

# Вселенная

## пространство \* время

### ROSETTA

От идеи до триумфа



ТЕМА НОМЕРА

# ПЛАНЕТЫ ОКРЕСТНЫХ ЗВЕЗД

*Иная жизнь  
может быть близко*

## ЕВРОПЕЙСКИЙ АСТРОФЕСТ 2017

В последнее время открыто немало землеподобных планет в «зонах обитаемости» близких звезд. Смогут ли человек однажды ступить на поверхность этих земель?

Загадочная  
воронка  
на Марсе

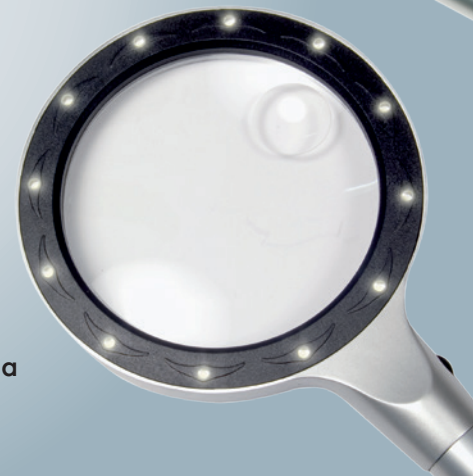
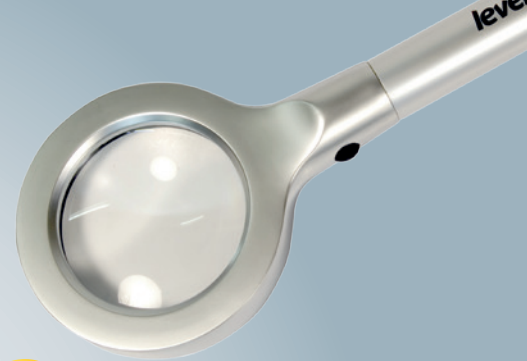
MAVEN  
уклонился  
от Фобоса

«Молекулы  
жизни»  
на Церере



[www.universemagazine.com](http://www.universemagazine.com)





**levenhuk**<sup>®</sup>  
Zoom&Joy

Лупы Levenhuk  
Налобные, нашейные, на ручке  
Надежные оптические инструменты  
для бытового применения  
и профессиональной деятельности

Ознакомиться с продукцией Levenhuk вы можете на сайте [3planeta.com.ua](http://3planeta.com.ua)  
и в магазине «Третья Планета» по адресу: Киев, ул. Нижний Вал, 3-7.  
Отдел продаж (067) 215-00-22. Формируем дилерскую сеть.

[WWW.3PLANETA.COM.UA](http://WWW.3PLANETA.COM.UA)

**КЛУБ «ВСЕЛЕННАЯ,  
ПРОСТРАНСТВО, ВРЕМЯ»**

**29 марта  
18:30**



Киевский Дом ученых НАНУ, Большой зал  
ул. Владимирская, 45а  
(ст. метро «Золотые ворота») 050 960 46 94

**РАЗУМ  
ВО ВСЕЛЕННОЙ.  
УНИВЕРСАЛЬНЫ ЛИ  
ЗАКОНЫ ЭВОЛЮЦИИ  
НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ?**

Вход по абонеентам  
Дома ученых.  
Количество мест  
ограничено!

[www.universemagazine.com](http://www.universemagazine.com)

**Бижан ШАРОПОВ**

Институт физиологии им. Богомольца  
НАН Украины

[www.universemagazine.com](http://www.universemagazine.com)

# СОДЕРЖАНИЕ

## Март 2017

### ВСЕЛЕННАЯ

#### Новости

Европейский астрономический форум

Астрофест-2017 4

#### Планета ближайшей звезды

Гийем Англада-Эскудэ 6

Красный карлик и семь гномов 14

Отраженное великолепие 16

NGC 1222: галактика со «взрывным»

звездообразованием 18

### СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

Клим Иванович Чурюмов

Жизнь астронома и миссия

человечества 19

#### Rosetta

Посадка на ядро кометы

Андреа Аккомаццо 20

### Новости

Кратер с веерообразными выбросами 28

Загадочная воронка на Марсе 29

MAVEN уклонился от Фобоса 29

Вал марсианского кратера 30

«Молекулы жизни» на Церере 32

На Венере обнаружена атмосферная «волна» 33

Пельменеобразный спутник Сатурна 33

### ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

Небесные события мая 34

Звездные потоки галактики

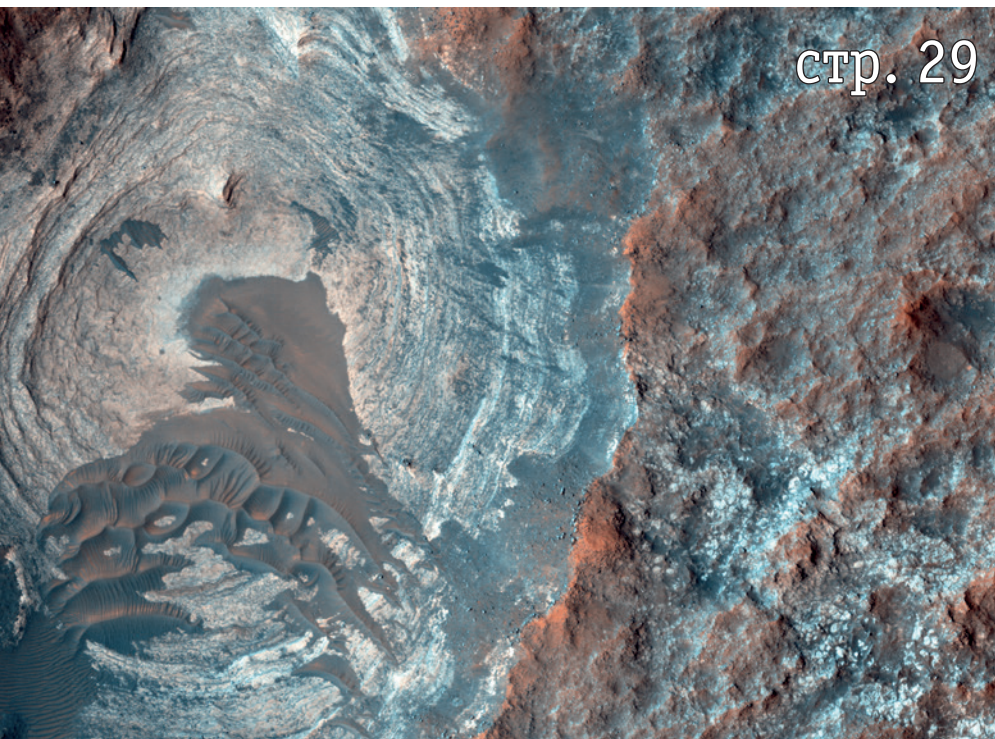
«Подсолнух» 38



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

Издается при поддержке Национальной академии наук Украины, Государственного космического агентства Украины, Государственного астрономического института им. П.К.Штернберга Московского государственного университета, Международного Евразийского астрономического общества, Украинской астрономической ассоциации, Информационно-аналитического центра «Спейс-Информ», Аэрокосмического общества Украины

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



Руководитель проекта, главный редактор: Гордиенко С.П.  
Руководитель проекта, коммерческий директор: Гордиенко А.С.  
Выпускающий редактор: Манько В.А.  
Редакторы: Ковальчук Г.У., Василенко А.А., Остапенко А.Ю. (Москва)  
Редакционный совет: Андронов И.Л. — декан факультета Одесского национального морского университета, доктор ф.-м. наук, профессор, вице-президент Украинской ассоциации любителей астрономии  
Вавилова И.Б. — ученый секретарь Совета по космическим исследованиям

НАН Украины, вице-президент Украинской астрономической ассоциации, кандидат ф.-м. наук  
Митрахов Н.А. — Президент информационно-аналитического центра «Спейс-Информ», директор киевского представительства ГП КБ «Южное», к.т.н.  
Олейник И.И. — генерал-полковник, доктор технических наук, заслуженный деятель науки и техники РФ  
Рябов М.И. — старший научный сотрудник Одесской обсерватории радиоастрономического института НАН Украины, кандидат ф.-м. наук, сопредседатель Международного астрономического общества  
Черепашук А.М. — директор Государственного астрономического института им. Штернберга (ГАИШ), академик РАН

Дизайн, компьютерная верстка: Галушка Светлана  
Отдел продаж: Остапенко Алена, Мельник Никита  
тел.: (067) 326-65-97, (067) 215-00-22  
Адрес редакции: 02097, Киев, ул. Милославская, 31-Б, к. 53  
тел./факс: (050) 960-46-94  
e-mail: uverce@gmail.com  
info@universemagazine.com  
www.universemagazine.com  
Телефоны в Москве: (495) 544-71-57, (800) 555-40-99 звонки с территории России бесплатные

Распространяется по Украине и странам 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»  
Зарегистрировано Государственным комитетом телевидения и радиовещания Украины.  
Свидетельство КВ 7947 от 06.10.2003 г.  
© ВСЕЛЕННАЯ, пространство, время — №3 март 2017  
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

# Европейский астрономический форум

# АСТРОФЕСТ-2017

Четверть века назад, в феврале 1992 г., в Лондоне состоялся первый «Астрофест», быстро ставший одним из главных ежегодных событий европейской любительской астрономии. Это мероприятие традиционно представляет собой сочетание «выставок достижений» коммерческих производителей оптики с лекционными сессиями, на которых ученые делятся с гостями фестиваля последними новостями из различных областей науки о Вселенной.

В этом году астрономический форум посетила делегация журнала «Вселенная, пространство, время» с целью ближе познакомиться с реалиями и проблемами современной европейской профессиональной и любительской астрономии, послушать выступления докладчиков, пообщаться с гостями и организаторами, окунуться в непередаваемую атмосферу фестиваля, чтобы попытаться как можно более полно донести до наших читателей витавший там дух жажды новых знаний.

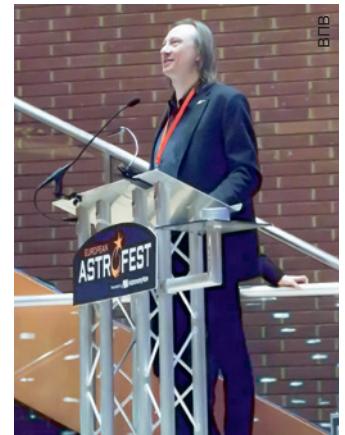
Выставку, развернутую на трех этажах Таун-Холла в лондонском районе Кенсингтон, за время проведения «Астрофеста» посетило не менее трех тысяч человек. Кроме производителей телескопов, в ней участвовали университеты и общественные обсерватории, издательства и средства массовой информации (один из самых больших стендов принадлежал организатору мероприятия — журналу *Astronomy Now*).

Однако главной достопримечательностью Астрофеста, конечно же, стала обширная лекционная программа. Ее ведущими были британский журналист Стюарт Кларк (Stuart



Башня Елизаветы со знаменитым колоколом «Биг Бен»

ВГПВ



ВГПВ



ВГПВ

▲ Ведущие Стюарт Кларк и Люси Грин на сцене Таун-Холла

Clark) и профессор физики Университетского колледжа в Лондоне Люси Грин (Lucie Green). Зал, рассчитанный на тысячу человек, с трудом вместил всех желающих прикоснуться к миру звезд астрономической науки. Выступления касались наиболее животрепещущих проблем современности — открытия и изучения гравитационных волн, физики частиц и антиматерии, объектов за орбитой Нептуна («обитателей» пояса Койпера и Облака Оорта), возможности обнаружения загадочной «планеты X», обращающейся вокруг Солнца на огромном расстоянии, поисков внеземной жизни в Солнечной системе и за ее



Выставка-продажа телескопов

ВГПВ

пределами, вопросов астробиологии. Отдельный цикл лекций был посвящен последним достижениям межпланетных миссий: космических аппаратов Voyager (в этом году исполнится 40 лет с момента их

запуска), Cassini, Rosetta, New Horizons и ExoMars.

В качестве докладчиков были приглашены ведущие европейские и американские специалисты по астрофизике и экзобиологии, руководите-



Представители редакции ВПВ беседуют с членом оргкомитета фестиваля редактором AstronomyNow Стивеном Янгом (Steven Young)

▼ Заполненный зрительный зал Астрофеста



ли международных исследовательских групп, представители Европейского космического агентства (ESA) и коллективов ученых, занимающихся сопровождением и обработкой результатов миссий по изучению Солнечной системы с использованием космических аппаратов, известные популяризаторы науки. Первую лекционную сессию открыл Марек Кукула (Marek Kukula) — астроном Королевской Гринвичской обсерватории, доктор философии в области радиоастрономии. Его презентация называлась «Сокровенная Вселенная» и рассказывала о том, как наши астрономические знания пересекаются с повседневной практикой — от метеорологии до медицины.

Среди остальных выступающих числились, в частности,

руководитель отделения исследований Солнца и планет Департамента сопровождения миссий операционного центра ESA в немецком Дармштадте Андреа Аккомаццо (Andrea Accomazzo), сотрудник Департамента земного магнетизма вашингтонского Института Карнеги Скотт Шеппард (Scott Sheppard), профессор физики Ливерпульского университета Тара Шерз (Tara Shears), профессор гравитационной астрофизики Университета Глазго, участник международной коллаборации LIGO Мартин Хендри (Martin Hendry), сотрудник Лаборатории реактивного движения NASA Гарри Хант (Garry Hunt) и другие.

Представители редакции познакомились со всеми лекторами, взяли у некоторых из них краткие интервью, а также



Андреа Аккомаццо (ESA) выступает с лекцией о миссии Rosetta



▲ Ворота Гринвичской королевской обсерватории, по мощеному двору которой проходит нулевой меридиан

получили согласие на перевод и публикацию докладов в нашем журнале. С наиболее интересными из них можно будет ознакомиться, начиная с текущего номера.

...И, конечно же, находясь в Лондоне, нельзя было не посетить знаменитую Гринвичскую обсерваторию, основанную королем Карлом II в 1675 г. Она известна в первую очередь тем, что через нее проходит нулевой меридиан, от которого отсчитывается географическая долгота и исчисляется поясное время. Во внутреннем дворе он обозначен металлическими полосами, а в ночном небе британской столицы его отмечает яркий зеленый луч лазера, направленный из обсерватории строго на север.



▲ Во дворе обсерватории сквозь решетку ограждения на этом снимке можно увидеть металлическую полосу на брусчатке и лазерный луч, направленный в сторону Северного полюса — они обозначают направление гринвичского меридиана

# Планета ближайшей звезды

Гийем Англада-Эскудэ

Университет королевы Марии, Лондон

Guillem Anglada-Escudé  
The Proxima b planet.

Доклад прочитан 11 февраля 2017 г.  
на Астрофесте (Кенсингтон, Лондон),  
переведен и публикуется с любезного  
согласия автора

Перевод: Валерия Ковеза

Редакторы перевода: Сергей Гордиенко,  
Владимир Манько

Так в представлении художника может выглядеть ландшафт планеты Proxima b, обращающейся вокруг красного карлика Проксимы Центавра — ближайшей к Солнцу звезды. Справа вверху от нее на небе видна двойная система  $\alpha$  Центавра АВ. Proxima b немного массивнее Земли. Ее орбита лежит в «зоне обитаемости» — температура на поверхности планеты допускает существование там жидкой воды.

**К**огда на мониторе компьютера Гийема Англада-Эскудэ вырисовалась кривая лучевой скорости, доказывающая существование планеты у Проксимы Центавра, ученый не был слишком удивлен — он давно уже ждал этого открытия. Для него оно стало не сюрпризом, а скорее облегчением, каким только может стать успешное завершение многолетней работы. Однако для остального мира обнаружение потенциально обитаемого спутника ближайшей звезды оказалось настоящей сенсацией. С новой силой вспыхнули дискуссии о том, возможно ли существование жизни на планетах наших ближайших «звездных соседей» и сумеем ли мы распознать ее присутствие, а журнал *Nature* включил Гийема Англада-Эскудэ в число десяти людей, оказавших наибольшее влияние на развитие нашей цивилизации в минувшем году.

Я хотел бы рассказать о нашей работе по поиску экзопланет и главных достижениях в этой области за последнее время. Постараюсь объяснить, почему мы ре-

шили заняться поиском планет у звезд в непосредственной близости от Солнца. В 2016 г. была открыта планета, которая, возможно, очень похожа на нашу Землю. Она обращается вокруг ближайшей к нам звезды — Проксимы Центавра.<sup>1</sup>

Почему же это открытие было сделано именно сейчас? На самом деле, технологии и инструменты, необходимые для него, появились уже достаточно давно. Вопрос состоял лишь в том, где искать экзопланеты... и мы решили сфокусироваться на близлежащих звездах.

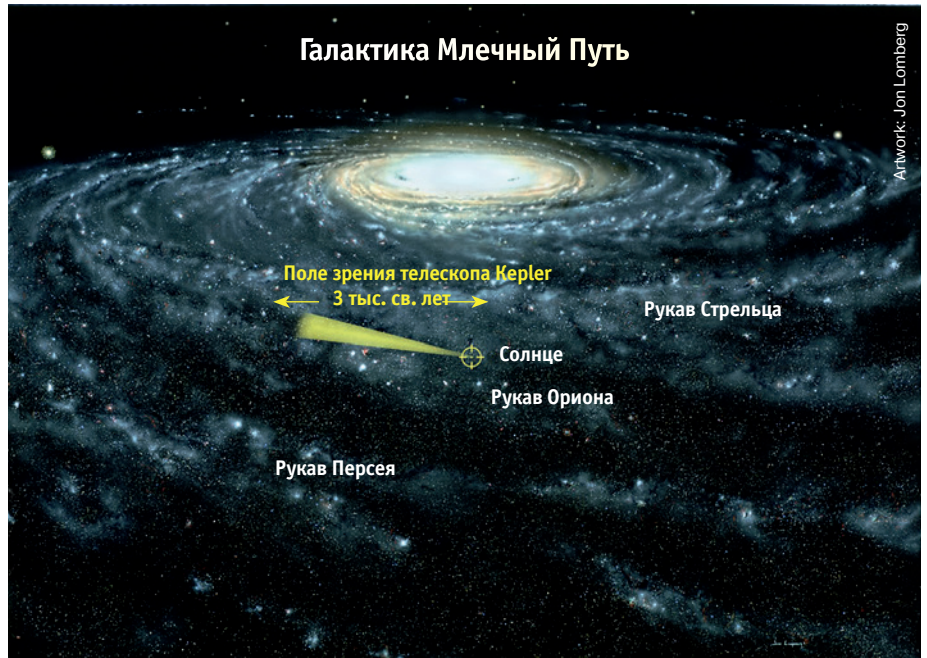
Я постараюсь провести вас по тому пути, которым следовали мы, и дать представление о новых знаниях, полученных нами за последние 10-15 лет. Можно с уверенностью сказать, что в ближайшее время (наверное, уже в следующем году) будет открыто множество землеподобных планет, обращающихся вокруг других звезд, в первую очередь — красных карликов. На то, как мы увидим, есть причины.

<sup>1</sup> ВПВ №4, 2004, стр. 14; №1, 2005, стр. 10; №12, 2006, стр. 17

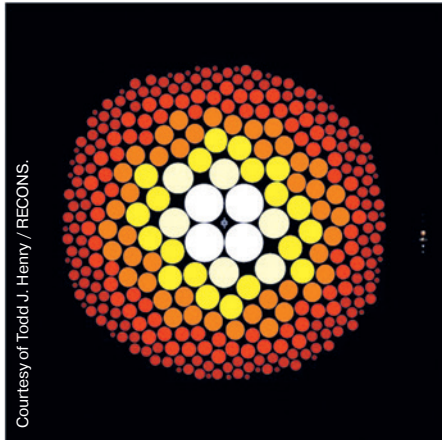


Гийем Англада-Эскудэ — сотрудник лондонского Университета королевы Марии, специалист по астрометрии и звездной спектроскопии. Родился в 1979 г. в местечке Ульястрель (Каталония, Испания). Учился в Университете Барселоны, где защитил диссертацию по программному обеспечению и методам анализа данных астрометрического спутника Gaia. Занимался усовершенствованием методики поисков экзопланет спектральными методами. Большой поклонник научной фантастики и компьютерных игр. Его дочь Мира получила имя в честь самой яркой долгопериодической переменной звезды земного неба.

Итак, сначала давайте рассмотрим близлежащие звезды. Наша планетная система очень велика, но другие звезды несравнимо дальше, чем любые принадлежащие ей объекты. Чтобы представить себе, насколько дальше, предлагаю выполнить небольшое упражнение. Представьте, что перед вами вся Солнечная система: тут и газовые гиганты, располагающиеся во внешней ее части, и небольшие каменные планеты внутри орбиты Юпитера... Представьте себе все это как круглую пиццу. Периметр пиццы — это орбита Нептуна. Такое сравнение позволяет понять, насколько огромно пространство, разделяющее звезды — так называемая «межзвездная пустота». Если бы Солнечная Система имела диаметр 25 см, то ближайшая звезда лежала бы в трех километрах от нее. Поэтому в следующий раз, наслаждаясь пиццей, попробуйте представить, где была бы соседняя звезда, если бы вы ели Солнечную систему.



