

# Вселенная

## пространство \* время

*Игорь Белостоцкий*  
**«Мышиный рай»  
и парадокс  
Ферми**



# Молодость Солнечной системы

Космический аппарат New Horizons (NASA) продолжает передачу фотографий и научной информации, полученных в ходе сближения с карликовой планетой Плутоном и ее спутником Хароном

**Загадочные  
«шрамы»  
Тефии**

**Диона:  
последний  
визит**

**Автостопом  
по  
кометам**



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



## НОВИНКИ



### ◀ Телескоп Bresser Pollux 150/1400 EQ-sky

Тип конструкции: Рефлектор Ньютона  
Максимальное полезное увеличение, крат: 300  
Минимальное полезное увеличение, крат: 35  
Разрешающая способность: 0,76 угловой секунды  
Светосила (относительное отверстие): 9,33  
Тип монтировки: Экваториальная  
Искатель: Оптический 8x30  
Окуляры: 10 мм, 25 мм, линза Барлоу 2x  
Фокусер: 1,25" реечный (пластик)  
Гарантия: 24 мес.



### ▲ Телескоп Bresser Galaxia II 114/900 EQ-SKY

Тип: рефлектор Ньютона  
Диаметр, мм: 114  
Фокус, мм: 900  
Максимальное полезное увеличение: 228  
Светосила: 8  
Разрешающее увеличение: 160  
Минимальное увеличение: 16  
Проницающая способность, зв.вел.: 12,8  
Разрешающая способность: 1 угл. секунда  
Фокусер: 1,25" реечный (пластик)  
Монтировка: экваториальная



### ▲ Бинокуляр Bresser Nautic 7x50 WD Compass

Тип оптической системы: Porro  
Максимальное увеличение: 7  
Диаметр, мм: 50  
Защита: газонаполненные, водонепроницаемые  
Особенность: призмы ВАК4, цифровой компас, крепление на штатив, подсветка компаса, диоптрическая коррекция, отдельная фокусировка  
Увеличение: фиксированное

### ▶ Монокюляр Bresser Nautic 8x42

Тип оптической системы: Roof  
Максимальное увеличение: 8  
Диаметр, мм: 42  
Защита: газонаполненные, водонепроницаемые  
Особенность: призмы ВАК4, угломерная сетка, монокуляр, цифровой компас, подсветка компаса, диоптрическая коррекция, выдвижные наглазники  
Увеличение: фиксированное



[WWW.SHOP.UNIVERSEMAGAZINE.COM](http://WWW.SHOP.UNIVERSEMAGAZINE.COM)

# КЛУБ «ВСЕЛЕННАЯ, ПРОСТРАНСТВО, ВРЕМЯ»

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

Астрономия, астрофизика, космогония, физика микромира

Космонавтика, космические исследования

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

Науки о жизни: биология, микробиология, экзобиология

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

9 октября состоится собрание Научно-просветительского клуба «Вселенная, пространство, время».

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

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

Тел. для справок: 050 960 46 94

На собрании будет представлен доклад

**«ОТ ГИПОТЕЗЫ ГАМОВА ДО КОСМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ PLANCK»**

*(К 50-летию открытия реликтового излучения)*

В докладе описывается краткая история открытия и исследований реликтового излучения. Особое внимание уделено научным результатам, полученным космической обсерваторией Planck, и их значению для построения адекватной космологической модели Вселенной.

Докладчик: **Богдан Новосядлый**

д.ф.-м.н., директор Астрономической обсерватории Львовского национального университета им. Ивана Франко

Приглашаем всех желающих!

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

Приветствуются также добровольные взносы на проведение просветительских мероприятий Дома ученых.

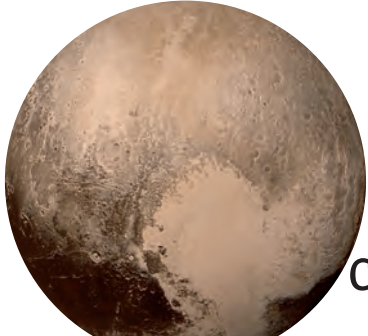


Присоединяйтесь к нам в соцсетях «Вселенная, пространство, время»



# СОДЕРЖАНИЕ

## Сентябрь 2015



стр.17

### СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

**Солнечная система: молодые годы**  
*Дмитрий Вибе* 4

#### Новости

Загадочные «шрамы» Тефии 13

Диона: последний визит 14

Dawn: на шаг ближе к Церере 16

Что такое «карликовая планета»? 17

New Horizons продолжает передачу данных 18

Серп Плутона 20

Окаменевшие дюны в кратере Гейл 20

Автостопом по кометам 22

Астероиды и кометы, изученные космическими аппаратами 22

«Прыгающий робот» для астероидов 23

### ЖИЗНЬ ВО ВСЕЛЕННОЙ

**И снова – парадокс Ферми**  
*Игорь Белостоцкий* 24

### ВСЕЛЕННАЯ

#### Новости

Сохранить темное небо 27

Планетарная туманность, рожденная дважды 28

Долгое прощание 28

Тонкие крылья космической бабочки 29

«Азотная» туманность в Скорпионе 29

Открывая секреты Квинтуплета 30

«Штормовое море» в созвездии Стрельца 31

### КОСМОНАВТИКА

#### Новости

Катастрофа SpaceShipTwo: человеческий фактор 32

В космосе снова стало многолюдно 33

Успешный старт новой китайской ракеты 33

### ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

Небесные события ноября 34



**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



стр.27

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

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

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

Чурюмов К.И. — член-корреспондент НАН Украины, доктор ф.-м. наук, профессор Киевского национального университета им. Т. Шевченко  
Дизайн, компьютерная верстка: Галушка Светлана  
Отдел продаж: Царук Алена, Чура Павел  
тел.: (067) 370-60-39, (067) 215-00-22  
Адрес редакции: 02097, Киев, ул. Милославская, 31-Б, к. 53  
тел./факс: (044) 295-00-22  
e-mail: uverce@gmail.com  
info@universemagazine.com  
www.universemagazine.com

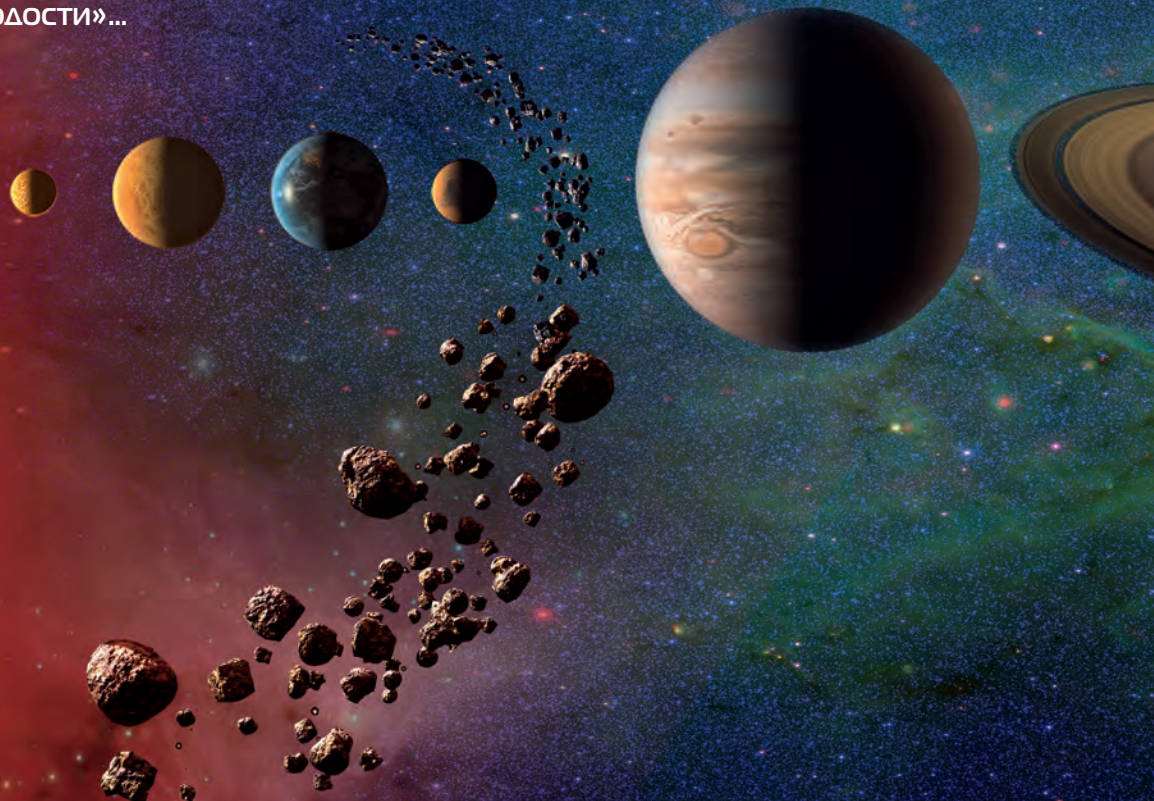
тел.: (499) 707-13-10, (495) 544-71-57, (800) 555-40-99 звонки с территории России бесплатные  
Распространяется по Украине и в странах СНГ  
В рознице цена свободная  
Подписные индексы  
Украина: 91147  
Россия: 12908 – в каталоге «Пресса России»  
24524 – в каталоге «Почта России»  
12908 – в каталоге «Урал-Пресс»  
Учредитель и издатель ЧП «Третья планета»  
© ВСЕЛЕННАЯ, пространство, время — №9 сентябрь 2015  
Зарегистрировано Государственным комитетом телевидения и радиовещания Украины.

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

Дмитрий Вибе,  
доктор физико-математических наук,  
заведующий отделом Института астрономии  
РАН, Москва

# Солнечная система: МОЛОДЫЕ ГОДЫ

Солнечная система в настоящее время представляет собой весьма устойчивую структуру, но этому предшествовали более четырех миллиардов лет бурной эволюции, особенно динамично менявшей ее облик в период «молодости»...



**Ж**изнь человека состоит из перемен. С большинством из нас постоянно что-то происходит — радостное и трагическое, исключительное и повседневное. На многое можно жаловаться в наше бурное время, только не на недостаток изменений. Однако сложное хитросплетение событий заканчивается в какой-то тысяче километров над поверхностью Земли. Вне этого крохотного пространства ежедневные сводки новостей Солнечной системы выглядят однообразно: «Новости те же, что и вчера. Пролетела комета, упал метеорит, произошла вспышка на Солнце». Но так было не всегда. И не всегда так будет.

### Дом, милый дом

Прежде чем говорить о жизни и судьбе нашего «космического дома», давайте обобщим, о чем именно пойдет речь. Центральный объект Солнечной системы — Солнце, светило спектрального класса G2, возраст которого по данным гелиосейсмологии оценивается примерно в 4,6 млрд лет. Оно находится приблизительно в середине периода своего активного существования. Звезда нам досталась (и похоже, что неслучайно) вполне комфортная. Она не слишком горяча, как более массивные звезды, не настолько подвержена вспышечной активности, как менее массивные, и,

▼ Радиоизотопная датировка позволяет утверждать, что возраст Солнечной системы составляет почти 4,6 млрд лет. Самые старые из уже найденных земных минералов немного моложе (около 4,4 млрд лет). Они встречаются крайне редко, поскольку поверхность Земли постоянно обновляется за счет тектонических процессов, водно-ветровой эрозии и вулканизма. С другой стороны, практически все известные метеориты имеют возраст чуть меньше 4,6 млрд лет — это значит, что они образовались на ранних стадиях конденсации Солнца и планет из «родительской» газопылевой туманности.

Важную подсказку в деле изучения прошлого нашей планетной системы предоставили протопланетные диски в окрестностях других звезд. Исследования показали, что при возрасте от миллиона до 3 млн лет они содержат большие количества газа, в то время как диски старше 10 млн лет его почти лишены — это означает, что формирование в них газовых гигантов уже завершено.



по-видимому, «прожигает» свое термоядерное горючее без особых эксцессов, позволяя и нам прожить свои жизни без оглядки на «солнечную погоду».

Вокруг Солнца в одном направлении обращаются восемь больших планет. Их орбиты мало отличаются от окружностей (исключение — Меркурий, ближайшая к Солнцу планета) и лежат примерно в одной плоскости. Эти планеты четко разделяются на две группы: четыре земледобных и четыре газовых гиганта. «Внутренние» планеты земной группы плотны, компактны, состоят главным образом из каменных пород, имеют мало спутников либо вообще не имеют. Более далекие гиганты велики, массивны, обладают многочисленными спутниковыми «свитами» и кольцами, состоят в основном из водорода с гелием и легких летучих соединений, а потому имеют невысокие средние плотности.

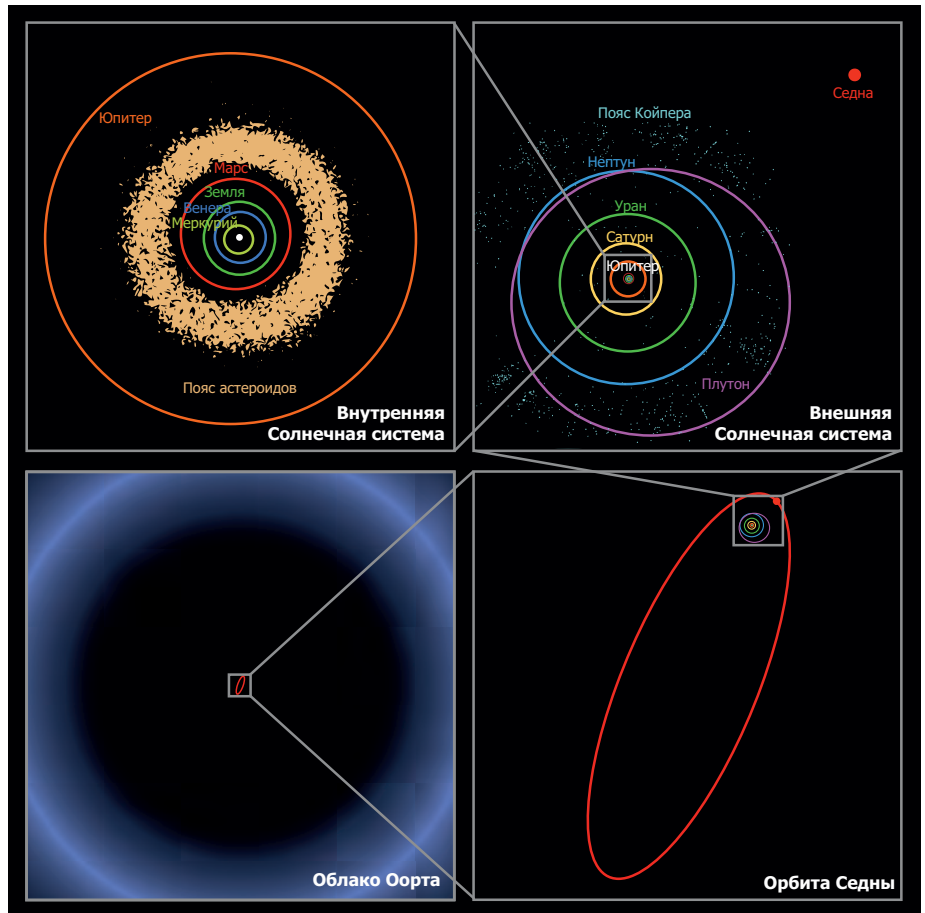
Помимо больших планет, в состав Солнечной системы входит неизмеримо большее количество малых тел, которые можно разделить на четыре основные группы (весьма, впрочем, неравные по численности). Между орбитами Марса и Юпитера располагается главный пояс астероидов;<sup>1</sup> за орбитой Нептуна пролегли орбиты тел Пояса Койпера;<sup>2</sup> по вытянутым эллиптическим орбитам движутся кометы: те, у которых периоды обращения не достигают 200 лет, относят к короткопериодическим, остальные — к долгопериодическим. Следует отметить, что «граница» между астероидами и кометами может оказаться довольно размытой и определяться, главным образом, способностью тела подходить близко к Солнцу.

Внутри этих групп деление можно продолжить. В частности, Пояс Койпера подразделяется на классический, рассеянный и резонансный. Объекты первого из них движутся вокруг Солнца по «планетным» орбитам (круговым с небольшим наклоном). Важной особенностью классического пояса является довольно резкий обрыв на гелиоцентрическом расстоянии примерно 50 а.е., возможно, отмечающий положение внешнего края протосолнечного диска. Более далекие объекты, вероятно, попали на свои орбиты позже, в результате гравитационного взаимодействия с большими планетами.

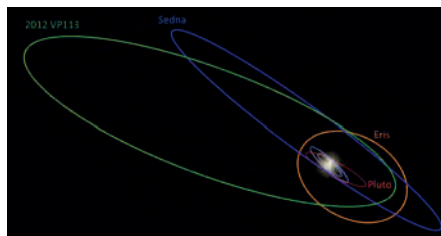
Наличие долгопериодических комет заставляет задуматься о том, что где-то далеко, на расстоянии до одного светового года от Солнца, существует резервуар кометных ядер — гипотетическое

<sup>1</sup> ВПВ №4, 2004, стр. 16

<sup>2</sup> ВПВ №1, 2010, стр. 9



▲ Современное строение Солнечной системы.



▲ Схема взаимного расположения орбит Плутона, Эриды, Седны и объекта под номером 2012 VP113. Белым цветом показаны орбиты Урана (ближе к Солнцу) и Нептуна.

Облако Оорта.<sup>3</sup> Гипотетическое — потому что ни одного объекта в самом облаке никто пока не видел. Правда, пара астероидов — Седна (90377 Sedna) и 2012 VP113 — даже в ближайшей к Солнцу точке орбиты слишком далеки от больших планет, чтобы испытывать гравитационное воздействие с их стороны (перигелийные расстояния Седны и 2012 VP113 равны соответственно 76 и 80 а.е.). Теоретически их можно отнести к самым близким представителям так называемого внутреннего облака Оорта. Но основная его часть прямым наблюдениям пока недоступна. Тем не менее, эта концепция прижилась в современной пла-

<sup>3</sup> В литературе встречается также название «Облако Эпика-Оорта», в честь астрономов Эрнста Эпика и Яна Оорта (Ernst Öpik, Jan Oort), впервые предсказавших его существование — ВПВ №1, 2004, стр. 33

нетной астрономии: коль скоро к нам время от времени навещаются долгопериодические кометы — должно существовать и место, откуда они прилетают.

Современное распределение вещества в Солнечной системе отражает и особенности ее формирования, и последующую эволюцию. Нам, с высоты ее сегодняшнего многомиллиардного возраста, довольно сложно отличить одно от другого. Но попытаться это сделать — можно, особенно сейчас, когда стали доступны результаты наблюдений как других планетных систем, так и протопланетных дисков, которым только предстоит стать такими системами.

## Мы родились в коммуналке

Около 5 млрд лет назад небольшое (массой в несколько раз больше Солнца) газово-пылевое облако начало коллапсировать — неудержимо сжиматься под действием собственной гравитации. Вдобавок это облако медленно вращалось, но по мере сжатия благодаря закону сохранения момента импульса его вращение сильно ускорило. Возрастающая центробежная сила препятствовала сжатию в направлении, перпендикулярном оси вращения, поэтому облако, на заре своего существования имевшее почти сферическую форму, в процессе коллапса сплюсилось и превратилось



▲ Ранние стадии эволюции протосолнечного диска в представлении художника.

сначала в шайбу, а затем — в довольно плоский газовой-пылевой диск, который окружал загоревшуюся в его центре звезду.

Эта теоретическая картина, ведущая свою родословную от идей, сформулированных еще Кантом и Лапласом, сегодня получает конкретные, хотя, как почти всегда в астрономии, косвенные подтверждения. Наблюдения показывают, что практически все «новорожденные» звезды, не слишком отличающиеся от Солнца по массе (как в большую, так и в меньшую сторону), действительно окружены газовой-пылевыми дисками, уже получившими в астрономической литературе название протопланетных. Есть свидетельства (опять же косвенные), что, по крайней мере, в некоторых из них уже идет процесс образования планет.

