сделал все, что требовалось. Хотя Philae и не закрепился на комете, он находился в стабильном положении, позволяя продолжать эксперименты. Следующим было сверление SD2, одновременно с экспериментом CONSERT, чтобы попытаться найти Philae. Наконец, заряд аккумулятора подошел к концу, и начался последний блок операций, включавший поворот посадочного модуля, чтобы подставить Солнцу самую большую панель, и последнюю фотосессию. Затем, после почти 64 часов работы и буквально за пару минут до полной разрядки аккумулятора, в 00:15 аппарат был отключен.

Итак, Philae успешно завершил первую в истории посадку на поверхность ядра кометы. Были получены выдающиеся научные результаты. Переданы фотографии высокого разрешения, выполнены радиозондирование ядра, измерения физических свойств поверхности и химический анализ пород в месте посадки, которые не могли быть проведены удаленно.

Миссия закончена? Не совсем!

Текущая ситуация

Подведем итоги. На данный момент посадочный аппарат находится на плохо освещенной площадке, опасности перегрева нет, но есть опасность замерзания. Ситуация улучшается с каждым днем. Продолжается анализ результатов, по данным CONSERT уже удалось определить положение аппарата с точностью до 100 м. Есть надежда на «пробуждение» после увеличения освещенности: в апреле-мае станет возможной загрузка бортового компьютера; в мае-июне — установление связи; в июле-августе — начало научных операций.

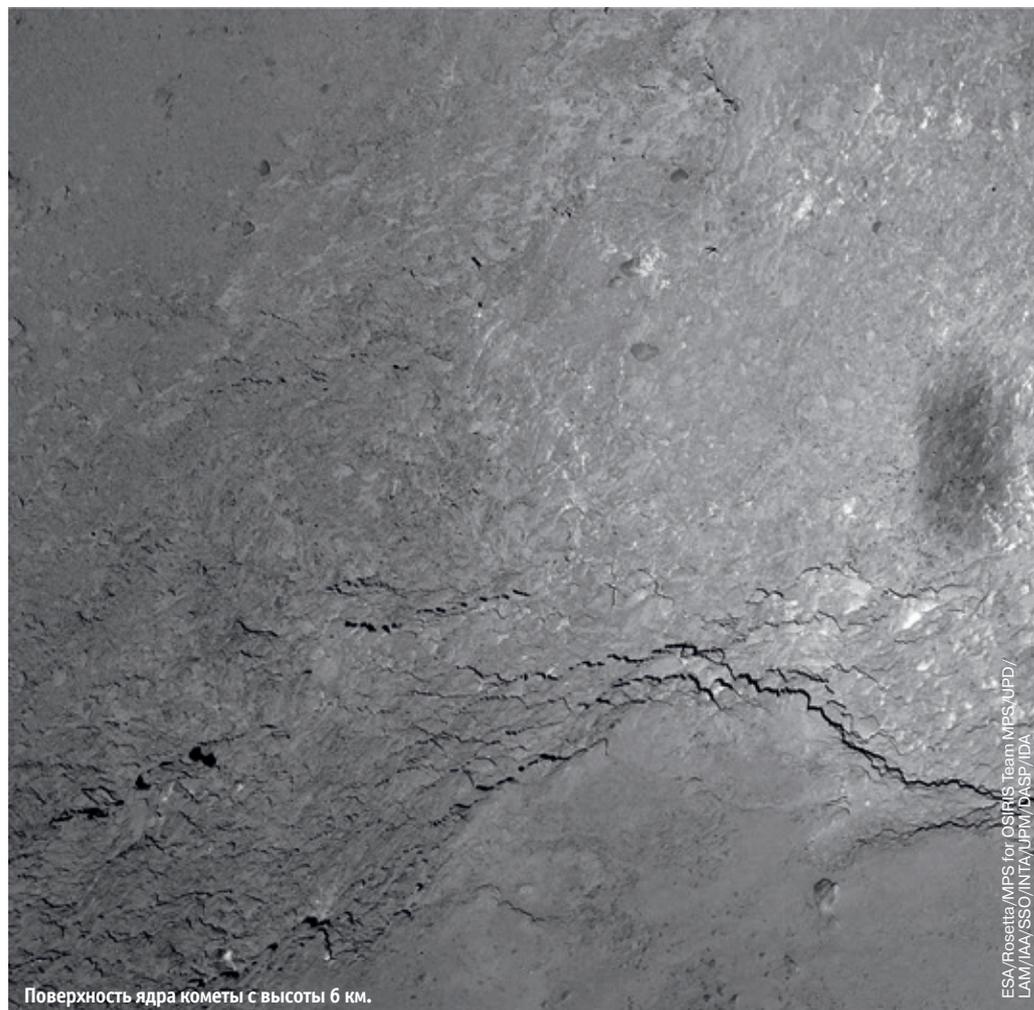
Оставайтесь с нами, ждите новостей!

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

Бреющий полет над Имхотепом

З авершена обработка изображений, полученных узкоугольной камерой OSIRIS европейского космического аппарата Rosetta 14 февраля 2015 г. во время наиболее тесного сближения с ядром кометы Чурюмова-Герасименко (67P/Churyumov-Gerasimenko). С высоты 6 км удалось запечатлеть беспрецедентные детали участка поверхности размером 228×228 м, относящегося к региону Имхотеп, который в тот момент был развернут к зонду. Разрешение снимка достигает 11 см/пиксель — это рекордный показатель для фотографий малого тела Солнечной системы. Размытое темное пятно недалеко от правого края представляет собой полутень, которую Rosetta отбрасывает на ядро — полностью закрыть собой Солнце, чтобы образовать тень, на таком расстоянии она не может. Размеры полутени равны примерно 20×50 м.

Положение отснятого участка лучше всего видно на другом снимке, сделанном 20 марта навигационной камерой NAVCAM с расстояния 81,7 км от центра масс кометы. Его разрешение — около 7 м на пиксель. В таком положении регион Имхотеп виден почти полностью, под небольшим наклоном к лучу зрения. Его граница с регионом

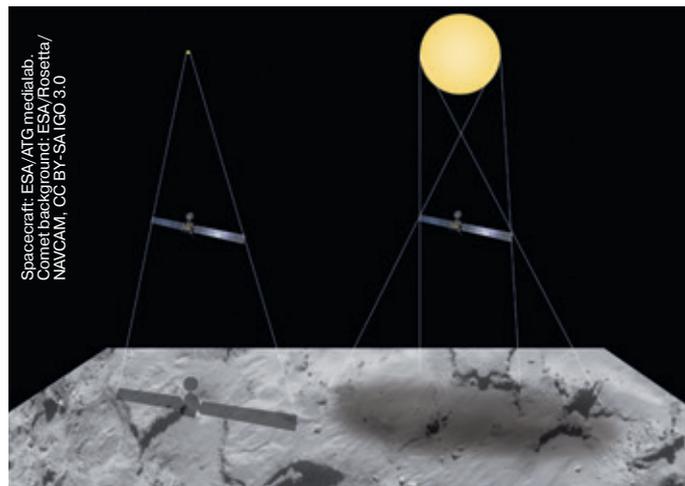


Поверхность ядра кометы с высоты 6 км.

ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA

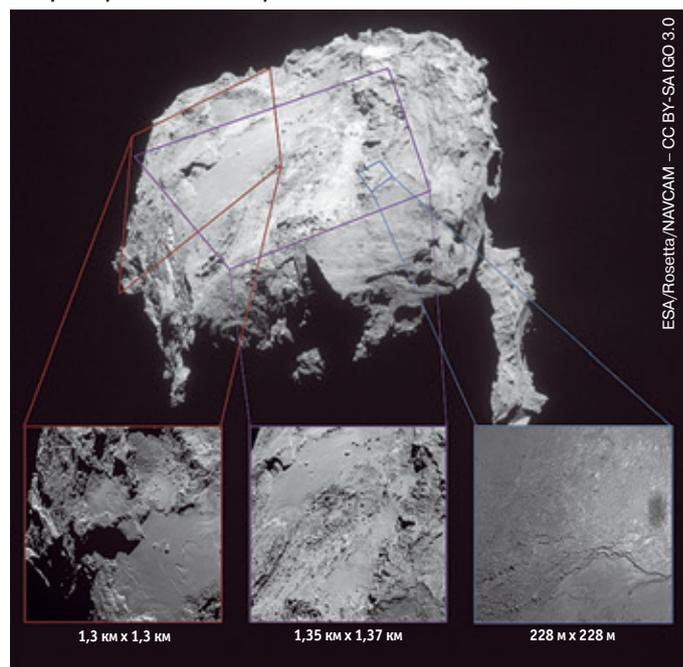
Аш пролегает правее на большей доле кометного ядра. На заднем плане справа внизу заметна часть меньшей доли («голова»). Она относится к региону Хатхор с его крутыми утесами, в момент съемки в основном находившимися в тени.

▼ Тень от космического аппарата выглядит размытым пятном, поскольку Солнце является не точечным (слева), а протяженным источником излучения (справа) — фактически это не тень, а полутень.



Spacecraft: ESA/ATG medialab,
Comet background: ESA/Rosetta/
NAVCAM, CC BY-SA IGO 3.0

▼ Снимок кометы Чурюмова-Герасименко, сделанный камерой NAVCAM 20 марта с расстояния 81,7 км. Границы изображения на этом расстоянии охватывают площадь размером 5,8×6,1 км. На общем снимке во врезках показаны участки, сфотографированные в ходе близкого пролета 14 февраля. Рамки кадров имеют различную форму благодаря изменениям относительного положения кометы и космического аппарата в разные моменты пролета.



ESA/Rosetta/NAVCAM – CC BY-SA IGO 3.0

Dawn стал первым спутником Цереры

Космический аппарат Dawn (NASA), запущенный 27 сентября 2007 г.,¹ прибыл к заключительной цели своей миссии — карликовой планете Церера (1 Ceres). На предварительную орбиту с большой полуосью 61 тыс. км он вышел 6 марта в 12 часов 39 минут по всемирному времени. Через 57 минут сообщение об успешном завершении этой операции приняли специалисты калифорнийской Лаборатории реактив-

ного движения (Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, California).² Ионные реактивные двигатели зонда продолжают работать, постепенно снижая его орбиту.

После своего открытия 1 января 1801 г. Церера успела побывать в статусе планеты и астероида.³ В 2006 г. ее отнесли к специально введенной категории карликовых планет — объектов достаточно массивных для приобретения под действием собственной

гравитации формы, близкой к сферической, но недостаточно массивных для «расчистки» окрестностей своей орбиты от тел сравнимой массы.⁴ Церера стала первым известным объектом данного класса и первым, к которому приблизился автоматический посланец человечества. В 2011–2012 г. Dawn работал в окрестностях еще одного крупного тела в главном астероидном поясе между Марсом и Юпитером — астероида Веста (4 Vesta).⁵ Таким образом, это первый космический аппарат, побывавший в ходе одной миссии на орбите вокруг двух небесных тел.

В процессе сближения с Церерой Dawn уже получил множество ее снимков,

на которых заметно большое количество интересных деталей — в частности, подтверждено существование светлого пятна в северном полушарии карликовой планеты, считавшегося ранее криовулканом.⁶ На самом деле его природа, как уже понятно, может оказаться более сложной. Поверхность Цереры, как и ожидалось, сильно кратерирована; поперечник самого крупного из уже обнаруженных кратеров превышает 300 км.

Сейчас космический аппарат расположен относительно орбиты планеты таким образом, что к нему повернута ее сторона, не освещенная Солнцем, поэтому на последних фотографиях Церера имеет вид серпа. Такая ситуация сохранится примерно до середины апреля. К этому времени Dawn не только будет двигаться по более низкой орбите, но и окажется в более благоприятных условиях для связи с Землей.

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

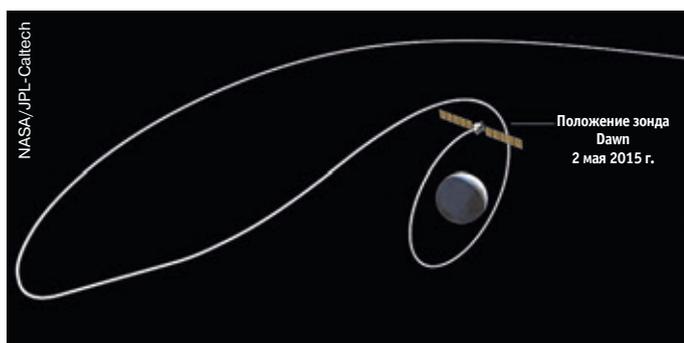
² ВПВ №12, 2014, стр. 8

³ ВПВ №4, 2004, стр. 17

⁴ ВПВ №9, 2006, стр. 20

⁵ ВПВ №7, 2011, стр. 12

⁶ ВПВ №1, 2009, стр. 18



▲ Космический аппарат Dawn должен произвести серию сложных маневров с помощью бортовых ионных двигателей, чтобы к маю достичь первой рабочей орбиты вокруг Цереры, после чего двигательная установка будет выключена до начала следующей фазы научных исследований. (Размер Цереры на этом рисунке преувеличен по сравнению с размерами орбиты.)



▲ Серия снимков Цереры с разрешением около 4 км на пиксель была получена 19 февраля 2015 г. с расстояния 46 тыс. км. По результатам съемки удалось составить анимацию вращения карликовой планеты (один оборот вокруг оси она совершает за 9 часов). На одной из фотографий хорошо видно две яркие точки внутри ударного кратера — предположительно выходы светлых глубинных пород на поверхность.