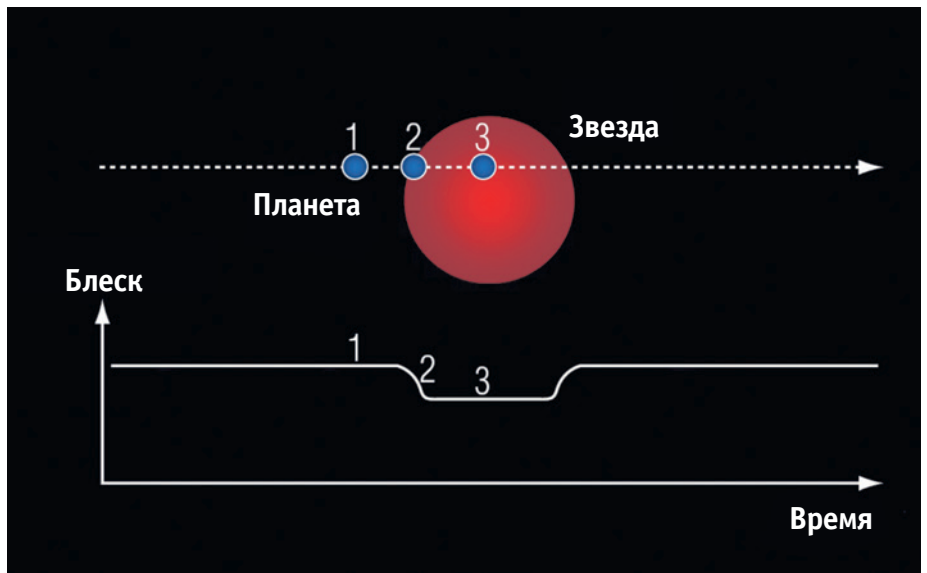
▲ Наше Солнце находится в рукаве Ориона галактики Млечный Путь, содержащей всего около 200 млрд звезд, и движется по орбите вокруг галактического центра радиусом 26 тыс. световых лет. В поле зрения космического телескопа Kepler в ходе его основной миссии попало свыше полумиллиона звезд на площадке вблизи условной границы созвездий Лебедя и Лир, 156 тыс. из них были детально исследованы. Большинство этих звезд находится от нас на расстояниях от 500 до 3 тыс. световых лет.



▲ На этом рисунке все известные звезды, расположенные в сфере радиусом 32,6 световых лет от Солнца (включая само Солнце), собраны «в одну кучу» с примерным соблюдением относительных размеров. Цвет отображает спектральный класс светила: белый — А и F, желтый — G, оранжевый — K, красный — M. Различные оттенки последнего демонстрируют разные типы красных карликов. Несложно заметить, что звезды этого типа по численности преобладают над остальными. Мелкие белые точки в центре — белые карлики, образующиеся из солнцеподобных звезд на финальных стадиях их эволюции. Справа для сравнения показаны планеты-гиганты Солнечной системы.

Я использовал этот пример, чтобы продемонстрировать, насколько невообразимо огромны межзвездные расстояния. Помните о том, что космическому аппарату Voyager 1 потребовалось 35 лет на то, чтобы достичь границ Солнечной Системы — а на дорогу до ближайшей звезды у него уйдет 30-40 тысяч лет.

Итак, мы выяснили, где находится система  $\alpha$  Центавра. Теперь познакомимся с другими соседними звездами — группой, которую ученые называют «ближайшим окружением Солнца». В нее входят



▲ Схема, демонстрирующая суть транзитного метода поиска экзопланет. На графике показано изменение блеска звезды с точки зрения наземных наблюдателей.

объекты, расположенные на расстоянии до 10 парсек (32,6 световых лет). К «ближайшему окружению» принадлежит сравнительно немного больших и ярких светил — таких, как Вега<sup>2</sup> — и звезд поменьше, наподобие нашего Солнца. Кроме них, группа включает большое количество маленьких звезд, называемых красными карликами. Проксима Центавра относится именно к такому классу.

Стоит отметить, что Солнце — незаурядная звезда: оно намного массивнее красных карликов, представляющих собой большинство «звездного населения».

Объекты с массой, равной солнечной, или более тяжелые составляют около 20% от всего количества звезд во Вселенной, в то время как основная их часть — оранжевые и красные карлики.

Следующий масштаб, который мы рассмотрим — окрестности Солнца в пределах 25 парсек, или около 80 световых лет. По-прежнему можно отметить, что большинство звезд здесь — красные карлики, а количество больших и ярких светил невелико.

80 или 100 световых лет кажутся огромными расстояниями, но они блекнут в масштабах Галактики: наше окружение — лишь мелкое пятнышко в структуре протяженностью 100 тыс. световых лет. Таким

<sup>2</sup> ВПВ №8, 2006, стр. 9



образом, вполне объяснимо, что в первую очередь мы стремимся найти землеподобные планеты у соседних звезд. Наши технологии пока не позволяют осуществлять межзвездные перелеты, но не исключено, что однажды такая возможность появится.

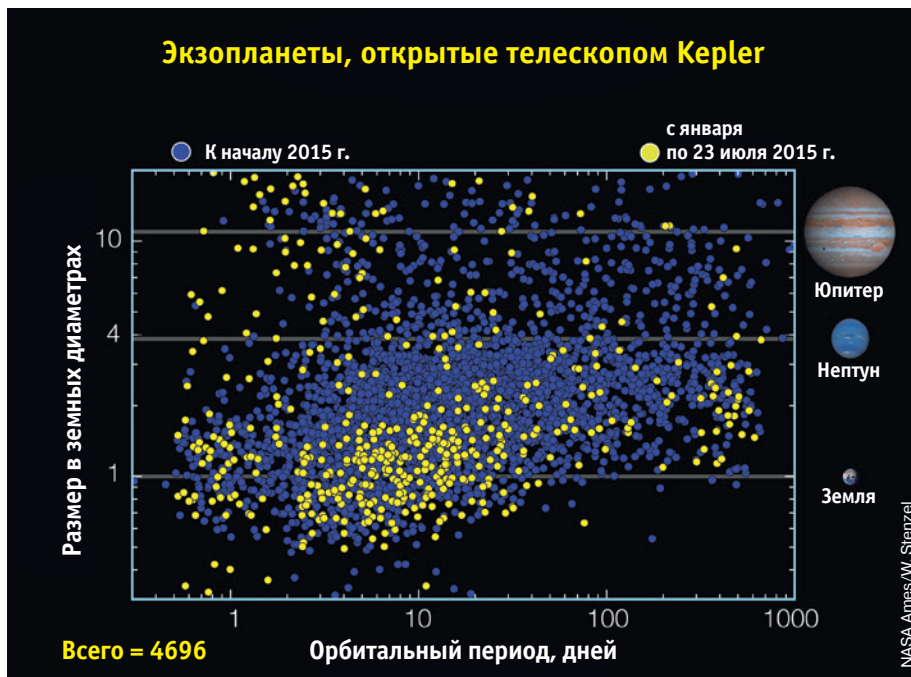
Итак, ход нашей мысли опирается на несколько исходных фактов. Во-первых, большинство звезд во Вселенной — красные карлики. Это утверждение актуально и для ближайшего окружения Солнца — в этом плане наш регион вполне зауряден. Таким образом, логично ожидать, что большинство экзопланет будет обнаружено вблизи светила именно такого типа.

Поиск планет на орбитах вокруг других звезд — весьма нелегкая задача. Рассмотреть планетную систему на фоне сияния звезды очень сложно: на каждый фотон, частицу света, испускаемую планетой, приходится миллиард фотонов, испускаемых центральным светилом. Такая «засветка» делает практически невозможным обнаружение планет методом прямого наблюдения даже у самых близких звезд. Как же тогда их находят?

Есть несколько способов, среди которых следует выделить два основных. Первый называется метод транзитов. Он заключается в том, чтобы засечь периодическое ослабление блеска звезды, обусловленное прохождением планеты по ее диску. При определенной ориентации орбиты спутника в течение каждого периода обращения он частично заслоняет звезду от наблюдателей. Таким образом, ее видимая яркость немного снижается: тело размером с Юпитер способно «приглушить» свет материнского светила на величину порядка 1%. Затмение будет происходить каждый раз при прохождении планетой определенного отрезка орбиты; соответственно размер планеты можно определить по тому, насколько сильно «тускнеет» звезда.

Обычно с помощью транзитного метода обнаруживают планеты, обращающиеся вокруг удаленных звезд. Чтобы понять, почему это именно так, рассмотрим пример с миссией Kepler. Этот космический аппарат предназначен для изучения объектов, не принадлежащих к ближайшему окружению Солнца, а расположенных на расстоянии до 3 тыс. световых лет. Почему же он нацелен так далеко, когда поблизости есть множество соседних звезд, у которых NASA могла бы найти новые планеты и однажды водрузить там свой флаг? На то есть свои причины.

Для успешного обнаружения экзопланет поиск стоит вести в тех местах, где их ожидаемое количество достаточно велико. Только в 1-2% случаев плоскость планетной орби-



▲ Седьмое издание каталога обсерватории Kepler содержит 4696 кандидатов в экзопланеты — на 521 больше, чем было в предыдущем издании, появившемся в январе 2015 г. (новые кандидаты отмечены на схеме желтыми точками). Несложно заметить, что основная часть последних открытий приходится на объекты, сравнимые по размерам с Землей.

ты лежит настолько близко к лучу зрения, что позволяет обнаружить спутник звезды. В остальных случаях угол наклона будет таким, что планета для земных наблюдателей никогда не попадет на звездный диск, и соответственно заметить ее не удастся. Если мы ограничимся изучением только ближайшего окружения Солнца, в котором насчитывается около 200 звезд, то найдем этим методом всего 6-7 планет.

В рамках проекта Kepler уже изучено более 100 тыс. звезд. При вероятности обнаружения в 2% число экзопланет, которые мог найти этот телескоп, составляет около 2200. Настоящим сюрпризом стало то, что на самом деле он выявил более 4 тыс. случаев их возможного существования. Действительно ли у всех «подозрительных» звезд есть планеты, еще предстоит выяснить, но обнаружение такого количества «кандидатов» очень удивило ученых.

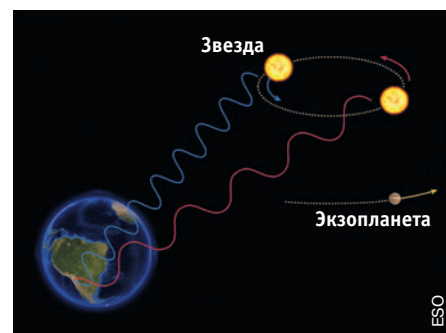
На основании результатов исследования была составлена схема, дающая представление об основных характеристиках планет — размерах и периодах обращения. Выяснилось, что всего 10-15% объектов по диаметру сравнимы с Юпитером. Размеры же большинства экзопланет находятся в промежутке между диаметрами Земли и Нептуна, а их орбиты пролегают близко к материнской звезде.<sup>3</sup> Такой результат стал еще одной неожиданностью, сделавшей миссию Kepler поистине удиви-

тельной и революционной. Тем не менее, этот инструмент обнаружил лишь несколько планет, которые можно было бы назвать аналогами Земли, причем оснований это утверждать наверняка еще недостаточно.

Подводя итог вышесказанному, можно вывести второй исходный факт: большинство звезд имеет планеты небольшого размера с коротким периодом обращения.

Вернемся к методам обнаружения экзопланет. Второй из них (исторически он был первым) получил название метода лучевых скоростей. Используя его,

▼ Спектральный метод, или метод лучевых скоростей, базируется на регистрации изменений скорости звезды относительно наблюдателя (вдоль луча зрения) по периодическому сдвигу линий в ее спектре. Эти изменения вызваны гравитационным воздействием невидимого спутника. Когда он удаляется от нас, звезда, соответственно, приближается, и ее спектр оказывается «сдвинутым» в коротковолновую (голубую) сторону, а когда наоборот — мы наблюдаем красное смещение линий в звездном спектре. Но если плоскость орбиты спутника перпендикулярна к направлению на наблюдателя — никаких изменений мы не заметим.



<sup>3</sup> Этот факт можно объяснить особенностями метода наблюдения, затрудняющими регистрацию экзопланет на орбитах большого радиуса. — Прим. ред.

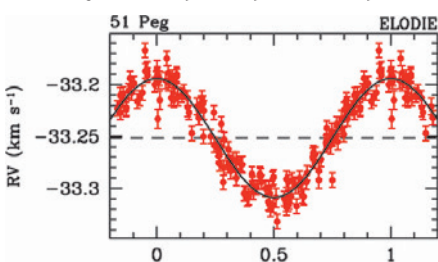
мы по-прежнему не можем напрямую наблюдать планету, но имеем возможность заметить смещение центральной звезды, связанное с гравитационным воздействием ее спутника.

По сути, вращение планеты и звезды происходит вокруг общего центра масс, в результате чего звезда тоже периодически отклоняется от среднего положения. Когда в процессе такого отклонения она приближается к нам, мы можем отметить смещение спектральных линий в ее излучении в сторону синего цвета, а когда удаляется — наоборот, в сторону красного. Такое смещение называется эффектом Доплера. По тому же принципу звук от приближающегося источника кажется выше, а от удаляющегося — ниже. Из-за удаления источника от наблюдателя звуковая или световая волна растягивается и несет меньше энергии, чем при взаимном приближении. В фотонах синего света энергии больше, чем в красных, и соответствующие изменения в спектре излучения звезды говорят о ее движении вперед-назад.

Однако на деле задача определения скорости звезд совсем не проста. Для получения точности до метра в секунду (что сопоставимо со скоростью ходьбы человека) используются спектральные линии излучения и поглощения, характерные для различных элементов, присутствующих в составе звезды: натрия, кальция и т.д. Результатами наблюдений становятся графики, отображающие изменения лучевой скорости объекта. Если скорость меняется — очевидно, существует нечто, ответственное за это изменение, а если такие перемены обладают четкой периодичностью, можно сделать вывод, что именно вращение планеты по орбите заставляет светило менять свою лучевую скорость.

С помощью эффекта Доплера было сделано открытие первой экзопланеты, принадлежащей к классу так называемых «горячих юпитеров», возле солн-

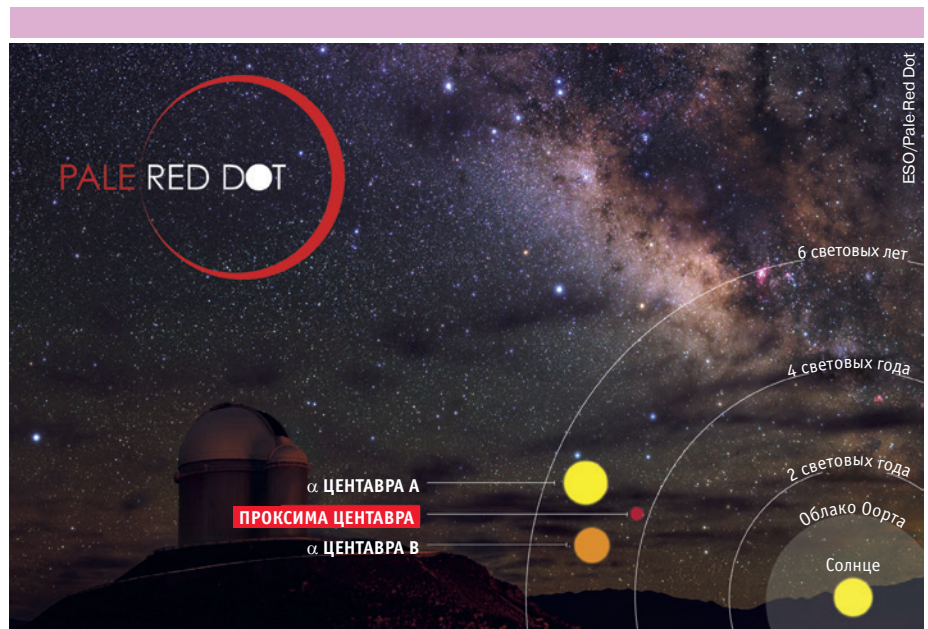
▼ Периодическое смещение линий в спектре звезды 51 Пегаса вследствие эффекта Доплера позволило обнаружить у нее первую планету, отнесенную к категории «горячих Юпитеров».



цеподобной звезды. В 1995 г. Мишель Майор и Дидье Кело (Michel Mayor, Didier Queloz) обнаружили спутник звезды 51 Пегаса с периодом обращения 4,2 дня. В следующем году американские ученые объявили об открытии еще нескольких экзопланет с помощью того же метода, а далее количество найденных таким способом миров постепенно росло с каждым годом по мере прогресса технологии. Несмотря на то, что после 2009 г. рост практически прекратился, мы по-прежнему периодически используем метод лучевых скоростей для поисков новых объектов: в частности, в 2016 г. с его помощью была открыта Proxima b — планета, обладающая минимальной массой из всех обнаруженных этим методом.

Причиной того, что рост количества новых открытий, сделанных этим методом, сильно замедлился, стало отсутствие дальнейшего совершенствования инструментов: если в начале 2000-х годов активно создавались новые приборы, то после 2009 г. мы лишь продолжали использовать уже существующие. Это привело к снижению темпов развития технологии, однако улучшение показателей точности и чувствительности оборудования продолжается и сейчас. В частности, это необходимо для обнаружения небольших планет, и здесь маленькие звезды представляют для человека больший интерес, чем массивные солнцеподобные светила.

В первую очередь интерес обусловлен тем, что изучать планетные системы звезд



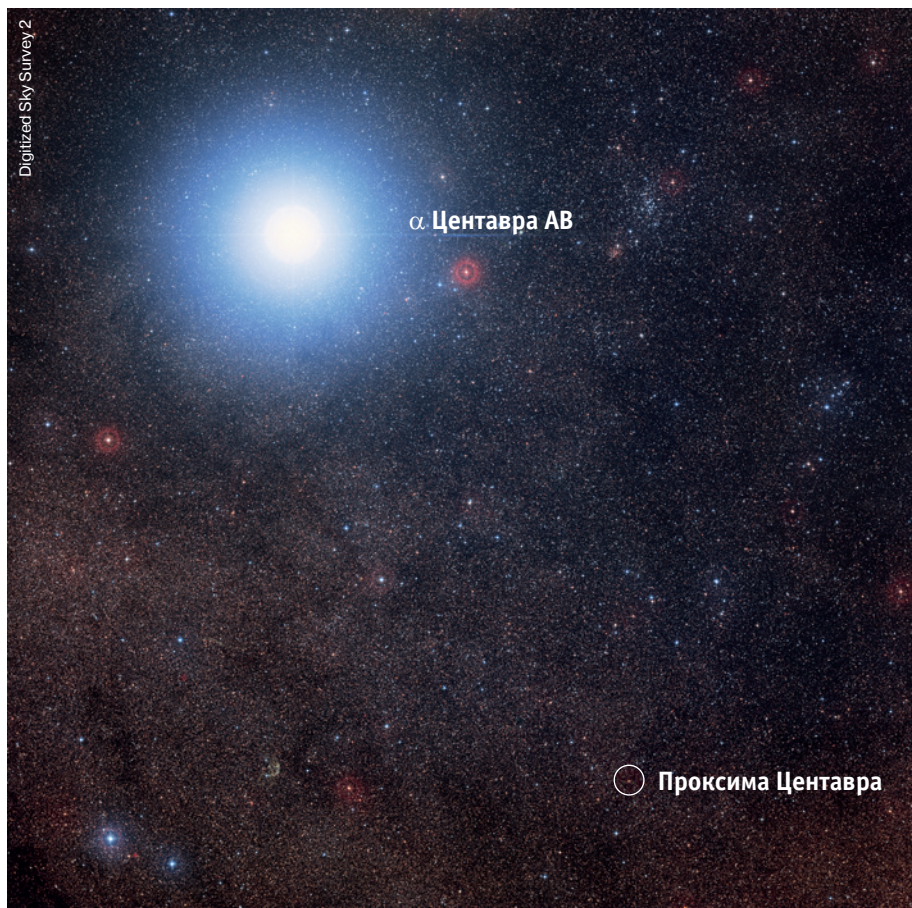
**Проект Pale Red Dot** — международная программа поисков экзопланет у Проксимы Центавра (ближайшей к Солнцу звезды). В наблюдениях используется спектрограф HARPS, установленный на 3,6-метровом телескопе ESO в обсерватории Ла Силья, а также глобальная сеть телескопов обсерватории Лас Кумбрес (LCOGT) и инструмент BOOTES (Burst Optical Observer and Transient Exploring System). Программа включает образовательный аспект: широкая общественность имеет возможность следить за процессом

получения данных в современной обсерватории, согласованной работой коллективов астрономов разных специализаций, за анализом и интерпретацией данных, в итоге приведших к подтверждению присутствия землеподобной планеты у ближайшей к Земле звезды. В рамках просветительской кампании публиковались сообщения в блогах и социальных сетях, в твиттер-аккаунте Pale Red Dot Twitter account (с хэштегом #PaleRedDot). Больше информации можно найти на веб-сайте [www.palreddot.org](http://www.palreddot.org)

Название, в переводе означающее «Бледно-красная точка», является отсылкой к знаменитому выражению Карла Сагана (Carl Sagan), назвавшего «бледно-голубой точкой» (pale blue dot) нашу Землю, как она выглядела на снимке, сделанном зондом Voyager 1 по предложению Сагана с окраин Солнечной системы — с расстояния 5,9 млрд км.\* Проксима Центавра — красный карлик, поэтому планета, обращающаяся вокруг нее, должна иметь красноватый оттенок.