Возникает вопрос: можно ли считать протопланетные диски вокруг других звезд подходящими образцами для исследования молодой Солнечной системы? Частичный ответ на него позволяет получить так называемая солнечная туманность минимальной массы (Minimum Mass Solar Nebula, MMSN). Рецепт построения MMSN прост. Сначала вещество всех планет мысленно дополняется до химического состава нашей звезды. К планетам земной группы добавлять нужно много, к планетам-гигантам — поменьше. Затем полученное вещество «размазывается» в плоскости эклиптики по пространству между планетными орбитами с учетом расстояний между ними. Хотя эта теоретическая конструкция и называется солнечной туманностью, важно понимать, что само Солнце в нее не входит. Поскольку в рассмотрение включается все наличное вещество Солнечной системы (учтя возможные потери водорода, гелия и других летучих соединений), протосолнечный диск — без учета Солнца — не может иметь массу меньше, чем MMSN.

В итоге получается диск массой около 1-3% солнечной, в котором поверхностная плотность падает обратно пропорционально радиусу в степени 1,5. Масса в несколько десятков Юпитеров вполне типична для протопланетных дисков у солнцеподобных звезд, падение плотности по мере удаления от Солнца у MMSN тоже оказывается в пределах нормы. А вот радиус самой ту-

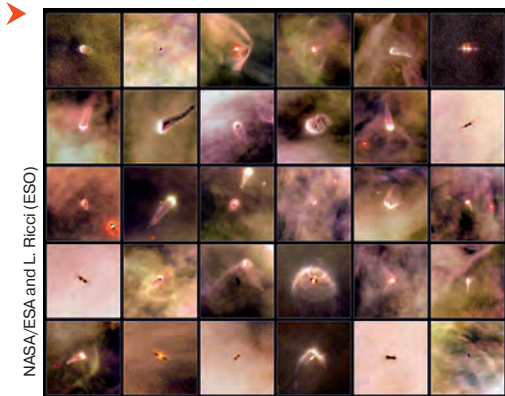
манности определенно мал: большинство известных дисков простирается на сотни астрономических единиц от центральных звезд. Большинство, да не все. Такие же компактные диски, как наш, наблюдаются в Туманности Ориона (M42).<sup>4</sup> Изначально они, вероятно, имели «обычные» большие размеры, однако в скоплении внутри M42 изобилуют яркие горячие светила, и такое «энергичное соседство» если не оказывается для дисков губительным, то уж точно не проходит без последствий. На снимках этих структур хорошо видно, как излучение окрестных звезд — в первую очередь звезд Трапеции — «сдувает» с них вещество.

Вполне возможно, что Солнечная система дошла до наших дней в «усеченном виде» именно потому, что родилась в таком «горячем» месте. Причем фоторазрушение диска не обязательно должно быть единственным объяснением. Высказывалось, например, предположение, что размер протосолнечной туманности был «урезан» в результате тесного сближения с другой звездой. Плюс этой гипотезы — в том, что возмущающее воздействие со стороны некогда существовавших соседей Солнца одновременно позволяет объяснить и происхождение «седноидов» (так обобщенно называют оба известных и ожидаемое множество неизвестных тел на орбитах

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



Большая Туманность Ориона — одна из самых активных областей звездообразования в нашем ближайшем галактическом окружении. В ней обнаружено множество зародышей звезд и планетных систем вокруг них.



NASA/ESA and L. Ricci (ESO)

▲ Три десятка проплрид (такое сокращенное название предложено для протопланетных дисков), открытых в Туманности Ориона с помощью Усовершенствованной обзорной камеры ACS космического телескопа Hubble, представлены в недавно изданном атласе этих объектов. Всего в изученной части туманности обнаружено 42 новых диска, практически наверняка содержащих «зародыши» планет. Из-за «выдувания» вещества проплрид под воздействием звездного ветра и света ближайших горячих массивных звезд они часто приобретают необычные вытянутые формы. Результатом такого взаимодействия становятся мощные стреловидные ударные волны.

Туманность Ориона — одно из немногих мест, где удалось непосредственно сфотографировать проплриды в видимом диапазоне. Пока эти образования доступны только орбитальному телескопу Hubble с его высочайшей разрешающей способностью.

типа Седны). Однако и прошлые сближения со звездами подразумевают, что Солнечная система сформировалась в тесном звездном скоплении.

В пользу нашего «коммунального прошлого» есть и более осязаемые свидетельства — признаки обилия в молодой Солнечной системе короткоживущих радиоактивных изотопов алюминия ( $^{26}\text{Al}$ ), железа ( $^{60}\text{Fe}$ ) и некоторых других элементов в количестве, превышающем среднее по Галактике. Эти изотопы синтезируются во время вспышек сверхновых,<sup>5</sup> и их избыток, сейчас проявляющийся в избытке продуктов распада (например,  $^{26}\text{Mg}$  для  $^{26}\text{Al}$ ), означает, что они попали в протосолнечное облако до того, как оболочка сверхновой успела перемешаться с межзвездным веществом. Иными словами, сверхновая

взорвалась рядом, максимум в одном парсеке (3-4 световых года). При этом «засорение» радиоактивными изотопами оказалось весьма равномерным — выброс «пропитал» протосолнечную туманность насковзь.

Почти наверняка воздействие взрыва не ограничилось одними лишь химическими последствиями. Популярно предположение о том, что вспышка сверхновой не только обогатила Солнечную систему короткоживущими изотопами, но и стимулировала само ее образование. Теоретические расчеты показывают, что ударная волна от такого взрыва действительно способна вызвать коллапс изначально устойчивого газово-пылевого сгустка, да и реальные примеры подобных явлений как будто наблюдаются... Однако относительно роли этого процесса конкретно в формировании Солнечной системы специалисты к единому мнению не пришли. Статистика рождения звезд в нашей Галактике свидетельствует, что большая их часть образуется без стимулирующего «толчка» извне, поэтому необходимости предполагать, что рождение именно нашей системы было инициировано вспышкой сверхновой, нет.

Впрочем, итог гравитационного коллапса, хоть самопроизвольного, хоть вынужденного, один и тот же — молодая звезда, окруженная диском. Дальше в этом диске должно начаться образование планет, и в протосолнечном диске оно действительно началось: иначе, откуда бы мы с вами взяли? Приходится, однако, признать, что до понимания этого процесса нам еще очень далеко. Точнее говоря, общее описание этапов формирования планет сделано уже давно, в 1960-е годы, но многие детали до сих пор остаются непроясненными.

### «Из грязи в князи»

Собственно образование планет начинается со слипания космических пылинок. Именно со слипания: в плотном веществе диска пылинки с начальными диаметрами порядка десятых долей

микрометра сталкиваются и прилипают друг к другу, образуя пылевые агрегаты все большего размера. Конечно, можно допустить, что этот процесс продолжается до тех пор, пока из мелких пылинок не образуются протопланетные тела, дальнейший рост которых обеспечивается уже не слипанием, а взаимным гравитационным притяжением. Но растущие пылинки на пути к планетам ожидают, как минимум, три барьера. Первые два — барьер отскока и барьер дробления — возникают из-за того, что эффективно слипаются между собой лишь мелкие частицы. При увеличении их размеров повышается вероятность других исходов (простого отскока или распада «обратно» на микрометровые фрагменты). В результате, если не придумать какую-нибудь хитрость, рост пылинок прекращается. Третий барьер — дрейфовый — связан с тем, что частицы по мере укрупнения должны все более сильно тормозиться газом протопланетного диска и падать на центральную звезду.

Три этих барьера (особенно дрейфовый) останавливают рост твердых фрагментов в протопланетном диске на размере менее одного метра, а потому они получили совокупное название «метрового барьера». Очевидно, что природа знает способы преодоления этого препятствия, поскольку планеты все же существуют; нам только и осталось, что найти эти способы. Их поиск ведется весьма активно, позволив наметить несколько вариантов решения проблемы барьеров, но все они, пожалуй, достойны стать темой отдельного рассказа. Пока же будем считать, что метровый барьер преодолен, и в протосолнечном диске сформировались планетезимали — протопланетные тела поперечником в десятки километров и больше.

Возникает искушение логически связать планетезимали с астероидами и прочей космической «мелочью», особенно с той, что время от времени падает на Землю. Понятно, что процесс образования планет не мог израсходовать вещество протопланетного диска со стопроцентной эффективностью. Что-то должно было

<sup>5</sup> ВПВ №6, 2014, стр. 8

Телескопы, бинокли, подзорные трубы, микроскопы и аксессуары к оптике вы можете приобрести в нашем Интернет-магазине [www.shop.universemagazine.com](http://www.shop.universemagazine.com)





остаться. Не это ли «что-то» летает сейчас в межпланетном пространстве?

Возраст большинства метеоритов действительно близок к возрасту Солнечной системы, однако в их составе встречаются довольно разновозрастные материалы, указывающие на то, что процесс формирования крупных тел занял продолжительное время и включал в себя далеко не только простое слипание пылинок. Строго говоря, переработанных остатков истинно «досолнечного» вещества в метеоритах очень мало (хотя они там есть). Большая часть компонентов метеоритного материала несет в себе признаки бурной эволюции. Самым древним веществом, дожившим до наших дней в составе «небесных камней», являются так называемые кальций-алюминиевые включения (calcium-aluminium-rich inclusion, CAI) — светлые крупинки размером до сантиметра. Их структура говорит о том, что, по крайней мере, некоторые из них представляют собой не видоизмененные межзвездные пылинки, а крупинки твердого вещества, сконденсировавшиеся из газа уже в Солнечной системе.

Крупинки CAI встречаются в хондритах, названных так благодаря входящим в их состав хондрам — небольшим (также, как правило, до сантиметра в диаметре) шарообразным включениям, возникшим в результате плавления и быстрого остывания силикатных минералов (в частности, оливина). Частицы CAI, по современным оценкам, образовались вблизи Солнца почти одновременно — 4,57 млрд лет назад. Хондры начали формироваться в тот же период, но в более широком диапазоне гелиоцентрических расстояний и на протяжении более длительного времени — порядка 3 млн лет. Процесс, который привел к появлению хондр, неизвестен (неясно даже, один это был процесс или несколько), однако он должен был действовать в очень широких масштабах, охватывая значительную часть формирующейся планетной системы, поскольку хондры найдены в большинстве метеоритов. Интересно, что

некоторые из них проходили цикл нагрева и охлаждения неоднократно. Наличие хондр означает, что к моменту, когда возраст Солнечной системы достиг порядка 2-3 млн лет, там все еще в изобилии присутствовали мелкие частицы (размером менее сантиметра).

На эволюцию протопланетных фрагментов существенно повлияло наличие в Солнечной системе короткоживущих изотопов, в первую очередь  $^{26}\text{Al}$ . Распад радиоактивного алюминия в первичном веществе приводил к выделению тепловой энергии. При этом тела километровых размеров не успевали эффективно «сбрасывать» тепло и начинали нагреваться. У менее массивных пла-

▼ Семисотграммовый кусок метеорита NWA 869, относящегося к классу хондритов. На полированном срезе заметны хондры и металлические частицы.

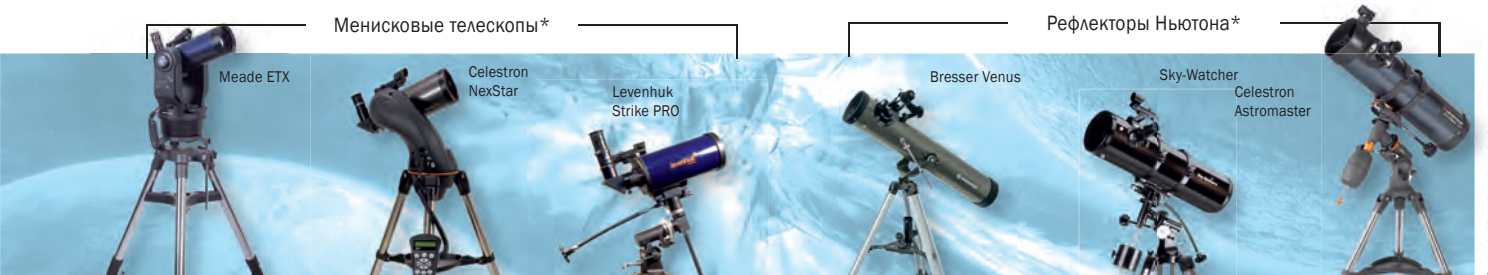
Хондры представляют собой сферические или эллиптические образования преимущественно силикатного состава. Большинство их имеет размер не более 1 мм, но изредка они могут достигать нескольких миллиметров. Хондры находятся в обломочной или мелкокристаллической матрице, которая отличается от них не столько по составу, сколько по кристаллическому строению. Состав хондритов практически полностью повторяет химический состав Солнца, за исключением легких газов (водорода и гелия). Поэтому считается, что эти метеориты образовались непосредственно из протопланетного облака, окружавшего наше светило на ранних стадиях эволюции, путем конденсации вещества и аккреции пыли с промежуточным нагреванием. Радиозотопный анализ хондритов показывает, что практически все они сформировались более 4,5 млрд лет назад.



нетезималей это вызывало таяние льда, поэтому в некоторых метеоритах видны следы взаимодействия их вещества с жидкой водой. Более крупные объекты (размерами порядка десятков километров) разогревались радиоактивным распадом до такой степени, что в них происходила дифференциация, то есть расслоение вещества на железное ядро и каменную оболочку.

Обломки, возникавшие при разрушении дифференцированных планетезималей, мы подбираем теперь на Земле как железные метеориты (ядро) и метеориты-ахондриты (оболочка). Хондры в них отсутствуют либо потому, что они были разрушены в процессе дифференциации, либо же дифференциация произошла раньше появления хондр. Последнее предположение вполне согласуется с гипотезой о решающем вкладе алюминия-26 в разогрев планетезималей. Период его полураспада равен всего 700 тыс. лет, поэтому времени на плавление крупных тел в молодой Солнечной системе было не так уж много. Это значит, что и процесс формирования объектов диаметром более 100 км также занял не свыше 2-3 млн лет; значительная их часть, по-видимому, образовалась примерно за миллион лет.

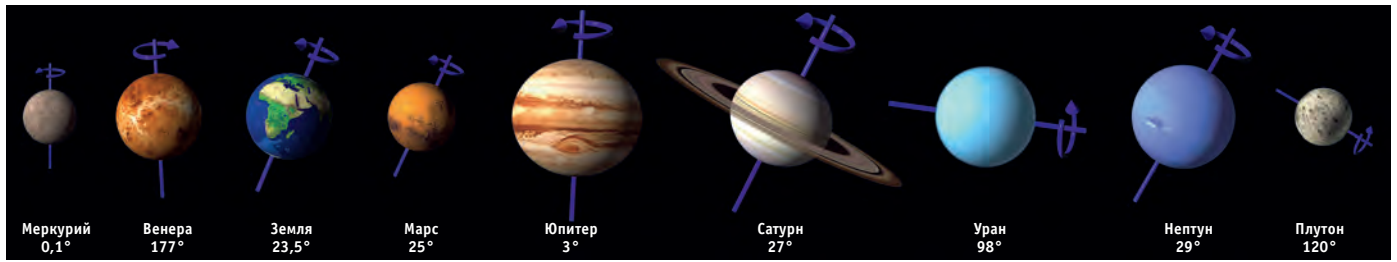
Некоторые планетезимали из области формирования планет земной группы дожили до наших дней. Где? Естественно, в главном поясе астероидов. Правда, за время существования Солнечной системы его «жители» неоднократно сталкивались друг с другом, так что теперь все объекты размером меньше 100-150 км являются не столько реликтами эпохи образования планет, сколько продуктами гигантской камнедробилки. В частности, не только железные метеориты и ахондриты, но и вообще все метеориты, попадающие на Землю, представляют собой продукты «столкновительного» распада астероидов главного пояса. Более крупные тела предположительно сохранились почти нетронутыми. Иными словами, астероиды размером больше 100 км — это такие же планетезимали (правда, изрядно «повзрослевшие»),



Менисковые телескопы\*

Рефлекторы Ньютона\*

\* Цена зависит от модели



1999 Calvin J. Hamilton

▲ Наклон экваторов больших планет и Плутона к их орбитальным плоскостям. Венера, Уран и Плутон вращаются вокруг своей оси в направлении, противоположном их движению по орбите (так называемое ретроградное вращение).

как и те, из которых образовались большие планеты.

## Гравитационный рост

После появления планетезималей дальнейший процесс формирования планет управлялся уже гравитацией. Современные модели предсказывают, что гравитационный рост должен происходить в два этапа — ураганного роста и олигархического роста. На первом из них планетезимали движутся с небольшими относительными скоростями и объединяются благодаря взаимному притяжению. При этом наиболее крупные растут быстрее, поскольку притягивают к себе большее количество менее массивных

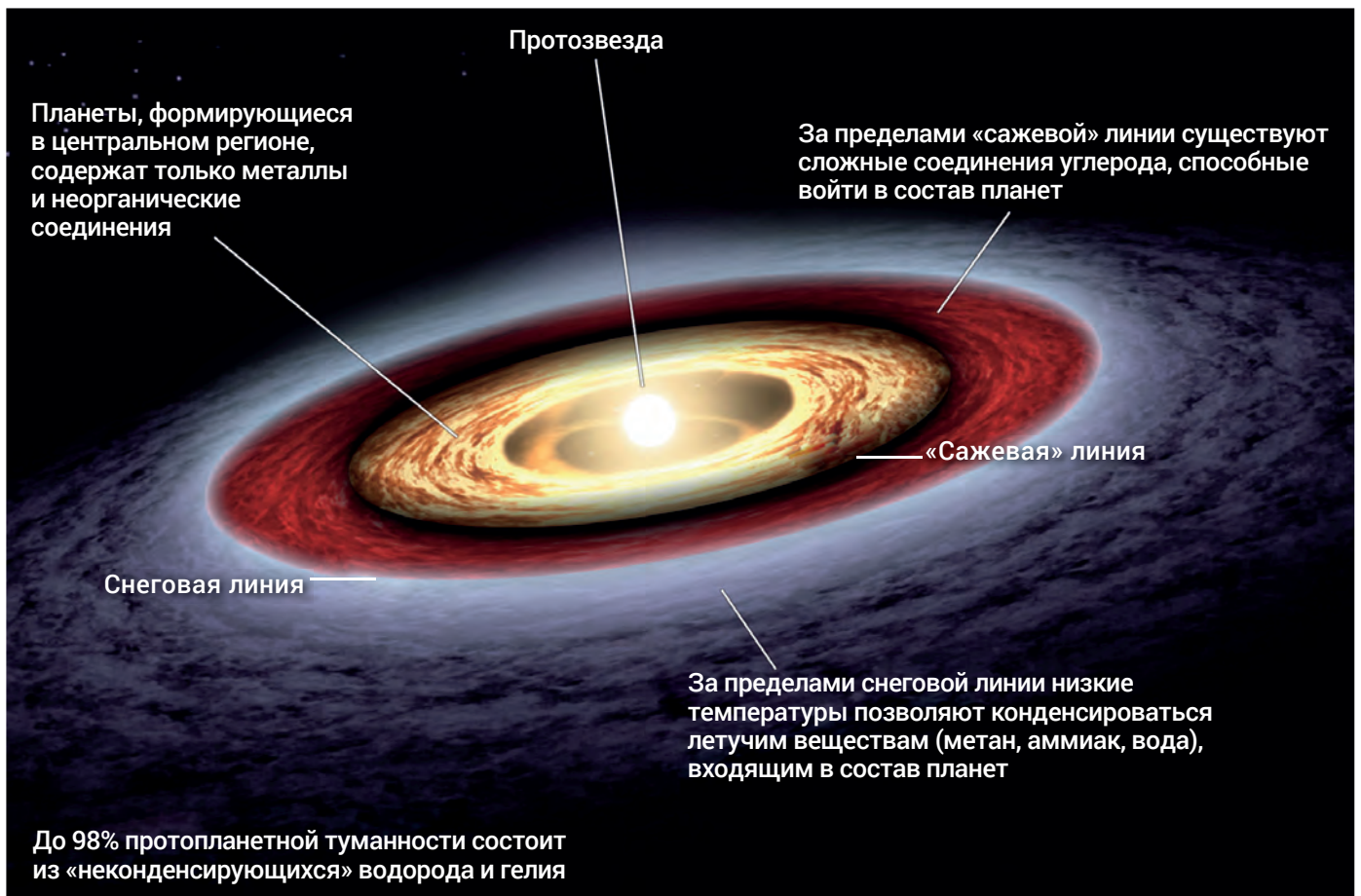
объектов. Чем больше их масса — тем сильнее они притягивают, чем сильнее они притягивают — тем больше становится их масса и т.д. В результате в протопланетном диске сильно увеличивается разрыв между самыми массивными и самыми легкими глыбами.