▲ Еще одна интересная деталь поверхности Цереры — ударный кратер со слабо углубленным дном и невысоким валом диаметром около 300 км (почти треть диаметра карликовой планеты) — виден на этом снимке ниже и немного правее центра.

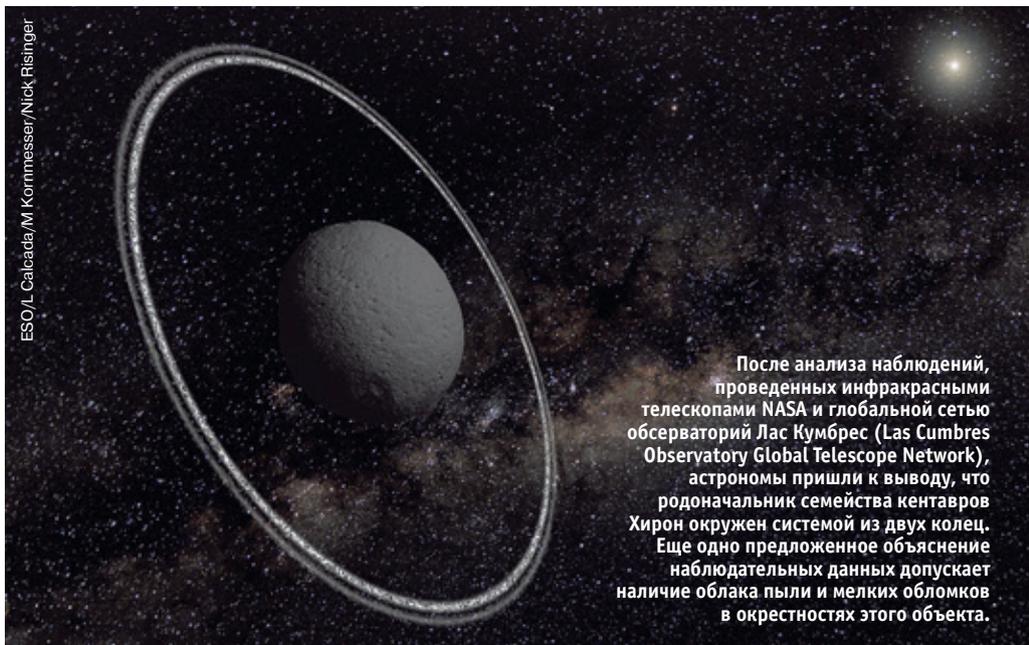


Второй «окольцованный» кентавр

Совсем недавно астрономы узнали, что в Солнечной системе, помимо планет-гигантов, системой колец обдает астероид Харикло (10199 Chariklo), относящийся к немногочисленному семейству кентавров.¹ Теперь выяснилось, что аналогичная структура имеется также у «родоначальника» этого семейства — астероида Хирон (2060 Chiron), открытого еще 18 октября 1977 г. С 1989 г. у него вдобавок время от времени наблюдается кометная активность, сопровождающаяся появлением комы и хвоста.

Открытие базировалось на изучении кривых блеска слабых звезд, которые Хирон в своем движении по небу закрывал 7 ноября 1993 г., 9 марта 1994 г. и 29 ноября 2011 г. Вначале незначительные ослабления их яркости до и после основного покрытия были интерпретированы как прохождения на фоне звезд пылевых выбросов с поверхности «астероида-кометы». Однако в дальнейшем компьютерное моделирование показало, что наблюдательные данные неплохо объясняются наличием у Хирона двух узких колец радиусом более 300 км (поперечник самого Хирона превышает 200 км). Ширина внутреннего кольца — около 4 км, внешнего — 7 км, расстояние меж-

ESO/L. Calçada/M. Kornmesser/Nick Risinger



После анализа наблюдений, проведенных инфракрасными телескопами NASA и глобальной сетью обсерваторий Лас Кумбрес (Las Cumbres Observatory Global Telescope Network), астрономы пришли к выводу, что родоначальник семейства кентавров Хирон окружен системой из двух колец. Еще одно предложенное объяснение наблюдательных данных допускает наличие облака пыли и мелких обломков в окрестностях этого объекта.

ду ними оценивается в 10-15 км. Это очень похоже на кольцевую систему астероида Харикло и может указывать на сходство механизмов, приведших к их возникновению.

Второе по счету обнаружение колец у кентавра (которых на данный момент известно всего 44) заставило ученых задуматься не только об особенностях этой категории объектов, но и о самом феномене кольцевых систем в глобальном аспек-

те. По-видимому, назревает необходимость вводить соответствующие поправки в представления о причинах и механизмах образования таких структур с учетом того, что они имеются не только у больших планет, но и у малых тел Солнечной системы. Естественно, и сами кентавры теперь должны быть подвергнуты более детальным исследованиям с применением самых современных технических средств.

¹ ВПВ №4, 2014, стр. 17

Эксперты советуют продлить миссии NASA

Темой жарких дискуссий в американских СМИ стало решение директора NASA Чарлза Болдена (Charles Bolden) прекратить финансирование «миссий-долгожителей» — марсохода Opportunity¹ и лунного зонда Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO).² Несмотря на повышение общего бюджета космического ведомства на 2,9%, Болден неожиданно для научного сообщества заявил конгрессменам: «Мы не можем продолжать работать с инструментами и миссиями, чей срок истек, так как у меня не будет возможностей запустить что-то наподобие миссии InSight на Марс в 2016 г., и мне пришлось выбирать».

Ученые же считают, что подобный шаг, по крайней мере, в отношении марсохода, ничем не оправдан, так как ровер по-прежнему продолжает плодотворно работать на Марсе и регулярно делает новые открытия. В частности, в начале марта ему удалось найти новый тип горных пород, с которым не встречались ни его «близнец» Spirit, ни новая мобильная лаборатория Curiosity.³ Марсианский «ветеран» вдобавок является самым старым аппаратом, работающим на поверх-

ности другой планеты, поэтому эксперты единодушны во мнении, что его отключение нельзя назвать целесообразным с точки зрения максимизации научных результатов.

Аналитики отмечают, что финансовые аргументы Болдена выглядят достаточно сомнительными: на поддержание функционирования Opportunity NASA ежегодно тратит около 14 млн долларов, что составляет около 0,08% от общего бюджета организации. Эта сумма никоим образом не повлияет на темпы сборки и сроки запуска зонда InSight, равно как и на другие американские космические проекты (тем более, что основная часть работ по программе InSight была завершена еще в прошлом году).