\* ВПБ №3, 2006, стр. 30; №2, 2015, стр. 7

▼ На этом изображении участка неба вблизи яркой двойной системы  $\alpha$  Центавра АВ (слева вверху; голубой туманный ореол является артефактом обработки снимка) видна также намного более слабая красная звезда Проксима Центавра — ближайший к Солнцу объект, не принадлежащий к Солнечной системе. Изображение составлено на основе снимков, сделанных в ходе цифрового обзора Digitized Sky Survey 2.



▲ Относительные размеры различных звездных объектов, в том числе трех компонентов системы  $\alpha$  Центавра и некоторых других звезд, угловые диаметры которых были измерены Очень Большим Телескопом-Интерферометром (VLTI) Европейской Южной обсерватории на горе Паранал. Для сравнения также приведены размеры Солнца и Юпитера.

небольшой массы различными методами проще: в таких системах влияние планет на звезду в 50-100 раз заметнее.

Вторым фактором является то, что «зона жизни» у более легких (и соответственно — более холодных) звезд располагается ближе к центральному телу. Это означает, что орбитальные периоды планет, находящихся в этой зоне, будут небольшими, и их, соответственно, легче заметить по многократным периодическим изменениям блеска в течение, скажем, года наблюдений. Если период обращения экзопланеты равен земному году, или 15 годам, вам придется наблюдать за звездой намного дольше, чтобы выявить признаки наличия спутника. Таким образом, очевидно, что процесс поиска планет у красных карликов связан с меньшими сложностями. Это — третий исходный факт: обнаружить планеты на орбитах вокруг таких карликов намного проще.

Принимая во внимание все три упомянутых факта, представляется наиболее обоснованным искать экзопланеты именно в системах небольших звезд. Так мы и решили поступить, и начали с бли-

жайших окрестностей Солнца. В то время как миссия Kepler искала планеты у далеких светил, мы обратили внимание на нашу непосредственную соседку — Проксиму Центавра. В этом и заключалась суть проекта «Бледная красная точка» (Pale Red Dot). Параллельно с поиском была запущена общественная кампания, за ходом которой, возможно, кто-нибудь из вас следил. Мы не знали, удастся ли нам обнаружить то, что мы ищем, но, тем не менее, приняли решение информировать общественность о наших успехах.

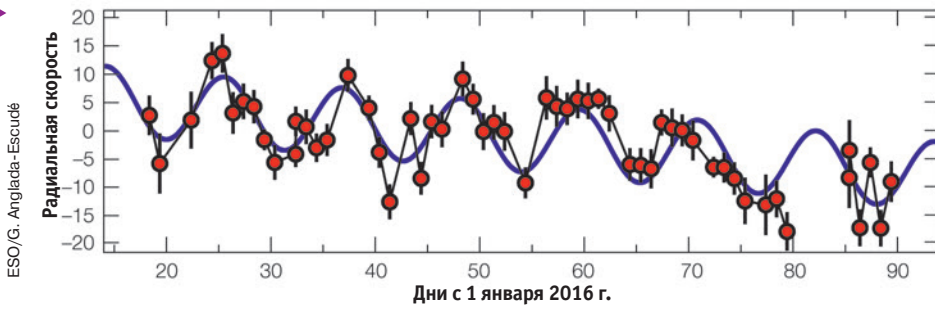
В течение двух месяцев подряд мы наблюдали Проксиму Центавра каждую ночь по 20 минут в надежде обнаружить смещение спектральных линий. Мы искали регулярно повторяющиеся изменения лучевой скорости, и вскоре у нас появились основания подозревать, что наша цель достигнута.

Параллельно к наблюдениям подключались малые 40-сантиметровые телескопы; кроме того, в этом году мы начали кампанию для привлечения астрономов-любителей к поискам планет у еще большего количества звезд.

В результате наших исследований мы

смогли составить график, подтверждающий соответствие между наблюдательными и расчетными данными. На нем четко прослеживаются циклические изменения лучевой скорости звезды. Стоит упомянуть, что еще до 2016 г. появились данные, которые позволяли предположить, что в изменениях присутствует регулярность с периодом в 11,2 суток. Теперь же, после проведения более тщательных наблюдений, полученные результаты были надлежащим образом проверены, и обнаруженная тенденция получила подтверждение. Сигналы, замеченные ранее, совпали с нашими наблюдениями в течение двух месяцев — звезда действительно двигалась.

Тем не менее, предстояло убедиться в том, что за это движение не ответственны процессы в самой Проксиме. Звезды постоянно претерпевают изменения, поэтому непросто наверняка сказать, действительно ли то, что мы видим — результат наличия планеты. Чтобы исключить ошибку, используются дополнительные наблюдения с помощью меньших телескопов. На их основании составляется график, отображающий выбросы протуберанцев.



▲ Этот график показывает, как изменялось во времени движение Проксимы по направлению к Земле и от нее в течение первой половины 2016 г. Иногда звезда приближалась к нам со скоростью около 5 км/час (скорость земного пешехода), а иногда с той же скоростью удалялась. Такая последовательность изменений лучевой скорости повторяется с периодом 11,2 дня. Тщательный анализ результирующих доплеровских смещений спектральных линий указывает на присутствие планеты с массой не менее 1,3 земной массы, обращающейся вокруг Проксимы на расстоянии около 7 млн км — порядка 5% среднего расстояния между Землей и Солнцем.

мость Проксимы составляет 1/2500 долю солнечной, соответственно, несмотря на то, что планета находится ближе к своей звезде, чем Меркурий к Солнцу, она как раз попадает в «зону жизни» Проксимы. Можно сказать, что к открытию привело следование трем ранее упомянутым исходным фактам.

В течение следующих лет мы планируем изучить систему на предмет транзита планеты по диску звезды. Пока сложно сказать, насколько реально наблюдать это явление. Если нам повезет его увидеть, мы сможем получить более детальную информацию о планете. По линиям поглощения света с определенной длиной волны можно будет установить, имеются ли в составе ее атмосферы такие вещества, как кислород или водяной пар.

Даже если в случае с Proxima b сделать этого не удастся, планируется провести аналогичные исследования нескольких других экзопланет размером с Землю, обращающихся по орбитам вокруг близлежащих красных карликов. Можно с уверенностью сказать, что в ближайшем будущем мы непременно увидим результаты этих исследований (поскольку я лично знаком с учеными, работающими в данном направлении).

Как же будет развиваться изучение экзопланет в дальнейшем? Ожидается, что в ближайшие 5-10 лет появятся достаточно совершенные наземные обсерватории с адаптивной оптикой нового поколения или космические телескопы, способные выделить те самые редкие исходящие от планет фотоны среди миллиардов фотонов, порожденных их материнскими звездами.

В частности, большие надежды возлагаются на проектируемый Европейский чрезвычайно большой телескоп (E-ELT)<sup>4</sup> — инструмент будущего, сооружение которого интригует меня сильнее всего. Кроме того, многие эксперты предсказывают запуск в течение уже этого столетия мини-аппаратов — таких, как миниатюрные зонды, предлагаемые проектом Breakthrough Starshot.<sup>5</sup> В данный момент проект находится на стадии изу-

<sup>4</sup> ВПВ №10, 2011, стр. 36

<sup>5</sup> ВПВ №5, 2016, стр. 11



▲ На диаграмме представлено сравнение орбиты планеты, открытой у Проксимы Центавра (Proxima b), и околосолнечной области Солнечной системы. Проксима Центавра меньше и холоднее нашего светила, а ее планета гораздо ближе к ней, чем Меркурий к Солнцу. В результате оказывается, что Proxima b лежит внутри «зоны обитаемости» — области пространства, где на поверхности планеты возможно существование жидкой воды.

На поверхности звезды формируется рябь, и периодически происходят вспышки с выбросом звездного вещества. Благодаря таким вспышкам на 3-4 часа она становится на 10-20% ярче. При обработке информации стало очевидно, что эти процессы не могут объяснить полученные данные, и наблюдаемые изменения — признак наличия

планеты на орбите вокруг Проксимы.

Вскоре после открытия мы были готовы объявить о нем. Особенно интересно то, что, помимо самого факта наличия планеты, удивительным оказалось ее расположение в так называемой «зоне жизни». У столь тусклых звезд эта зона располагается очень близко к ним: свети-

Формируем дилерскую сеть

Телескопы, бинокли, микроскопы и аксессуары **levenhuk** Zoom&Joy вы можете приобрести в нашем Интернет-магазине [www.3planeta.com.ua](http://www.3planeta.com.ua)

Планета Proxima b, обращающаяся вокруг звезды Проксима Центавра (слева), в представлении художника. Между звездой и планетой видна также двойная система  $\alpha$  Центавра АВ.

M. Kommissar / ESO.

чения его концепции. Предполагается выведение на орбиту небольших аппаратов весом всего в несколько грамм с последующим разгоном их с помощью сфокусированных лучей наземных лазеров до 20% скорости света, что позволит им достичь системы  $\alpha$  Центавра уже через 20 лет. Для реализации этого проекта требуются серьезные средства, и в него уже сделаны значительные вложения. Конечно, после достижения скорости 60 тыс. км/с возможности замедлить движение аппаратов не будет: преодолев межзвездное пространство, они смогут исследовать планеты системы на протяжении всего нескольких часов. Но это пока лишь планы, которые, возможно, станут реальностью в ближайшие 50 лет.

Напоследок нельзя обойти стороной интересующий всех вопрос: если мы достаточно тщательно изучим планету Проксими — обнаружим ли мы на ней жизнь? Здесь есть одна загвоздка. Если разумная жизнь — достаточно распространен-

ное явление, чтобы найти ее в пределах соседних планетных систем, то Галактика должна кишеть сигналами межзвездных сообщений развитых цивилизаций. Однако существует так называемая проблема SETI: описанная картина плохо согласуется с реальным отсутствием таких сигналов. Нам известно приблизительное количество звезд, мы можем подсчитать, у скольких из них есть планеты в «зоне обитаемости». Если предположить, что в случае наличия жизни она рано или поздно разовьется в цивилизацию наподобие нашей, расчеты утверждают, что мы должны получать сигналы от как минимум одной внеземной цивилизации каждый год. Очевидно, этого не происходит. Во всяком случае, по официальной версии.

Вопрос состоит в следующем: если возникновение и развитие жизни столь обыденно — почему никто не пытается связаться с нами? Может ли быть такое, что цивилизации, существовавшие на планетах ближайших звезд, давно погибли?

В любом случае, ответы на эти вопросы дадут дальнейшие исследования. Это лишь начало пути: мы обнаружили планету, но огромное их количество остается незамеченным. Наш новый проект называется «Красные точки» (Red Dots), и, возможно, кто-нибудь из вас захочет принять в нем участие в качестве полупрофессионального астронома. Проект пока только зарождается: нам потребуется не один месяц, чтобы проработать все аспекты и начать исследования. В наших планах — наблюдения с июня по сентябрь с целью поиска других планет у Проксими, а также у звезды Барнарда<sup>6</sup> и еще нескольких красных карликов. Нас интересуют изменения в их движении и вращении, а также активность этих звезд — выбросы их вещества и вспышки светимости. Не сомневаюсь, что нас ожидает множество удивительных открытий!

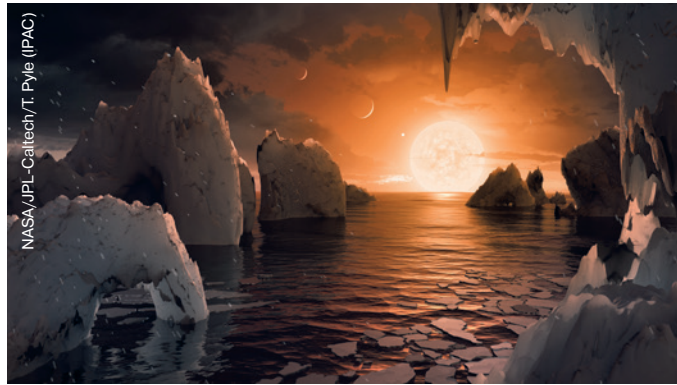
<sup>6</sup> ВПВ №8, 2006, стр. 38; №4, 2016, стр. 34



# Красный карлик и семь гномов

Во время специальной пресс-конференции, организованной в штаб-квартире NASA в Вашингтоне 22 февраля 2017 г., приглашенные журналисты узнали о необычном открытии, сделанном наземным телескопом TRAPPIST (обсерватория Ла Силья, Чили<sup>1</sup>) при участии инфракрасной космической обсерватории Spitzer. С помощью этих инструментов астрономы смогли обнаружить у звезды, расположенной на расстоянии 39 световых лет в созвездии Водолея, сразу семь планет, по размерам напоминающих Землю. Это первый известный случай столь «густонаселенной» системы, состоящей из земледоподобных объектов, причем определение «густо» здесь вполне уместно и в буквальном смысле: все они движутся по орбитам, радиус которых меньше среднего радиуса орбиты Меркурия.

Звезде было присвоено обозначение TRAPPIST-1. Она относится к самому «холодному» подтипу спектрального класса M, то есть представляет собой красный карлик с температурой поверхности ниже 2300 °С, масса которого составляет менее десятой части массы Солнца (это уже близко к условной границе между «нормальными» звездами и коричневыми карликами, светящимися в основном в инфракрасном диапазоне за счет гравитационного сжатия<sup>2</sup>). В данном случае мощность излучения карлика в 2 тыс. раз меньше, чем нашего светила. Поэтому, несмотря на сравнительно небольшую удаленность, увидеть его можно только в достаточно мощные телескопы: его блеск в видимом диапазоне лишь слегка превышает 18-ю величину. Однако, в сочетании с малыми радиусами орбит его спутников, это как раз



▲ Так в представлении художника выглядит мир экзопланеты TRAPPIST-1f — пятой по удаленности от центральной звезды системы TRAPPIST-1. Поскольку все спутники этой звезды постоянно повернуты к ней одной стороной, одно из их полушарий всегда будет более теплым (в данном случае — достаточно теплым для существования жидкой воды), а второе — погруженным в вечную ночь, холодным и покрытым льдом. У поверхности там должны все время дуть мощные ветра в сторону от темного полушария к освещенному, а в верхних слоях атмосферы — в противоположном направлении.

и обеспечивает сохранение температурного режима, допускающего наличие жидкой воды на поверхности, по крайней мере, части из них.

Первые три планеты системы были обнаружены с помощью бельгийского роботизированного 60-сантиметрового телескопа TRAPPIST. Эта аббревиатура, совпадающая с названием известного сорта бельгийского пива, рас-

шифровывается как Transiting Planets and Planetesimals Small Telescope — «Малый телескоп транзитных планет и планетезималей». Он ведет поиск планетоподобных спутников звезд, проходящих по их дискам с точки зрения наземных наблюдателей и вызывающих незначительное снижение их блеска.<sup>3</sup> Сразу после открытия бельгийские астрономы обратились за его подтверж-

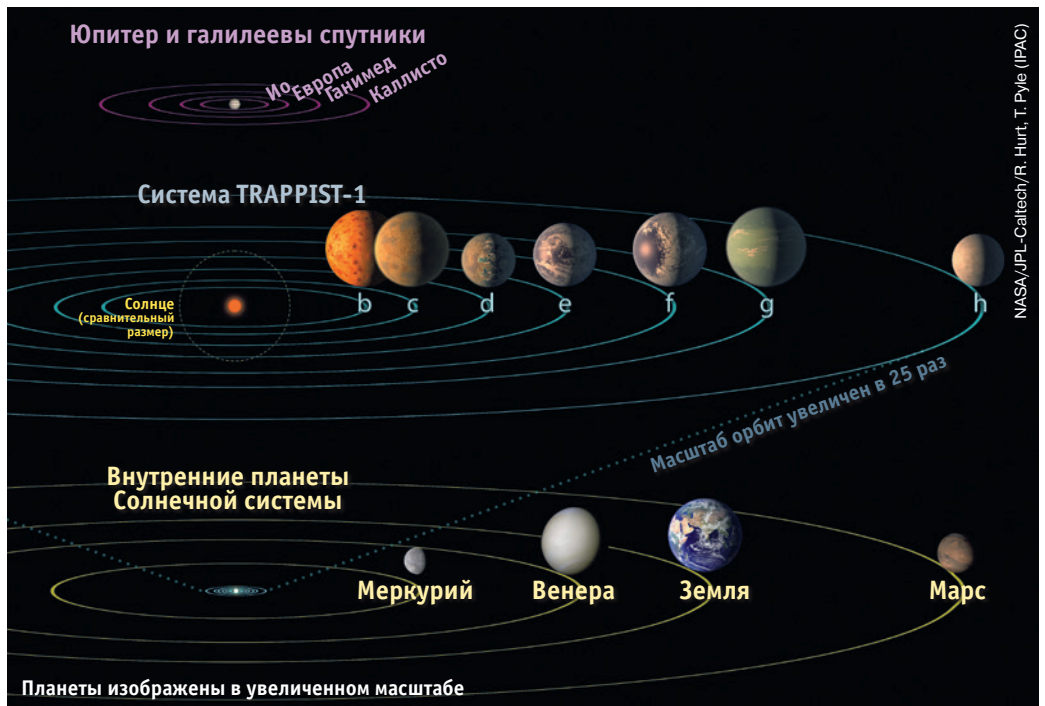
дением к специалистам NASA. Дальнейшие наблюдения, проведенные обсерваторией Spitzer (в инфракрасной части спектра красные карлики излучают интенсивнее и видны намного отчетливее), не только подтвердили реальность трех уже найденных экзопланет, но и дополнили их список четырьмя новыми, а также позволили достаточно надежно оценить размеры всех объектов системы.<sup>4</sup>

Строго говоря, вода может присутствовать на всех семи планетах TRAPPIST-1: благодаря приливному воздействию все они постоянно повернуты к своему светилу одной стороной (как галилеевы спутники к Юпитеру<sup>5</sup>), и на поверхности каждого из них должны иметься участки с температурой около нуля градусов по Цельсию и выше. Но наилучшие условия для существования жизни «земного типа», согласо-

<sup>3</sup> ВПВ №4, 2004, стр. 10; №12, 2006, стр. 8

<sup>4</sup> Массы определены только для шести ближайших к звезде экзопланет

<sup>5</sup> ВПВ №1, 2005, стр. 12; №3, 2005, стр. 14; №1, 2006, стр. 24



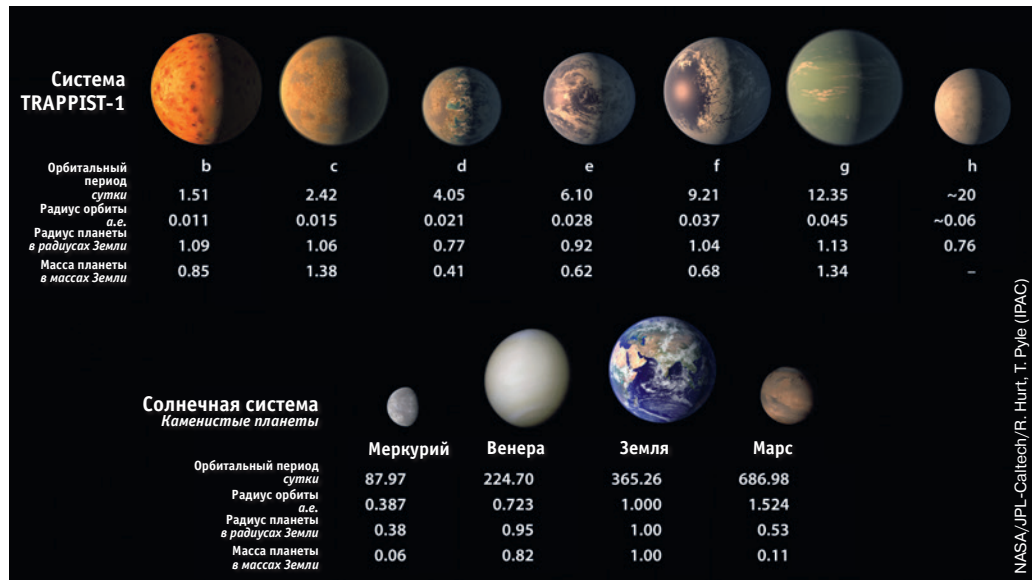
▲ Все планетоподобные спутники красного карлика TRAPPIST-1 могут легко поместиться внутри орбиты Меркурия — ближайшей к Солнцу планеты. Сам карлик по размерам значительно меньше нашего светила и больше похож на Юпитер; собственно, с системой спутников последнего как раз удобнее сравнивать систему звезды TRAPPIST-1.