Этап ураганного роста заканчивается, когда масса крупнейших фрагментов становится настолько большой (примерно равной массе Луны), что они начинают вносить существенные гравитационные возмущения в движение менее массивных тел. Из-за этих возмущений средняя относительная скорость движения планетезималей увеличивается, и их столкновения все чаще начинают приводить не к слиянию, а к разрушению (как это про-

исходит сейчас в главном поясе). На данном этапе массу наращивают только самые большие объекты, которые слишком крупны, чтобы разрушиться в результате столкновения. Такой рост называют «олигархическим», поскольку его переживают, попутно неимоверно увеличиваясь в размерах, только те, кто с самого начала больше «нахапал».

Здесь важно отметить следующее. Почти у каждой планеты есть какая-то «изюминка», для объяснения которой привлекается некое древнее столкновение с массивным протопланетным телом. У Меркурия это чрезмерно большое железное ядро, у Венеры и Урана — необычное осевое вращение, у систем Земля-Луна и Плутон-Харон — сравнительно большая

▼ Схематическое изображение протопланетного диска с указанием снеговой и «сажевой» линии. В случае солнцеподобной звезды первая из них имеет радиус около 2,7 а.е. За ее пределами формируются планеты-гиганты, состоящие в основном из летучих веществ. Внутри «сажевой» линии температура настолько высока, что все возможные органические вещества обугливаются, превращаясь в сажу — аморфный углерод и полициклические ароматические углеводороды.



масса спутника относительно центрального тела, у Марса — сильные различия рельефа в северном и южном полушариях и пр. Эти объяснения могут показаться попыткой заткнуть одной пробкой сразу много бутылок, но на самом деле взаимные столкновения были ключевым элементом формирования планет. Поскольку все они происходили при различных обстоятельствах, неудивительно, что в разных случаях мы видим разные итоги.

Этапы ураганного и олигархического роста наступают через несколько миллионов лет после образования СА1 (поскольку точная дата формирования Солнечной системы неизвестна, за точку отсчета ее возраста часто берут момент появления СА1). В это время возникает важное различие между планетезималиями и более крупными протопланетными телами, образующимися на разных расстояниях от Солнца — точнее, по разные стороны так называемой снеговой линии, ограничивающей внутреннюю «горячую» зону, где температура не позволяет летучим соединениям (в первую очередь воде — строго говоря, снеговая линия для каждого соединения своя) конденсироваться в твердое вещество. Точное положение снеговой линии в формировавшейся Солнечной системе определить сложно, так как для этого, в частности, нужно намного точнее знать параметры молодого Солнца, но примерно можно сказать, что она находилась на расстоянии 2-4 а.е. от нашей звезды.

Наличие снеговой линии приводит к нескольким важнейшим последствиям. Во-первых, излучение звезды (в совокупности, возможно, со звездным ветром) постепенно очищает внутренние области диска от остатков газа, не вошедшего в состав планетезималей. Поэтому в области образования планет земной группы сохранились главным образом тугоплавкие материалы. Эти планеты маломассивны просто потому, что для их формирования было доступно меньше «сырья». Объекты за пределами снеговой линии значительно тяжелее, поскольку в их состав, помимо нелетучих соединений, вошли куда более распространенные льды. Во-вторых, в области за снеговой линией газовое вещество диска сохранялось более длительное время, поэтому наиболее массивные планетезималии имели возможность расти не только за счет слияния, но и за счет аккреции окружающего газа. Следовательно, и планеты там получились существенно более крупными. В-третьих, если представители земной группы, вероятно, «родились» примерно на тех орбитах, по которым движутся сейчас, то

▼ Знаменитый Аризонский метеоритный кратер, возникший примерно 50 тыс. лет назад после удара 50-метрового метеороида — наглядное свидетельство того, что процессы аккреции в Солнечной системе продолжают (хоть и с меньшей интенсивностью, чем в эпоху ее молодости). Интересно, что дискуссии о происхождении этой импактной структуры, сейчас считающейся классической, длились довольно долго и прекратились только после открытия продуктов ударного метаморфизма в палеозойских песчаниках на дне кратера, а также подтверждения того, что некоторые чужеродные фрагменты породы на самом деле являются остатками упавшего тела.



орбиты гигантов из-за взаимодействия с остаточным газовым диском претерпевали существенные изменения. И эти изменения, возможно, стали важнейшим фактором эволюции Солнечной системы вообще и жизни на Земле в частности.

### Танцы с гигантами

Численные модели этапов ураганного и олигархического роста в области планет земной группы в свое время столкнулись со следующей проблемой: они не могли объяснить, как в одном и том же диске одновременно образовались более массивные Земля и Венера вместе с менее массивными Меркурием и Марсом. Впрочем, с Меркурием вопрос темный. Его большое ядро может быть признаком того, что начальная масса этой планеты была существенно больше, но потом ей как-то особенно сильно не повезло с очередным столкновением. К тому же какую-то специфическую и пока не учтенную роль могла сыграть близость к Солнцу. Иное дело — Марс. В моделях, успешно воспроизводивших появление Венеры и Земли, он неизменно получался в несколько раз более тяжелым, чем на самом деле.

Популярное сейчас решение проблемы «маленького Марса» было предложено совсем недавно, в 2011 г., Кевином Уолшем (Kevin Walsh) с соавторами и получило название модели Большого Оверштага (Grand Tack). Чтобы Красная планета «не

доросла» до слишком большого размера, ее росту должно было что-то помешать. Такой помехой в рассматриваемой области пространства мог быть только Юпитер, однако он сейчас находится слишком далеко от марсианской орбиты. Уолш с коллегами предположили, что сразу после своего образования газовый гигант выполнил грандиозный маневр: сначала приблизился к Солнцу, а затем удалился обратно.

Причиной таких «пируэтов» стало взаимодействие с остатками газового диска, а позже — с Сатурном. Согласно модели Большого Оверштага Юпитер образовался раньше остальных планет, в то время, когда исходный протопланетный диск в месте формирования планет-гигантов еще не рассеялся. Его взаимодействие с Юпитером привело к миграции последнего ближе к Солнцу. Чуть позже и дальше крупнейшей планеты сформировался Сатурн, который также начал мигрировать к центру Солнечной системы, пока не попал в резонанс 3:2 с Юпитером (то есть в ситуацию, когда три юпитерианских орбитальных периода оказались точно равны двум сатурнианским). После этого направление миграции обеих планет изменилось на противоположное.

Такие планетные маневры позволяют решить сразу несколько проблем. Во-первых, приближение Юпитера «взбалтывает» диск планетезималей и не дает сформироваться в нем большому Марсу. Чтобы объяснить наблюдаемое соотношение

масс Марса и Земли, достаточно предположить, что крупнейшая планета «развернулась» в полутора астрономических единицах от Солнца. Во-вторых, мигрируя туда-сюда, Юпитер с Сатурном разрушили и «перезаполнили» пояс астероидов, заселив его внутреннюю часть относительно безводными планетезималиями, сформировавшимися внутри снеговой линии, а внешнюю часть — обогащенными водой объектами из-за ее пределов. Это разделение сохранилось в главном поясе до сих пор: ближе к Солнцу наблюдаются почти лишенные воды астероиды класса S (силикатные), дальше от Солнца — богатые водяным льдом и другими летучими соединениями астероиды класса C (углистые). Наконец — в качестве суперприза — гравитационные возмущения от «танцующих» планет-гигантов направили значительное количество C-астероидов в центральную часть Солнечной системы, где они, в частности, снабдили водой формирующуюся Землю. Это очень важное дополнение, поскольку наша планета образовалась в той области пространства, где планетезимали должны были быть преимущественно «сухими».

После Большого Оверштага формирование планетезимальной группы продолжалось еще пару-тройку десятков миллионов лет. Последний большой удар по Земле, предположительно приведший к появлению Луны, случился примерно на 100 млн лет позже образования CAI. Но и после этого процесс выстраивания структуры Солнечной системы не закончился. Прямо у нас перед глазами есть наглядное свидетельство того, что через несколько сотен миллионов лет после рождения она пережила еще одно перемещение планет-гигантов. Это свидетельство — лунные кратеры и моря. Исследование горных пород нашего естественного спутника в 1970-е годы показало, что возрасты большинства ударных структур на Луне попадают в довольно узкий интервал от 4,1 до 3,8 млрд лет. Рост

числа столкновений в то время, примерно через 700 млн лет после начала образования Солнечной системы, оказался настолько значительным, что данный эпизод поначалу получил название «лунного катаклизма». Позже признаки интенсивного «метеоритного обстрела» в аналогичную эпоху были обнаружены и на других телах, поэтому теперь это событие называется поздней тяжелой бомбардировкой (Late Heavy Bombardment, LHB) — без привязки к Луне.

В середине 2000-х годов группа астрономов из Обсерватории Лазурного берега (Ницца, Франция) задалась вопросом о причинах этой бомбардировки и попыталась связать дестабилизацию малых тел Солнечной системы с новыми перемещениями планет-гигантов. После того, как рассеялся газ протопланетного диска, последние продолжали гравитационно взаимодействовать с оставшимися в диске планетезималиями, обмениваясь с ними энергией. При этом Сатурн, Уран и Нептун в основном отправляли малые тела во внутренние области Солнечной системы, а сами уходили все дальше от Солнца. Юпитер же отбрасывал падающие извне объекты обратно на периферию, терял при этом энергию и постепенно приближался к нашему светилу.

Детальная численная модель этого процесса, разработанная в Обсерватории Лазурного берега, получила название «Модели из Ниццы». Согласно ей изначально планеты-гиганты находились ближе друг к другу — в интервале расстояний от 5,5 до 17 а.е. (при этом исходное расположение Юпитера и Сатурна вполне может задаваться результатом Большого Оверштага). Затем Юпитер начал двигаться к центру Солнечной системы, Сатурн мигрировал в противоположном направлении, и отношение их периодов стало постепенно приближаться к двойке. Через несколько сотен миллионов лет — конкретное время зависит от параметров модели — планеты

попали в резонанс 2:1, и этот резонанс нарушил «планетное равновесие», переведя их на орбиты с большими эксцентриситетами (близкими к современным значениям) и ускорив их движение.

По окончании этой «перестройки» Уран и Нептун значительно удалились от места своего рождения, что отчасти может объяснить проблему их образования. В протосолнечном диске на расстоянии 20-30 а.е. от Солнца плотность вещества была слишком мала, чтобы ледяные гиганты успели сформироваться до того момента, когда газовый диск прекратил существование. Тот факт, что, согласно «Модели из Ниццы», они появились существенно ближе к Солнцу, с этой точки зрения оказывается весьма кстати.

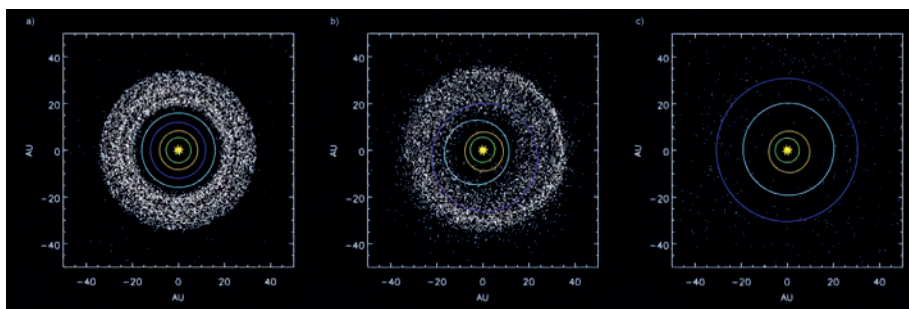
В процессе всех этих перемещений существенно больший хаос, естественно, был внесен в движение планетезималей. Часть из них из-за гравитационного воздействия «танцующих гигантов» устремилась к центру Солнечной системы и устроила там позднюю тяжелую бомбардировку. Значительная часть малых тел из области нынешнего Пояса Койпера отправилась в противоположном направлении, из-за чего нынешняя масса этого пояса оказалась существенно меньше предполагаемой массы планетезимального диска, в котором могли бы образоваться наблюдаемые транснептуновые объекты. Часть разлетающихся в разные стороны планетезималей была захвачена газовыми и ледяными гигантами, образовав системы иррегулярных спутников.

На данный момент «Модель из Ниццы» считается наиболее успешной попыткой объяснить прошлые события и нынешнюю архитектуру Солнечной системы. Но при этом ни она, ни модель Большого Оверштага, ни другие гипотезы, описанные выше, не являются полностью общепринятыми. Образование и эволюция планетных систем сейчас очень активно исследуются, постоянно подпитываясь новыми данными о Солнечной системе и о планетах иных звезд. Поэтому не исключено, что от каких-то современных представлений о жизни нашего «космического дома» в будущем придется отказаться — так же, как ученые уже не раз отказывались от многих прежних представлений.

Так или иначе, через какой-нибудь миллиард лет после рождения Солнечной системы бурные события в ней в основном закончились. Их итогом стала сегодняшняя стабильность, устойчивое равновесие, вывести из которого нашу «планетную семью» очень непросто. Хотя... Непросто — не значит невозможно. Но это уже совсем другая история... ■

#### ▼ Этапы компьютерной симуляции, показывающей орбиты внешних планет и Пояс Койпера:

- до достижения Юпитером и Сатурном резонанса 2:1;
  - в эпоху рассеяния объектов Пояса Койпера по Солнечной системе после орбитального сдвига Нептуна;
  - после выброса Юпитером объектов Пояса Койпера.
- Показаны орбиты планет: Юпитера (зеленым цветом), Сатурна (оранжевым), Урана (голубым) и Нептуна (синим). При создании симуляции использованы данные «Модели из Ниццы»



# Загадочные «шрамы» Тефии

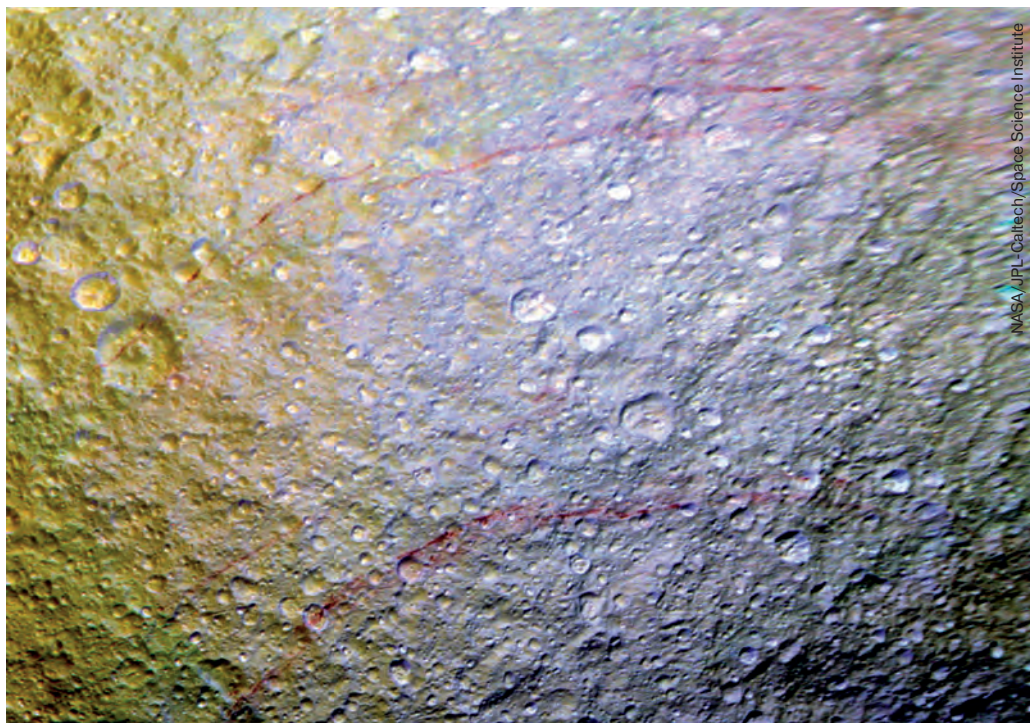
После обработки крупномасштабных снимков сатурнианского спутника Тефии,<sup>1</sup> полученных в апреле 2015 г. космическим аппаратом Cassini (NASA) с использованием различных светофильтров, на поверхности этого небесного тела были обнаружены загадочные тонкие полосы, имеющие красноватый оттенок. Их ширина не превышает нескольких километров, в то время как длина измеряется сотнями километров.

Первые признаки «красных шрамов» были замечены на черно-белых фотографиях Тефии, сделанных еще в 2011 г. После обнаружения непонятных деталей сотрудники рабочей группы миссии приняли решение во время одного из следующих тесных сближений Cassini со спутником провести сеанс цветной фотосъемки. Вдобавок в текущем году для этого сложились более благоприятные условия: в северном полушарии Сатурна и его лун наступило лето, благодаря чему значительно улучшилась освещенность участков местности, заинтересовавших планетологов.

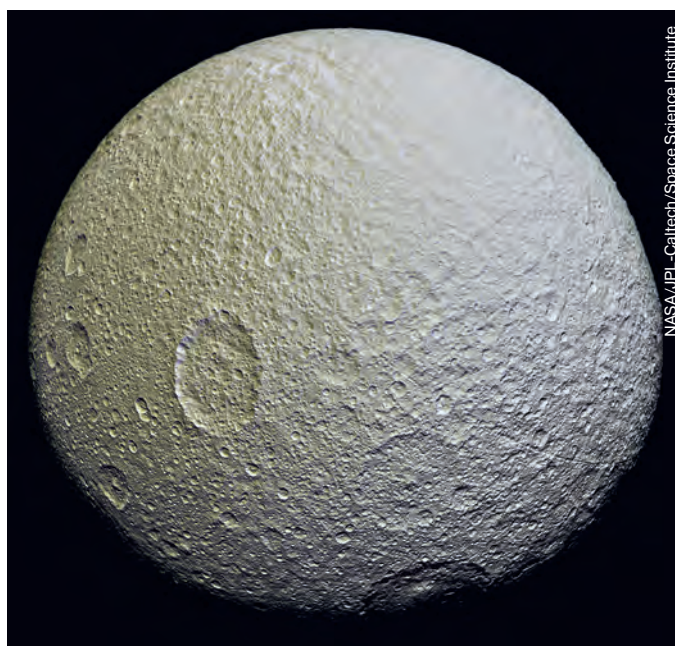
Происхождение полос пока остается для ученых загадкой — по поводу него даже не выдвинуто более-менее правдоподобных предположений. Известно только, что эти образования сравнительно молоды: они пролегают поверх всех ударных кратеров, однозначно возникших раньше. Отмечается также их определенное сходство с коричневыми полосами на поверхности юпитерианского спутника Европы.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ВПВ №10, 2005, стр. 30

<sup>2</sup> ВПВ №3, 2005, стр. 14; № 5, 2015, стр. 13



NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute



NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute

С другой стороны, вполне понятны причины появления желтоватого оттенка ледяной поверхности в левой части нижнего снимка: он связан с ее взаимодействием с заряженными частицами, «захваченными» сатурнианской

магнитосферой (радиационными поясами планеты). Примеси, содержащиеся во льду, при бомбардировке высокоэнергетическими частицами образуют соединения, окрашенные в желтый цвет. Этот эффект уже удалось воспро-

извести в лабораторных экспериментах. Магнитосфера вращается быстрее, чем Тефия движется по своей орбите, поэтому она преимущественно воздействует на хвостовое полушарие спутника — постоянно обращенное назад по ходу движения.

Приведенное изображение (вверху) имеет размеры 490×415 км, его центр расположен в точке с примерными координатами 30° северной широты, 187° западной долготы. Разрешение составляет порядка 700 м на пиксель. Съемка велась через зеленый светофильтр, а также фильтры ближнего инфракрасного и ультрафиолетового диапазонов (показаны условными цветами). Рабочая группа планирует дополнительные наблюдения Тефии с близкого расстояния во время одного из пролетов в конце текущего года.

## ТРЕТЬЯ ПЛАНЕТА

ТЕЛЕСКОПЫ  
БИНОКЛИ  
МИКРОСКОПЫ

Киев, ул. Нижний Вал, 3-7

## Диона: последний визит

Мозаичная фотография серпа Дионы, составленная из кадров, отснятых узкоугольной камерой Cassini 17 августа 2015 г. За время съемки расстояние между космическим аппаратом и спутником уменьшилось с 59 до 47 тыс. км. Координаты центра видимого диска сатурнианской луны (находящегося на ее неосвещенной части) —  $0,4^\circ$  северной широты,  $30,6^\circ$  западной долготы, угол между направлениями на Солнце и Cassini составляет  $145^\circ$ . Масштаб изображения — около 400 м на пиксель. Север вверху справа.