Директор Планетного общества по вопросам космической политики Кейзи Дрейер (Casey Dreier) заявил более конкретно: «Болден прав — нам нужно сделать выбор. Но этот выбор не должен подразумевать ложные метания между двумя ветеранскими миссиями и следующим посадочным модулем на Марсе. Выбор, который стоит перед нами, заключается в том, будем ли мы сражаться за Opportunity и LRO или нет. Если мы их потеряем сегодня — они пропадут для нас навсегда».

¹ ВПВ №1, 2004, стр. №9, 2009, стр. 22

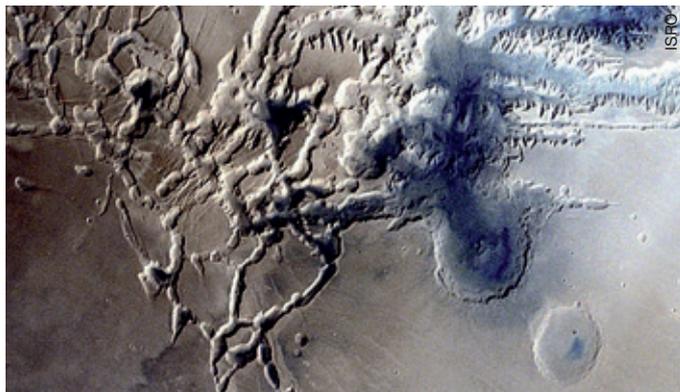
³ ВПВ №8, 2012, стр. 12

² ВПВ №6, 2009, стр. 2; №11, 2010, стр. 5

«Мангальян» продолжает работу

Первый индийский межпланетный аппарат «Мангальян», вышедший на орбиту вокруг Марса в сентябре прошлого года,¹ 3 марта успешно завершил свою основную 160-суточную научную миссию. Его бортовые приборы и двигательная установка по-прежнему находятся в хорошем состоянии, поэтому специалисты Индийской организации космических исследований (ISRO)² приняли решение о продлении его работы до конца 2015 г.

▼ Лабиринт Ночи расположен между Долиной Маринера и нагорьем Фарсиды. Его извилистые каньоны с крутыми стенками, вероятнее всего, имеют вулканическое происхождение.



▲ Снимок 155-километрового кратера Гейл (Gale). Возраст этой ударной структуры оценивается в 3,5-3,8 млрд лет.

Главный фотографический инструмент зонда Mars Color Camera (MCC) при прохождении перицентра орбиты на высоте около 400 км может получать цветные снимки марсианской поверхности с 20-метровым разрешением. В апоцентре — с расстояния 77 тыс. км — производится глобальная съемка Красной планеты без детализации. Два спектроскопа предназначены для поисков метана в атмосфере Марса и для определения соотношения «водород-дейтерий».

На недавно опубликованных на сайте миссии изображениях запечатлены, в частности, виды Большого Каньона (Valles Marineris), сфотографированные в разное время с 5 декабря 2014 г. до 28 января 2015 г., а также Лабиринт Ночи (Noctis Labyrinthus) и кратер Гейл, в котором сейчас работает американский марсоход Curiosity.³ 4 января «Мангальян» заснял облака у вершины горы Арсия (Arsia Mons) — одного из грандиозных марсианских вулканов.

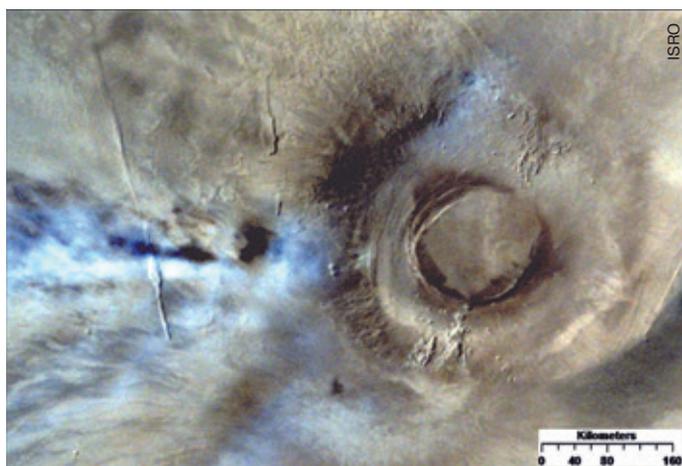
¹ ВПВ №10, 2014, стр. 24

² ВПВ №7, 2014, стр. 30

³ ВПВ №8, 2012, стр. 12



▲ Новые фотографии, представленные ISRO, демонстрируют возможности камеры MCC космического аппарата «Мангальян», способной с различных расстояний получать снимки общего плана и детальные изображения марсианской поверхности. Большой Каньон, или Долина Маринера, представляет собой самую большую из подобных структур в Солнечной системе — его длина превышает 4 тыс. км, а глубина достигает 7 км. Его общий вид сфотографирован 5 декабря 2014 г. с высоты 24 тыс. км, а отдельные снимки его участков были сделаны 28 января с высоты 5800 км.



▲ Вулкан Арсия с окружающими его грядками облаков, сфотографированный 4 января с высоты 10 700 км. Он имеет высоту около 16 км и диаметр у основания 435 км.

ТРЕТЯ ПЛАНЕТА

Київ, вул. Нижній Вал, 3-7

ТЕЛЕСКОПИ
БІНОКЛІ
МІКРОСКОПИ

Приземлился 42-й экипаж МКС

Успешно завершилась 42-я длительная экспедиция на Международную космическую станцию. 11 марта в 19:34 UTC ее командир Александр Самокутяев, первый бортинженер Елена Серова и второй бортинженер Барри Уилмор (Barry Eugene Wilmore, NASA) задраили переходные люки между кораблем «Союз ТМА-14М» и зенитным портом российского модуля «Поиск», после чего заняли свои места в спускаемом аппарате. Расстыковка произошла в 22:44 UTC. 12 марта в 1 час 16 минут по всемирному времени было произведено включение двигательной установки корабля длительностью 4 минуты 41 секунду, снизившее его орбитальную скорость на 128 м/с (460 км/ч). Приземление состоялось менее чем через час — в 02:07:40 UTC, в 145 км юго-восточнее казахстанского города Жезказган. Общая длительность полета составила 167 суток 5 часов 42 минуты 40 секунд.

На борту орбитального комплекса остался экипаж экспедиции МКС-42/43 в составе российского космонавта Антона Шкаплерова, астронавта NASA Терри Виртса (Terry Virts) и представительницы Европейского космического агентства Саманты Кристофоретти (Samantha Cristoforetti). Их возвращение на Землю на борту корабля «Союз ТМА-15М» запланировано на 11 мая 2015 г.

(NASA/Bill Ingalls)



◀ Участников экспедиции МКС-41/42 Елену Серову, Александра Самокутяева и Барри Уилмора (слева направо) вскоре после посадки 12 марта 2015 г. обнаружила поисковая группа «Роскосмоса».