<sup>1</sup> ВПВ №10, 2012, стр. 19  
<sup>2</sup> ВПВ №11, 2007, стр. 12; №4, 2009, стр. 29

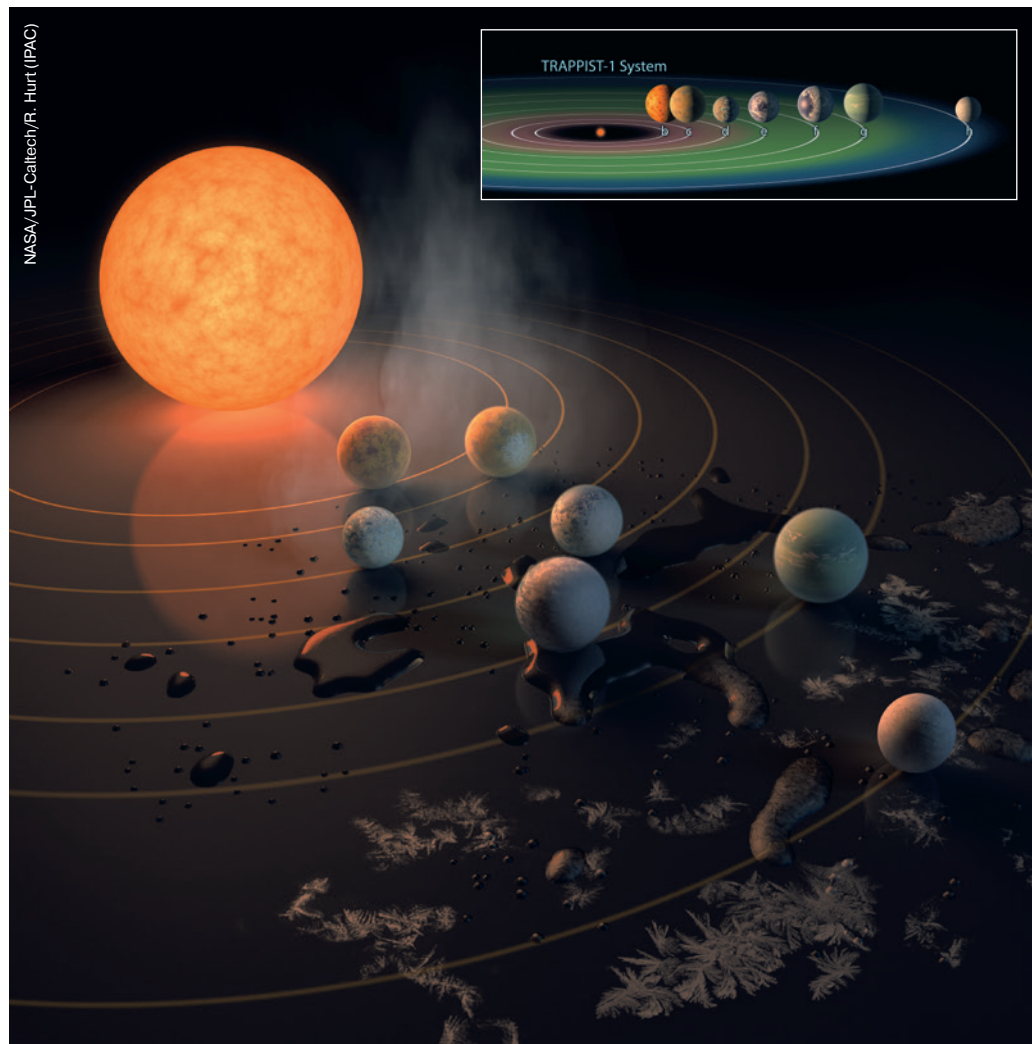
но последним расчетам, складываются на четвертом, пятом и шестом спутниках звезды в порядке удаления от нее. Это самый большой известный на данный момент «набор» потенциально обитаемых экзопланет в одной системе.

В мае 2016 г. на звезду был наведен космический телескоп Hubble с целью поисков у ее планет возможных обширных водородных атмосфер (такими газовыми оболочками должны обладать «ледяные гиганты» наподобие Урана и Нептуна<sup>6</sup> или их уменьшенные версии). Спектральные наблюдения не выявили их признаков, после чего ученые уверились в том, что в данном случае мы имеем дело со скалистыми планетами земного типа. В дальнейшем к исследованиям собираются подключить еще один внеатмосферный инструмент — обсерваторию Kepler, в настоящее время работающую в рамках расширенной миссии K2.<sup>7</sup> И, конечно же, TRAPPIST-1 уже внесена в список приоритетных целей для телескопов нового поколения, первым из которых станет James Webb Space Telescope (JWST) — его запуск запланирован на вторую половину следующего года.<sup>8</sup> Он сможет провести более детальный анализ экзопланетных атмосфер и обнаружить в них множество важных химических соединений — таких, как кислород и озон, водяной пар, метан, углекислый газ, а также более сложные летучие вещества. Это позволит сделать более обоснованные предположения о наличии либо отсутствии там жизни.

Астрономы отмечают, что небо планет системы TRAPPIST-1 для их возможных обитателей выглядело бы необычайно живописным: диски практически всех спутников звезды были бы видны не-



▲ Семь планет системы TRAPPIST-1 (внешний вид показан условно) с указанием их основных характеристик — орбитальных периодов, расстояний до центральной звезды, радиусов и масс. В нижнем ряду для сравнения показаны четыре планеты земной группы в том же масштабе.



▲ Абстрактная концепция системы TRAPPIST-1, размещенная на обложке февральского номера журнала Nature. Относительные размеры звезды, планет и их орбит не соблюдены. Примерное положение «зоны обитаемости» показано каплями воды (на врезке она обозначена зеленым цветом). За ее пределами начинается «область льда», где на поверхностях планет преобладает вода в замерзшем состоянии.

вооруженным глазом, а ближайшая по отношению к наблюдателю внешняя планета в противостоянии имела

бы больший размер, чем Луна для жителей Земли, и на ней несложно было бы разглядеть крупные детали рельефа или

облачного покрова. А сияние красного карлика придавало бы этому великолепию красно-оранжевый оттенок...

<sup>6</sup> ВПВ №12, 2006, стр. 24; №5, 2009, стр. 16  
<sup>7</sup> ВПВ №3, 2009, стр. 13; №2-3, 2013, стр. 12  
<sup>8</sup> ВПВ №10, 2009, стр. 10





# Отраженное великолепие

**Т**уманность M78 в созвездии Ориона известна не так широко, как ее крупная и яркая «соседка» — Большая Туманность Ориона (БТО),<sup>1</sup> части которой в каталоге Мессье имеют номера 42 и 43. Тем не менее, этот объект по-своему интересен и также весьма активно наблюдается астрономами. Недавно российский любитель Игорь Чекалин произвел собственную обработку ее снимков, полученных с помощью 2,2-метрового телескопа MPG/ESO обсерватории Ла Силья (Чили). Его работа стала лучшей среди присланных на конкурс «Скрытые сокровища».

Преобладающий в туманности голубой оттенок дает неплохое представление о ее истинном цвете, каким бы его увидел невооруженный человеческий глаз. В отличие от БТО, где на фотографиях четко видны красные цвета, соответствующие свечению ионизированного водорода, в M78 нет настолько активно излучающих в ультрафиолете звезд, чтобы эффективно отрывать электроны от атомов межзвездного газа. Поэтому их свет в основном просто рассеивается на его атомах и частицах пыли. Излучение с более короткой длиной волны (синяя часть видимого спектра) рассеивается сильнее, чем длинноволновое.

На самом деле в туманности присутствуют всего две сравнительно ярких звезды — HD 38563A и HD 38563B. Остальные звездopodobные объекты (числом около сорока) в ней либо существенно слабее, либо находятся на стадии формирования, и сфотографировать их пока можно только в инфракрасном диапазоне: они слабо излучают в видимом свете, и даже это излучение блокируется плотными газово-пылевыми «коконами» вокруг них. Интересные подробности демонстрирует еще один телескоп Европейской Южной обсерватории VISTA (Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy).<sup>2</sup> На его снимках можно заметить и сами эти коконы, и протяженные струи-джеты — почти неперенные спутники процессов звездообразования.<sup>3</sup>

Широкая плотная полоса пыли, поглощающей свет более далеких объектов, простирается от верхнего левого угла изображения к правому нижнему, где как раз и видно множество протяженных структур, образованных рождающимися звездами, которые не успели избавиться от окутывающих газово-пылевых оболочек. В недрах таких звезд еще не начались реакции термоядерного синтеза на основе водорода, и их излучение нестабильно. Детальное исследование этой области пространства поможет нам лучше понять ранние стадии эволюции нашего Солнца и его планетной системы.

Комплекс туманностей M78 довольно динамичен и за последние полтора десятка лет претерпел заметные изменения. В феврале 2004 г. его сфотографировал еще один любитель астрономии Джей Макнил (Jay McNeil) с помощью телескопа с апертурой всего 75 мм. Он очень удивился, увидев новый яркий диффузный объект — веерообразную структуру в нижней части приведенного изображения, отсутствовавшую на более ранних снимках. Сейчас уже известно, что таким образом себя проявила плотная отражательная туманность вблизи молодой переменной звезды.

Приведенное цветное изображение составлено из множества монохромных экспозиций, сделанных через синий, желто-зеленый и красный фильтры, а также через фильтр H $\alpha$ , пропускающий основную линию излучения ионизированного водорода (656 нм).

<sup>1</sup> ВПВ №11, 2007, стр. 4; №9, 2014, стр. 4

<sup>2</sup> ВПВ №3, 2010, стр. 4

<sup>3</sup> ВПВ №11, 2008, стр. 4



## NGC 1222: галактика со «взрывным» звездообразованием

Космический телескоп Hubble<sup>1</sup> получил невероятное изображение крупной галактики NGC 1222, опубликованное на сайте миссии в ноябре 2016 г. Галактика находится на расстоянии примерно 109 млн световых лет в созвездии Эридана, открыл ее 5 декабря 1883 г. французский астроном Эдуард Жан-Мари Стефан (Édouard Jean-Marie Stephan), более известный благодаря обнаруженному им знаменитому «квартету Стефана».

NGC 1222, также известная под обозначениями LEDA 11774 и Mrk 603, относится к необычному типу линзовидных (линзовидных) галактик,<sup>2</sup> которые, как правило, достаточно однородны и состоят в основном из тусклых старых красных

звезд. Однако здесь это правило нарушается: данная звездная система характеризуется интенсивными процессами звездообразования, результатом которых стало появление большого количества горячих голубых светил, по массе превосходящих Солнце. На снимках ультрафиолетовой космической обсерватории GALEX<sup>3</sup> можно заметить, что у нее не одно ядро, а целых три!

Астрономы полагают, что NGC 1222 переживает эпизод поглощения двух карликовых галактик, которые «неосторожно» подошли к ней слишком близко. Вполне вероятно, что именно это столкновение стало причиной появления в ней гигантских облаков газа, послуживших «сырьем» для формирования новых поколений звезд.

Благодаря обсерватории Hubble ученые смогли обнаружить неизвестные до сих пор детали структуры необычной галактики — темные прожилки межзвездной пыли и протяженные газовые облака, ярко светящиеся под действием мощного излучения массивных горячих светил. Все наблюдаемые высокоэнергетические процессы предположительно «успокоятся» примерно через полмиллиарда лет, и NGC 1222 станет почти неотличимой от большинства звездных систем своего класса.

Представленное изображение является комбинацией отдельных снимков, сделанных с помощью Камеры широкого поля WFC3 через фильтры синего цвета (центрированный на длину волны 475 нм) и ближнего инфракрасного диапазона (814 нм).

<sup>1</sup> ВПВ №10, 2008, стр. 4; №2-3, 2013, стр. 5

<sup>2</sup> ВПВ № 3, 2005, стр. 6; №4, 2009, стр. 31; №8, 2015, стр. 19

<sup>3</sup> ВПВ № 8, 2013, стр. 4

# Клим Иванович Чурюмов

## Жизнь астронома и миссия человечества

За время существования журнала «Вселенная, пространство, время» на его страницах дважды публиковались статьи, посвященные юбилеям нашего постоянного автора и члена редакционного совета Клим Иванович Чурюмова. Третья статья — по случаю его 80-летнего юбилея — должна была появиться в этом году. К сожалению, теперь нам приходится писать о выдающемся ученом в прошедшем времени: 15 октября 2016 г. Клим Ивановича не стало. Он умер через две недели после того, как на поверхность открытой им кометы упал европейский зонд Rosetta, триумфально завершив свою многолетнюю миссию, за всеми перипетиями которой могли следить наши читатели.



▲ Украинский астроном у трехмерной модели ядра открытой им кометы



▲ Клим Чурюмов на космодроме Куру перед стартом ракеты Ariane 5 с космическим аппаратом Rosetta

Конечно же, и без знаменитой кометы этот незаурядный человек, умеющий интересно рассказать об истории, науке, искусстве, написавший много статей и книг, все равно стал бы известной медиа-персоной и достойным членом мирового научного сообщества. Однако судьба преподнесла Климу Ивановичу особый подарок: последние 12 с лишним лет своей жизни он был сви-



▲ Клим Чурюмов (третий справа) с группой сотрудников Центра управления полетами ESA. Слева от него — Андреа Аккомаццо.

детелем полета космического аппарата к комете его имени. Изначально целью миссии хотели сделать комету Виртанена (46P/Wirtanen), но после нескольких отсрочек полет

к ней стал невозможен. Из числа резервных целей наиболее перспективной оказалась комета Чурюмова-Герасименко... Клим Иванович вместе с «соавтором» открытия

Светланой Герасименко присутствовал на космодроме Куру во время запуска зонда Rosetta 2 марта 2004 г., следил за его пролетами вблизи Марса, астероидов Лютеция (21 Lutetia) и Штейнс (2867 Šteins), в начале 2014 г. с нетерпением ожидал выведения аппарата из «спящего режима», после которого началось сближение с кометой и фаза ее активных научных исследований. Украинский астроном смотрел на снимки кометного ядра с близкого расстояния, изучал полученные в ходе миссии результаты измерений, переживал из-за не совсем удачной посадки на ядро модуля Philae... и не забывал регулярно делиться новыми достижениями с читателями научно-популярной периодики и со зрителями многочисленных телепрограмм с его участием. Последнее выступление ученого на читательском клубе журнала «Вселенная, пространство, время» состоялось 9 сентября 2016 г. Позже по предложению редакции он взялся за написание обширного материала об итогах проекта Rosetta, но не успел его закончить.

Этим итогам был посвящен отдельный доклад, прочитанный на недавнем лондонском Астрофесте сотрудником Центра управления полетами Европейского космического агентства Андреа Аккомаццо (Andrea Accomazzo). Миссия Rosetta даже после своего завершения продолжает оставаться интереснейшей темой, а на расшифровку и обработку ее результатов потребуется немало лет, в ходе которых мы еще не раз вспомним про комету Чурюмова-Герасименко — первую «хвостатую звезду», поверхности которой коснулся рукотворный объект.

# Rosetta

## Посадка на ядро кометы

**Андреа Аккомаццо**

Руководитель отделения солнечно-планетных миссий Центра управления полетами Европейского космического агентства (ESA)  
Дармштадт, Германия

**Andrea Accomazzo**

**Landing Rosetta on comet 67P/Churyumov-Gerasimenko**

Доклад прочитан 11 февраля 2017 г. на Астрофесте (Кенсингтон, Лондон), переведен и публикуется с любезного согласия автора

Перевод: Валерия Ковеза

Редакторы перевода: Сергей Гордиенко, Владимир Манько

Истинная форма ядра кометы Чурюмова-Герасименко оказалась намного сложнее, чем ожидалось...

Стьюарт Кларк, ведущий:

...Для меня лично, как и для миллионов других людей, сложно представить себе жизнь в мире, где миссия Rosetta не состоялась. Предлагаю мысленно вернуться в прошлое — к 20 января 2014 года, дню, когда аппарат самостоятельно, автоматически, без какой-либо помощи или руководства с Земли «пробудился», прекратил вращение, определил свое положение относительно родной планеты и отправил сообщение, в котором говорилось, что Rosetta цела, невредима и готова к выполнению своей главной задачи.

Сигнал пришел с задержкой в 15 минут. Этого времени хватило, чтобы все присутствовавшие в Европейском центре управления космическими полетами достигли грани нервного срыва. Все замерли в молчаливом ожидании, в твиттере даже начали появляться предположения, что Европейское космическое агентство якобы специально отключило звуковую дорожку в трансляции, чтобы публика не услышала плохих новостей. На самом деле просто никто ничего не говорил — все молча ждали, когда же на ровной зеленой линии появится пик, возвещающий нас об успешном получении сигнала от аппарата.

Перед тем, как сигнал, наконец, был получен, Андреа вскочил со стула и сжал кулаки. По-моему, именно эта картина во всей полноте отобразила старания и надежды, вложенные человечеством в эту миссию. Сегодня этот человек выступит перед нами, чтобы поведать о деталях и результатах проекта.

Я очень признателен за приглашение выступить и с радостью расскажу о миссии, которая была важной частью моей жизни в течение предыдущих 20 лет. Разработка проекта началась в 1997 г., когда я еще работал в Италии — и вот я до сих пор о нем рассказываю.

Конечно, 30 минут, отведенные мне на доклад — слишком короткое время, чтобы поведать о двадцатилетней работе во всех подробностях, поэтому мне придется сжато изложить суть проекта.

Итак, почему же мы решили отправить миссию к комете? Привлекательность таких объектов с точки зрения науки в том, что это — излишки «строительного материала», оставшиеся после образования крупных тел Солнечной Системы. На ее «задворках», за орбитами газовых гигантов, находится множество каменных и ледяных глыб — «кирпичиков», не вошедших в состав планет и Солнца.

Таким образом, путем исследования комет ученые стремятся узнать больше



Андреа Аккомаццо родился в 1970 г. в итальянском городке Домодоссоло. После окончания школы поступил в Военно-воздушную академию, в 1991 г. окончил курс обучения военного пилота. Далее до 1995 г. учился в Миланском политехническом институте по специальности «аэрокосмическая инженерия». Работал над созданием ракеты Vega в компании Fiat Avio, с 1999 г. — сотрудник ESA, руководитель отдела солнечно-планетных миссий в европейском Центре управления полетами (Дармштадт, Германия). Возглавлял группу баллистического сопровождения миссии Rosetta. Увлечения: футбол, скалолазание, горный велосипед и горные лыжи.

▼ **Андреа Аккоццо** в Центре управления полетами ESA в Дармштадте эмоционально приветствует поступление первого сигнала от аппарата Rosetta после его успешного выхода из «спящего режима» в 18 часов 18 минут 20 января 2014 г.



о формировании Солнца, планет и, возможно, о возникновении жизни на Земле: нетронутый «строительный материал» может хранить ответы на многие фундаментальные вопросы.

В Солнечной системе существуют миллиарды комет. Орбиты большинства из них пролегают очень далеко от ее центра. Внешний регион, граничащий с межзвездной средой, называется Облаком Оорта.<sup>1</sup> Кометы, «обитающие» там, расположены слишком далеко для современных космических аппаратов. Однако внутри системы есть еще одна область,

<sup>1</sup> ВПВ №1, 2004, стр. 32; № 4, 2014, стр. 20 — Все примечания сделаны редакцией

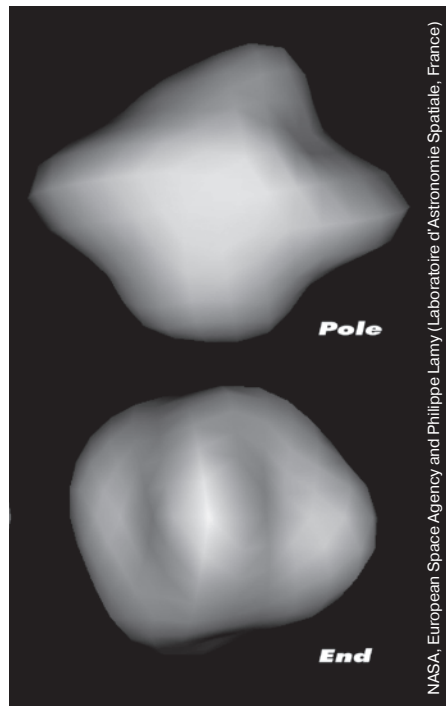
насыщенная огромным количеством комет — пояс Койпера.<sup>2</sup> Например, знаменитая комета Галлея периодически прилетает во внутреннюю часть Солнечной системы именно оттуда.

Кометы пояса Койпера ближе, чем объекты Облака Оорта, однако все равно достаточно далеки; кроме того, скорости, с которыми они движутся вблизи Солнца, слишком велики, чтобы их могла догнать Rosetta или похожий аппарат.

Ранее уже предпринимались попытки изучать кометы с помощью космических аппаратов: в 1986 г. межпланетный зонд Giotto пролетел мимо ядра кометы Галлея и в течение нескольких часов исследовал его, передав на Землю фотографии и научные данные об этом небесном теле.<sup>3</sup> Однако в наших планах уже значился более сложный проект: догнать комету, посадить на нее зонд и взять пробы с ее поверхности. На тот момент миссия еще не носила имя Rosetta, но уже появились документы, которые можно назвать свидетельством о ее рождении.