Американский космический аппарат Cassini осуществил последнее запланированное тесное сближение с сатурнианским спутником Дионой: 17 августа 2015 г. он прошел на расстоянии 474 км от ее поверхности. В ходе пролета была получена серия снимков этой луны с разных направлений и при различных углах падения солнечных лучей. Фотографирование велось узкоугольной камерой через пять све-

тофильтров видимого диапазона, а также без фильтров и вспомогательной широкоугольной камерой. Предварительно 9 августа группа сопровождения зонда провела коррекцию его траектории с помощью бортового реактивного двигателя.

Диону открыл в 1684 г. знаменитый итальянский астроном Джованни Кассини (Giovanni Domenico Cassini), в честь которого и названа первая специализиро-

ванная миссия в систему «окольцованной планеты».<sup>1</sup> До ее прибытия в окрестности Сатурна основная информация о четвертой по размерам сатурнианской луне (средний диаметр Дионы равен 1123 км) была получена межпланетными зондами Voyager, сфотографировавшими ее в 1980 и 1981 гг.<sup>2</sup> Ученые обнаружили на поверхности этого спутника множество признаков криовулканической активности,<sup>3</sup> однако непосредственно действующих вулканов там увидеть не удалось. Поэтому последний визит к Дионе был в значительной мере посвящен их поискам. Производились также спектроскопические исследования и гравиметрические траекторные измерения с целью уточнения массы и определения внутренней структуры этого небесного тела. Специальный прибор вел непрерывный подсчет пылевых частиц, с которыми сталкивался космический аппарат.

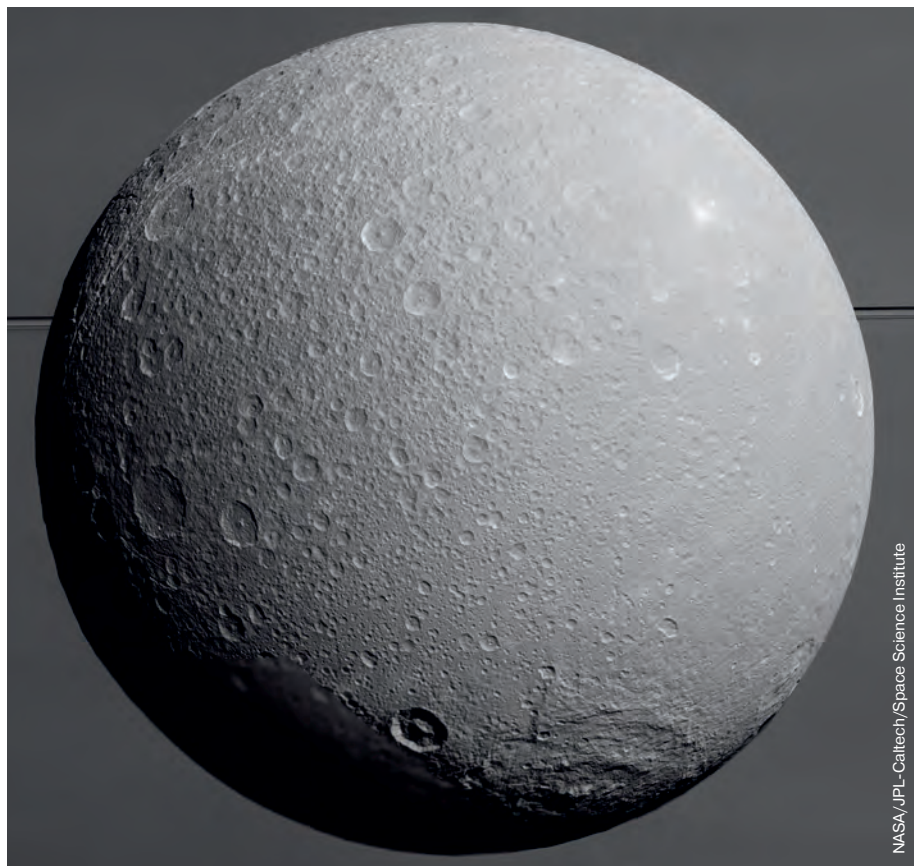
<sup>1</sup> ВПВ №4, 2008, стр. 14

<sup>2</sup> ВПВ №3, 2006, стр. 30

<sup>3</sup> ВПВ №1, 2009, стр. 18

◀ Это изображение Дионы составлено из 8 снимков узкоугольной камеры высокого разрешения и одного снимка широкоугольной камеры («размытый» участок слева внизу), сделанных зондом Cassini непосредственно перед максимальным сближением с Дионой 17 августа 2015 г. Справа внизу заметен 350-километровый многокольцевой бассейн Эвандер (Evander), возникший при ударе крупного астероида или кометы. Слева за терминатор уходит система разломов Падуа (Padua Chasma).

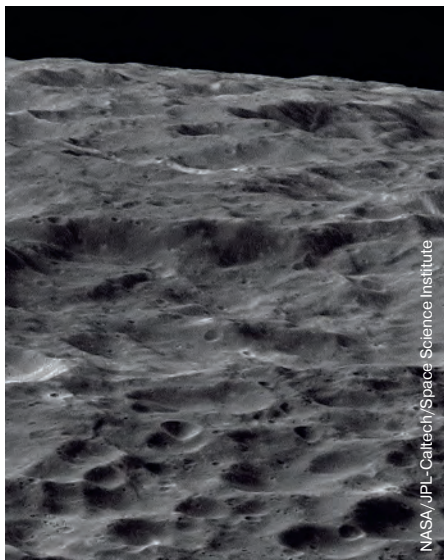
Фотографирование велось с расстояния от 170 до 63 тыс. км. Центр диска Дионы находится вблизи экватора, на  $179$ -м градусе западной долготы. Угол между направлениями на Солнце и Cassini равен  $35^\circ$ . Разрешение снимков достигает 450 м на пиксель.



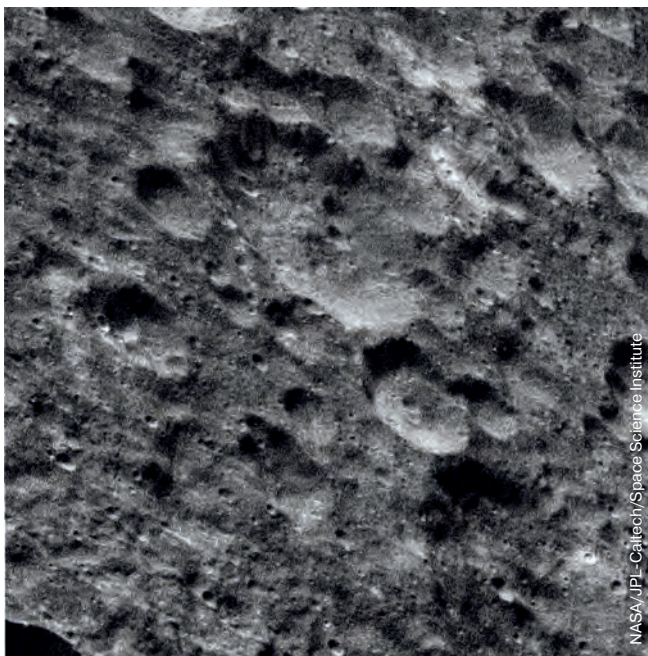
▼ Более ранний снимок Дионы, сделанный во время пролета 11 апреля 2015 г. с расстояния 110 тыс. км и демонстрирующий множество светлых трещин на ее поверхности, которые считаются свидетельством неухающей тектонической активности этой луны. Источником энергии для нее, скорее всего, должны быть приливные явления, связанные с эволюцией орбиты спутника. Север вверху, разрешение до 660 м на пиксель.



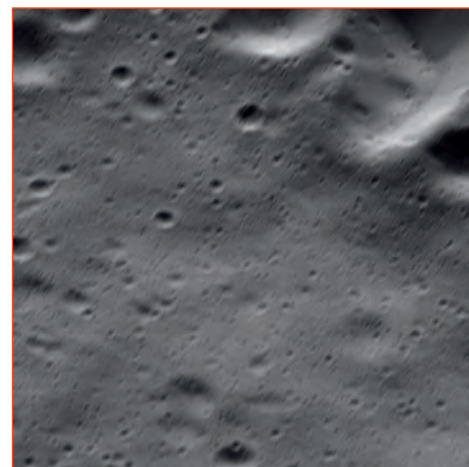
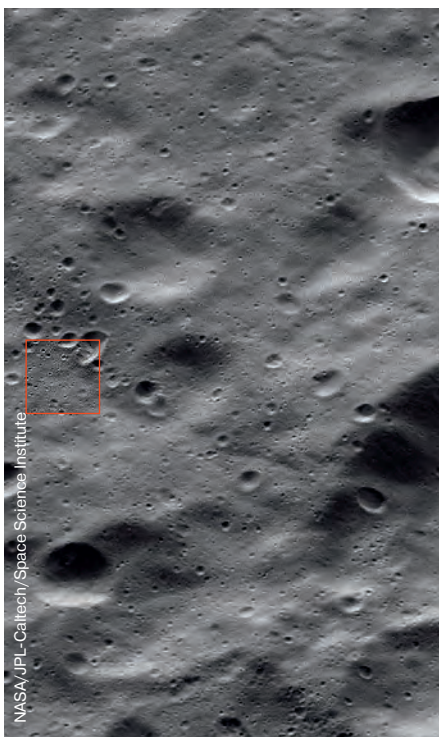
▼ Снимок сильно кратерированного ландшафта Дионы, сделанный под небольшим углом к поверхности широкоугольной камерой зонда Cassini 17 августа 2015 г. Фотографирование производилось без фильтра с высоты около 750 км. Разрешение порядка 45 м на пиксель. Север внизу.



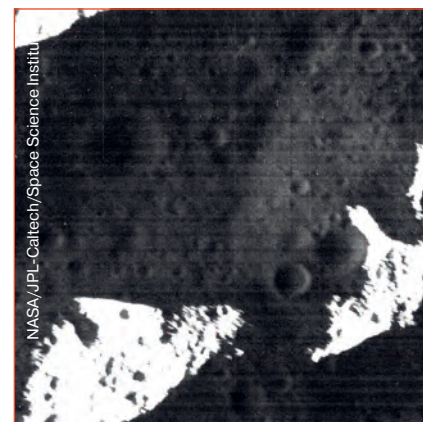
Траектория Cassini пролегла таким образом, что с наибольшим разрешением удалось отснять регионы вблизи северного полюса Дионы (масштаб некоторых снимков достигает полутора метров на пиксель). Теперь зонд должен выйти из плоскости сатурнианского экватора, в которой он произвел основную часть своих сближений со спутниками, и перейти на орбиту, позволяющую ему совершить пролет между внутренним краем колец планеты и верхними слоями ее атмосферы. Этим рискованным маневром рабочая группа собирается завершить миссию Cassini. Других экспедиций в систему Сатурна пока не планирует ни одно космическое агентство.



◀ Главная особенность этого снимка, сделанного в видимом диапазоне широкоугольной камерой аппарата Cassini, заключается в том, что здесь поверхность Дионы освещена исключительно солнечным светом, отраженным от Сатурна. Его оказалось достаточно, чтобы получить качественное изображение даже с выдержкой в одну сотую секунды. Съемка производилась 17 августа с высоты 970 км, разрешение 58 м на пиксель. Север внизу слева.



▲ Один из наиболее детальных снимков ледяной поверхности Дионы, сделанных зондом Cassini. Масштаб изображения, полученного широкоугольной камерой WAC, достигает 32 м на пиксель. На врезке — результат работы узкоугольной камеры NAC. Ее разрешение на порядок выше. Съемка велась с высоты 537 км. Север внизу.



▲ Во время пролета над околополярными областями Дионы Cassini фотографировал местность, расположенную вблизи границы освещенного и неосвещенного полушарий. На этом снимке (примерные координаты центра — 65° с.ш., 25° з.д.) темные участки слегка подсвечены «сатурнианским сиянием» — солнечным светом, отраженным от Сатурна. Масштаб изображения — 35 м на пиксель. На врезке показана фотография, сделанная узкоугольной камерой с более высоким разрешением (до 3,5 м на пиксель). Съемка велась с высоты 588 км.

# Dawn: на шаг ближе к Церере

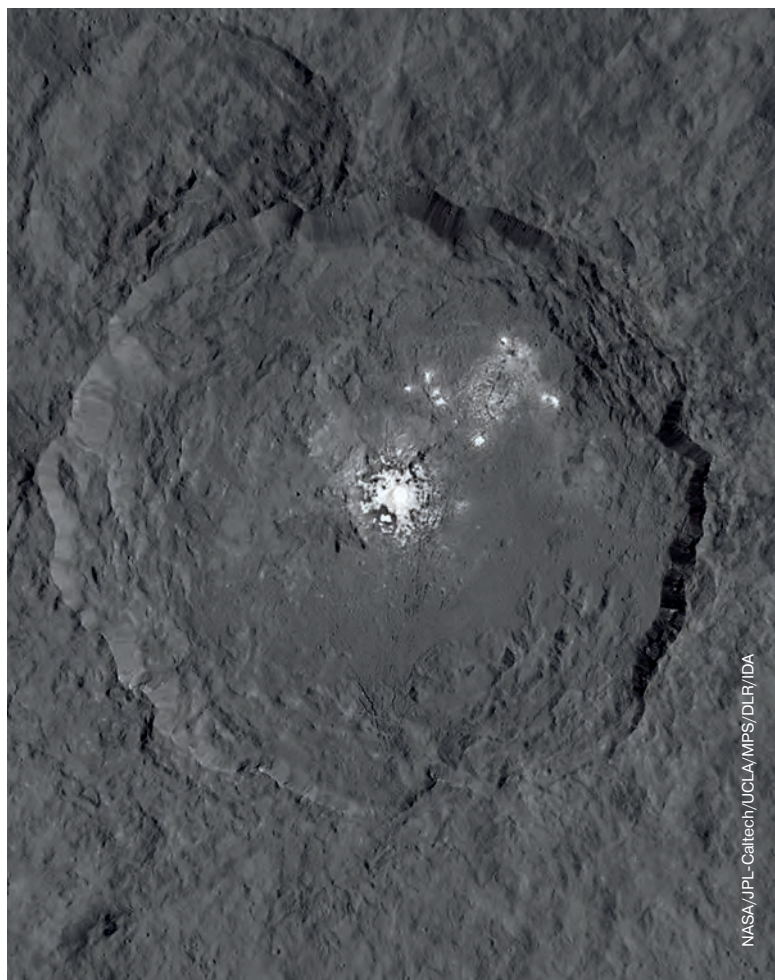
**А**мериканский космический аппарат Dawn сделал первые снимки 90-километрового кратера Оккатор (Occator) на поверхности карликовой планеты Цереры (1 Ceres)<sup>1</sup> со своей новой рабочей орбиты высотой 1470 км. Изображения были опубликованы на сайте миссии 9 сентября 2015 г.

Кратер Оккатор — один из наиболее известных объектов Цереры. В пределах его вала расположена группа белых пятен, замеченных еще на снимках космического телескопа Hubble. Их яркость настолько велика, что при обработке изображений пришлось применить технику расширенного динамического диапазона, вычислительными методами складывая фотографии, сделанные с различной экспозицией. Наилучшее разрешение полученных изображений достигает 140 м на пиксель.

Dawn уже завершил два цикла съемки Цереры с новой орбиты. Каждый цикл занимает 14 оборотов вокруг карликовой планеты (длительность одного оборота составляет около 19 часов) и позволяет сфотографировать большинство деталей ее поверхности с различных направлений. По результатам работы космического аппарата составлено несколько анимаций окрестностей кратера Оккатор, представляющих его вид в трех измерениях. На них хорошо заметно, что внутренние склоны кратерного вала в некоторых местах имеют большую крутизну, при этом поднимаясь относительно дна почти на 2 км.

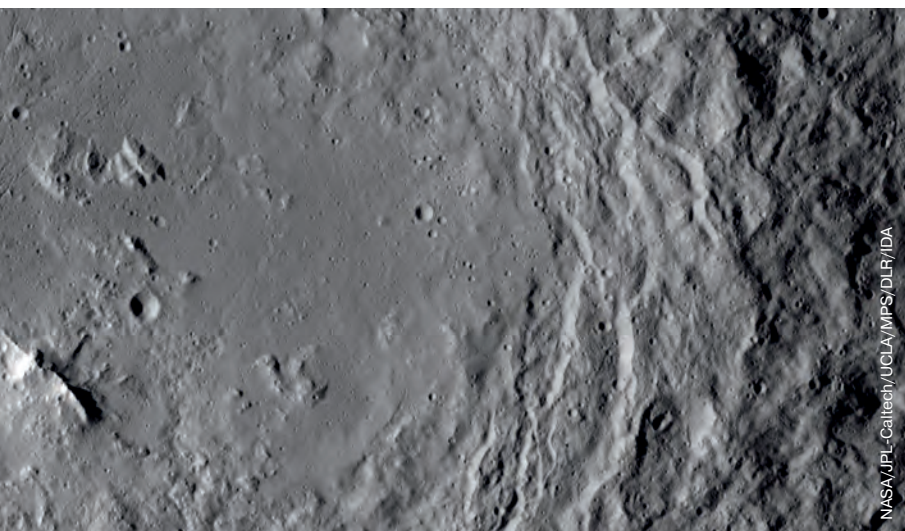
Текущий этап исследований Цереры продлится до последней недели октября, после чего Dawn начнет переход на свою финальную орбиту высотой 375 км, на которой проработает ориентировочно с середины декабря до конца миссии (решение о дате ее завершения будет принято в конце года с учетом состояния бортового оборудования зонда).

<sup>1</sup> ВПВ №4, 2004, стр. 17; №9, 2006, стр. 20



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

Снимки, переданные космическим аппаратом Dawn с новой рабочей орбиты высотой 1470 км с разрешением 140 м/пиксель.



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

▲ Необычный продолговатый горный хребет у левого края этого снимка, сделанного зондом Dawn 19 августа 2015 г., на самом деле является центральной горкой кратера Урвара (Urvara) на поверхности Цереры. Диаметр кратера составляет 163 км. Он получил свое название в честь индоиранского бога полей и растений.

▼ Участок южного полушария Цереры, сфотографированный 21 августа 2015 г.



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

Список городов и точек, где можно купить журнал «Вселенная, пространство, время»: [www.universemagazine.com](http://www.universemagazine.com)



# Что такое «карликовая планета»?

Карликовая планета, согласно определению, должна иметь форму, близкую к сферической, и обращаться вокруг Солнца, подобно восьми большим планетам. Однако, в отличие от последних, из-за слишком малой массы она не в состоянии «расчистить» пространство в окрестностях своей орбиты от других объектов сравнимых размеров. На данный момент к категории карликовых планет отнесены пять небесных тел: Церера, Плутон, Хаумеа, Макемаке и Эрида (в порядке возрастания среднего расстояния от Солнца).

Все они значительно легче Луны, и каждая из них обладает какой-то необычной особенностью.

Луна



показана для сравнения  
в том же масштабе

ВПВ с использованием  
инфографики davis.jpl.nasa.gov

## Церера (1 Ceres)



Ближайшая к Солнцу карликовая планета (и пока наименьшая из известных). Цереру астрономы считают «планетным эмбрионом», который мог бы «дорости» до полноценной планеты, но этому помешали гравитационные возмущения со стороны Юпитера. Поэтому она в настоящее время движется среди таких же — но меньших по размерам — каменных обломков, составляющих главный пояс астероидов.

Открыта: 1801

Названа в честь древнеримской богини зерна и урожая

СОЛНЦЕ  
МЕРКУРИЙ  
ЗЕМЛЯ  
ВЕНЕРА  
МАРС

ЦЕРЕРА

ЮПИТЕР

## Плутон (134340 Pluto)



Случайно найденный вблизи участка неба, указанного Персивалем Лоуэллом (Percival Lowell) как местонахождение девятой планеты Солнечной системы, Плутон долгое время ею и считался. Однако после открытия на сравнимых гелиоцентрических расстояниях нескольких подобных небесных тел, составляющих так называемый Пояс Койпера, решено было «переклассифицировать» его в новую категорию карликовых планет. На данный момент это крупнейший известный койперовский объект.