Спускаемый аппарат «Союза ТМА-14М» во время снижения

Началась годовичная экспедиция

Стартовала давно анонсированная российским и американским космическими агентствами годовичная экспедиция на Международную космическую станцию. Участники этого эксперимента — космонавт «Роскосмоса» Михаил Корниенко и астронавт NASA Скотт Келли (Scott Joseph Kelly) — отправились в космос на борту транспортного пилотируемого корабля «Союз ТМА-16М», запущенного с космодрома Байконур 27 марта 2015 г. в 22:42 московскому времени (19:42 UTC). Спустя 9 минут корабль успешно отделился от последней ступени носителя «Союз-ФГ» и вышел на опорную околоземную орбиту. Его стыковка с МКС состоялась 28 марта 2015 г. в 01:34 UTC.

Прибытие «Союз ТМА-16М» к МКС.



Ранее Скотт Келли уже успел трижды побывать за пределами атмосферы. Михаил Корниенко имеет опыт одного космического полета (корабль «Союз ТМА-18», экспедиция

¹ ВПВ №4, 2010, стр. 20

МКС-23/24).¹ Третий член экипажа — командир корабля Геннадий Падалка — поднимается на орбиту уже в пятый раз. Теперь ему предстоит пробыть в космосе 168 дней, после чего он станет рекордсменом планеты по суммарной длительности

пребывания в космическом пространстве (878 суток).²

В соответствии с намеченной программой участники экспедиции должны провести на борту орбитального комплекса более полусотни научно-технических экспериментов, обеспечить прием двух российских беспилотных транспортных кораблей «Прогресс М-27М» и «Прогресс М-28М», трех американских грузовых кораблей, двух пилотируемых кораблей «Союз ТМА-17М», «Союз ТМА-18М», японского грузового корабля HTV-5, а также проводить на Землю экипаж «Союза ТМА-15М».³

² Текущий рекорд принадлежит российскому космонавту Сергею Крикалеву, совершившему 6 полетов общей продолжительностью 803 дня 9 часов — ВПВ №10, 2007, стр. 11

³ ВПВ №12, 2014, стр. 33

Небо, застывшее в серебре

Владимир Манько,
«Вселенная, пространство,
время»

Астрономия — пожалуй, единственная наука, получающая практически всю информацию про объекты своих исследований благодаря фотонам — квантам энергии электромагнитного излучения. На протяжении тысячелетий единственным инструментом для их приема оставался человеческий глаз. Ему доступен только узкий спектральный диапазон видимого света, а чувствительность ограничена звездами 6-й величины.¹ Строго говоря, и количество астрономических открытий, сделанных людьми с помощью этого маломощного «инструмента», оставалось небольшим. Основываясь на результатах таких наблюдений, можно было изучить движение Солнца, Луны и планет относительно звезд (причем самую слабую планету, видимую невооруженным глазом — Уран — и ярчайшие астероиды древние астрономы не заметили). Периодичность затмений и факт прецессии, хоть и были открыты, не получили в то время объяснения. Особняком стояли наблюдения комет, а также новых и сверхновых звезд — явлений непредсказуемых, спорадических, а потому непонятных.

Единственным способом как-то запечатлеть увиденное и донести его до потомков были записи и зарисовки. Но все они, кроме того, что далеко не всегда достоверно отображали «небесные картины», еще

и страдали субъективизмом — наблюдатель часто «видел» не то, что было на самом деле, а то, что ему больше хотелось. Уже в сравнительно недавние времена, в конце XIX столетия, именно такая история приключилась со знаменитыми «марсианскими каналами».

Так или иначе, с появлением телескопов² объем астрономических наблюдений невероятно возрос, и возникла проблема их точного и оперативного документирования. Пути ее решения наметились только на переломе XVIII и XIX веков, когда сразу несколько европейских химиков заметили, что малорастворимые в воде галогениды серебра (его соединения с хлором, бромом или йодом) на свету постепенно темнеют, распадаясь на элементарные составляющие. В 1801 г. немецкий ученый Иоганн Риттер (Johann Wilhelm Ritter), помещая покрытую хлоридом серебра бумагу в разные части спектра, обнаружил, что в «темном» участке за пределами фиолетового конца она темнеет даже быстрее, чем под действием видимого света. Так были открыты ультрафиолетовые лучи.

Однако приспособить это свойство солей серебра для получения изображений окружающего мира довольно долго не удавалось. Первую более-менее работоспособную технологию — хоть и крайне трудоемкую — предложил в 1838 г. французский художник Луи Дагерр (Louis Daguerre). Его метод заключался в обработке посеребренной и тщательно отполированной медной пластинки парами йода, осуществлявшейся в темноте, после чего полученный

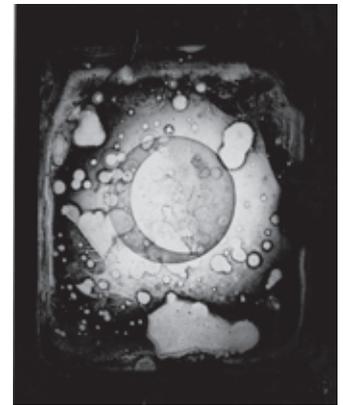
светочувствительный материал устанавливался в фокусе фотообъектива и производилась экспозиция — иногда продолжительностью до получаса. Далее снимок «проявлялся» парами ртути. Серебро, выделившееся при разложении йодида под действием света, образовывало со ртутью ярко блестящую амальгаму. Не говоря уже о дороговизне и неудобстве дагерротипии (такое название получил метод Дагерра), весь процесс был еще и весьма вредным для здоро-



▲ Джон Уильям Дрейпер (1811-1882).

вья: ртутные отравления нередко преследовали тогдашних фотографов.

Но именно таким громоздким способом был получен первый снимок небесного тела — Луны. Это случилось ровно 175 лет назад — 23 марта 1840 г. Американский физико-химик Джон Дрейпер (John William Draper) использовал телескоп с часовым механизмом, что позволило увеличить выдержку до 20 минут и наконец-то запечатлеть на фотопластинке изображение нашего естественного спутника, имевшего в тот момент фазу около последней четверти. Телескоп Дрейпера представлял собой параболическое зеркало диаметром 13 см, фотопластинка была установлена в его глав-



▲ Один из первых снимков Луны, полученный Джоном Дрейпером 26 марта 1840 г. на собственной обсерватории в Нью-Йорке (самый первый снимок, судя по всему, не сохранился). Поскольку фотопластинка устанавливалась в главном фокусе рефлектора, изображение получилось зеркально отраженным.

ном фокусе.