ESA совместно с NASA планировало доставить на Землю образцы вещества кометы для их дальнейшего изучения. Осуществление этих планов более 30 лет назад казалось слишком затратным и несвоевременным: из-за трагедии,

<sup>2</sup> ВПВ №1, 2010, стр. 9; №6, 2014, стр. 25  
<sup>3</sup> ВПВ №11, 2006, стр. 22



▲ До того, как Rosetta подлетела к кометному ядру, предпринимались попытки определить его форму и размеры с помощью радиолокации и по снимкам космического телескопа Hubble. Эта трехмерная модель показывает, что в отношении формы прогнозы ученых оказались далеки от истины, хотя поперечник и период осевого вращения удалось определить довольно точно.

произшедшей с шаттлом Challenger, американская космонавтика переживала не лучшие времена, и США приняли решение о выходе из проекта.



Специалистам ESA потребовалось почти 10 лет, чтобы предоставить весомые доказательства выполнимости миссии, и в 1993 г. проект утвердили под официальным названием Rosetta. Оно было выбрано в честь Розеттского камня — находки, которая помогла нам раскрыть многие тайны древности. С помощью этой миссии мы тоже хотели найти ответы на вопросы о наших истоках.

С момента утверждения проекта в 1993 г. до запуска в 2004 г. прошло более 10 лет, ушедших на создание аппарата и подготовку миссии, а потом понадобилось еще 10 лет на перелет к пункту назначения. Таким образом, в итоге путь от возникновения идеи до ее реализации занял почти 30 лет.

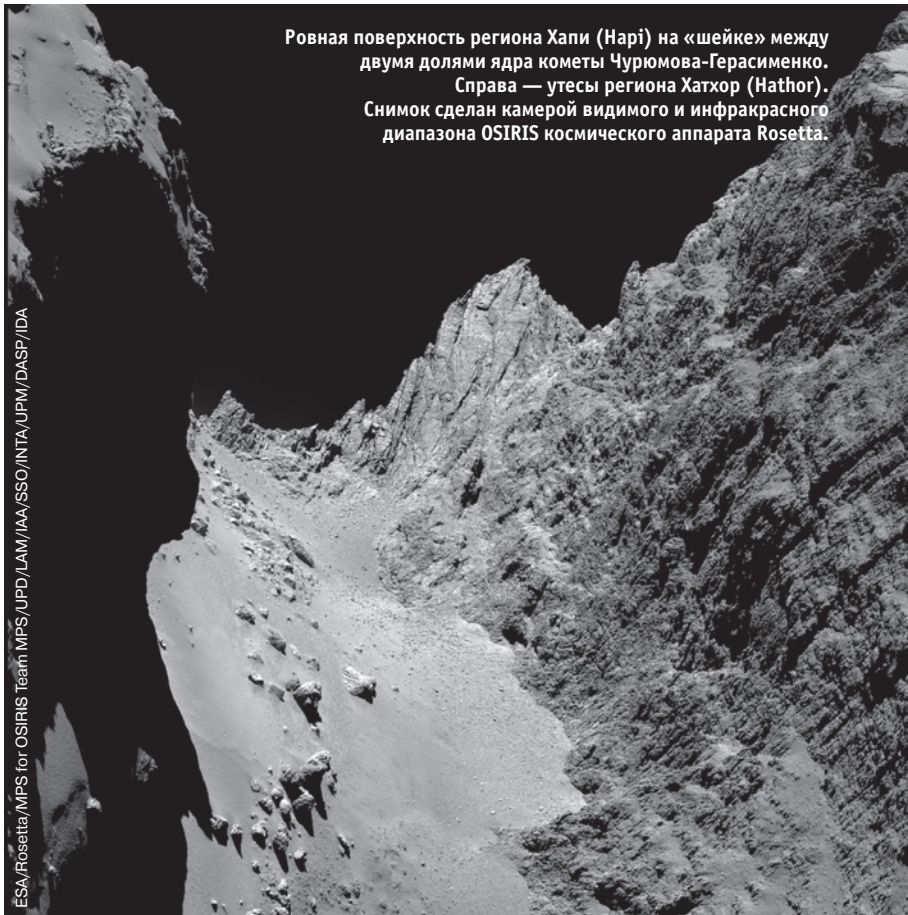
К сожалению, сейчас такие проекты — большая редкость. Но если мы хотим постичь тайны Вселенной, то должны смотреть далеко в будущее и заниматься разработкой миссий на грани возможного: ведь для выполнения чрезвычайно сложных научных и инженерных задач может потребоваться три, четыре или даже пять десятилетий.

До того, как была запущена Rosetta, наши представления о кометах были достаточно ограничены. В ходе миссии Giotto удалось получить изображение ядра кометы Галлея. Внешний вид кометы Чурюмова-Герасименко астрономы воссоздали по вариациям интенсивности свечения единственного пикселя на снимках космического телескопа Hubble, используя так называемую технику кривой блеска. Однако фактическая форма оказалась совсем не такой, как ожидалось.

Запуск аппарата, как уже было сказано, состоялся за 10 лет до его рандеву с кометой. Многие считают, что столько времени потребовалось из-за того, что она находится очень далеко. Да, расстояние до нее немалое, но она почти не выходит за пределы орбиты Юпитера. За 10 лет Rosetta преодолела 7 млрд км в погоне за «хвостатой звездой». <sup>4</sup> Такое расстояние может показаться невообразимо огромным, но стоит помнить, что мы сами живем на космическом корабле под названием Земля, и за то же время пролетели вместе с нашей планетой около 10 млрд км по орбите вокруг Солнца.

Rosetta была запущена с помощью самой мощной из существовавших тогда

<sup>4</sup> Это расстояние эквивалентно 47 астрономическим единицам (1 а.е. равна 149,6 млн км — среднему расстоянию между Землей и Солнцем), что в полтора раза больше радиуса орбиты Нептуна — самой дальней планеты Солнечной системы. Зонд New Horizons, пролетевший в 2015 г. вблизи Плутона, на данный момент удалился от Солнца на 38 а.е.



Ровная поверхность региона Хапи (Hapi) на «шейке» между двумя долями ядра кометы Чурюмова-Герасименко. Справа — утесы региона Хатхор (Hathor). Снимок сделан камерой видимого и инфракрасного диапазона OSIRIS космического аппарата Rosetta.

ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team MPS/JPD/LAM/JAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA

ракет-носителей — Ariane 5. Собственно, целых 10 лет потребовалось не для того, чтобы аппарат долетел до удаленного региона Солнечной системы, а для того, чтобы развить скорость, необходимую для сближения и синхронного движения с кометой по орбите вокруг Солнца. Что же могло нам в этом? Планеты. <sup>5</sup>

Услышав словосочетание «гравитационный маневр», <sup>6</sup> можно подумать, что источник энергии, дающий толчок космическому аппарату — гравитация. На самом же деле она — лишь посредник, используемый для передачи энергии, а источник ее иной. Представьте, что на поверхности деревянного стола лежит железный шарик, а снизу, под столом, вы держите магнит. Если переместить его, шарик двинется вслед за магнитом. Когда вы остановите магнит, шарик продолжит катиться. Однако можно ли сказать, что электромагнитная сила — источник энергии, заставляющей его продолжать движение? Или все же нечто другое?

Истинный источник энергии — мышечная сила, перемещавшая магнит, а магнетизм только послужил посредником для ее передачи. Ту же функцию выполняет гравитация — передает энергию

<sup>5</sup> За 10 лет своего путешествия Rosetta четырежды осуществляла гравитационный маневр (три раза — сближаясь с Землей, один раз — в поле тяготения Марса) <sup>6</sup> ВПВ №3, 2007, стр. 4

орбитального движения планет. Когда Rosetta приближалась к Земле, наша планета притягивала ее, придавая ускорение движению аппарата. Таким образом, источник энергии — угловой момент Земли или Марса, обращающихся вокруг Солнца. Мы использовали дополнительный импульс от планет, чтобы зонд мог развить нужную скорость и догнать комету. Наконец, в 2014 г., после десяти лет скитаний по Солнечной системе, он сумел достичь поставленной цели. За время своего путешествия он дважды пересек пояс астероидов, используя эту возможность, чтобы исследовать его «обитателей». <sup>7</sup>

Rosetta догнала комету и вышла из «спящего режима» 20 января. <sup>8</sup> Это был день, когда мы не могли найти себе места — ведь нам предстояло узнать, каков результат всех наших стараний: 1 или 0, да или нет. Мы потратили около 30 лет на подготовку и реализацию этой миссии. Если бы зонд не проснулся, все пошло бы прахом. Но все прошло благополучно, и мы начали получать первые фотографии кометы Чурюмова-Герасименко с расстояния в 2 млн км.

Почему же эти данные имели для нас особую ценность? Орбиты небольших объектов — таких, как астероиды и кометы — известны с определенной степенью

<sup>7</sup> ВПВ №10, 2008, стр. 22; №7, 2010, стр. 24

<sup>8</sup> ВПВ №2, 2014, стр. 18

неточности. Чтобы догнать комету, выйти на ее орбиту и посадить на поверхность ядра исследовательский модуль, очевидно, необходимо иметь как можно более точную информацию о ее движении и траектории. Единственная возможность достичь такой точности заключается в получении и обработке снимков. Мы использовали технику, называемую оптической навигацией, предполагающую использование данных о положении кометы относительно звезд с последующим расчетом расстояния.

Звучит замысловато, но человеческий мозг использует эту технику постоянно. Когда вы едете в машине и видите, как движутся другие автомобили относительно деталей заднего плана, ваш мозг привычно задействует оптическую навигацию, чтобы оценить, насколько удалены объекты в поле зрения от вас и друг от друга. Мозг автоматически сравнивает относительные скорости движущихся объектов и на основании этого анализа делает вывод, приведет ли движение к столкновению. Тот же метод мы использовали для определения положения зонда Rosetta при сближении с кометой.

Следующим этапом была синхронизация орбит с помощью маневрирования. Для этого нам периодически приходилось снижать скорость аппарата: Rosetta приближалась со скоростью 800 м/с, и каждые 2-3 недели мы производили специальные маневры для ее замедления относительно кометы. Изначально орбита зонда пролегла ближе к Солнцу, чем кометная, то есть его относительная гелиоцентрическая скорость постоянно увеличивалась, чтобы в итоге сравняться со скоростью кометы. Когда в начале августа 2014 г. их движение синхронизировалось, нас ожидал большой сюрприз. Результатом предварительного моделирования формы ядра на основании снимков телескопа Hubble, о котором я упоминал ранее, было нечто напоминающее картофелину, но его фактическая форма оказалась значительно более замысловатой. Кому-то она напоминала пробку, а одна из моих коллег, занимавшаяся созданием оборудования для посадочного модуля Philae, увидела в ней сыр «моцарелла».<sup>9</sup>

Долететь до кометы было, пожалуй, самой простой частью задачи. Движение сквозь Солнечную Систему — спокойное и быстрое, как поездка по немецкому автобану. Но когда мы добрались до цели, то оказались на горной дороге в Италии: чтобы выйти на орбиту вокруг ядра, пришлось выполнить множество сложных маневров, напоминающих езду по «серпантину». Основная проблема заключалась в том, что

для расчетов необходимо знать точную массу кометы, которая, разумеется, не была нам известна, поэтому приходилось принимать решения на базе предположений и предварительных данных.

Через пару недель мы собрали достаточно сведений о силе притяжения кометы, чтобы с приемлемой точностью установить ее массу. С 6 августа по 10 сентября кипела самая сложная и скрупулезная работа в рамках миссии — расчет параметров и характеристик, которые нужно учесть для планирования орбиты и посадки исследовательского модуля на поверхность ядра. Тяжело объяснять широкой публике, насколько сложны такие расчеты: на пояснения к каждому графику требуется несколько часов. В частности, одной из основных проблем была микрогравитация — притяжение в миллиард раз слабее земного. В условиях микрогравитации находятся, например, астронавты на Международной космической станции.

В июле 2014 г. Rosetta прошла точку, в которой сила притяжения кометы превысила силу притяжения Солнца. Тогда нам и удалось произвести расчет массы ядра, измерив ускорение зонда. Еще одним важным фактором было давление солнечного света. Падая на фотогальванические панели, фотоны сообщают им энергию и отталкивают аппарат. Хотя это давление чрезвычайно мало, в подобных условиях его тоже нужно брать в расчет.

Кометы — активные небесные тела. Лед сублимируется и вырывается в космос в виде потоков газа, порождая аэродинамические силы, воздействующие на объекты в окрестностях ядра. Кроме того, чем ближе Rosetta подходила к его поверхности, тем сильнее ощущалась неоднородность гравитационного поля, обусловленная сложностью рельефа. Даже небольшая возвышенность может серьезно повлиять на движение спутника. Очевидно, что чем ниже орбита, тем более выражено это влияние. То, что нам удалось успешно произвести такие тонкие расчеты и учесть массу разнообразных факторов, можно считать важнейшим инженерным достижением миссии. Однако самореализация инженеров не была главной целью проекта — впереди нас ожидала посадка исследовательского модуля на поверхность кометного ядра.

Rosetta представляет собой аппарат размером 2х3х2,5 м и весом около трех тонн, причем размах солнечных панелей составляет 32 м. Посадочный модуль Philae по размеру сопоставим со стиральной машинкой. Длина кометы — около 5 км, что примерно равно высоте горы Монблан.

Итак, мы пролетаем над Монбланом и хотим приземлить стиральную машинку на один из покрывающих его ледников. Основной аппарат находится в 15-20 км от поверхности. Таким образом, нам предстоит выбросить стиральную машинку из иллюминатора самолета с высоты 20 км.

Philae не имел никаких систем навигации либо управления: его спуск был, по сути, баллистическим. Таким образом, точность попадания в запланированное место зависела исключительно от правильного расчета времени, положения основного аппарата и скорости, изначально приданной «стиральной машинке». В условиях микрогравитации спуск занял целых 7 часов. Если бы при отделении мы задали изначальную скорость с ошибкой всего на сантиметр в секунду, через 7 часов Philae оказался бы в 250 м от намеченной точки посадки. Для объекта, размер которого составляет всего 5 км, таким отклонением нельзя пренебречь.

Я хотел бы привести несколько примеров для демонстрации масштабов расстояний. Давайте представим, что Земля — это теннисный мяч. В таком случае диаметр Луны составил бы всего 1,5 см, а располагалась бы она в 1,5 м от нашей планеты. Расстояние от Земли до Луны меняется, но в среднем составляет около 384 тыс. км.



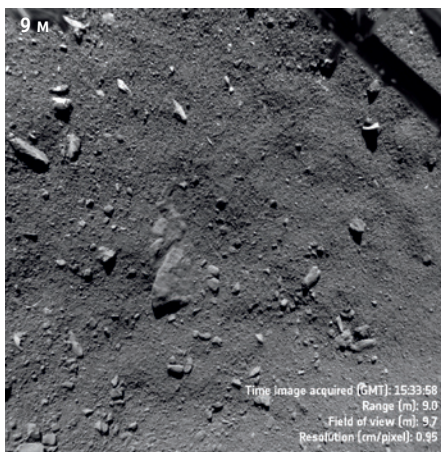
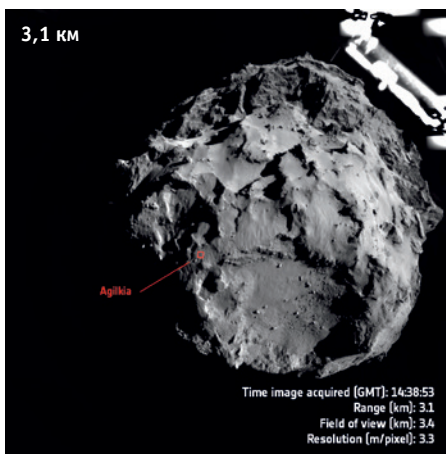
▲ Удаляющийся модуль Philae. Снимок сделан камерой OSIRIS аппарата Rosetta 12 ноября 2014 г.

В то же время комета Чурюмова-Герасименко находилась в 500 млн км от нас, и в предложенном масштабе от нее нас отделяло бы 2 км, а размер ее ядра составлял бы всего 20 нанометров, что сопоставимо с толщиной человеческого волоса. Посадочный модуль Philae — наша «стиральная машинка» — тогда был бы не больше молекулы гемоглобина. Итак, нам удалось сделать следующее: запустить молекулу гемоглобина с теннисного мячика и посадить на срез человеческого волоса на расстоянии 2 км.

Во время спуска модуля на комету Rosetta снимала его сверху и передава-

<sup>9</sup> ВПВ №7, 2014, стр. 26; №10, 2014, стр. 20





▲ По мере снижения модуля Philae на передаваемых им снимках все четче проявлялись хаотически разбросанные валуны различных форм и размерами до нескольких метров, потом — обломки поперечником 10-50 см, и на финальном изображении — гранулы сантиметровых размеров.

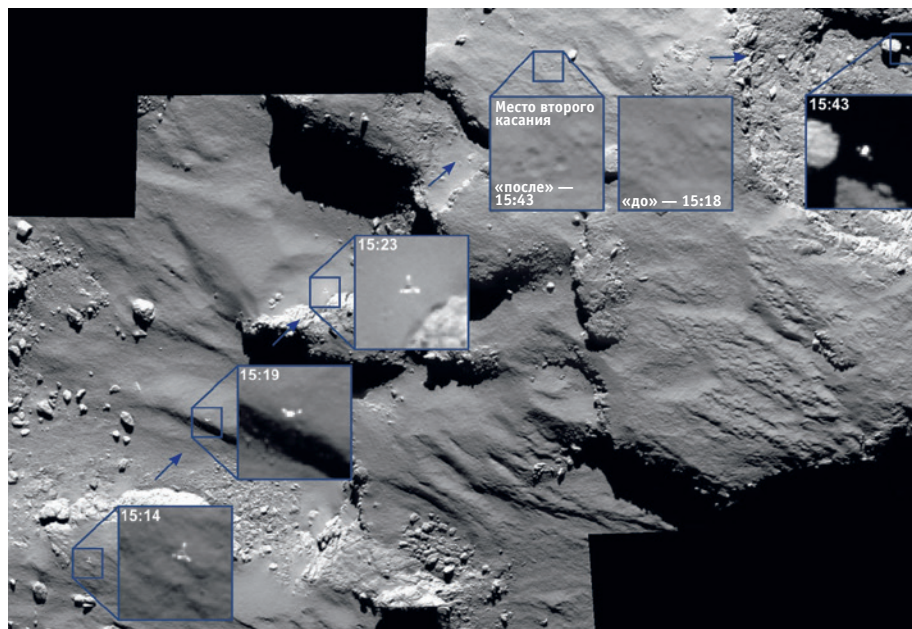
ла фотографии удаляющегося аппарата на Землю. Сам модуль запечатлел множество удивительных видов по мере сближения с ядром. Рассматривая эти снимки, можно представить, что видели бы астронавты, если бы он был пилотируемым аппаратом. Последнюю фотографию Philae сделал перед самой посадкой, всего в 9 м от поверхности. Позже Rosetta прислала снимок места, куда он по плану должен был опуститься, но там был только оставленный им след. Позже я расскажу, почему так получилось.

Я родился в 1970 г. Помню, мой отец провел всю ночь перед телевизором, наблюдая за посадкой на Луну корабля Apollo. Поэтому мне нравится ассоциировать этот след на комете с тем самым легендарным снимком, запечатлевшим след человека на лунной поверхности.

Как же в итоге прошла посадка модуля? Мы наметили желаемое место и обозначили «зону погрешности» радиусом в пару сотен метров. Первое соприкосновение с поверхностью кометы произошло внутри этой зоны, примерно в сотне метров от запланированной точки — как вы помните, даже небольшое отклонение исходной скорости за семь часов спуска привело бы к значительному удалению модуля

от цели. Фактическая ошибка составила всего 1,7 мм/с, что и привело к упомянутому «промаху». После касания Philae подпрыгнул, отскочил от поверхности — Rosetta сделала несколько его снимков после «отскока» — и вскоре пропал из поля нашего

▼ Базовый аппарат Rosetta сделал несколько последовательных снимков модуля Philae, коснувшегося поверхности кометного ядра и позже отскочившего от нее в ходе посадки 12 ноября 2014 г.



зрения.<sup>10</sup> Не зная наверняка, где зонд коснулся ядра во второй раз, мы смогли лишь приблизительно рассчитать, как далеко он «отпрыгнул», и определить участок, где нам следовало его искать. Поиски продолжались довольно долго.

Несмотря на то, что проблемы при посадке не позволили модулю выполнить все задачи, запланированные в рамках миссии, первостепенные пункты программы были успешно реализованы. С помощью зонда Philae мы получили поистине бесценные сведения о ранней истории Солнечной системы.