Открыт: 1930

Назван в честь древнегреческого бога подземного царства

САТУРН

## Хаумеа (136108 Haumea)



Один из самых быстровращающихся объектов Солнечной системы — оборот вокруг своей оси Хаумеа совершает менее чем за 4 часа. Поэтому центробежные силы придают ей заметно вытянутую форму. Размеры и эксцентриситет орбиты этого тела немного меньше, чем у Плутона, орбитальный период — на 35 лет больше.

Открыта: 2004

Названа в честь гавайской богини деторождения

УРАН

## Макемаке (136472 Makemake)



Наименьшая из карликовых планет, уже открытых в Поясе Койпера, и пока единственная, не имеющая спутников. Именно ее открытие стало «последней каплей», склонившей астрономов к выделению подобных объектов в новую категорию, промежуточную между большими планетами и малыми телами (кометами и астероидами).

Открыта: 2005

Названа в честь бога плодородия и создателя человека в мифологии Рапа-нуи — жителей острова Пасхи

НЕПТУН

## Эрида (136199 Eris)



Из всех известных карликовых планет Эрида имеет самую большую орбиту. Основную часть своего орбитального периода (его продолжительность равна 558 годам) она находится так далеко от Солнца, что ее атмосфера полностью вымерзает и выпадает на поверхность, укрывая ее снежно-белым слоем, который отражает свыше 80% падающего света.

Открыта: 2003

Названа в честь древнегреческой богини ссор и разногласий

ПЛУТОН

МАКЕМАКЕ

ХАУМЕА

ЭРИДА

# New Horizons продолжает передачу данных

Спустя почти два месяца после максимального сближения с Плутоном, 5 сентября 2015 г., космический аппарат New Horizons завершил отправку на наземные приемные станции данных, полученных на «предпролетном» этапе, и начал передачу информации, относящейся непосредственно к ближайшим окрестностям карликовой планеты. Эта информация включает в себя фотографии, спектральные измерения, данные бортовых газоанализаторов, регистраторов плазмы и пылевых частиц, а также результаты экспериментов по радиопросвечиванию плутонианской атмосферы.

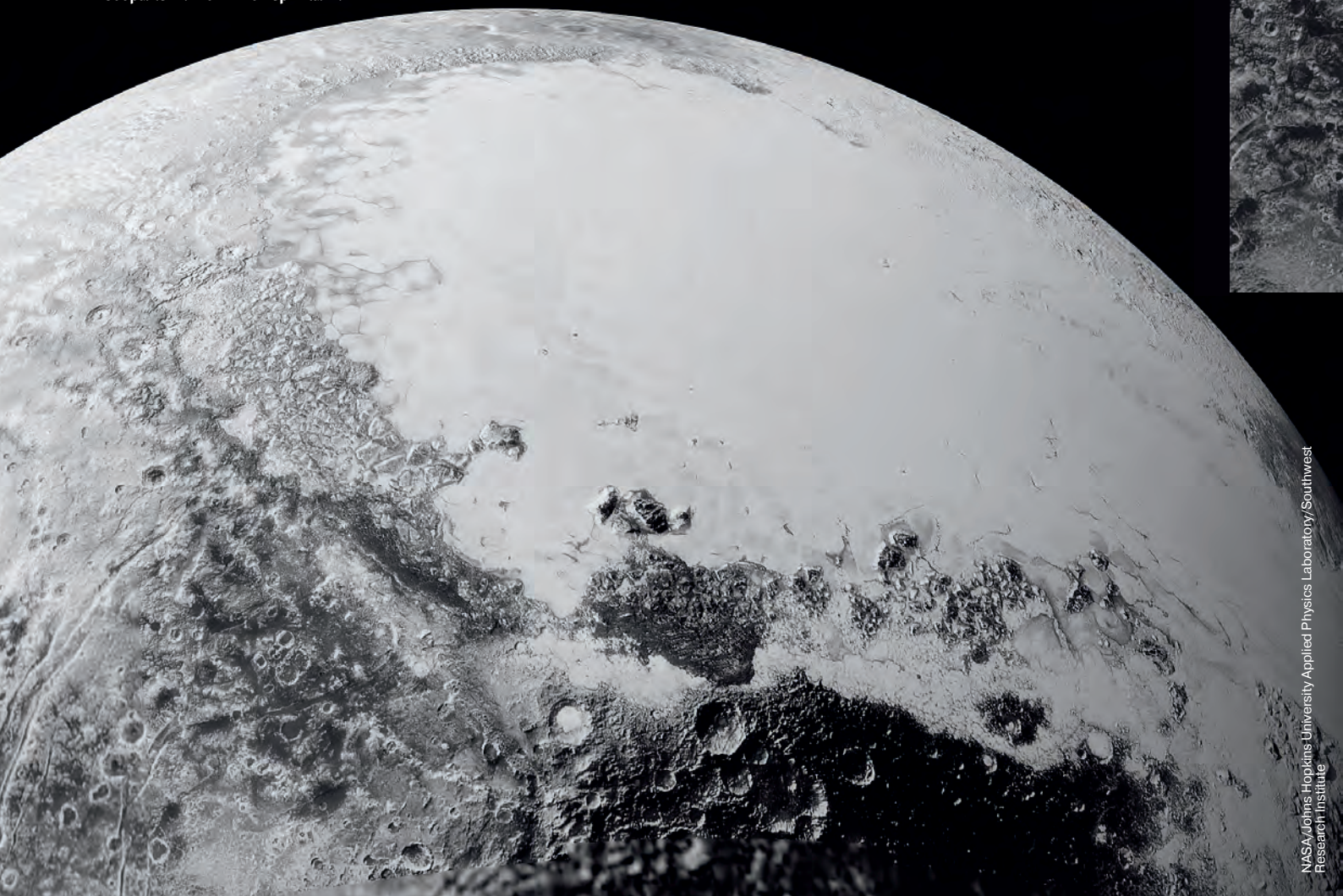
Передача осложняется огромным расстоянием между

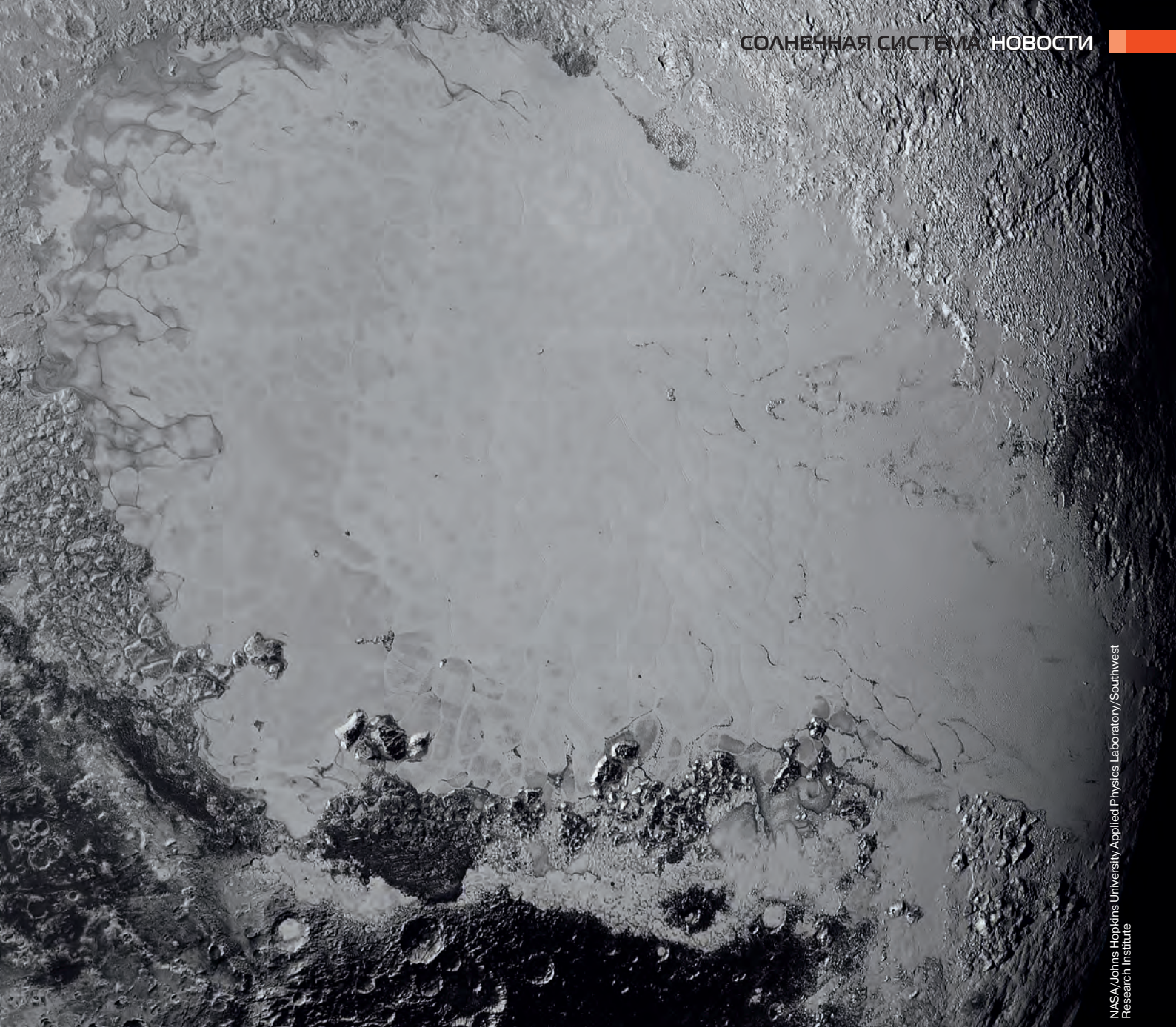
зондом и Землей — радиосигнал проходит его «в один конец» почти за 5 часов. Прием информации осуществляется антеннами Сети дальней космической связи NASA (Deep Space Network — DSN). Скорость радиообмена не превышает четырех килобит в секунду — в зависимости от того, какой тип данных передается и какая приемная антенна задействована в конкретный момент. Память бортового компьютера New Horizons содержит еще свыше 90% «неотправленных» сведений о Плуtone и его спутниках, трансляция которых займет примерно год.

Новые данные только подтверждают догадки о том, что карликовая планета на самом

деле является тектонически активным телом с динамичной атмосферой. По плутонианской поверхности движутся массивные азотно-метановые ледники, время от времени она испытывает эпизоды горообразования (горы на Плуtone состоят преимущественно из водяного льда) и, возможно, сопровождающего его криовулканизма. Не менее интересным оказался и Харон с его системой разломов, отделяющих северное полушарие — менее кратерированное и соответственно более молодое — от сравнительно старого южного полушария, характеризующегося значительно большим количеством ударных кратеров.

Этот перспективный вид полушария Плутона со знаменитым «сердцем» (обширным светлым регионом, получившим рабочее название «Равнина Спутника») составлен по данным съемки камеры высокого разрешения LORRI зонда New Horizons 14 июля 2015 г. с расстояния около 80 тыс. км. Экватор карликовой планеты пересекает левую часть изображения почти по вертикали.

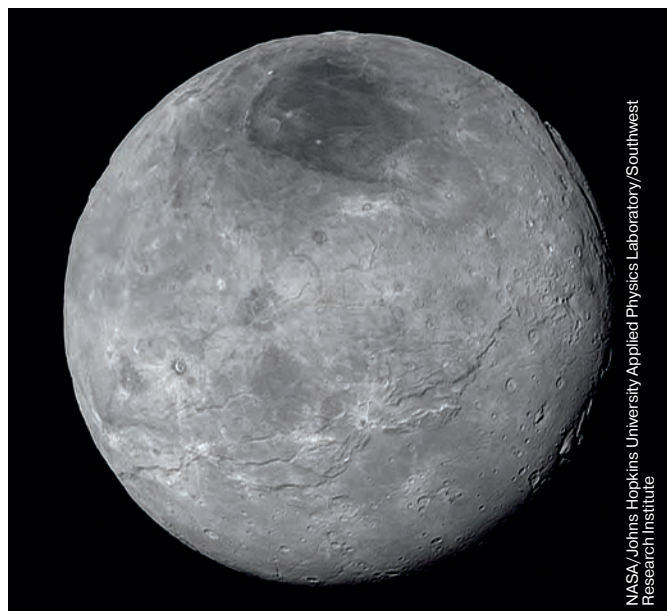




NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute

▲ Более детальное изображение северо-западной части «Равнины Спутника», полученное камерой LORRI 14 июля 2015 г. Хорошо заметно, что укрывающие ее ледники (по данным спектроскопии они состоят из замерзшего азота с примесью метана и монооксида углерода) медленно «растекаются», проникая в неровности рельефа возле краев равнины. При этом на их поверхности возникают характерные извилистые «отметины». Снимок сделан с расстояния 80 тыс. км, размер наименьших различимых на нем деталей — порядка 800 м.

► Один из «дополетных» снимков крупнейшего плутоианского спутника Харона. Изображение получено космическим аппаратом New Horizons 14 июля 2015 г., за 10 часов до максимального сближения (с расстояния 470 тыс. км), но передано на Землю только в начале сентября. Наименьшие видимые детали имеют размер 4,5 км. Хорошо заметно, что южное полушарие спутника (внизу) характеризуется более ровной поверхностью, усеянной, однако, значительно большим числом кратеров, чем северное, где почти все ударные структуры вдобавок имеют выраженные лучевые системы, причем как светлого, так и темного оттенка.



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

Архив журнала за 2011-2013 гг. в цифровом виде

Коллекция журналов  
на CD-дисках

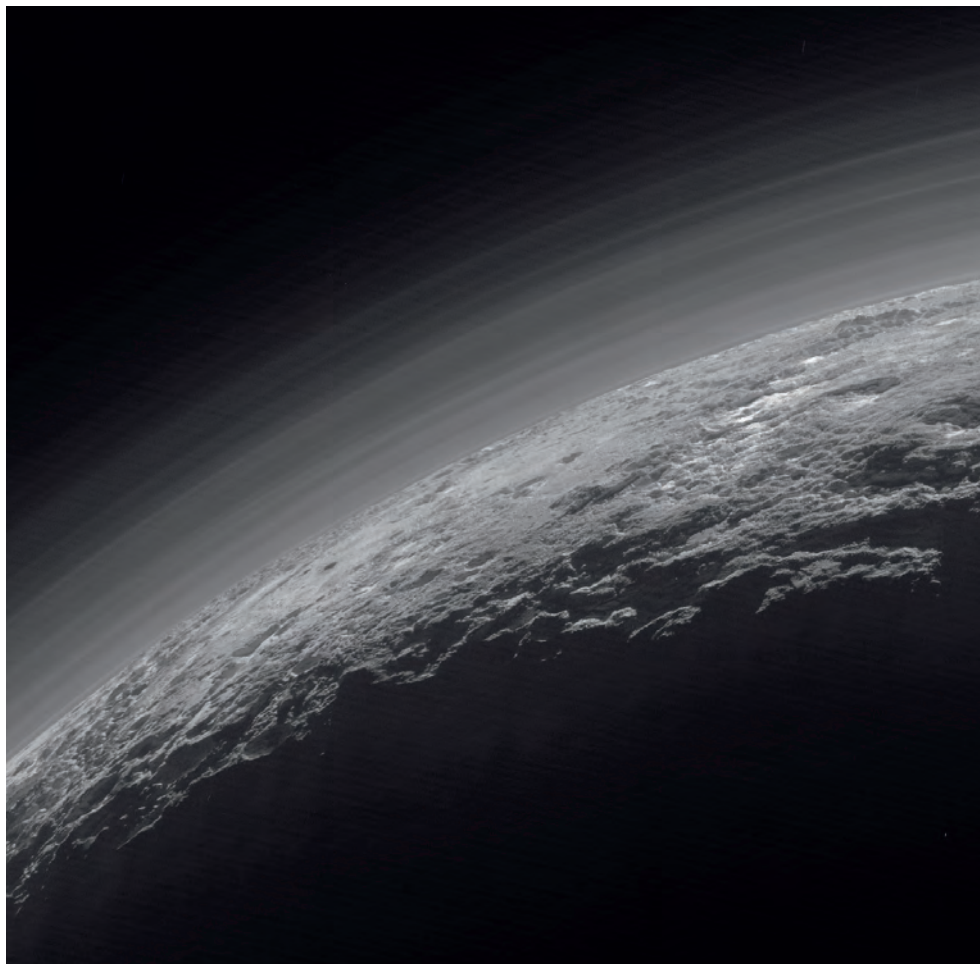


[www.shop.universemagazine.com](http://www.shop.universemagazine.com)

## Серп Плутона

С использованием самых мощных наземных и космических телескопов мы можем наблюдать только освещенную сторону крошечного диска Плутона (134340 Pluto). Терминатор — границу дня и ночи — на этом небесном теле способны увидеть исключительно межпланетные аппараты.

Через четверть часа после наибольшего сближения с Плутоном 14 июля 2015 г. американский зонд New Horizons сделал этот впечатляющий снимок серпа карликовой планеты, демонстрирующий участки ее поверхности, над которыми в тот момент наблюдался заход Солнца. Местность у терминатора в основном гористая (с высотой отдельных пиков до 3,5 км), за исключением гладкого ледникового «языка», относящегося к краевым областям «Равнины Спутника» и простирающегося до самого горизонта. Над плутонианским лимбом виден сияющий ореол разреженной атмосферы, в которой четко различимы полтора десятка тонких слоев углеводородной дымки. Съемка велась с расстояния 18 тыс. км, по линии горизонта изображение охватывает участок протяженностью 1250 км.



## Окаменевшие дюны в кратере Гейл

Мобильная лаборатория Curiosity (NASA) продолжает исследования подножья горы Шарп внутри марсианского кратера Гейл. Недавно группа сопровождения миссии обратила внимание на

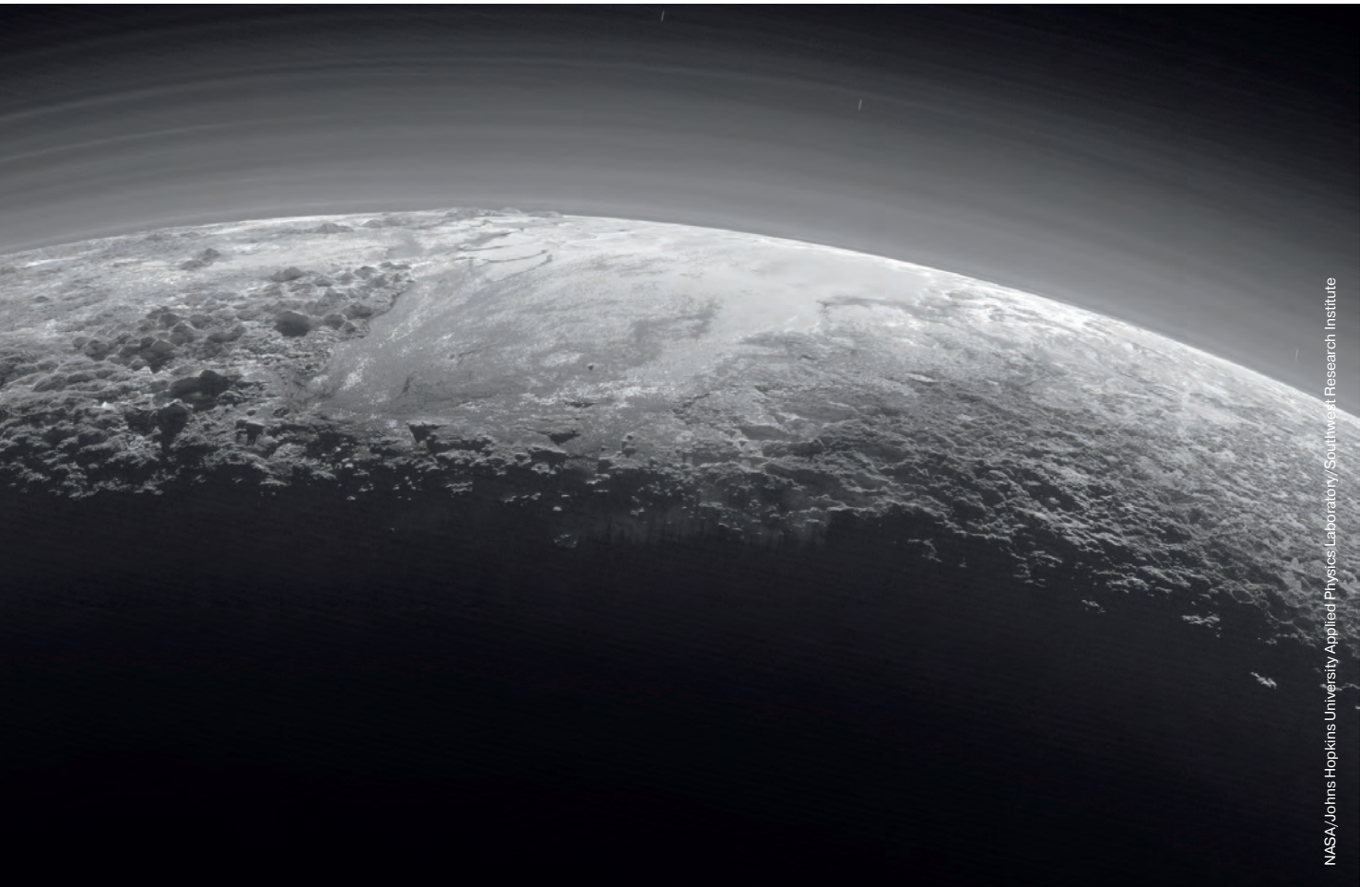
интересные структуры, сложенные из темного песчаника. Их текстура и наклон слоев характерны для отложений, которые первоначально представляли собой песчаные дюны, позже окаменевшие.