Однако уже в середине 1830-х годов появился более дешевый и безопасный метод фотографии, предложенный британским изобретателем Уильямом Тэлботом (William Henry Fox Talbot). Он тоже использовал соли серебра, осажденные из растворов, но нанесенные не на металлическую подложку, а на бумагу. Позже Тэлбот начал получать первичное изображение на прозрачных стеклянных пластинках, причем это изображение было негативным (яркие участки на нем выглядели темными) и позволяло потом изготовить нужное количество «позитивных» копий. Но настоящей революцией в деле «светописи» стало открытие процесса проявления — восстановления серебряных солей органическим соединением гидрохиноном. Наиболее активно оно шло в тех кристаллах, где уже имелись микроскопические частицы серебра. Светочувствитель-

¹ Люди с наиболее острым зрением на самом темном небе высоко в горах могут видеть объекты 7-й величины, т.е. примерно в 2,5 раз более слабые.

² ВПВ №9, 2014, стр. 22

ность фотоматериалов возросла на порядки, позволяя делать снимки не только Луны, но и далеких слабых туманностей с выдержками, «укладывающимися» в темное время суток. В 1863 г. англичане Уильям Миллер и Уильям Хэггинс (William Allen Miller, William Huggins), используя так называемый «мокрый коллодиевый процесс», впервые смогли получить спектрограмму звезды, а годом позже — планетарной туманности NGC 6543 «Кошачий глаз». ³ Первым сфотографированным объектом глубокого космоса стала зна-

▼ **Первая фотография Туманности Ориона, полученная профессором Генри Дрейпером в 1880 г. Звезды в туманности выглядят «пересвеченными» из-за существенно более высокой яркости.**



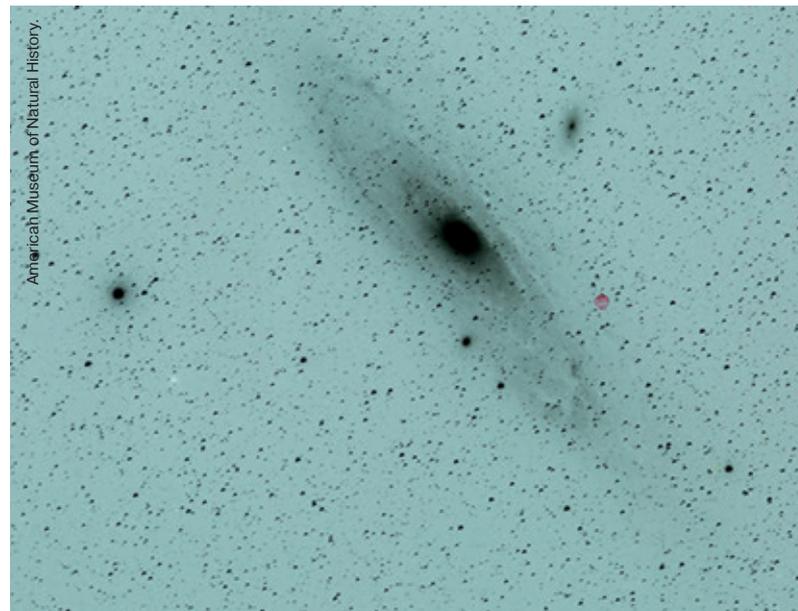
менитая Туманность Ориона, ⁴ которую в 1880 г. запечатлел на фотопластинке Генри Дрейпер — сын Джона Дрейпера.

С небольшими усовершенствованиями фотопластинки «продержались» в астрономии больше столетия — до тех пор, пока их не вытеснили ПЗС-матрицы. С их помощью были созданы первые фотографические звездные каталоги, позволившие выполнять точные и надежные измерения небесных координат отдельных звезд. 22 декабря 1891 г. немецкий астроном Макс Вольф (Maximilian Wolf) совершил первое открытие астероида на фотопластинке. Первую комету таким способом открыл 13 октября 1892 г. известный американский наблюдатель Эдвард Барнард (Edward Emerson Barnard) ⁵ с помощью 15-сантиметрового рефрактора Ликской обсерватории в Калифорнии. Экспозиция длилась 4 часа 20 минут. ⁶

Развитие электроники, в конце концов, привело к по-

⁵ ВПВ №8, 2006, стр. 38

⁶ Позже комета была утеряна и перероткрыта только в 2008 г. в ходе Каталинского обзора неба (Catalina Sky Survey). Сейчас она имеет официальное обозначение 206P/Barnard-Boattini



▲ В конце XIX века астрономы освоили технику получения изображений звезд и туманностей на стеклянных фотопластинках, что сделало возможным детальное изучение звездного неба не только в момент наблюдений, но и в любое удобное время. В Гарвард-Смитсоновском астрофизическом центре (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics) хранится свыше полумиллиона таких фотопластинок, снятых между 1885 и 1992 годами — это самая большая подобная коллекция в мире. Одним из ее экспонатов является приведенное изображение Туманности Андромеды — ближайшей к нам спиральной галактики.

явлению более удобных в обращении приемников света, массово пришедших на смену фотоэмульсии во всех ее видах. Однако и в наше время многие астрофотографы отдают предпочтение «старому до-

бромю серебра» — романтике фотокамер с ручными затворами и темных комнат с красными лампами, в которых на изначальном чистых листах фотобумаги медленно возникают картины Вселенной.

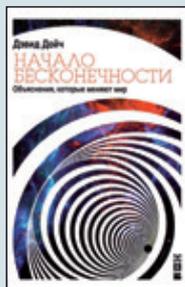
КНИГИ-НОВИНКИ



Г080. Громов А. Удивительная солнечная система

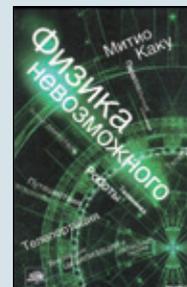
Солнечная система — наш галактический дом. Она останется им до тех пор, пока человечество не отправится к звездам. Но знаем ли мы свой дом? Его размеры, адрес, происхождение, перспективы на будущее и «где что лежит»?

Похоже, что мы знаем о нашем доме недостаточно. Иначе не будоражили бы умы открытия, сделанные в последнее время — подчас удивительные и часто намекающие на то, какой огромный объем новых знаний мы должны обрести в дальнейшем. Уже в наши дни каждая новая книга о Солнечной системе устареет спустя считанные годы...



Д050. Дэвид Дойч. Начало бесконечности: объяснения, которые меняют мир

Британский физик Дэвид Дойч — не только один из основоположников теории квантовых вычислений, но и философ, стремящийся осмыслить «вечные вопросы» человечества в контексте, заданном развитием науки. Стержневой вопрос данной книги: есть ли предел человеческого прогресса? Ответ выражен в заглавии: мы стоим у начала бесконечного пути, по которому нас поведет наш разум, выдвигая догадки и подвергая их критике. Мы встали на этот путь в эпоху Просвещения, но с него легко сбиться под влиянием ошибочных философских идей, к которым автор причисляет многие «модные» течения (в том числе религиозные).