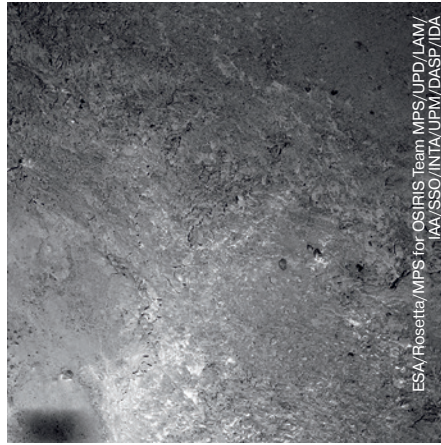
Один из разработчиков камеры модуля сказал мне: «Только задумайся — с помощью аппарата, которому всего 20 лет, мы смогли сфотографировать породы, которым 4,7 млрд лет. Если бы модуль сел там, где запланировано, его бы окружала только мертвая пустыня, укрытая пылью и льдом. Благодаря тому, что так вышло, мы увидели нетронутые породы, первичный материал, из которого состоит комета, всего в 80 сантиметрах от объектива камеры». Многие исследователи были несказанно рады такому повороту событий — можно сказать, что результаты неожиданного отклонения от намеченного сценария превзошли самые смелые ожидания ученых.

Конечно, посадка Philae не была единственной задачей миссии. Rosetta пролетала совсем низко над ядром кометы, и с помощью ее камер мы получили множество потрясающих воображение фотографий

<sup>10</sup> Модуль был снабжен системами фиксации на поверхности, которые не сработали — ВПВ №11, 2014, стр. 16; №12, 2014, стр. 12



ESA/Rosetta/Philae/CIVA



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

▲ На изображении, полученном зондом Rosetta 14 февраля 2015 г. во время особенно тесного сближения с кометным ядром, на поверхности можно заметить тень космического аппарата (в левом нижнем углу). Снимок охватывает часть региона Имхотеп (Imhotep), расположенного на большей доле ядра.

зор. Принимая во внимание эти факторы, ученым пришлось отдалить аппарат от кометного ядра, но это не нарушило наших планов — сбор и анализ вещества газовой оболочки кометы входили в первоочередные задачи миссии.

Кроме того, объектом научного интереса являлось изменение рельефа поверхности ядра с течением времени. Если на более ранних снимках были видны крутые склоны, напоминающие карьеры или террасы, то спустя год на тех же участках появились завалы, сравнявшие прежние возвышенности с уровнем окружающего ландшафта. По мере приближения к Солнцу активность кометы, меняющая ее внешний облик, возросла настолько, что подобные изменения стали заметны даже при сравнении снимков, сделанных с интервалом в сутки.

Наблюдались и другие интригующие события. Например, на некоторых фотографиях отчетливо и детально зафиксированы так называемые джеты — струи газа, вырывающиеся из-под поверхности ядра — на самых ранних этапах формирования.

Чтобы рассмотреть подобные явления с еще большими подробностями, с августа 2015 г. орбита зонда снижалась, пока его высота не достигла все-

го 3,9 км от центра массы кометного ядра. С такого незначительного расстояния были получены беспрецедентно детальные снимки поверхности, на которых можно различить даже мелкие элементы рельефа. У самого края одной из таких фотографий, сделанной меньше чем за месяц до окончания миссии, мы обнаружили нечто знакомое — модуль Philae, покоящийся в тени высокого утеса. Мой руководитель часто говорил, что мы непременно сможем отыскать его, и вот 2 сентября мы, наконец, его заметили — нашу маленькую «стиральную машинку», притаившуюся среди ледяных скал.<sup>11</sup>

Вскоре после этого миссия была завершена. Многие спрашивают: почему нельзя было ее продолжить? Пройдя перигелий (ближайшую к Солнцу точку своей орбиты), комета, а вместе с ней и Rosetta, теперь удаляются от центра Солнечной системы в сторону ее холодных окраин. Несмотря на большой размах солнечных панелей, количество энергии, получаемой аппаратом, через какое-то время стало бы слишком мало, чтобы поддерживать его работоспособность. Мы рассматривали возможность повторно «пробудить» его в апреле-мае 2020 г., когда комета снова вернется к Солнцу, но затраты на сопровождение миссии при неясных перспективах ее возобновления представлялись нерациональными, и было принято решение полностью завершить ее в 2016 г.

Итак, достигнув минимально возможной высоты над поверхностью кометы, мы решили попытаться посадить аппарат на ее ядро, как модуль Philae (вообще в ESA любят проводить посадки). Было выбрано финальное место назначения: мы хотели, чтобы Rosetta угодила как раз в один из «свежих» кратеров. Это давало уникальный шанс собрать данные о недавно вышедшем на поверхность кометном веществе, из которого «соткана» вся наша планетная система, и изучить его с помощью газового спектрометра ROSINA. Камера OSIRIS сделала последний снимок с высоты при-

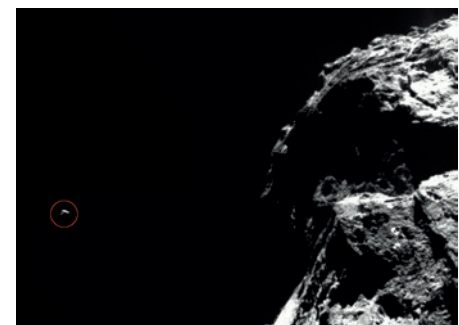
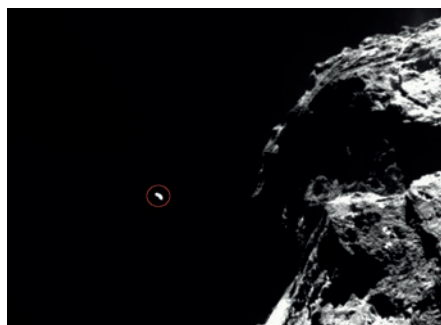
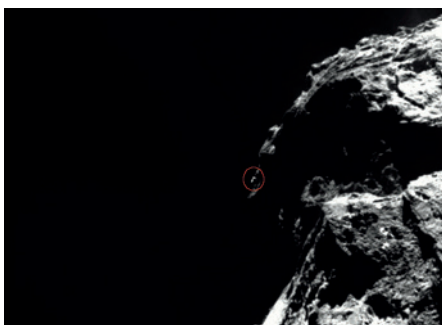
<sup>11</sup> ВПВ №9, 2016, стр. 27

➤ ▲ Дважды отскочив от поверхности кометы Чурюмова-Герасименко, модуль Philae наконец «успокоился» у подножья утеса в области Абидос (Abydos) на малой доле ядра. Этот снимок сделан бортовой камерой CIVA 13 ноября 2014 г., перед тем, как закончился заряд аккумуляторов модуля. Внизу заметна одна из антенн системы радиозондирования CONSERT. Ее диаметр составляет 5 мм, длина — 693 мм, что позволяет оценить масштаб изображения. Обращает на себя внимание разница в яркости отдельных освещенных деталей поверхности, возможно, связанная с их различным составом.

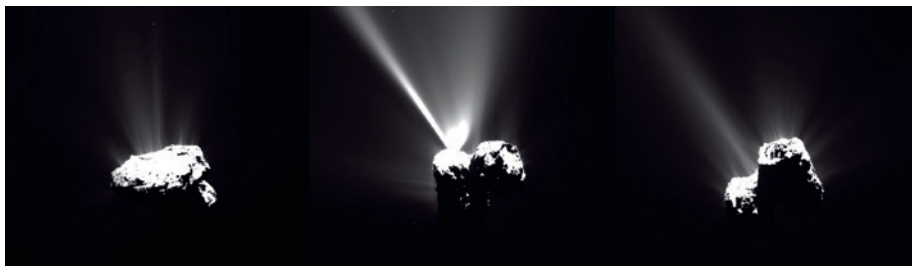
поверхности. На некоторых снимках даже видна тень, отбрасываемая зондом. Тем временем комета вместе с ним приближалась к Солнцу, и сублимация льда становилась все более интенсивной из-за возрастающего нагрева лучами светила. Однако чем больше газа вырывается из ядра, тем больше влияние аэродинамических сил на пролетающий поблизости аппарат — соответственно, снижение к самой поверхности становится все более опасным. На определенном этапе эта опасность стала нашей первостепенной проблемой.

Газ прорывается сквозь верхние слои ядра, образуя пористую структуру и увлекая за собой кометное вещество: нам случилось наблюдать, как под давлением испаряющегося льда большие валуны отрывались и улетали в открытый космос. Пылевые бури, поднимавшиеся с поверхности кометы, часто мешали работе камер, закрывая об-

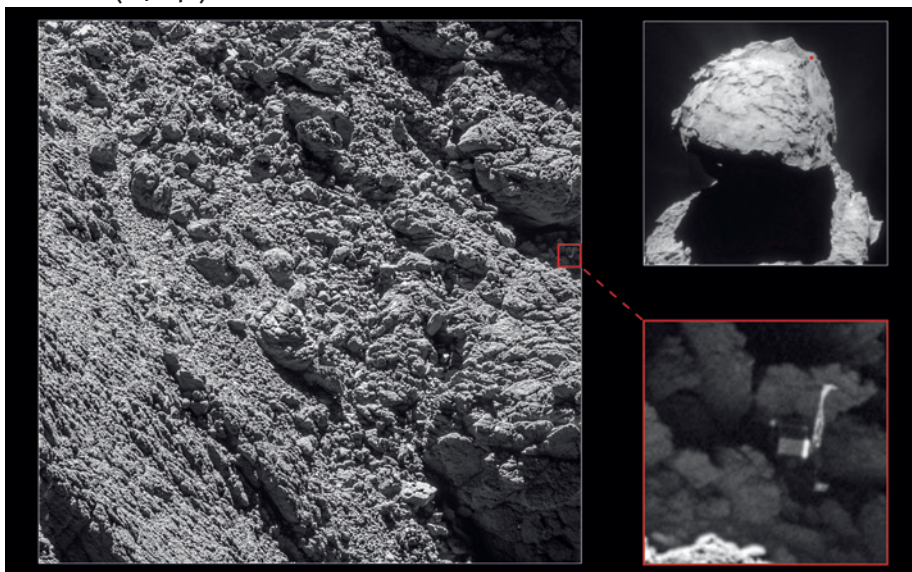
▼ Последовательные снимки, сделанные 30 июля 2015 г. камерой OSIRIS зонда Rosetta, запечатлели достаточно крупный обломок, удаляющийся от ядра кометы Чурюмова-Герасименко.



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



▲ Серия изображений кометы Чурюмова-Герасименко, полученная узкоугольной камерой OSIRIS зонда Rosetta 12 августа 2015 г., за несколько часов до прохождения перигелия — ближайшей к Солнцу точки орбиты. Расстояние до кометного ядра во время съемки составляло около 330 км. Прекрасно видна возросшая активность кометы; в частности, очень мощный выброс произошел в 17:35 UTC (в центре).



▲ Меньше чем за месяц до завершения миссии Rosetta на снимках высокого разрешения обнаружился модуль Philae, «вклинившийся» в глубокую трещину в кометном ядре. Первая фотография, на которой его удалось заметить, была сделана 2 сентября 2016 г. узкоугольной камерой OSIRIS с расстояния 2,7 км и имела разрешение около 5 см на пиксель. Хорошо виден корпус «стиральной машинки» и две из трех посадочных опор. Снимок помог уточнить пространственную ориентацию модуля. Справа вверху приведено контекстное изображение, отснятое навигационной камерой базового аппарата 16 апреля 2015 г., с указанием примерного положения Philae.

мерно 10 м незадолго до столкновения аппарата с кометой. В этот раз точность соответствия запланированного и фактического места посадки была значительно выше: если Philae «промахнулся» на сотню метров, то Rosetta коснулась поверхности всего в 32 м от намеченной точки.<sup>12</sup>

Часто ученых сравнивают с выросшими детьми, которые не прекратили искать ответы на фундаментальные вопросы о нашем существовании. Конечно же, мы догнали комету и посадили на нее модуль не только ради красивых фотографий. Прежде всего, мы хотели узнать больше о наших собственных истоках, о доисторических временах и первозданном материале, из которого создано все, что нас окружает, и, возможно, о происхождении самой жизни.

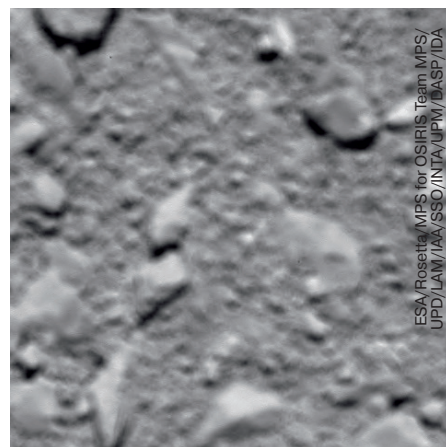
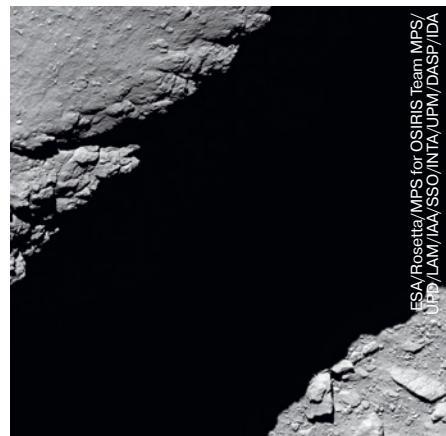
Одним из главных результатов миссии стало обнаружение молекулярного кислорода. Кого-то это открытие не удивит — ведь в нашей собственной атмосфере его полно. Интерес состоит в том, что этот кислород был «запечатан» в кометном ядре и

хранился там очень долгое время; скорее всего, он попал туда еще до образования Солнечной системы.

С точки зрения решения вопроса о происхождении жизни примечательным стало обнаружение базовых аминокислот (таких, как глицин  $H_2NCH_2COOH$ ), служащих основой для известных нам жизненных форм. Кроме того, в рамках миссии был найден целый ряд добиологических молекул, получивший прозвище «Зоопарк Розетты».

Конечно, для того, чтобы стать основой для зарождения жизни, эти базовые «кирпичики» должны оказаться в благоприятных условиях, где они, прежде всего, будут окружены жидкой водой... но поразителен тот факт, что если лед, в котором они хранятся, старше Солнечной системы — значит, они также попали туда до образования Солнца и планет. Таким образом, можно сделать вывод, что базовые элементы жизни не являются отличительной чертой нашей системы: скорее всего, они встречаются в космосе повсеместно. Соответственно, вероятность того, что Земля обладает уникальным набором

▼ Камера OSIRIS зонда Rosetta сделала этот снимок ядра кометы Чурюмова-Герасименко 30 сентября в 10:14 UTC с расстояния примерно 1,2 км. Масштаб изображения — 2,3 см на пиксель, оно охватывает участок шириной примерно 33 м. Хорошо видна освещенная (в правом нижнем углу) и затененная часть дна провала, получившего название «Дейр эль-Медина».



▲ Последний снимок поверхности кометного ядра, сделанный узкоугольной камерой OSIRIS зонда Rosetta непосредственно перед падением с высоты менее 20 м.

веществ, необходимых для жизни, невелика. Со всей очевидностью результаты миссии Rosetta дают основания заключить, что с таким же успехом жизнь вполне могла зародиться и развиваться во многих других уголках Вселенной.



▲ Андреа Аккомаццо (в центре) после своего выступления беседует с членами редакции ВПВ, пригласившими его посетить Киев и выступить с докладом на собрании научно-просветительского клуба «Вселенная, пространство, время» в Доме ученых НАН Украины. Ученый принял это предложение; дата его приезда будет согласована позже.

<sup>12</sup> ВПВ №10, 2016, стр. 27

# Кратер с веерообразными выбросами

В конце прошлого года американский аппарат LRO, более семи лет работающий на селеноцентрической орбите,<sup>1</sup> сфотографировал километровый безымянный кратер на склоне более древней ударной структуры, имеющей диаметр

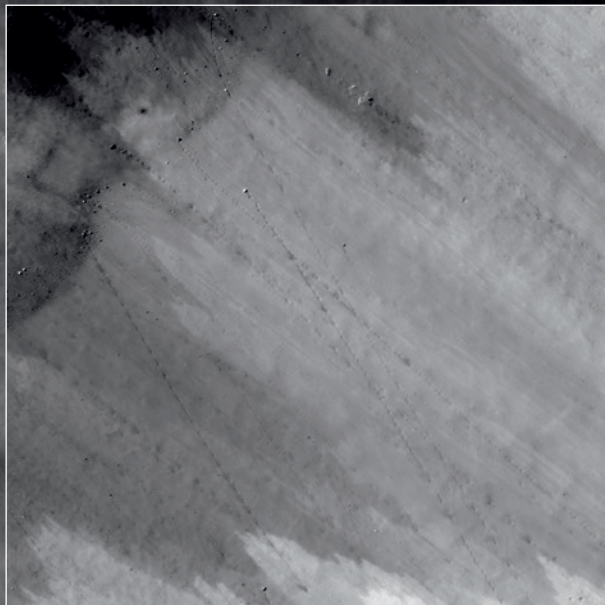
<sup>1</sup> ВПВ №6, 2009, стр. 2; №11, 2010, стр. 5

около 15 км и обозначение «Дарвин С». Из-за «нестандартного» места падения метеорита форма этого кратера сильно отличается от круговой, а вещество, выброшенное при ударе, не разбросано равномерно по окрестностям, а сосредоточено в секторе, направленном вниз — в сторону центра Дарвина С. Это вещество зна-

чительно ярче окружающей поверхности, за миллионы лет успевшей потемнеть под действием космических лучей.<sup>2</sup> На увеличенном фрагменте снимка (на врезке) заметны отдельные валуны поперечником до 6 м, скатившиеся по склону, и их протяженные следы.

<sup>2</sup> ВПВ №5, 2009, стр. 28

Комплекс ударных кратеров, названных в честь известного английского естествоиспытателя Чарльза Дарвина (Charles Darwin), расположен недалеко от западного края видимой стороны Луны вблизи 20° южной широты. Разрешение полученных снимков достигает полуметра на пиксель.



NASA/GSFC/Arizona State University



## Загадочная воронка на Марсе

Необычный провал округлой формы со светлыми стенами впервые был обнаружен на снимках контекстной камеры американского аппарата Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) в конце 2014 г. Фотографии с более высоким разрешением, сделанные тем же аппаратом с помощью камеры HiRISE, продемонстрировали многочисленные горизонтальные слои на стенах воронки, видимые как концентрические кольца — следовательно, ее происхождение практически наверняка не связано с метеоритным ударом и вызвано какими-то вну-

тренными причинами (наподобие карстовых процессов). На дне провала заметны темные песчаные наносы протяженностью больше сотни метров. Песок, очевидно, принесен ветрами с обширного неровного плоскогорья восточнее впадины; на приведенном изображении часть его видна справа.

Центр отснятого участка находится в точке с ареографическими координатами 27,72° ю.ш., 203,16° в.д. Фотографирование велось с расстояния 254 км при высоте Солнца над местным горизонтом около 49°, разрешение снимка достигает 25 см на пиксель.

## MAVEN уклонился от Фобоса

Американский исследовательский зонд MAVEN, находящийся на переходной эллиптической орбите вокруг Марса,<sup>1</sup> 28 февраля ненадолго включил свои бортовые двигатели, чтобы избежать возможного столкновения с крупнейшим марсианским спутником Фобосом, которое, согласно предварительным подсчетам, могло состояться 6 марта. Небольшое изменение скорости задержало аппарат примерно на две с половиной минуты, чего оказалось достаточно для безопасного пролета.

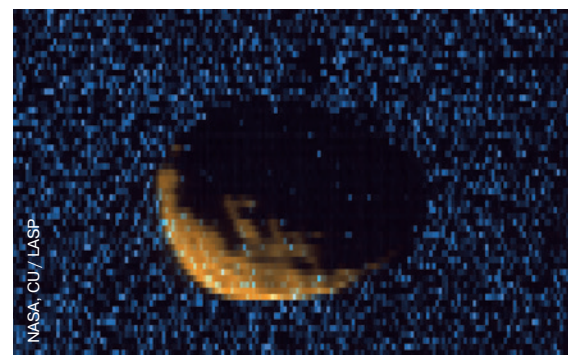
MAVEN (Mars Atmosphere and Volatile Evolution) 22 сентября 2014 г. вышел на ареоцентрическую орбиту с апоцентром высотой 44,5 тыс. км и перигентром чуть

больше 200 км. Благодаря аэродинамическому торможению в верхних слоях марсианской атмосферы ее апоцентр постепенно снижается и сейчас немного превышает 6 тыс. км, что опасно близко к средней высоте Фобоса (5990 км). Хотя орбиты искусственного и естественного спутника взаимно наклонены более чем на 70°, на текущем этапе миссии сотрудники группы сопровождения уделяют особое внимание безопасности аппарата.