Необычные структуры обнаружены в пределах более обширной формации, которую планетологи назвали «участком Стимсона» (Stimson unit). Ее внешний вид достаточно убедительно свидетельствует

об участии ветра в ее образовании. Похожие окаменевшие дюнные поля характерны для юго-запада Соединенных Штатов. Ориентация «ветровых следов» может предоставить важную информацию

Панорама окаменевших песчаников у основания марсианской горы Шарп, снятая камерой Mastcam марсохода Curiosity 27 августа 2015 г. Цветовая гамма откалибрована таким образом, чтобы максимально приблизить полученное изображение к тому, которое бы увидел невооруженный человеческий глаз.





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

о преимущественном направлении атмосферных потоков в определенные эпохи марсианской истории.

Дюны лежат поверх слоя аргиллитов — продукта затвердевания осадочных пород, длительное время отлагавшихся на дне озера. Curiosity уже произвел исследование более глу-

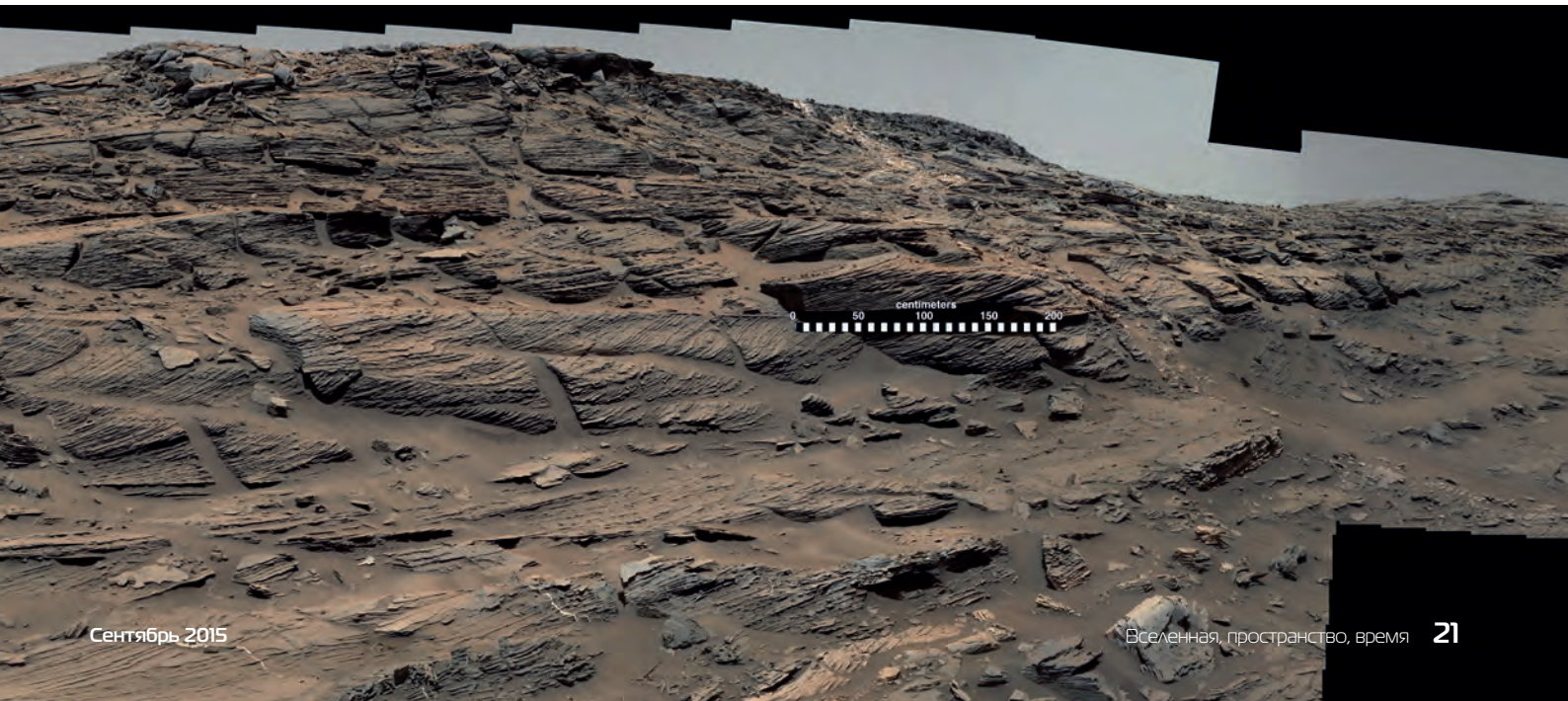
боких (и соответственно более древних) слоев у подножья горы Шарп и сейчас изучает более «свежие» отложения, добывая все больше свидетельств существенных изменений условий окружающей среды этого региона в прошлом.

Данная панорама составлена из нескольких десятков

снимков, сделанных через различные светофильтры камерой Mastcam марсохода Curiosity 27 августа 2015 г. В настоящее время аппарат продолжает движение вдоль пластов окаменевшего песчаника, благодаря чему они остаются в пределах его досягаемости. Сотрудники груп-

пы сопровождения планируют в течение ближайших двух недель задействовать буровые инструменты мобильной лаборатории, чтобы взять образцы этих формаций для детального химического анализа.

Мы в социальных сетях



# АВТОСТОПОМ ПО КОМЕТАМ

**А**мериканский исследовательский зонд Dawn стал первым в истории межпланетным аппаратом, на протяжении одной миссии побывавшим на орбите вокруг двух гравитационно не связанных небесных тел — астероида Веста (4 Vesta) и карликовой планеты Церера (1 Ceres).<sup>1</sup> Это стало возможным благодаря их сравнительно малой массе (и соответственно невысокими затратами энергии на преодоление их гравитации), пространственной близости их орбит и использовании высокотехнологичных ионно-реактивных двигателей, рабочим телом которых является дорогой инертный газ ксенон. Другие космические миссии, исследовавшие несколько объектов, все равно имели одну основную цель, а «промежуточные» изучались с пролетной траектории, без задержки в их окрестностях.

Интересную идею предложила группа специалистов из Лаборатории реактивного движения NASA<sup>2</sup> во главе с Масахиро Оно (Masahiro Ono, JPL NASA, Pasadena, California). Новая концепция в перспективе позволит одному аппарату при небольших затратах топлива для бортовых двигателей исследовать до десятка малых тел Солнечной системы — астероидов и комет. «Инструментом» для сближения, последующего торможения и выхода на орбиту вокруг них или посадки на их поверхность должен стать обыкновенный гарпун — правда, присоединенный к буксировочному тросу из современных сверхпрочных материалов.

После сближения с кометой (астероидом) на расстояние меньше длины троса производится прицельный выстрел гарпуном в сторону небесного тела. Гарпун оснащается специальными системами, позволяющими проникнуть достаточно глубоко под его поверхность и прочно там закрепиться. Далее специальная лебедка на борту аппарата начинает тормозить разматывающийся трос, а потом наматывать его, «подтягиваясь» к цели. Все эти операции можно произвести с помощью электродвигателей, которые работают на «дармовой» энергии, вырабатываемой солнечными батареями, к тому же часть энергии, выделяющейся во время торможения, также может быть аккумулярована и позже использована.

С помощью компьютерных симуляций группа Масахиро Оно уже проверила, выдержит ли гарпун такие нагрузки и достаточно

<sup>1</sup> ВПВ №5, 2005, стр. 24; №10, 2007, стр. 18; № 7, 2011, стр. 12; №3, 2015, стр. 28

<sup>2</sup> ВПВ №12, 2014, стр. 8



Так в перспективе может выглядеть аппарат, использующий гарпун с буксировочным тросом для выхода на орбиту вокруг малых тел и посадки на них.

NASA/JPL-Caltech/Cornellius Dammrich

ли будет прочности существующих материалов, чтобы компенсировать возникающие ускорения при относительных скоростях, характерных для объектов главного астероидного пояса. Результаты моделирования показали, что предложенная концепция вполне имеет право на жизнь. В настоящее время уточняются оптимальные параметры буксирного троса (его длина, толщина, а также масса и ее соотношение с массой космического аппарата). Согласно расчетам, прочность кевларового троса длиной порядка 100 км должно быть достаточно для осуществления маневра «поимки астероида» при скорости до 1,5 км/с. Использование перспективных технологий — в частности, углеродных нанотрубок — позволит увеличить ее значение еще в 5-6 раз.

Пока инженеры группы не пришли к единому мнению, за счет чего будет производиться последующий старт с поверхности астероида или ядра кометы. Возможно, для этого удастся использовать энергию вращения этих небесных тел. Очевидно также, что аппарат с «космическим гарпуном» все же должен иметь бортовые реактивные двигатели для осуществления коррекций траектории.

Новая концепция межпланетных перелетов получила название «Автостопом по кометам» (Comet Hitchhiker). Она стала частью первой фазы исследований в рамках программы космических технологий NIAC — Инновационные передовые концепции NASA. Дирекция программы расположена в штаб-квартире американского космического ведомства в Вашингтоне, ее партнером является профессор Дэвид Джуитт из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе (David Jewitt, University of California, Los Angeles). Результаты исследований были представлены на конференции Американского института аэронавтики и астронавтики, состоявшейся 1 сентября 2015 г. в Пасадине (Калифорния).



**Веста**  
578x560x458 км  
Dawn, 2011

**Итокава**  
0,54x0,3x0,2 км  
«Хаябуса», 2005

**Эрос**  
34,4x11,2x11,2 км  
NEAR Shoemaker, 2000

- К настоящему времени 11 астероидов были исследованы космическими аппаратами с близкого расстояния. Вблизи трех — Эроса (433 Eros), Итокавы (25143 Itokawa), Весты (4 Vesta) — автоматические разведчики находились длительное время; из них лишь последний относится к главному астероидному поясу между орбитами Марса и Юпитера.
- Первую посадку на поверхность астероида (Эроса) осуществил в конце своей миссии 12 февраля 2001 г. американский зонд NEAR Shoemaker. Посадка на астероид программой миссии не предусматривалась.
- Японский космический аппарат «Хаябуса» в ноябре 2005 г. совершил три контакта с поверхностью астероида Итокава. Он смог доставить на Землю образцы пород этого небесного тела. Эксперимент со сбросом на астероид мобильного робота MINERVA не удался.
- Веста — второй по массе (после карликовой планеты Церера) объект главного пояса астероидов — исследовался аппаратом Dawn, работавшим на орбите вокруг него с июля 2011 г. по сентябрь 2012 г. Еще шесть объектов главного пояса сфотографированы с пролетных траекторий.

## Астероиды

# «Прыгающий робот» для астероидов

Со времен советских «Луноходов»<sup>1</sup> мы привыкли представлять себе механическую часть мобильных лабораторий на поверхности другой планеты (или Луны) как колесную тележку. Менее известен тот факт, что первые марсоходы, которые прибыли на Красную планету вместе с советскими станциями «Марс-2» и «Марс-3», но так и не приступили к работе из-за отказа базовых аппаратов,<sup>2</sup> фактически были шагающими механизмами.

Специалисты из Лаборатории реактивного движения NASA (Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, California), Стэнфордского Университета (Stanford University) и Массачусетского технологического института (Massachusetts Institute of Technology, Cambridge) предложили совершенно новую концепцию робота для исследования тел Солнечной системы с малой силой тяжести — небольших астероидов и кометных ядер. Он должен иметь форму куба, к углам которого прикреплены восемь амортизаторов. Источником энергии для перемещения служат раскрученные маховики на каждой грани куба. При их торможении специальными захватами либо дисками на корпус аппарата передается вращающий момент, обеспечивающий возможность «перекатываться» по поверхности и даже совершать небольшие прыжки. Такой тип перемещений в условиях слабой гравитации оказался более безопасным, чем с использованием колесной базы: он позволяет преодолевать почти отвесные склоны, выбираться из ям и двигаться по достаточно рыхлой подложке.

<sup>1</sup> ВПВ №9, 2005, стр. 29; №12, 2005, стр. 31

<sup>2</sup> ВПВ №9, 2005, стр. 30

▼ Существующие марсоходы не могут работать в перевернутом положении, тогда как «прыгающий робот» способен функционировать независимо от того, какая из его сторон находится вверху.



Робот уже прошел предварительные испытания в условиях микрогравитации в ходе полетов специального самолета-лаборатории по баллистической параболе. Было доказано, что именно кубическая форма является оптимальной для реализации выбранного типа перемещения. Более тяжелый прототип, сконструированный в JPL NASA, имеет массу около 5 кг, однако ученые утверждают, что ее без труда можно увеличить еще как минимум вдвое, а это уже подразумевает возможность установки на «прыгающий зонд» достаточно широкого набора научного оборудования. Аппарат имеет множество преимуществ перед колесными планетоходами: кроме того, что он значительно надежнее, легче и дешевле в изготовлении, ему вдобавок практически безразлично, в каком положении он коснется поверхности исследуемого тела при

посадке. Новые роботы весьма компактны, они могут доставляться к цели транспортным зондом-ретранслятором<sup>3</sup> сразу по нескольку штук и вести одновременное изучение различных участков астероида или кометного ядра.

В настоящее время инженеры занимаются усовершенствованием программного обеспечения зонда, чтобы увеличить его автономность (поскольку в реальности подобным аппаратам придется работать вдали от Земли, и время прохождения управляющего радиосигнала будет измеряться десятками минут или часами). Сроки начала испытаний нового робота в условиях космического пространства пока не определены.

<sup>3</sup> Этот принцип был использован, в частности, в ходе миссии Rosetta, когда основной аппарат доставил к комете Чурюмова-Герасименко исследовательский модуль Philae, совершивший посадку на ее ядро — ВПВ №10, 2014, стр. 20; №11, 2014, стр. 16

## И КОМЕТЫ, ИЗУЧЕННЫЕ КОСМИЧЕСКИМИ АППАРАТАМИ

- На данный момент космические аппараты сфотографировали с близкого расстояния 6 кометных ядер.
- Исследование ядра кометы Галлея (1P/Halley) осуществлялось сразу пятью зондами. Это был первый опыт изучения малых тел с пролетных траекторий.
- Ядро кометы Темпеля 1 (9P/Tempel) было подвергнуто механическому воздействию с целью изучения его химического состава. В ходе миссии Deep Impact на него был сброшен импактор массой 370 кг. Позже с этой кометой сблизился зонд Stardust, ранее посетивший комету Вилда 2 (81P/Wild). В 2010 г. базовый аппарат Deep Impact пролетел вблизи кометы Хартли 2 (103P/Hartley)
- На ядро кометы Чурюмова-Герасименко (67P/Churyumov-Gerasimenko) был осуществлен спуск посадочного модуля Philae. Пока что это единственная комета, изучаемая космическим аппаратом (зондом Rosetta), длительное время находящимся в ее ближайших окрестностях.



Все объекты изображены в одном масштабе

# И снова – парадокс Ферми

Игорь Белостоцкий,  
публицист, Киев

**«Если инопланетяне существуют – то где же они все?»**

...Считается, что свою самую знаменитую фразу выдающий итальянский физик Энрико Ферми (Enrico Fermi) произнес в компании коллег по Лос-Аламосской ядерной лаборатории — Эмиля Конопинского, Эдварда Теллера и Герберта Йорка (Emil Konopinski, Edward Teller, Herbert York) — примерно в 1950 г. во время обсуждения очередной газетной заметки о появлении НЛО.



**▲ Энрико Ферми (Enrico Fermi)** — итальянский и американский физик, лауреат Нобелевской премии по физике 1938 г. за идентификацию новых химических элементов и открытие новых способов их синтеза методом нейтронной бомбардировки. Родился в Риме (Италия) 29 сентября 1901 г., умер в Чикаго (США) 28 ноября 1954 г.

Менее известен тот факт, что в очень близкой форме этот вопрос был сформулирован еще в 1933 г. российским и советским философом-космологом, теоретиком космонавтики Константином Циолковским. В одной из его неопубликованных рукописей содержатся следующие соображения: основными причинами отрицания наличия разумных существ на других планетах является то, что они



никогда не посещали Землю (по крайней мере, этому нет достоверных свидетельств) и даже ни разу не дали о себе знать. Строго говоря, в тридцатые годы прошлого века такая постановка вопроса не звучала парадоксом, поскольку само человечество еще не проникло за пределы атмосферы, а возможность межзвездных перелетов с тогдашними технологиями совершенно «не просматривалась».

Чтобы ответить на этот, как мы увидим, далеко не праздный вопрос, ученые выдвинули ряд гипотез.

## Вариант первый. Космос мертв

Есть такое мнение, что вне нашей планеты высокоразвитых цивилизаций не существует. Эта версия всячески пропагандируется христианской церковью (главным образом православной).

«Библия повествует о материальном мире как о геоцентрической системе. Там ничего не говорится о жизни на иных планетах. Новозаветное учение о спасении человечества трудно совместить с гипотезой о множественности материальных миров. Сын Божий не мог воплотиться дважды. И это случилось именно в контексте земной истории» — заявил один из православных патриархов.

Еще более категоричен священник Родион (в миру Алексей Мороз). В своей книге «Люди и демоны», написанной в третьем тысячелетии (!), он утверждает, что все НЛО — это дьявольское наваждение, что под видом инопланетян действуют злокозненные духи. Ибо нет никаких внеземных высокоразвитых цивилизаций, не было и быть не может, раз в Библии о них нет даже намека!

## Не единственные, но одинокие

Согласно другой версии высокоразвитые инопланетяне — реальность, но выйти на контакт с нами, землянами, они не могут, ибо наши цивилизации разделила космическая бездна. В нашей планетной системе высшие формы жизни, по-видимому, есть только на Земле и нигде больше не наблюдаются, а расстояние до иных потенциально обитаемых миров — не один квадриллион километров. Даже если лететь туда со скоростью света, полет займет сотни лет! «Мы не одиноки во Вселенной — вся Вселенная состоит из одиноких!»

Однако предположим, что внеземные высокоразвитые цивилизации нашли какой-то способ перемещаться в пространстве быстрее света. Уstanовят ли представители этих миров контакт с цивилизаци-

ей, раздираемой кровавыми конфликтами?

«Самым веским доказательством наличия разумной жизни в иных мирах является тот простой факт, что с нами, землянами, никто из ее представителей до сих пор не связался!»

Судя по всему, на данном историческом этапе диалог землян с инопланетянами исключен: слишком высока вероятность, что такой контакт приведет к неблагоприятным последствиям для обеих сторон.

Впрочем, на вопрос Ферми существуют и другие ответы.

## Вавилонская башня

А что, если цивилизация может развиваться только до некоторого предела, а затем обречена себя уничтожить? Это как строящийся дом: если его высота превысит определенный уровень — он неминуемо рухнет под собственной тяжестью...

Эта зловещая гипотеза не только не лишена оснований, но и, похоже, находит экспериментальное подтверждение.

Ученые попытались ответить на вопрос: что будет, если цивилизация благополучно разрешит продовольственную, экологическую и прочие проблемы? Что тогда случится с обществом?