М073. Митио Каку. Физика невозможного

Известный физик Митио Каку исследует кажущиеся сегодня неправдоподобными технологии, явления или приборы с точки зрения возможности их воплощения в будущем. Рассказывая о наших ближайших перспективах, ученый доступным языком говорит о том, как устроена Вселенная, что такое большой взрыв и черные дыры, фазеры и антивещество. Из книги «Физика невозможного» вы узнаете, что уже в XXI веке, при нашей жизни, возможно, будут реализованы силовые поля, невидимость, чтение мыслей, связь с внеземными цивилизациями и даже телепортация и межзвездные путешествия.

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

Небесные события мая

ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ. Меркурий в конце апреля вступит в наиболее удачный период своей вечерней видимости в текущем году. 7 мая угловое расстояние между планетой и Солнцем превысит 21° , а длительность ее видимости в средних широтах Северного полушария достигнет полутора часов. Однако в 20-х числах последнего весеннего месяца Меркурий быстро скроется в сумерках. Вечером 19 мая недалеко от него на небе расположится тонкий серп молодой Луны.

Венера продолжает сиять на вечернем небе, приближаясь к своей наибольшей восточной элонгации. Интервал между моментами захода Солнца и планеты на 50° с.ш. превышает 4 часа. В ночь с 18 на 19 мая звезда 7-й величины HIP 32964 в созвездии Близнецов окажется менее чем в угловой секунде от северного края венерианского диска. Это интересное сближение можно наблюдать в Латвии, Эстонии, Финляндии, на севере Норвегии, Швеции и европейской части РФ. Четырьмя днями позже состоится покрытие Венерой звезды HIP 34532 ($8,5^m$), видимое на юго-востоке Казахстана и в Центральной Азии.

Марс можно попытаться увидеть в первые дни месяца в самом начале вечерних сумерек, невысоко над северо-западным горизонтом. Начиная со второй недели мая Красная планета скрывается в солнечных лучах и будет оставаться недоступной для наблюдений примерно до июля.

Подходит к концу эпоха взаимных покрытий и затмений галилеевых спутников **Юпитера**, повторяющаяся каждые 6 лет (в следующий раз она начнется в 2020 г.). Поэтому постарайтесь не упустить возможности увидеть эти интересные явления, пока крупнейшая планета Солнечной системы доступна наблюдениям на вечернем небе. Угловой диаметр юпитерианского диска уже заметно меньше, чем во время противостояния, однако даже в небольшой телескоп на нем по-прежнему легко заметны темные и светлые облачные полосы, параллельные экватору.

Сатурн 23 мая проходит конфигурацию оппозиции (Земля оказывается вблизи условной прямой, соединяющей планету и Солнце). В этот день он кульминирует в местную полночь, поэтому условия его видимости оптимальны. К сожалению, максимальная высота планеты над горизонтом в наших широтах невелика — в этом смысле имеют преимущество жители южных районов Украины, РФ, Казахстана, стран Южного Кавказа и Центральной Азии. Разворот колец позволяет наблюдать их во всей красе. К Солнцу в данный момент повернут северный полюс Сатурна.

Уран появится невысоко над горизонтом на фоне утренних сумерек во второй половине мая. Условия для наблюдений **Неп-**

туна несколько более благоприятны, но также пока не очень удачные. Обе планеты даже в достаточно мощные телескопы видны как крохотные диски без деталей.

МАЙСКИЙ МЕТЕОРНЫЙ ПОТОК. В начале мая Земля проходит сквозь шлейф пылевых частиц, оставшихся после многочисленных пролетов кометы Галлея (1P/Halley) — мы наблюдаем их как метеоры потока η -Акварид. В средних широтах Северного полушария его радиант восходит незадолго до рассвета, поэтому большая часть метеорных явлений, относящихся к этому рою, для нас происходит под горизонтом. В приэкваториальных областях и в Южном полушарии «майские Аквариды» — один из наиболее активных регулярно действующих потоков.¹

ОБЪЕКТЫ ДАЛЬНЕГО КОСМОСА. В мае около полуночи кульминирует созвездие Скорпиона с яркой звездой Антаресом — красным гигантом, превосходящим по диаметру Солнце в несколько сот раз. Антарес — переменная звезда, однако стабильного периода в изменениях его блеска не прослеживается. На расстоянии чуть больше трех угловых секунд от него расположена звезда-спутник 6-й величины; ее можно рассмотреть только в мощные телескопы при увеличениях свыше 200 \times .

Недалеко от Антареса на небе находится шаровое звездное скопление M4 — наиболее близкий к Солнцу объект данного класса (до него около 7200 световых лет). Следующим «по порядку» в каталоге Мессье также идет достаточно яркое и красивое шаровое скопление M5 в созвездии Змеи. В наших широтах его к тому же удобнее наблюдать благодаря большей высоте над горизонтом. В Скорпионе имеется еще одно подобное скопление (M80), но его видимый блеск и диаметр существенно меньше из-за значительной удаленности.

В том же созвездии расположены два самых южных объекта Мессье — рассеянные скопления M6 и M7. Последнее, известное как «скопление Птолемея», вдобавок является в этом знаменитом каталоге вторым по яркости после Плеяд. Наблюдать этот впечатляющий «звездный рой» можно только в местностях, лежащих южнее 52° с.ш. (далее к северу он не поднимается достаточно высоко над горизонтом)

Жители южных районов в мае-июне имеют возможность полюбоваться красивой крупной спиральной галактикой M83, видимой в созвездии Гидры. Расстояние до нее составляет примерно 15 млн световых лет. По многим параметрам — в первую очередь своей структурой с «перемычкой», пересекающей центральное сгущение — эта звездная система похожа на наш Млечный Путь.

¹ ВПВ №4, 2005, стр. 42

КАЛЕНДАРЬ АСТРОНОМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ (МАЙ 2015 Г.)