Еще в декабре 2015 г. MAVEN осуществил несколько пролетов сравнительно недалеко от Фобоса (в пределах 1000 км) и произвел уникальные спектральные исследования этой луны, с момента открытия в 1877 г. привлекающей повышенное внимание ученых. До сих пор нет единого мнения о том, сформировалась ли она

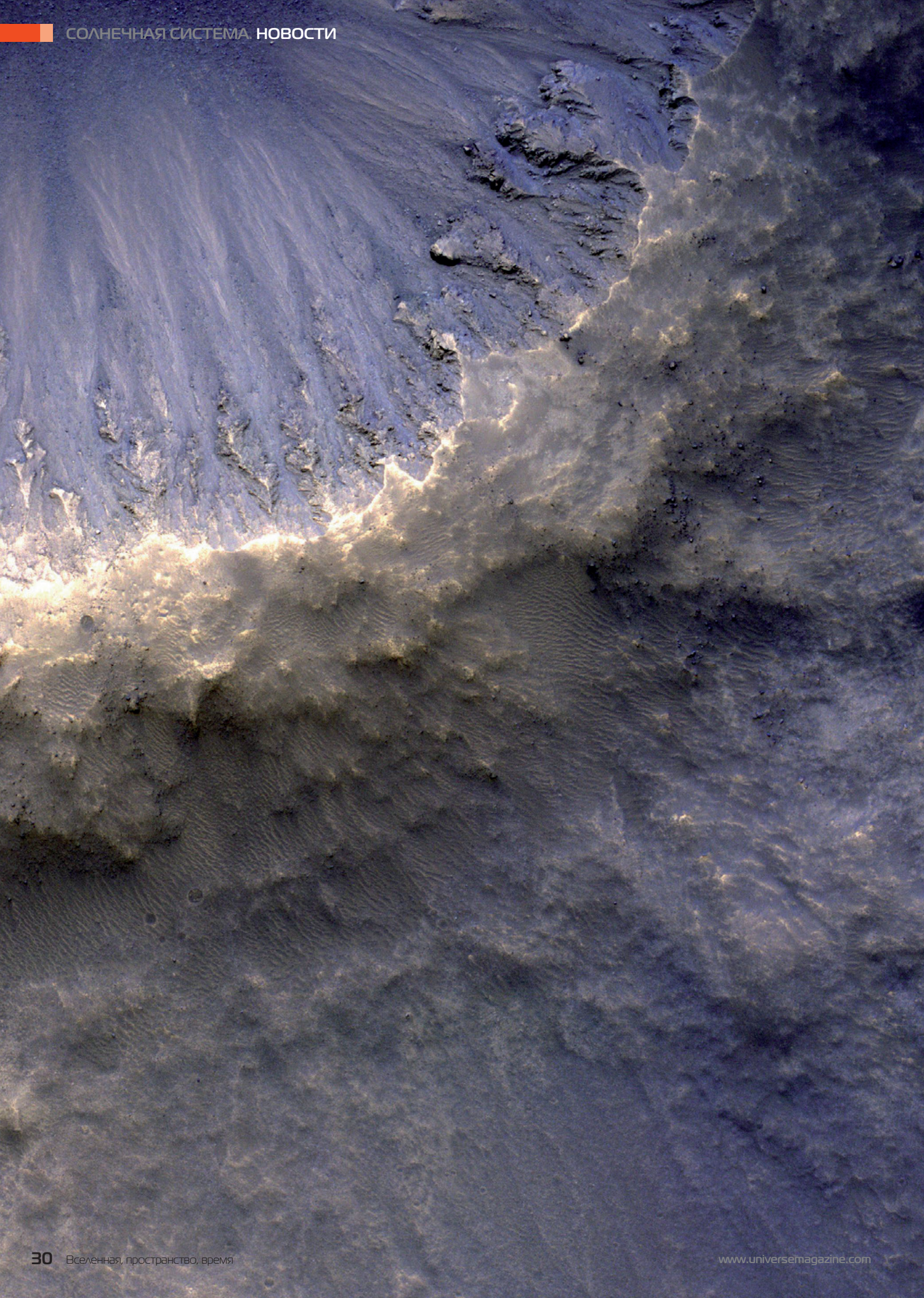
в окрестностях Марса одновременно с ним, или же это астероид, в древности захваченный гравитацией Красной планеты.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ВПВ №1, 2004, стр. 16; №5, 2014, стр. 4



▲ Снимок Фобоса, сделанный ультрафиолетовым спектрографом зонда MAVEN в 2015 г.

<sup>2</sup> ВПВ №12, 2013, стр. 24; №9, 2014, стр. 31; №10, 2014, стр. 25



## Вал марсианского кратера

**Н**а этом снимке, сделанном камерой HiRISE американского зонда Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) и опубликованном на сайте миссии 1 февраля 2017 г., видна часть вала небольшого безымянного кратера в южном марсианском полушарии. Изображение представлено в условных цветах, чтобы выделить глубинные породы, поднятые на поверхность ударом метеорита и разбросанные по окружающей равнине — они показаны сине-

фиолетовым цветом. Собственно кратерный вал, в котором преобладают поверхностные породы, имеет желтый цвет. Сразу за ним видно нагромождение крупных обломков, выпавших на поверхность почти сразу после удара: это так называемый «непрерывный выброс». Еще дальше (правее и ниже) заметны протяженные радиальные структуры, сформированные мелкими фрагментами — они разлетаются на значительно большие расстояния и часто обра-

зуют характерные «лучи», расходящиеся от кратера. Самые масштабные из подобных структур найдены на Луне и могут наблюдаться с Земли даже в небольшие бинокли.

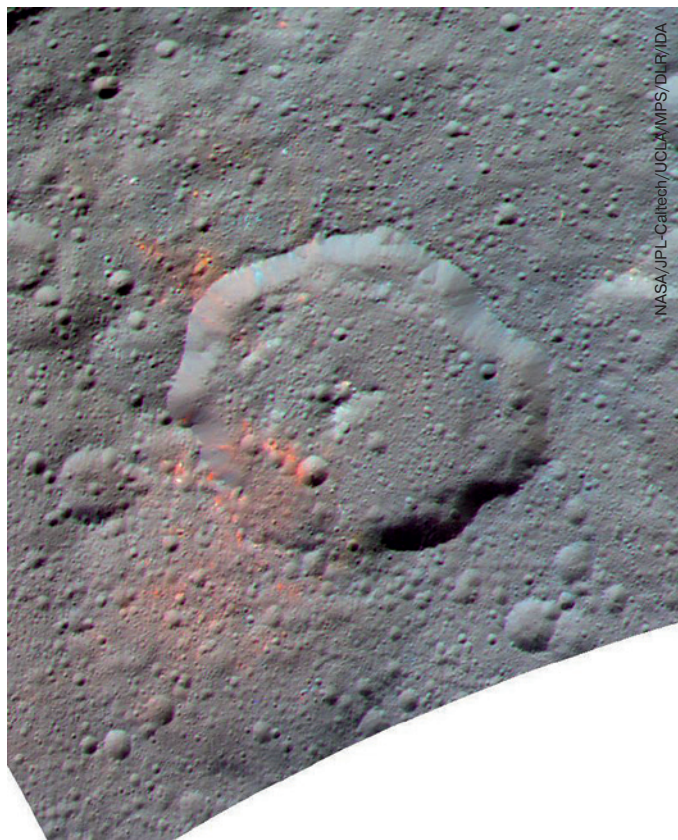
Разрешение представленного снимка равно примерно 50 см на пиксель, центр основного изображения лежит вблизи точки с ареографическими координатами 10,4° ю.ш., 24,6° в.д. Фотографирование производилось вскоре после местного полудня. Север вверх.

# «Молекулы жизни» на Церере

Американский космический аппарат Dawn<sup>1</sup> продолжает передачу снимков карликовой планеты Цереры (1 Ceres) — крупнейшего «обитателя» главного астероидного пояса между орбитами Марса и Юпитера.<sup>2</sup> До 23 февраля этот аппарат двигался вокруг нее по эллиптической орбите с высотой перигея 7520 км и высотой апогея 9350 км. В настоящее время он производит маневры с целью перехода на новую траекторию (почти круговую радиусом около 20 тыс. км). Вероятнее всего, на ней он и останется после прекращения эксплуатации.

Параллельно рабочая группа миссии занимается расшифровкой изображений поверхности Цереры, полученных ранее. Особое внимание исследователей привлекли фотографии 52-километрового кратера Эрнутет (Ernutet), расположенного в окрестностях точки с координатами 53° с.ш., 44° в.д. После компьютерной обработки, позволившей усилить цветовые различия отдельных участков, на них стали заметны красноватые пятна, являющиеся признаком наличия соединений углерода — именно такие соединения на Земле являются основой живых организмов, а также продуктами их питания и жизнедеятельности (поэтому им присвоено общее название «органические соединения»).

Открытие было сделано с помощью картирующего спектрометра видимого и ин-



▲ На это изображение окрестностей кратера Эрнутет, полученное бортовой камерой космического аппарата Dawn (NASA), нанесены данные его картирующего спектрометра в условных цветах. Оранжевые пятна соответствуют участкам с повышенным содержанием соединений углерода. Для человеческого глаза эти участки почти не выделяются на фоне окружающей местности.

фракрасного диапазона VIR, установленного на борту зонда Dawn. Он производил съемку карликовой планеты в трех спектральных линиях — 440 нм (голубой цвет, видимый диапазон), 750 нм (красный цвет, граница видимого диапазона) и 960 нм (ближний инфракрасный диапазон). Органика почти всегда характеризуется избыточным отражением инфракрасных лучей, что позволяет ее довольно легко идентифицировать. Для человеческого глаза, нечувствительного к этой части спектра,

богатые углеродом участки выглядели бы лишь чуть более красноватыми по сравнению с соседними.

Это открытие существенно увеличивает вероятность в будущем найти жизнь на других телах Солнечной системы. До сих пор присутствие органики во внеземном веществе было достоверно зарегистрировано в некоторых типах метеоритов (углистых хондритах), в выбросах гейзеров сатурнианского спутника Энцелада<sup>3</sup> и в веществе

кометы Чурюмова-Герасименко (67P/Churyumov-Gerasimenko). Дистанционно признаки «молекул жизни», а также продуктов их распада под действием солнечного излучения, отмечали в спектрах комет и астероидов. Поскольку ранее на Церере уже обнаружили карбонаты<sup>4</sup> и глинистые минералы, считающиеся надежными доказательствами существования жидкой воды в далеком прошлом карликовой планеты (или в ее недрах в наше время), новые данные делают это небесное тело еще одним перспективным местом для возникновения и развития живых организмов.

Уже известные «месторождения» органических веществ сосредоточены на участке площадью около тысячи квадратных километров вблизи уже упомянутого кратера Эрнутет. Еще одно место повышенной концентрации органики замечено примерно в 400 км от него, возле меньшего по размерам кратера Инамахари (Inamahari). Очевидно, поиски подобных «месторождений» и их детальные исследования продолжатся до завершения миссии Dawn, пока запланированного на весну 2018 г. Эта информация, по словам научной сотрудницы группы сопровождения зонда Хулии Кастильо-Рохес из Лаборатории реактивного движения NASA (Julie Castillo-Rogez, Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, California), поможет нам лучше понять, каким путем вода и «молекулы жизни» попали на Землю и насколько сложно воспроизвести этот путь в других условиях.

<sup>1</sup> ВПВ №5, 2005, стр. 24; №10, 2007, стр. 18; №3, 2015, стр. 28

<sup>2</sup> ВПВ №4, 2004, стр. 16; № 1, 2010, стр. 8

<sup>3</sup> ВПВ №4, 2008, стр. 10; №3, 2011, стр. 18

<sup>4</sup> ВПВ № 7, 2016, стр. 27

## РЕКОМЕНДУЕМ!



**Д003.** Том Джексон. «Иллюстрированная история астрономии»

Хотите проследить историю Вселенной и найти свое место в ней? Узнать, как поймать восход солнца среди грубых камней Стоунхенджа, познакомиться поближе с греческим гением Аристархом, убедиться вместе с Эдвином Хабблом, что Вселенная становится все больше и больше? Все поворотные моменты истории астрономии собраны для вас в одной книге. Внутри книги — раскладной путеводитель по истории астрономии и звездному небу.

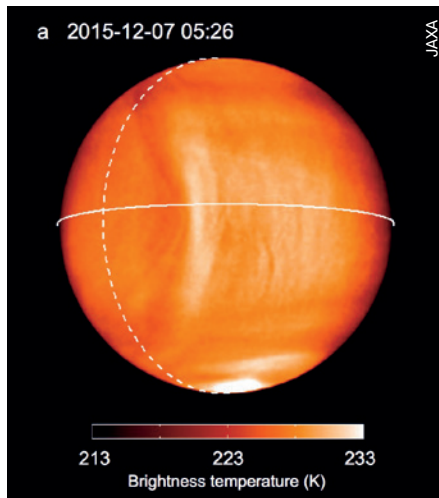
Полный перечень книг, наличие, цены [www.3planeta.com.ua](http://www.3planeta.com.ua)  
или по телефону (067) 215-00-22



# На Венере обнаружена атмосферная «волна»

После расшифровки снимков, сделанных японским зондом «Акацуки» в начале декабря 2015 г. во время сближения с Венерой (непосредственно перед выходом на планетоцентрическую орбиту), астрономы обнаружили на ней атмосферную волну протяженностью почти 10 тыс. км. Эта структура вытянута в меридиональном направлении и заметно изогнута: ее выпуклость направлена в сторону, противоположную направлению вращения венерианской газовой оболочки относительно твердого тела планеты. Причиной появления волны считается сравнительно высокий горный массив Земля Афродиты (Aphrodite Terra) — крупнейшая возвышенность «Утренней звезды», расположенная вблизи ее экватора.

На Венере, вращающейся вокруг оси очень медленно (на один оборот относительно звезд у нее уходит 243 земных дня) и вдобавок в сторону, противоположную направлению ее орбитального движения, наблюдается так называемая суперротация:



▲ Это изображение Венеры, полученное зондом «Акацуки» перед выходом на планетоцентрическую орбиту, демонстрирует яркостную температуру, определяемую по спектральным особенностям (чем темнее — тем холоднее). Цвета условные. Вращение планеты происходит справа налево.

ее атмосфера вращается в 60 раз быстрее самой планеты. Исследованиям

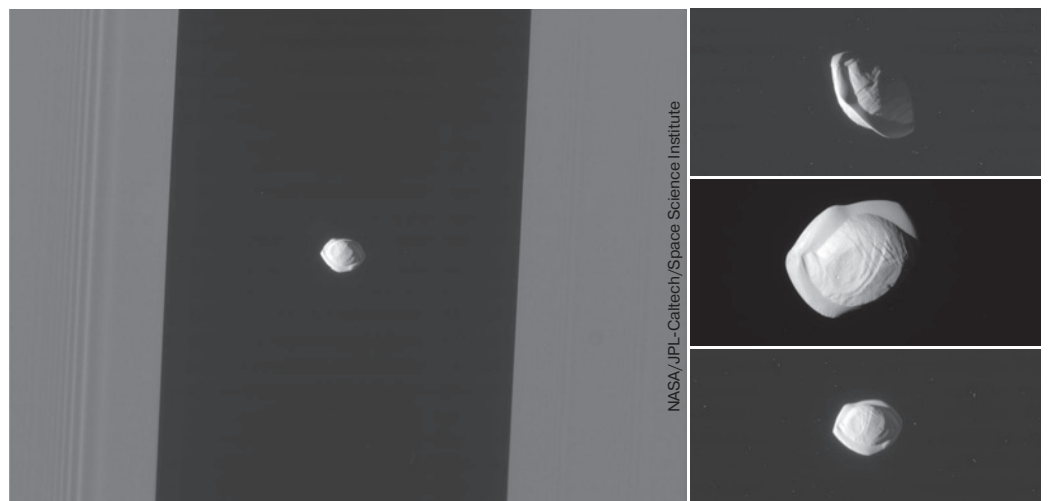
этого явления посвящена существенная часть программы «Акацуки». Аппарат оснащен шестью научными инструментами, в том числе пятью многополосными спектрографами ультрафиолетового, видимого и инфракрасного диапазона. Недавно представители японского космического агентства JAXA сообщили о приостановке работы двух из них из-за продолжающихся проблем в системе электропитания. неполадки были обнаружены еще в декабре прошлого года и с тех пор предпринимались неоднократные попытки их устранения, но безуспешно.

Инженеры JAXA считают, что проблемы могут быть связаны с длительным пребыванием зонда в космическом пространстве — он провел в жестких условиях открытого космоса на 5 лет больше, чем изначально планировалось, и получил вследствие этого значительно более высокую дозу радиации. Тем не менее, операции по восстановлению работоспособности отказавших систем будут продолжены.

## Пельменеобразный спутник Сатурна

Для описания небесных тел неправильной формы их часто сравнивают с картофелиной. В случае сатурнианского спутника Пана это сравнение применить довольно сложно: удивительный гребень, опоясывающий его экватор, делает его больше похожим на пельмень. Поверхность этого гребня заметно более ровная, чем поверхность самого спутника.

Пан обращается вокруг Сатурна по практически идеально круглой орбите радиусом 133 584 км внутри кольцевой системы, почти посередине так называемого деления Энке — промежутка в кольцах шириной 325 км.<sup>1</sup> Предположение о том, что этот промежуток «расчищен» гравитационным влиянием какого-то достаточно массивного объекта, ученые высказали еще в середине 80-х годов про-



▲ Необработанные снимки сатурнианского спутника Пана, сделанные 7 марта 2017 г. космическим аппаратом Cassini (NASA)

шлого века, когда благодаря детальным снимкам, сделанным зондами Voyager, удалось разобраться в некоторых тонкостях «механики» сатурнианских колец. Позже аппарат Cassini выявил практически в середине пробела дополнительное тонкое кольцообразное «волокно» и наконец-то обнаружил искомый спутник — ледяную глыбу размерами 34×31×21 км. Провести его детальную съемку

удалось только после того, как этот аппарат перешел на новую высокоэллиптическую орбиту.

«Экваториальные гребни» на поверхности сатурнианских лун наблюдались и ранее.<sup>2</sup> Такие структуры характерны для объектов, движущихся вблизи основной кольцевой системы или внутри нее, и представляют собой нагромождения мелких

ледяных частиц, из которых состоят кольца. Слабая гравитация спутников притягивает эти частицы, постепенно скапливающиеся в приэкваториальных областях. Интересно, что на некоторых телах прослеживаются признаки второго гребня — это может свидетельствовать об изменении ориентации спутника в пространстве, вызванном, вероятнее всего, метеоритным ударом.

<sup>1</sup> Известный немецкий астроном Иоганн Энке (Johann Franz Encke) не является первооткрывателем этой структуры; это имя она получила позже в ознаменование его вклада в изучение системы Сатурна

<sup>2</sup> ВПВ №2, 2008, стр. 20; №2, 2017, стр. 28

# Небесные события мая

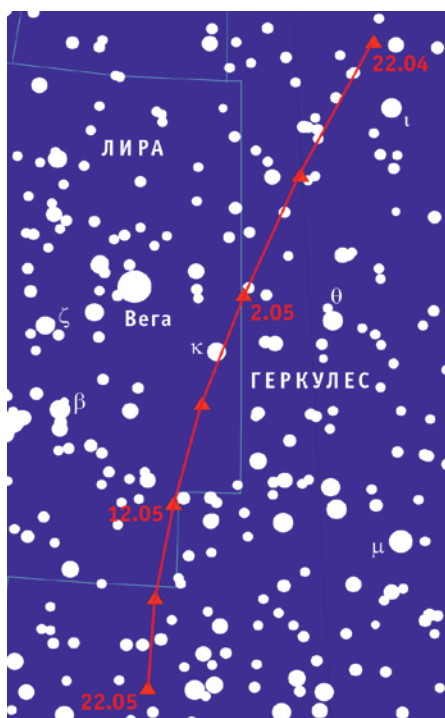
## ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

**Меркурий.** Несмотря на то, что 18 мая видимое расстояние между самой маленькой планетой и Солнцем достигнет почти  $26^\circ$ , условия для ее наблюдений в наших широтах окажутся крайне неблагоприятными: она будет подниматься над горизонтом уже после начала утренних гражданских сумерек, когда небо станет слишком светлым. Похожие условия сложатся и для далекого **Урана** (с учетом его более низкого блеска, дополнительно затрудняющего поиски планеты на сумеречном небе) — лишь в самом конце месяца на  $50^\circ$  с.ш. он начнет восходить почти на два часа раньше Солнца, и его можно попытаться отыскать в инструменты с диаметром объектива не менее 5 см.

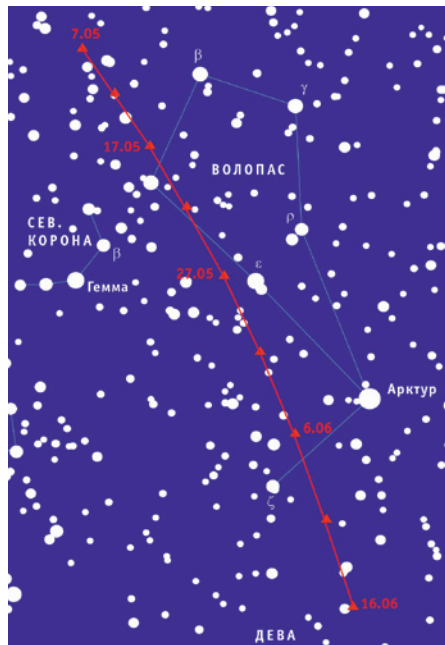
**Венера** в мае полностью оправдывает свое прозвище «Утренняя звезда», украшая предрассветные сумерки; ее высокая яркость позволяет любоваться ею даже после восхода Солнца, уже на дневном небе. Освещенная часть диска планеты — фаза — на протяжении месяца возрастет с 27% до 48% (что несложно заметить уже при увеличениях 30-40 крат), а его видимый диаметр, наоборот, уменьшится с 38 до 25 угловых секунд. 22-23 мая недалеко от Венеры будет находиться тонкий серп старой Луны. Рассмотреть какие-либо детали венерианского облачного покрова даже в достаточно мощные телескопы исключительно сложно.