С этой целью американский этолог Джон Кэлхун (John Calhoun) устроил «мышинный рай» в отдельно взятой лаборатории. Четыре пары мышей поместили в бак, где неизменно поддерживалась максимально комфортная для этих грызунов температура, а также в избытке имелась чистая вода и отборная еда. Пространства мышам там тоже было более чем достаточно. Бак содержался в чистоте, а за здоровьем подопытных неуспешно следили ветеринары. Первое время обитатели этого «рая» плодились и размножались. Но через девять месяцев



прирост мышинной популяции сократился, а мыши-самцы стали бороться между собой за территорию. И это несмотря на то, что мышам в баке по-прежнему хватало воды, еды и жизненного пространства. Вскоре самцы разделились на «доминантов», захвативших лучшие места у стенки, и вытесненных ими в центр куба «изгоев». Последними оказались молодые особи, не нашедшие себе роли в мышинной иерархии. Произошло это исключительно из-за «райских» условий обитания их популяции: в идеальных условиях мыши жили долго, и соответственно пожилые не освобождали свои места в иерархии для молодежи. Более того: самцы-старожилы всячески третировали молодняк, и это при том, что в кубе все еще было вдоволь еды, воды, самок и места! Ну а несчастные жертвы их агрессии, искусанные, исцарапанные, с выдранной шерстью, быстро ломались психически: они не желали защищать своих беременных самок и играть любые социальные роли.



▲ Джон Кэлхун внутри полигона Universe 25 для экспериментов с мышами (1970 г.).

Наиболее знаменитая серия экспериментов, в котором рост популяции никак не ограничивался, была поставлена на мышах. Среди этой серии самой известной стала Вселенная-25 (Universe 25), то есть 25-я попытка построить «мышинный рай». В июле 1968 г. в проволочный загон в лаборатории на базе Национального института психического здоровья были помещены 4 пары мышей. Загон с 256 ящиками-гнездами, рассчитанными на 15 мышей каждое, был оборудован раздатчиками воды и корма, а также достаточным количеством материала для строительства гнезд. Кэлхун описывал загон как «утопию» для мышей. По расчетам исследователей, места для гнезд должно было хватить на 3840 мышей, а постоянно подаваемой еды — на 9500. В реальности численность популяции остановилась на максимальном значении 2200 и после чего только сокращалась. К июню 1972 г., когда Кэлхун завершил эксперимент, в загоне оставалось лишь 122 мыши. Все они вышли из репродуктивного возраста, поэтому итог эксперимента уже был ясен.



▲ Джон Кэлхун (1917-1995) — американский этолог и исследователь психологии в связи с проблемами популяционной плотности и ее влияния на поведение. Кэлхун получил известность благодаря своим опытам с сообществами грызунов — мышей и крыс. Он считал, что не существует логических причин, по которым наблюдаемые в экспериментах социальные эффекты не могут произойти в человеческом обществе.

Естественно, в этой ситуации самки стали более агрессивными, причем не только к себе подобным, но и к детенышам: некоторые из них начали пожирать свой приплод.



Папа Римский Павел VI встречается с Джоном Кэлхуном. (1973 г.)

Одновременно самки стали отказываться от спаривания.

И эти явления росли в геометрической прогрессии. В итоге «мышинный рай» превратился для своих обитателей в самый натуральный ад: в кубе процветал каннибализм, всевозможное насилие и гомосексуализм. Самки гнали от себя кого бы то ни было, а в случае незапланированной беременности пожирали новорожденных.

В это время среди мышей-самцов, помимо «доминантов» и «изгоев», образовалась

третья группа — «красавцы». На них никто не нападал, но и сами они не проявляли чрезмерной активности: не ухаживали за самками, не пытались занять место в мышинном сообществе... «Красавцы» только пили, ели, спали, чистили свои шкурки и порой занимались гомосексуализмом.

Рождаемость в кубе, несмотря на райские условия, была нулевая, а смертность среди молодежи — высокая. В итоге на 1780-й день после начала эксперимента от старости умер последний житель

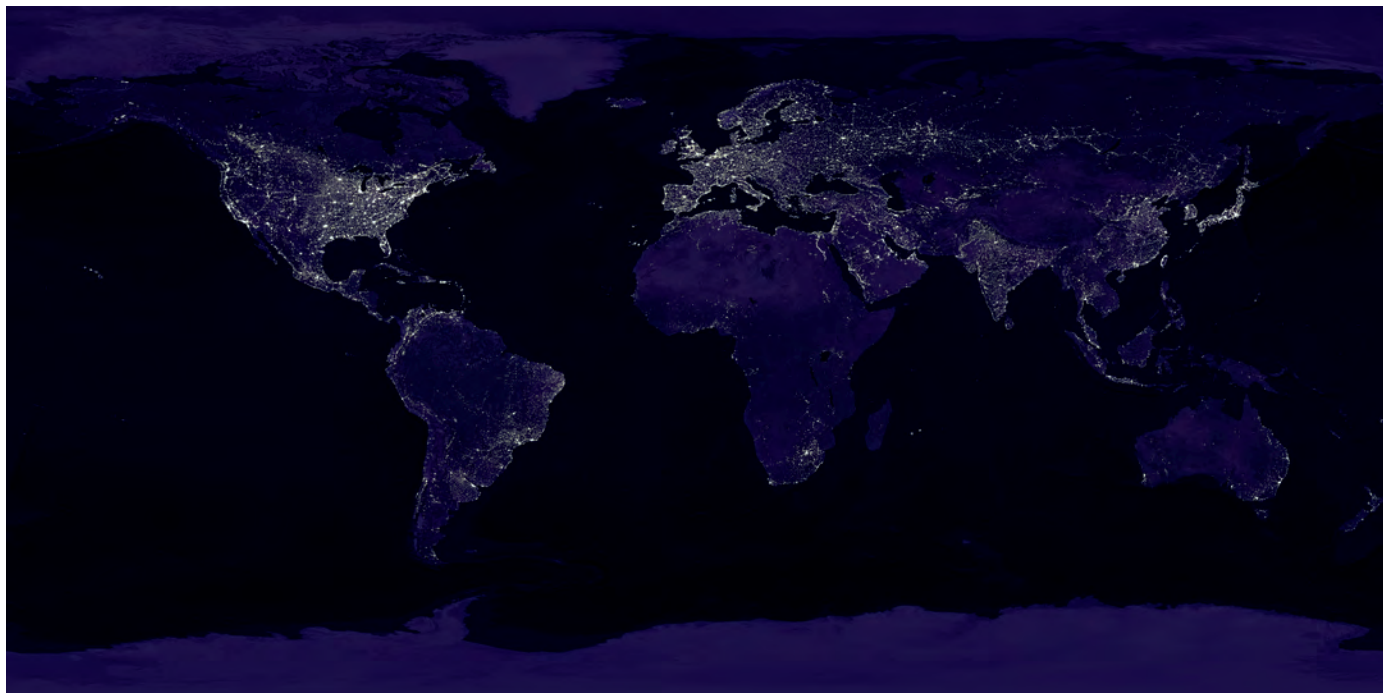
«эдема». Незадолго до этого ученые поместили несколько разнополых обитателей несчастного куба в условия, которые имели самые первые четыре мышинные пары: приятный климат, избыток высококачественной воды и еды, но главное — вдоволь пространства и никакой внутривидовой агрессии! И что же? Новоселы не поменяли своего поведения и отказались размножаться, чтобы не играть социальные роли, неразрывно связанные с созданием собственной семьи! Естественно, их сообщество тоже вымерло от старости.

Было проведено множество аналогичных экспериментов, и все они кончились одинаково.

А ведь подобная ситуация уже возникла и в человеческом обществе. Например, страны Скандинавии имеют высокий уровень народного благосостояния и в тоже время низкую рождаемость среди коренного населения (не иммигрантов). Согласно недавним социологическим исследованиям две трети жителей Стокгольма не хотят иметь детей. Одновременно в Скандинавии наблюдается рост агрессивного феминизма и гомосексуализма: в этом регионе давно уже легализованы однополые браки. Кроме того, в Дании и Норвегии — один из самых высоких процентов самоубийств. И не будем забывать о скандинаве Брейвике, кровавом «борце за жизненное пространство»...

Как заявил Джон Кэлхун: «Еще до того, как нам перестанет хватать ресурсов, мы задохнемся в своих городах!» И если он не ошибается — то, возможно, человечеству и правда стоило бы «самоуничтожиться» каким-то более быстрым и героическим способом вроде очередной мировой войны? Уж лучше ужасный конец, чем ужас без конца...

Однако, допустим, где-то во Вселенной есть высокоразвитая цивилизация, которая



▲ Мозаичное изображение Земли, составленное из снимков земной поверхности, которые были сделаны в ночное время в рамках метеорологической программы DMSP Министерства обороны США. Искусственное освещение, создаваемое человеческой цивилизацией, давно уже несложно заметить из космоса.

попала в смоделированный Джоном Кэлхуном кризис. Как ей спастись? Самый очевидный вариант — выйти за пределы своего «куба» в открытый Космос. Похоже, что это непереносимый этап дальнейшего развития нашей земной цивилизации: колонизация Луны, Марса и т.д. с перспективой выхода на межзвездные просторы. В этом случае контакт землян с инопланетными формами жизни неизбежен.

### Нет контакта? Есть контакт!

Но если внеземные высокоразвитые цивилизации, активно осваивающие Космос,

реальны — оставят ли они без внимания планету, обитатели которой в перспективе могут с ними соприкоснуться? Маловероятно. А парадокс Ферми? На этот счет есть еще одно предположение, которое гласит, что мы, земляне, давно находимся в состоянии контакта с инопланетянами, только не подозреваем об этом. Эта версия весьма популярна благодаря лихорадочной активности отдельных личностей, якобы контактирующих с внеземным разумом. Данная гипотеза многовариантна: она рисует инопланетян то бесстрастными исследователями человека, наряду с другими земными формами жизни; то радателя-

ми за счастье рода людского; то коварными захватчиками, возглавляющими тайное мировое правительство...

Не исключено, что наша планета совсем не изолирована от влияния извне, и жизнь на ней вовсе не независима от иных жизненных форм, существующих в необозримых космических пространствах.

Теория латентного контакта землян с инопланетным разумом равноценна предыдущим версиям, которые ни в коем случае не являются и не могут быть научными гипотезами, поскольку в существовании или в отсутствие инопланетян, как и в Бога, можно только верить! Доказать что-либо научно в этих во-

просах — по крайней мере, на данном этапе — невозможно.

Ведь что можно доказать научно? Только то, что можно проверить экспериментально. Причем не одним опытом, а серией экспериментов, как в случае Джона Кэлхуна. Впрочем, не исключено, что в будущем человечество, если оно, конечно, выживет, получит неоспоримые доказательства наличия высокоразвитых внеземных цивилизаций. В конце концов, как мы уже неоднократно имели случай убедиться, Вселенная не только более удивительна, чем мы себе представляем — она более удивительна, чем мы можем себе представить.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ КНИГА



**Б027.** Бороденко В.А. От Большого взрыва к жизни. Экскурс в мироздание.

В настоящей книге кратко излагаются сведения о том, как и когда возникла наша Вселенная, Солнечная система, как рождалась и развивалась жизнь на Земле, как познавался во многом еще малоизученный мир. Она поможет понять, каким образом, с научной точки зрения, мог образоваться наш мир, откуда и как появились мы сами, чего мы достигли и к чему можем прийти. Книга составлена таким образом, что практически каждый читатель, независимо от возраста и профессии, найдет в ней для себя немало полезного. Прочитавшим ее станет понятнее, почему наш мир таков, каким мы его воспринимаем, и удастся ли человечеству когда-нибудь найти более полные ответы на эти древние вопросы, «объять необъятное». Или же и нас ждет судьба давно исчезнувших цивилизаций, а человечество — только звено в бесконечной цепочке появления, развития и угасания многих миров в результате безгранично разнообразных взаимодействий и взаимопревращений уже открытых и пока неизвестных видов могущественной энергии и материи, происходящих по своим, только им присущим законам и вечно творящих что-то новое, приходящее на смену отжившему, старому...

Полный перечень книг, наличие, цены [shop.universomagazine.com](http://shop.universomagazine.com) или по телефону (067) 215-00-22

# Сохранить темное небо

На протяжении последних двух столетий деятельность человека привела к вымиранию или подвела к грани полного уничтожения множество биологических видов и даже типов ландшафта. Под действием антропогенных факторов тают ледники, пересыхают целые моря, в океаны попадает все больше опасных для жизни химических соединений искусственного происхождения. Угроза исчезновения нависла даже над таким, казалось бы, незыблемым элементом нашего бытия, как темное ночное небо.

Проблема светового загрязнения (light pollution) в полный рост встала перед астрономами в середине прошлого века, когда выбирались участки для сооружения новых мощных телескопов с диаметрами зеркал от двух метров и выше. Оказалось, что на нашей планете осталось не так уж и много доступных мест, где небо по ночам не «засвечивают» огни ближайших населенных пунктов.<sup>1</sup> Строительство же обсерваторий вдали от городов сильно осложнялось отсутствием нормального транспортного сообщения, вызывавшего трудности с доставкой стройматериалов, оборудования и обслуживающего персонала.

В числе методов борьбы с этим неприятным явлением было предложено устанавливать на уличные фонари и окна домов специальные козырьки, направляющие почти весь свет вниз, на землю, и не позволяющие ему засвечивать небо. Первым городом, где такие меры прописали на уровне местного законодательства, стал американский Флагстафф (штат Аризона) — место расположения знаменитой Лоуэлловской обсерватории.

Однако защищать ночное небо от засветки можно не только «затемнением» уже существующих ее источников, но и приложением усилий к их нераспространению. Именно поэтому 9 августа 2015 г. в рамках XXIX Генеральной ассамблеи Международного астрономического союза, состоявшей-



Вид резервации темного неба имени Габриэлы Мистраль в дневное время.

ся в столице штата Гавайи городе Гонолулу,<sup>2</sup> было принято решение о создании первой в мире «резервации темного неба». Она расположена в Чилийских Андах и занимает площадь свыше 35 тыс. гектаров. Резервация получила имя поэтессы Габриэлы Мистраль (Gabriela Mistral) — лауреатки Нобелевской премии по литературе за 1945 г., родившейся в Чили в 1889 г.<sup>3</sup> Решение было оглашено представителями Международной ассоциации темного неба (International Dark-Sky Association — IDA).

Территория будущего «хранилища темного неба» находится в долине Элки в северной части Чили и принадлежит Ассоциации университетов для астрономических исследований (Association of Universities for Research in Astronomy — AURA). Здесь уже установлены и ведут успешные наблюдения 8-метровый рефлектор Gemini South и 4-метровый Южный астрофизический исследовательский телескоп SOAR. Идет строительство Большого синоптического обзорного телескопа LSST. В этом же регионе развернуто еще несколько меньших по масштабу астрономических и геологиче-

ских проектов. За последние полвека США и их международные партнеры вложили в развитие комплекса обсерваторий AURA свыше миллиарда долларов, поэтому вполне понятен интерес астрономов к сохранению здесь «первобытной» темноты. Ученые надеются, что созданная резервация станет не единственной на территории Чили, поскольку в этой стране расположено множество других научно-исследовательских комплексов — в первую очередь речь идет, конечно же, о Европейской Южной обсерватории (ESO).<sup>4</sup> В будущем такое начинание вполне может привлечь и туристов — как любителей астрономии, так и просто жителей мегаполисов, никогда не видевших по-настоящему темного неба.

«Заповедники темноты», по словам менеджера программ IDA Джона Бэрентайна (John Barentine), будут иметь и определенную историческую значимость: «Они станут образцами того, как выглядел наш мир до появления электрического освещения». Поэтому весьма желательно распространение этой инициативы на другие континенты, чтобы сделать их доступными как можно большему количеству людей.

<sup>1</sup> ВПВ №4, 2008, стр. 28

<sup>2</sup> ВПВ №8, 2015, стр. 16

<sup>3</sup> Настоящее имя поэтессы — Лусила Годой Алкайяга (Lucila Godoy Alcayaga)

<sup>4</sup> ВПВ №10, 2012, стр. 12

Изгиб Млечного Пути над резервацией темного неба с уже установленными в ней телескопами. У левого края снимка — Магеллановы Облака.



# Планетарная туманность, рожденная дважды

**Н**асыщенные цвета этого похожего на глаз светящегося газового облака, имеющего обозначение Abell 78, рассказывают историю звездной жизни и смерти. В центре облака находится угасающая звезда. Она уже почти достигла конца своей эволюции и сбросила внешние слои, однако на небольшой промежуток времени вернула себе часть былого великолепия.

Освобождение от внешних оболочек является обычным этапом жизни звезд с массами в диапазоне от 0,8 до 5-8 солнечных масс. После исчерпания в них водородно-гелиевого топлива, «выгоравшего» на протяжении миллиардов лет термоядерного синтеза, ядра этих звезд под действием собственной тяжести сжимаются, образуя горячие плотные белые карлики. Выброшенное ими вещество, взаимодействуя с окружающим газом и пылью, создает очень красивые облака — разновидности планетарных туманностей. Впрочем, такое название совершенно не соответствует их реальной природе: оно появилось в XVIII веке, когда астрономы, обнаруживая эти объекты в ходе телескопических наблюдений, принимали их за слабые диски далеких планет.

Хотя термоядерное «горение» водорода и гелия в ядре умирающей звезды уже прекратилось, некоторые участки ее внешних слоев, еще содержащие эти элементы, иногда становятся настолько плотными, что появляется возможность их вторичного возгорания. Такие «возрождения к жизни» случаются очень редко и остаются исключительными событиями. На данный момент известно всего лишь несколько подобных случаев. При этом за-



мысловатая форма светящегося газового облака только подчеркивает бурное прошлое центральной звезды.

Возобновленная термоядерная реакция вызывает свежий, значительно более мощный звездный ветер, дополнительно уносящий в космос вещество светила. Взаимодействие между новым потоком и старыми формирует сложную структуру туманности, в том числе и так называемые радиальные нити, которые можно увидеть в центре как исходящие от звезды «лучи». Кроме того, результатом столкновения медленных и быстрых звездных ветров становится нагрев газа

до температур более миллиона градусов, что позволяет Abell 78 ярко светиться в рентгеновских лучах. Недавно астрономы с интересом обнаружили, что данный объект поразительно похож на другую «возрожденную» планетарную туманность — Abell 30.

Представленное изображение является результатом сложения трех снимков: одного — сделанного в рентгеновском диапазоне в 2013 г. космическим телескопом XMM-Newton<sup>1</sup> (показан условным синим цветом), и двух фотографий в видимом свете, полученных сквозь фильтры, выделяющие свечение ионизированного кислорода (зеленый цвет) и гелия (красный цвет). Фотографирование в видимом диапазоне производилось в 2014 г. с помощью Нордического телескопа (Nordic Optical Telescope) на Канарских островах.

<sup>1</sup> ВПВ №1, 2014, стр. 5

## Долгое прощание

**Н**а этом снимке космического телескопа Hubble запечатлены последние моменты существования умирающей звезды. Эти «моменты» на самом деле могут длиться тысячелетиями, что немало в сравнении с продолжительностью человеческой жизни, но составляет крохотный отрезок времени на космологической шкале, ведущей отсчет от рождения Вселенной.

Агония светила достигла кульминации в виде прекрасной планетарной туманности — облака светящегося газа, выброшенного мощными звездными ветрами (потоками заряженных частиц), которые вытолкнули внешние слои атмосферы звезды в межзвездное пространство. Эта туманность, имеющая обозначение NGC 6565, на-

ходится на расстоянии около 15 тыс. световых лет в созвездии Стрельца. Когда в космос было выброшено достаточное количество вещества звезды, ее горячее центральное ядро обнажилось, после чего его жесткое ультрафиолетовое излучение начало возбуждать и ионизировать в разной степени атомы окружающего газа, заставляя его светиться практически всеми цветами радуги. Эти же цвета можно увидеть и на снимках знаменитой, впечатляющей по красоте туманности «Кольцо» (M57) в созвездии Лиры, относящейся к тому же классу объектов.<sup>1</sup>

Время «видимости» планетарной туманности — интервал между моментом, когда цен-

<sup>1</sup> ВПВ № 7, 2013, стр. 16

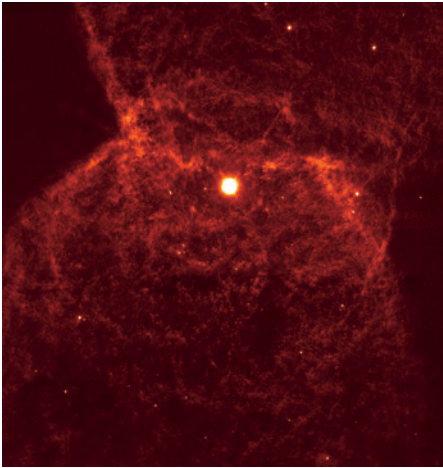


тральная звезда в конце своей эволюции начинает сжиматься, становясь впоследствии белым карликом, и полным рассеянием газовой оболочки в пространстве — составляет всего около 10 тыс. лет. Яркость туманности падает также из-за постепенного остывания звездного остатка и уменьшения мощности его излучения.