- | | | |
|---|--|--|
| <p>2 12^h Луна ($\Phi=0,98$) в 3° севернее Спики (α Девы, $1,0^m$)</p> <p>3 10:37-10:45 Спутник Юпитера Каллисто ($6,2^m$) частично закрывает Ганимед ($5,2^m$)
23:37-23:41 Спутник Юпитера Европа ($5,8^m$) частично закрывает Ио ($5,6^m$)</p> <p>4 3:42 Полнолуние</p> <p>5 15^h Луна в 1° севернее Сатурна ($0,1^m$)
21:52-21:56 Спутник Юпитера Ганимед частично закрывает Европу ($5,9^m$)
Максимум активности метеорного потока η-Аквариды</p> | <p>(около 20 метеоров в час; радиант: $\alpha=22^h26^m$, $\delta=0^\circ$)</p> <p>6 5^h Луна ($\Phi=0,96$) в 8° севернее Антареса (α Скорпиона, $1,0^m$)</p> <p>7 5^h Меркурий ($0,4^m$) в наибольшей восточной элонгации ($21^\circ 11'$)
12:45-12:48 Спутник Юпитера Европа частично закрывает Ио</p> <p>11 10:36 Луна в фазе последней четверти</p> <p>12 20^h Луна ($\Phi=0,34$) в 3° севернее Нептуна ($7,9^m$)</p> <p>13 12:58-13:08 Спутник Юпитера Европа частично закрывает Каллисто ($6,3^m$)</p> | <p>14 15:00-15:04 Спутник Юпитера Европа частично закрывает Ио</p> <p>15 0^h Луна ($\Phi=0,13$) в перигее (в 366023 км от центра Земли)
13^h Луна ($\Phi=0,10$) в 1° южнее Урана ($5,9^m$)</p> <p>18 4:13 Новолуние</p> <p>19 8^h Луна ($\Phi=0,02$) в 6° южнее Меркурия ($2,5^m$)
11^h Меркурий проходит конфигурацию стояния</p> <p>21 13:18-13:25 Спутник Юпитера Каллисто частично закрывает Ио ($5,7^m$)
16^h Луна ($\Phi=0,14$) в 8° южнее Венеры ($-4,2^m$)</p> |
|---|--|--|

- | | | |
|--|---|--|
| <p>17:17-17:21 Спутник Юпитера Европа (6,0^m) частично закрывает Ио</p> <p>22 14:18-14:40 Спутник Юпитера Каллисто частично закрывает Ганимед (5,3^m)</p> <p>15:40-15:45 Венера закрывает звезду HIP 34532 (8,5^m)</p> <p>23 1^h Сатурн (0,0^m) в противостоянии</p> <p>24 5^h Луна (Φ=0,36) в 6° южнее Юпитера (-2,0^m)</p> | <p>25 9^h Луна (Φ=0,48) в 4° южнее Регула (α Льва, 1,3^m)</p> <p>17:20 Луна в фазе первой четверти</p> <p>26 15-17^h Луна (Φ=0,59) закрывает звезду 58 Льва (4,8^m) для наблюдателей юга Центральной Сибири, востока Казахстана и Центральной Азии</p> <p>22^h Луна (Φ=0,61) в апогее (в 404245 км от центра Земли)</p> | <p>27 12:07-12:15 Спутник Юпитера Ганимед частично закрывает Ио</p> <p>28 19:35-19:38 Спутник Юпитера Европа (6,0^m) частично закрывает Ио (5,7^m)</p> <p>29 22^h Луна (Φ=0,86) в 3° севернее Спика</p> <p>30 11^h Меркурий в нижнем соединении, в 2° южнее Солнца</p> |
|--|---|--|

Время всемирное (UT)

Затмение 20 марта: что удалось увидеть

Солнечное затмение 20 марта 2015 г. закончилось. Его нельзя назвать особо удачным: полоса полной фазы была расположена в не самом доступном районе земного шара, а в наиболее удобном с точки зрения логистики и условий наблюдения месте — на Фарерских островах — погода в день затмения испортилась, и лишь немногие из приехавших туда астротуристов смогли увидеть знаменитое «бриллиантовое кольцо» сквозь разрывы облаков. Больше всех повезло тем, кто сумел добраться до Шпицбергена: там в конце марта еще холодно, и солнечная корона сияла на чистом зимнем небе (хоть и невысоко над горизонтом), позволив сделать много качественных снимков.

Лунная полутьна, как мы уже писали,¹ прошла по всей Европе, Исландии, Гренландии, по Северной Африке и северо-западной Азии. В этих регионах можно было наблюдать частные фазы затмения — Солнце, закрытое Луной не полностью. К сожалению, погодные условия позволили увидеть это явление далеко не везде: небо почти над всей Западной Европой затянуло облаками, и только южная и восточная части континента могли «похвастаться» чистым небосводом. Пасмурная погода преобладала также на Кавказе и на юге Украины. Однако в Киеве условия для

наблюдений оказались практически идеальными. Здесь любители астрономии массово собрались полюбоваться интересным небесным явлением и продемонстрировать его всем желающим. Главных наблюдательных площадок было две: возле киевского Планетария и на Подоле, у нового офиса редакции журнала «Вселенная, пространство, время». Первая локация оказалась наиболее представительной — там установили больше десятка разнообразных телескопов, а также рефрактор Coronado, позволяющий наблюдать наше светило в водородной спектральной линии Hα. Не была обойдена вниманием и площадка на По-



▲ Полное солнечное затмение 20 марта 2015 г. крупным планом

доле, которую в ходе затмения посетило около двухсот человек, имевших возможность посмотреть на Солнце в три телескопа и бинокль. Отдельные любопытствующие подошли даже за несколько минут до последнего контакта.

В следующий раз для жителей Украины Луна покажет-

ся на фоне солнечного диска только через пять лет — это будут частные фазы кольцеобразного затмения 21 июня 2020 г., причем даже в самых южных районах страны его магнитуда не превысит 20% (в Киеве — около 5%). Россиянам в этом плане повезет немного больше: 11 августа 2018 г. их «накроет» частное солнечное затмение, доступное наблюдениям на северо-востоке европейской части РФ и практически на всей азиатской части (кроме Камчатки и Чукотки; на Сахалине, в Приморском и на востоке Хабаровского края будут видны «уходящие» частные фазы при заходе Солнца).



Ход затмения на Шпицбергене (Норвегия)

¹ ВПВ №1, 2015, стр. 37

	Полнолуние	3:42 UT	4 мая
	Последняя четверть	10:36 UT	11 мая
	Новолуние	4:13 UT	18 мая
	Первая четверть	17:20 UT	25 мая

Вид неба на 50° северной широты:
 1 мая — в 0 часов летнего времени;
 15 мая — в 23 часа летнего времени;
 30 мая — 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 мае 2015 г.**



Иллюстрации
 Дмитрия Ардашева

Видимость планет:

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



Галерея любительской астрофотографии

► Незадолго до наступления максимальной фазы (для Киева она составила 0,61) астрофотограф Олег Брызгалов на своей обсерватории в селе Хлепча Киевской области сделал этот снимок Солнца, частично закрытого Луной, сквозь полупрозрачные облака. Фотоаппарат Nikon D7000, зум-объектив с фокусом 200 мм ($f/16$), экспозиция 1/8000 секунды, ISO 100.



Олег Брызгалов

Присоединяйтесь к нам в социальных сетях



◀ Редакция журнала «Вселенная, пространство, время» организовала наблюдения частных фаз затмения 20 марта у своего нового офиса на Подоле. В наблюдениях могли принять участие все желающие, независимо от возраста и умения обращаться с телескопами.



ВПВ, Татьяна Гордиенко

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
Konus Optics

DELTA OPTICAL

SIGETA

ALPEN OPTIC

BARSKA
BARSKA OPTICS

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