**Марс** виден по вечерам как красноватая звездочка чуть ярче 2-й величины в созвездии Тельца. В начале месяца он будет расположен примерно в  $6^\circ$  от Альдебарана (похожего на Марс по цвету, но заметно превосходящего его по блеску) и пройдет через северную часть рассеянного скопления Гиады, тесно сблизившись с несколькими сравнительно яркими звездами. Одно из этих сближений, ожидаемое вечером 3 мая, доступно наблюдениям в Восточной Европе, на Южном Кавказе, в Западном Казахстане и на западе азиатской части РФ. В самом конце мая Красная планета практически скроется в околосолнечном ореоле.

**Юпитер** в первой половине месяца будет находиться недалеко от противосолнечной точки неба, оставаясь видимым практически всю ночь и заходя незадолго до рассвета. Перемещаясь попятным движением по созвездию Девы, крупнейшая планета постепенно удаляется от его самой яркой звезды Спики. Увидеть основные детали юпитерианского диска (темные приэкваториальные полосы, Большое Красное Пятно) несложно уже в 6-сантиметровые телескопы при увеличениях более 30 крат.



▲ Видимый путь кометы Таттла-Джакобини-Кресака (41P/Tuttle-Giacobini-Kresak) в апреле-мае 2017 г.



▲ Видимый путь кометы Джонсона (C/2015 V2 Johnson) в мае-июне 2017 г.

риальные полосы, Большое Красное Пятно) несложно уже в 6-сантиметровые телескопы при увеличениях более 30 крат.

**Сатурн** приближается к противостоянию, «намеченному» на 15 июня. Условия его видимости заметно хуже, чем у Юпитера: «окольцованная планета» на широте Киева в верхней кульминации поднимается менее чем на  $18^\circ$  над горизонтом. Впрочем, достаточно высокий блеск (около нулевой звездной величи-

ны) облегчает обнаружение этого объекта на фоне сравнительно слабых звезд созвездия Стрельца. Угол разворота сатурнианских колец в настоящее время максимален, поэтому их легко заметить в небольшие любительские инструменты при увеличениях 25-30 крат. Телескопы с диаметром объектива свыше 5 см уверенно продемонстрируют крупнейший спутник Сатурна — Титан.

**Нептун** виден по утрам, его угловое расстояние от Солнца постепенно возрастает, но условия для наблюдений остаются не самыми удачными: в последних числах мая на  $50^\circ$  с.ш. к началу навигационных сумерек планета будет подниматься всего на  $10^\circ$ . Ее крохотный диск без каких-либо деталей можно рассмотреть в инструменты с апертурой не менее 80 мм с увеличением как минимум 120 раз.

## МАЙСКИЙ МЕТЕОРНЫЙ ПОТОК

Знаменитая комета Галлея (1P/Halley) после своих многочисленных пролетов через центральные области Солнечной системы оставила широкий шлейф пылевых частиц. Ближе всего к оси этого шлейфа Земля подходит в начале мая — в это время наблюдается метеорный поток  $\eta$ -Акварид. Его радиант расположен в созвездии Водолея и в средних широтах Северного полушария восходит незадолго до начала утренних сумерек, поэтому основная часть метеоров, относящихся к этому рою, оказывается недоступной наблюдателям. Для жителей Южного полушария и приэкваториальных областей нашей планеты «майские Аквариды» — один из наиболее мощных регулярно действующих потоков.<sup>1</sup>

## ВИДИМОСТЬ КОМЕТ

На протяжении последнего весеннего месяца видимый блеск свыше 9-й звездной величины имеют сразу три «хвостатых звезды», доступных наблюдениям в наших широтах. Комета **PanSTARRS (C/2015 ER61)** 9 мая пройдет перигелий, однако именно в это время, несмотря на сравнительно высокую яркость (по самым оптимистичным прогнозам — около  $7^m$ ), она будет видна хуже всего: при угловом расстоянии от Солнца меньше  $55^\circ$  и малом наклоне эклиптики к горизонту на утреннем небе в местностях, лежащих около  $50^\circ$  с.ш., ее удастся «поймать» на высоте не более  $7^\circ$ . К концу месяца условия для наблюдений этой кометы немного улучшатся, но ее блеск упадет примерно до 8-й звездной величины. Очевидно, преимуще-

<sup>1</sup> ВПВ №4, 2005, стр. 42

ство в данном случае имеют наблюдатели, находящиеся ближе к экватору.<sup>2</sup>

Комета **Таттла-Джакобини-Кресака (41P/Tuttle-Giacobini-Kresak)**, сблизившаяся с нашей планетой в конце марта,<sup>3</sup> теперь удаляется от нас, быстро слабея. Впрочем, небольшим любительским инструментам она останется доступной почти до конца мая. Лучше всего окажется видна комета **Джонсона (C/2015 V2 Johnson)** — до начала июня она продолжит приближаться к Солнцу и к Земле, наращивая яркость, которая даже может превысить 7-ю величину. При этом

<sup>2</sup> Этой достаточно необычной комете будет посвящена отдельная статья в одном из следующих номеров нашего журнала.

<sup>3</sup> ВПВ №1, 2017, стр. 34

«хвостатая гостья» будет кульминировать около полуночи или незадолго до нее и подниматься достаточно высоко над горизонтом.

#### МАКСИМУМЫ МИРИД

Согласно данным Американской ассоциации наблюдателей переменных звезд (AAVSO), на 8-9 мая приходятся моменты наибольшего блеска трех долгопериодических переменных, иначе называемых миридами (по имени первого открытого объекта этого класса — Миры, видимой в созвездии Кита<sup>4</sup>). Правда, одна из них — R Зайца — в наших широтах в это время года опускается под горизонт практически одновременно с Солнцем,

<sup>4</sup> ВПВ № 10, 2007, стр. 38

и наблюдать ее невозможно, а вторая — Т Центавра — относится к южным объектам и лучше видна соответственно на юге Украины, РФ, Казахстана, а также на Южном Кавказе и в Центральной Азии.<sup>5</sup> Наконец, переменная V Змееносца, хоть и имеет в максимуме сравнительно невысокую яркость, не превышающую 6-ю величину, в мае кульминирует вскоре после полуночи и, таким образом, должна стать вполне доступным объектом для любителей астрономии, «вооруженных» даже скромными инструментами — вплоть до 8-кратных биноклей. Координаты звезды на эпоху J2000.0:  $\alpha=16^{\text{h}}26^{\text{m}}44^{\text{s}}$ ;  $\delta=-12^{\circ}25'36''$ .

<sup>5</sup> ВПВ №2, 2017, стр. 34

## КАЛЕНДАРЬ АСТРОНОМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ (МАЙ 2017 Г.)

- |   |  |
|---|--|
| <p>1 <b>Максимум блеска долгопериодической переменной звезды R Льва (5,0<sup>m</sup>)</b></p> <p>2 1:00-1:30 Венера (-4,5<sup>m</sup>) закрывает звезду TYC 1-819 (9,1<sup>m</sup>). Зона видимости: юг европейской части РФ, Южный Кавказ<br/><b>14<sup>h</sup> Меркурий (2,1<sup>m</sup>)</b> проходит конфигурацию стояния</p> <p>3 2:47 Луна в фазе первой четверти<br/><b>17<sup>h</sup> Марс (1,6<sup>m</sup>)</b> в 3' севернее звезды <math>\kappa</math> Тельца (4,2<sup>m</sup>)</p> <p>4 9<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,64</math>) в 1° южнее Регула (<math>\alpha</math> Льва, 1,3<sup>m</sup>)</p> <p>5 <b>Максимум активности метеорного потока <math>\eta</math>-Аквариды (около 20 метеоров в час; радиант: <math>\alpha=22^{\text{h}}26^{\text{m}}</math>, <math>\delta=0^{\circ}</math>)</b></p> <p>7 14-15<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,90</math>) закрывает звезду <math>\gamma</math> Девы (3,4<sup>m</sup>). Явление видно в Забайкалье и на юге Приморского края<br/><b>23<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,92</math>)</b> в 1° севернее Юпитера (-2,4<sup>m</sup>)</p> <p>8 <b>Максимум блеска долгопериодической переменной Т Центавра (5,5<sup>m</sup>)</b><br/><b>Максимум блеска долгопериодической переменной R Зайца (6,2<sup>m</sup>)</b></p> <p>9 <b>12<sup>h</sup> Марс (1,6<sup>m</sup>)</b> в 0,5' севернее звезды <math>\tau</math> Тельца (4,3<sup>m</sup>)<br/><b>Комета PanSTARRS (C/2015 ER61, 7<sup>m</sup>)</b> в перигелии, в 1,042 а.е. (156 млн км) от Солнца<br/><b>Максимум блеска долгопериодической переменной V Змееносца (6,5<sup>m</sup>)</b></p> | <p>10 21:42 Полнолуние</p> <p>12 13<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,97</math>) в 9° севернее Антареса (<math>\alpha</math> Скорпиона, 1,0<sup>m</sup>)<br/><b>20<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,96</math>)</b> в апогее (в 406210 км от центра Земли)</p> <p>13 23<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,92</math>) в 2° севернее Сатурна (0,2<sup>m</sup>)</p> <p>18 0<sup>h</sup> Меркурий (0,5<sup>m</sup>) в наибольшей западной элонгации (25°47')</p> <p>19 0:33 Луна в фазе последней четверти</p> <p>20 7<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,37</math>) в 1° южнее Нептуна (7,9<sup>m</sup>)</p> <p>21 23<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,20</math>) в 9° южнее кометы PanSTARRS (C/2015 ER61, 7,5<sup>m</sup>)</p> <p>22 15<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,15</math>) в 3° южнее Венеры (-4,4<sup>m</sup>)</p> <p>23 8<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,09</math>) в 4° южнее Урана (5,9<sup>m</sup>)</p> <p>24 2<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,05</math>) в 2° южнее Меркурия (0,2<sup>m</sup>)</p> <p>25 19:45 Новолуние</p> <p>26 1<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,00</math>) в перигее (в 357210 км от центра Земли)<br/>15<sup>h</sup> Венера (-4,4<sup>m</sup>) в 10° юго-восточнее кометы PanSTARRS (C/2015 ER61, 7,5<sup>m</sup>)</p> <p>27 2<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,03</math>) в 6° южнее Марса (1,7<sup>m</sup>)</p> <p>31 16<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,41</math>) в 1° южнее Регула</p> |
|---|--|

*Время всемирное (UT)*

**ВЫ МЕЧАЕТЕ ИССЛЕДОВАТЬ ВСЕЛЕННУЮ И ПОНИМАТЬ ЯВЛЕНИЯ, ПРОИСХОДЯЩИЕ ВОКРУГ ВАС?  
ХОТИТЕ РАБОТАТЬ ВМЕСТЕ С АСТРОНОМАМИ И ФИЗИКАМИ ВСЕГО МИРА?**



**Мы приглашаем вас учиться по специальности «Физика и астрономия»  
в Одесский национальный университет имени И.И.Мечникова!**



**АДРЕС ПРИЕМНОЙ КОМИССИИ:  
ФРАНЦУЗСКИЙ БУЛЬВАР, 24/26,  
ТЕЛЕФОН : (0482) 68-12-84  
E-MAIL: VSTUP@ONU.EDU.UA**

**КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И АСТРОНОМИИ:  
WWW.THEORPHYS.ONU.EDU.UA/EN/MAIN.PHP  
WWW.FACEBOOK.COM/DTPA.ONU.ODESSA  
WWW.VK.COM/DTPA\_ONU**

**ОДЕССА, УЛ. ПАСТЕРА 42, ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ ОНУ, ТЕЛ. (048) 7317556  
E-MAIL: DTP@ONU.EDU.UA**





Первая четверть 02:47 UT 3 мая



Полнолуние 21:42 UT 10 мая



Последняя четверть 00:33 UT 19 мая



Новолуние 19:45 UT 25 мая

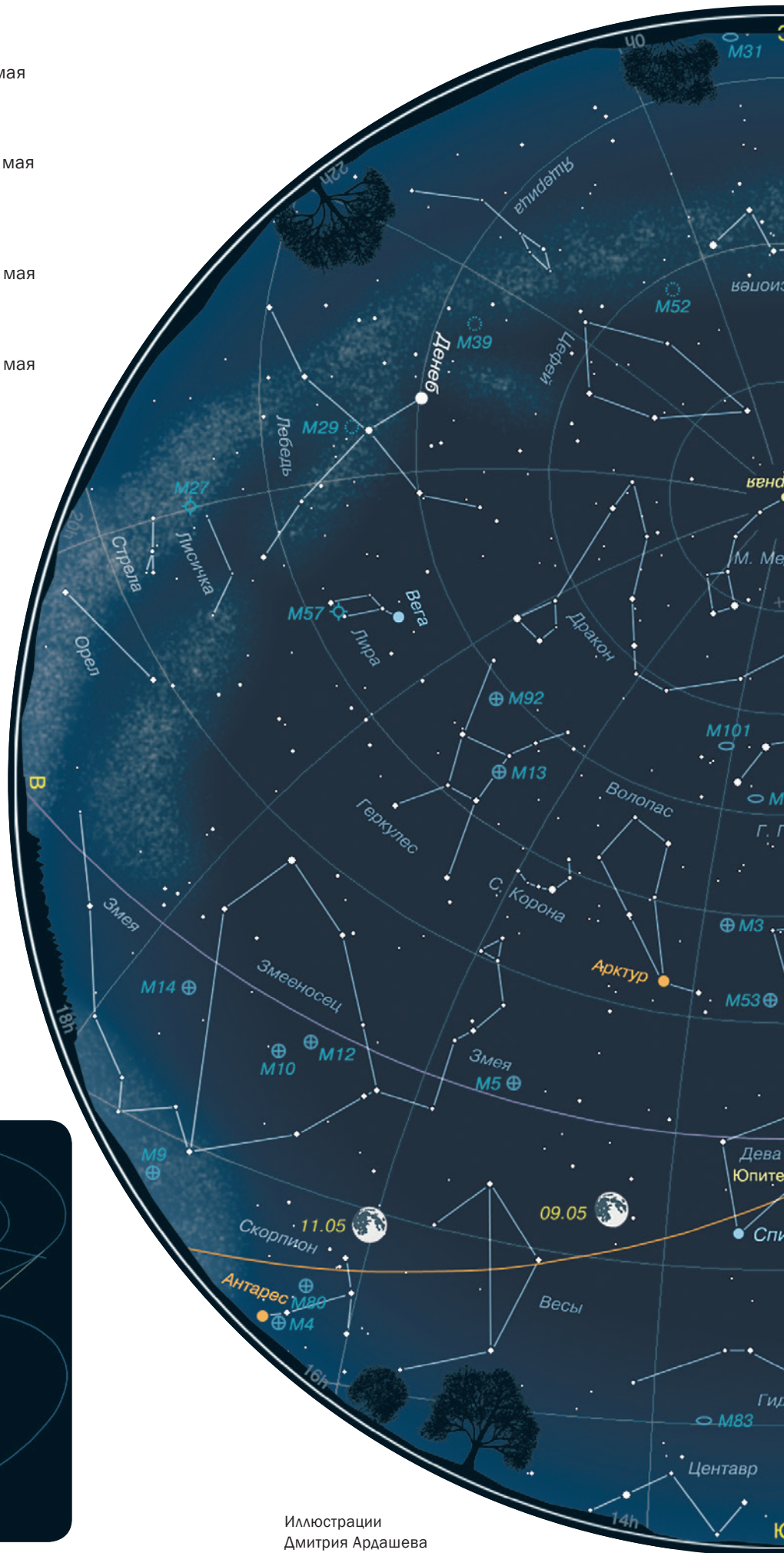
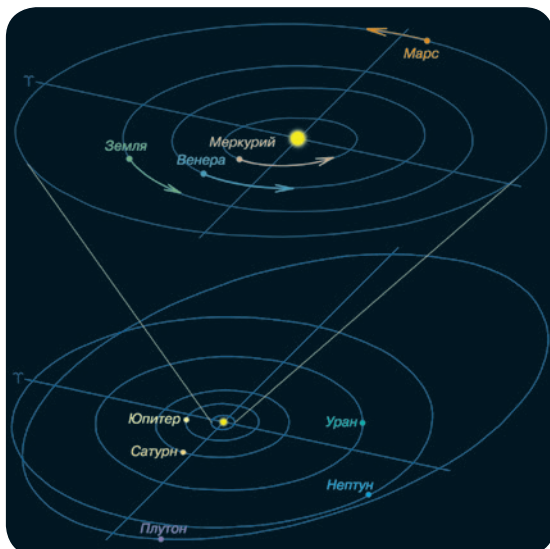
Вид неба на 50° северной широты:  
1 мая — в 0 часов летнего времени;  
15 мая — в 23 часа летнего времени;  
30 мая — в 22 часа летнего времени

Положения Луны даны на 20<sup>h</sup>  
всемирного времени указанных дат

Условные обозначения:

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

Положения планет на орбитах  
в мае 2017 г.



Иллюстрации  
Дмитрия Ардашева



**Видимость планет:**

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

**РЕКОМЕНДУЕМ!**



**OK17.** Одесский астрономический календарь 2017



**ГАО17.** Астрономический календарь 2017

Полный перечень книг, наличие, цены  
[www.3planeta.com.ua](http://www.3planeta.com.ua)  
 или по телефону (067) 215-00-22



# Звездные потоки галактики «Подсолнух»



**Д**остаточно яркая спиральная галактика M63 (NGC 5055) находится на расстоянии около 25 млн световых лет в созвездии Гончих Псов. Ее поперечник достигает сотни тысяч световых лет — по этому показателю она похожа на наш Млечный Путь. M63 известна также под названием «Подсолнух»: она демонстрирует яркое желто-

ватое ядро и закручивающиеся голубые спиральные ветви, прочерченные полосами космической пыли и усеянные розовыми областями звездообразования. На изображении с большей суммарной выдержкой можно также увидеть огромную слабо светящуюся дугу, простирающуюся высоко над главной галактической плоскостью. Усилиями

профессиональных астрономов в сотрудничестве с любителями было установлено, что это — «останки» маленькой галактики-спутника, которая разрушалась приливными силами M63 и поглощалась ею на протяжении последних пяти миллиардов лет.

Приведенный снимок галактики сделал украинский астрофотограф Олег Брыз-

галов в апреле 2016 г. на обсерватории «Рожен» (Болгария). Рефлектор A&V (диаметр 250 мм, f/3.8), монтировка WS-180 с системой управления Eqdrive Standart, камера QSI-583wsg с корректором поля. Сложено 54 кадра с выдержкой 15 минут, отснятых с фильтром L, и 21 кадр с фильтрами RGB (экспозиции 450-600 секунд).

**ОПТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ**  
МИКРОСКОПЫ. БИНОКЛИ. ТЕЛЕСКОПЫ.

**levenhuk**<sup>®</sup>  
Zoom&Joy<sup>®</sup>



Ознакомьтесь с продукцией Levenhuk вы можете на сайте [3planeta.com.ua](http://3planeta.com.ua)  
и в магазине «Третья Планета» по адресу:  
Киев, ул. Нижний Вал, 3-7. Отдел продаж (067) 215-00-22.  
Формируем дилерскую сеть.

# МАГАЗИН ОПТИКИ «ТРЕТЬЯ ПЛАНЕТА»



Киев, ул. Нижний Вал, 3-7  
(044) 295-00-22, (067) 215-00-22

ФОРМИРУЕМ ДИЛЕРСКУЮ СЕТЬ  
**omegon**



▲ **ТЕЛЕСКОП OMEGON N 150/750 EQ-3**

Оптическая система: рефлектор Ньютона  
Диаметр, мм: 150  
Фокус, мм: 750  
Светосила: 1/5  
Максимальное полезное увеличение, крат: 300  
Минимальное полезное увеличение, крат: 21  
Проницающая способность, зв. вел.: 13,4  
Разрешающая способность, угл. сек.: 0,76  
Фокусер: 1,25" реечный (пластик)  
Монтировка: экваториальная  
Моторизация: возможна установка  
Искатель: «красная точка»  
Окуляры: 6,5 мм, 25 мм  
Аксессуары: линза Барлоу 2x

Более подробную информацию о наших товарах можно найти на сайте [3planeta.com.ua](http://3planeta.com.ua)  
и в магазине «Третья Планета» по адресу: Киев, ул. Нижний Вал 3-7  
Отдел оптовых продаж: +38 (067) 215-00-22, email: [shop@3planeta.com.ua](mailto:shop@3planeta.com.ua)  
**Формируем дилерскую сеть**