Данное изображение получено в рамках конкурса «Скрытые Сокровища Хаббла» участником Матеем Новаком (Matej Novak) и опубликовано на сайте космического телескопа 27 июля 2015 г. Съемка велась Планетной камерой широкого поля WFPC 2 через четыре светофильтра видимого диапазона.

# Тонкие крылья космической бабочки

Сотрудники Национальной оптической астрономической обсерватории NOAO, используя мощную адаптивную оптику чилийского 8-метрового телескопа Gemini South (недавно установленный комплекс GeMS+GSAO), получили изображение планетарной туманности NGC 2346 с разрешением до 60 миллисекунд — наиболее высоким из когда-либо достигнутых при ее фотогра-



▲ Изображение планетарной туманности NGC 2346, полученное телескопом Gemini South с беспрецедентным пространственным разрешением через фильтр, пропускающий линию излучения молекулярного водорода H<sub>2</sub>. Размер каждой из сторон изображения — чуть больше одной угловой минуты. Север вверху, восток слева. Для сравнения: диаметр диска полной Луны — около 30 угловых минут.

фировании. Этот удивительный объект, расположенный на расстоянии 2300 световых лет в созвездии Единорога, имеет

форму, напоминающую бабочку или песочные часы, и относится к категории биполярных планетарных туманностей.

На новых снимках NGC 2346 запечатлены детали с физическим размером около 55 а.е., что сравнимо с поперечником нашей Солнечной системы. Были обнаружены ранее неразличимые узлы и волокна молекулярного водорода — подробности, которые никакой другой телескоп на Земле или в космосе (включая орбитальный телескоп Hubble) до сих пор выявить не мог.

Молекулярный водород в биполярных долях NGC 2346 впервые обнаружен почти 30 лет назад, хотя предыдущие наблюдения показывали только непрерывную торообразную структуру без деталей. Происхождение этих нитевидных образований описывается механизмом, который предполагает, что расширяющийся «сплошной» горячий пузырь газа, окружающий центральную звезду, разрывается на части, в свою очередь, формирующие видимые неоднородности газовой оболочки.

NGC 2346 представляет собой короткий этап эволюции звезды, «пойманной» на заключительных стадиях ее жизненного цикла. Изначально на этом месте существовала двойная звездная система, компоненты которой обращались вокруг общего центра тяжести, и каждый из них имел массу примерно вдвое больше солнечной. Более массивная из этих двух звезд быстрее израсходовала термоядерное «топливо», чем ее меньший компаньон, после чего она превратилась в красного гиганта, и, в конце концов, сбро-



Снимок NGC 2346, полученный космическим телескопом Hubble в сентябре 2004 г.

NASA and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)  
Acknowledgment: M. Stiavelli and I. Hayer (STScI)

сила свою газовую оболочку, которую мы сейчас и наблюдаем в виде туманности. Оставшееся на ее месте ядро — небольшой, но горячий (с температурой порядка 100 тыс. градусов) белый карлик с массой от 0,3 до 0,7 масс Солнца. Биполярная — подобная бабочке — форма этой планетарной туманности, вероятно, возникла из-за взаимодействия расширяющегося облака газа со вторым компонентом звездной пары. Измеренный орбитальный период взаимного обращения белого карлика и второй звезды составляет всего 16 дней — это значит, что они находятся ближе друг к другу, чем Солнце и Меркурий! Вследствие сложности реконструкции поведения вещества сброшенной оболочки красного гиганта в двойной системе астрономам довольно непросто вычислить начальную массу проэволюционировавшей звезды, поэтому они уделяют особое внимание подобным системам.

## «Азотная» туманность в Скорпионе

Планетарную туманность NGC 6153, расположенную на расстоянии примерно 4 тыс. световых лет в южном созвездии Скорпиона, космический телескоп Hubble сфотографировал в начале года; ее снимок был опубликован на сайте орбитальной обсерватории 22 июня 2015 г. Сгусток газа размером чуть больше половины угловой минуты представляет собой сброшенную атмосферу звезды, похожей на наше Солнце, которую она потеряла в конце периода своего активного существования, после почти полного исчерпания запасов термоядерного «топлива» — водорода и гелия.

Атомы сброшенной оболочки возбуждаются и ионизируются под воздействием ультрафиолетового излучения горячего остатка звезды, некогда бывшего ее ядром — сверхплотного белого карлика. Так возникает видимая нами планетарная туманность.



ESA/Hubble & NASA. Acknowledgment: Matej Novak

в процессе своей эволюции выработала такое количество указанных элементов, но более вероятно, что она первоначально сформировалась из сгустка межзвездного вещества, уже имевшего повышенную концентрацию тяжелых атомов.

# Открывая секреты Квинтуплета

Скопление звезд под названием «Квинтуплет» получило такое имя благодаря пяти своим самым ярким членам, хотя на самом деле оно содержит нескольких сотен светил. На этом снимке, сделанном космическим телескопом Hubble, можно увидеть огромное количество массивных молодых звезд скопления.

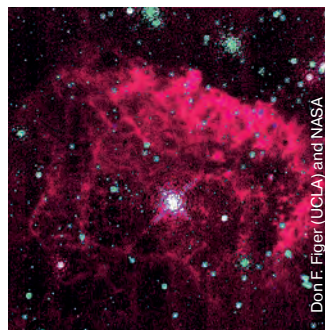
«Квинтуплет» расположен недалеко от другого скопления — «Дуги» (Arches), с наибольшей концентрацией звезд в Млечном Пути<sup>1</sup> — и находится всего в сотне световых лет от центра нашей Галактики.

В этой области содержится также много межзвездной пыли,<sup>2</sup> которая поглощает практически весь видимый свет, испускаемый «Квинтуплетом», из-за чего данное скопление удалось открыть только в 1990 г. благодаря наблюдениям в инфракрасной области спектра. Снимки в этом диапазоне позволяют видеть молодые горячие звезды кластера сквозь темные пылевые облака.

Скопление включает в себя две голубые переменные звезды чрезвычайно редкого типа — звезду «Пистолет» и менее известную V4650 Стрель-



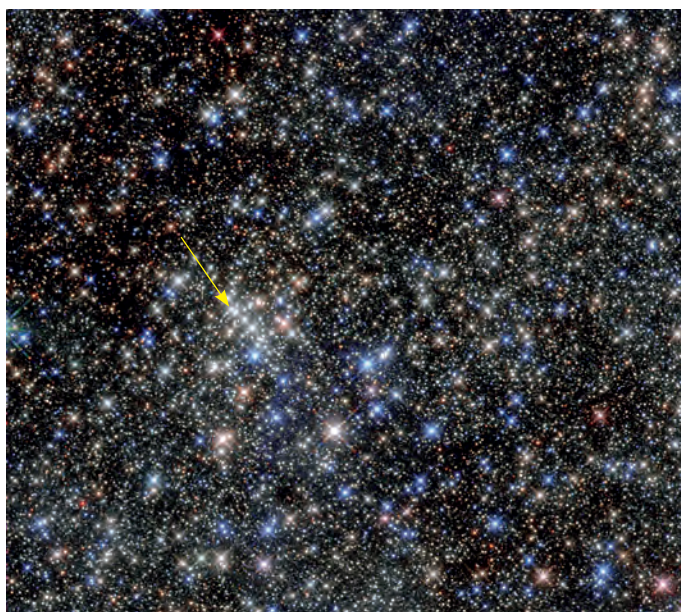
▲ Снимок скопления «Квинтуплет», сделанный телескопом Hubble в 1999 г.



▲ Звезда «Пистолет» и окружающая ее одноименная туманность. Сторона снимка охватывает 4,8 световых года.

<sup>1</sup> ВПВ № 1, 2009, стр. 25

<sup>2</sup> ВПВ №3, 2008, стр. 5



ца. Первая из них (на снимке отмечена стрелкой) является одной из самых горячих и массивных в Млечном Пути, в 120-150 раз превосходя по массе Солнце. Она получила свое название по форме освещаемой ею туманности, не видимой на инфракрасных снимках. Точный возраст и судьба этого светила неизвестны, но, как ожидается, свой жизненный

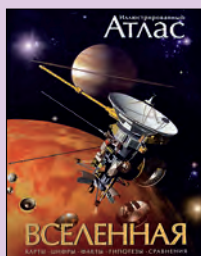
цикл оно закончит вспышкой Сверхновой — или даже более мощной Гиперновой — на протяжении ближайших трех миллионов лет.

«Квинтуплет» также содержит ряд красных сверхгигантов. Эти звезды являются одними из крупнейших в Галактике. Они сжигают свое термоядерное «топливо» с невероятной скоростью, из-за чего срок их жизни тоже будет недолгим. Наличие таких звезд в скоплении означает, что возраст этого образования составляет около четырех миллионов лет. Сверхгиганты в настоящее время находятся на стадии «подготовки» к взрывам Сверхновых, в ходе которых выделится огромное количество энергии, приводящей к нагреву пыли и газа в межзвездном пространстве.

Впечатляющий по детализации инфракрасный снимок скопления «Квинтуплет», полученный камерой широкого поля WFPC 3 телескопа Hubble, при сравнении с предыдущим снимком данного скопления (сделанным в 1999 г. камерой NICMOS) наглядно демонстрирует, насколько возросли возможности орбитальной обсерватории после установки новых научных инструментов в ходе последней ремонтной миссии в мае 2009 г.

<sup>3</sup> ВПВ №6, 2009, стр. 14

## КНИГИ



**Г001.** Гарлик Марк. **ВСЕЛЕННАЯ.** Иллюстрированный атлас

Книга открывает захватывающую картину Вселенной — от планет и астероидов в нашей Солнечной системе до далеких звезд и галактик.



**Д090.** Том Джексон. **Вселенная.** Иллюстрированная история астрономии.

Сотни самых лучших астрономических идей собраны в этой книге. Занимательные факты сопровождаются роскошными иллюстрациями.



**Ч030.** Маркус Чаун. **Солнечная система.**

Путеводитель по ближним и дальним окрестностям нашей планеты с удивительными фотографиями NASA и первоклассной компьютерной визуализацией.

Полный перечень книг, наличие, цены [shop.universemagazine.com](http://shop.universemagazine.com) или по телефону (067) 215-00-22

# «Штормовое море» в созвездии Стрельца

Пожалуй, наиболее захватывающие виды во Вселенной можно найти в туманностях — горячих светящихся сгущениях межзвездного газа. Один из наиболее известных таких объектов с обманчиво-спокойным названием «Лагуна» (Lagoon Nebula, M8)<sup>1</sup> на самом деле бурлит интенсивными ветрами, испускаемыми массивными звездами, и изобилует регионами активного звездообразования. Все это погружено в газовую дымку со сложной структурой, пронизанной темными пылевыми волокнами. Указанные подробности хорошо видны на последних фотографиях, полученных космическим телескопом Hubble и опубликованных на его сайте 30 июля 2015 г.

Отличительной особенностью представленного изображения является сочетание снимков, сделанных в оптическом и инфракрасном диапазонах. ИК-излучение легче преодолевает плотные сгустки пыли и газа, непрозрачные для видимого света, демонстрируя более сложные и тонкие структуры. Тем не менее, даже при наблюдениях в видимом спектре «спокойное» имя туманности вводит в заблуждение, поскольку в ней постоянно происходят масштабные процессы, сопровождающиеся перемещениями огромных масс вещества.

Яркая звезда, находящаяся внутри темных облаков в центре

<sup>1</sup> ВПВ №3, 2014, стр. 22

снимка, известна под именем Herschel 36. Она отвечает за образование «скульптур», окружающих облако, отбрасывая своим светом и звездным ветром материал туманности и воздействуя на его форму. Эта звезда является основным источником ионизирующего излучения в центральной части «Лагуны».

Запечатленная часть туманности содержит две основные газопылевые структуры, связанные длинными закрученными нитями пыли, которые видны немного выше середины изображения. Эти структурные особенности очень похожи на своих «тезок» на Земле — тонкие воронки смерчей, возникающие в местах сильного перепада температур между горячим воздухом у земной поверхности и холодными облаками. Вдобавок в «Лагуне» активно рождаются новые звезды; влияние их мощных ветров (потоков испускаемых ими заряженных частиц) также может способствовать появлению «космических смерчей».

Туманность находится от нас на расстоянии около 4500 световых лет. Ее комбинированное изображение получено планетной камерой широкого поля WFPC 2 с использованием трех фильтров видимого диапазона и одного инфракрасного.



▲ Изображение, полученное в рамках Цифрового обзора неба (Digitized Sky Survey), демонстрирует окрестности туманности «Лагуна», в каталоге Мессье имеющей обозначение M8. Мощные звездные ветры молодых горячих светил закручивают окружающий газ в огромные вихри и «сбивают» в сгустки, в которых начинаются процессы формирования новых звезд. Часть «звездного пейзажа» заслоняют темные облака галактической пыли, поглощающие излучение видимого диапазона.

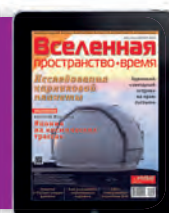
▲ На снимках космического телескопа Hubble хорошо видны следы бурных процессов, протекающих в туманности «Лагуна». Свет недавно родившихся горячих звезд пробивается сквозь пылевые облака, окутывающие обширные области звездообразования.

## ЦИФРОВАЯ ВЕРСИЯ ЖУРНАЛА

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



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

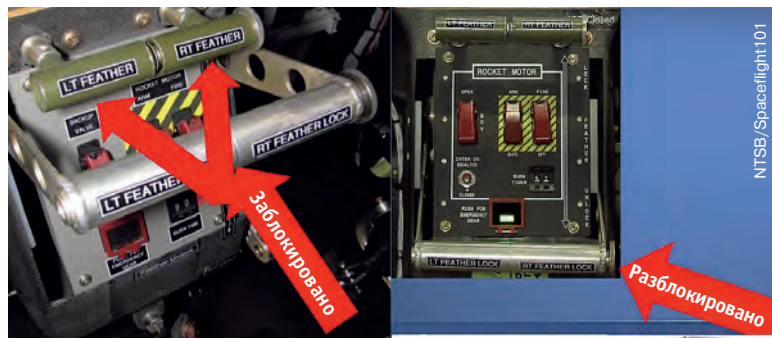


# Катастрофа SpaceShipTwo: Человеческий фактор

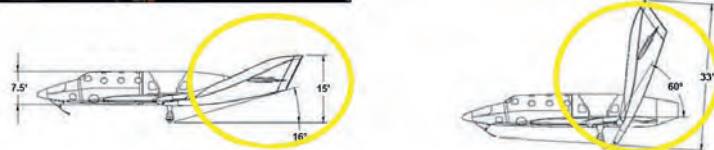


3207  
Photo: NTSB

▲ Суборбитальный аппарат после отделения от самолета-носителя «Белый Рыцарь» (WhiteKnightTwo).



NTSB/Spaceflight 101



▲ Рычаги системы реконфигурации планера и положения крыла в различных режимах.

Американский Национальный совет по транспортной безопасности (NTSB) завершил собственное расследование обстоятельств прошлой авиационной аварии суборбитального ракетоплана SpaceShipTwo (SS2) компании Virgin Galactic, завершившейся разрушением аппарата и повлекшей за собой смерть пилота Майкла Олсбери (Michael Alsbury).<sup>1</sup> В ходе расследования было установлено, что причиной инцидента, по всей видимости, стал человеческий фактор.

После отделения от самолета-носителя «Белый Рыцарь» (WhiteKnightTwo) суборбитальный аппарат, система управления которого полностью компьютеризирована, тем не менее, находился под полным контролем экипажа. Первый пилот, согласно процедуре, произвел запуск гибридного ракетного двигателя, обеспечивающего тягу величиной более 27 метрических тонн. Второй пилот должен был включить систему реконфигурации планера, разблокирующую подвижную часть крыла и поворачивающую ее вверх. Сбой разблокировки требует немедленного прерывания полета, пока не достигнута скорость 1,8 М (2200 км/ч), ниже которой все еще возможна безаварийная посадка.

Вручную эти операции осуществляются парой рычагов. На видеозаписи, сде-

ланной бортовой камерой, хорошо видно, как второй пилот Майкл Олсбери совершает необходимые действия на скорости 0,8 М. Однако он сделал это слишком рано — с упреждением почти на 14 секунд, на высоте, где плотность воздуха все еще слишком высока, и набегающий поток не столько будет помогать приданию необходимой конфигурации планера, сколько вызовет его разрушение (что в итоге и произошло). До сих пор не совсем понятно, почему профессиональный летчик допустил такую досадную ошибку, стоившую ему жизни. Большинство специалистов сходятся на том, что это связано с недостатком опыта в обращении с уникальной аэродинамической схемой ракетоплана: ранее Олсбери участвовал только в одном полете SS2 со включенным двигателем.

NTSB также установил, что компания Scaled Composites, участвовавшая в создании SS2, разрабатывала его без необходимого учета человеческого фактора — в частности, бортовые системы не имели ограничителей, предотвращающих преждевременную разблокировку подвижной части планера, а в инструкциях и руководствах не предупреждалось о ее возможных последствиях. Также этот момент не учитывался при разработке наземных тренажеров.

Участники расследования отметили, что в своих выводах они базировались на данных многочисленных систем регистрации, установленных на ракетоплане — в частности, видеокamer, мониторивших обстановку внутри кабины и состояние его наружных поверхностей. К сожалению, за-

писи последних обрываются за доли секунды до начала разрушения корпуса.

SS2, построенный на базе более ранней версии SpaceShipOne<sup>2</sup> (первого частного летательного аппарата, преодолевшего условную границу космоса на высоте 100 км), по планам своих разработчиков, должен сделать суборбитальные космические полеты доступными для всех желающих, способных заплатить за 6 минут невесомости солидную сумму в 250 тыс. долларов. Таковых уже набралось свыше семи сотен, и лишь единицы из них решили отказаться от удовольствия увидеть Землю с высоты более ста километров, узнав о текущих неудачах компании. Ее первоначальные планы предусматривали начало регулярных «пассажирских рейсов» в 2008 г. Теперь это событие отодвинулось на вторую половину 2016 г., причем многие независимые аналитики говорят о том, что указанная дата — опять же далеко не окончательная.

Сейчас сотрудники Scaled Composites под руководством главного конструктора Берта Рутана (Burt Rutan) ведут сборку новой версии ракетоплана уже с учетом рекомендаций аварийной комиссии NTSB. Этот аппарат получил обозначение SS2-002. Перед началом пилотируемых полетов он должен пройти серию тестов, и пока никто не может точно сказать, сколько они продлятся. Virgin Galactic, со своей стороны, заявляет о внедрении усовершенствованных методик подготовки летного состава. Глава NTSB Кристофер Харт (Christopher Hart) выразил надежду, что соответствующие выводы будут сделаны всеми частными компаниями, имеющими отношение к космической отрасли.

<sup>1</sup> ВПВ №11, 2014, стр. 35

<sup>2</sup> ВПВ №5, 2011, стр. 23

Присоединяйтесь к нам  
в социальных сетях





## В космосе снова стало многолюдно

На Международной космической станции снова стало многолюдно. После прибытия транспортного корабля «Союз ТМА-18М», доставившего на борт орбитального комплекса российского космонавта Сергея Волкова, представителя ESA Андреаса Могенсена (Andreas Mogensen) и гражданина Казахстана Айдына Аимбетова, количество членов экипажа МКС выросло до девяти. До этого более шести человек одновременно находилось на околоземной орбите четыре с лишним года назад — во время последнего полета американского шаттла в июле 2011 г.<sup>1</sup>

Корабль «Союз ТМА-18М» был запущен 2 сентября 2015 г. в 7 часов 37 минут по московскому времени (4:37 UTC) с космодрома Байконур. Это был 500-й пуск ракеты-носителя серии «Союз»

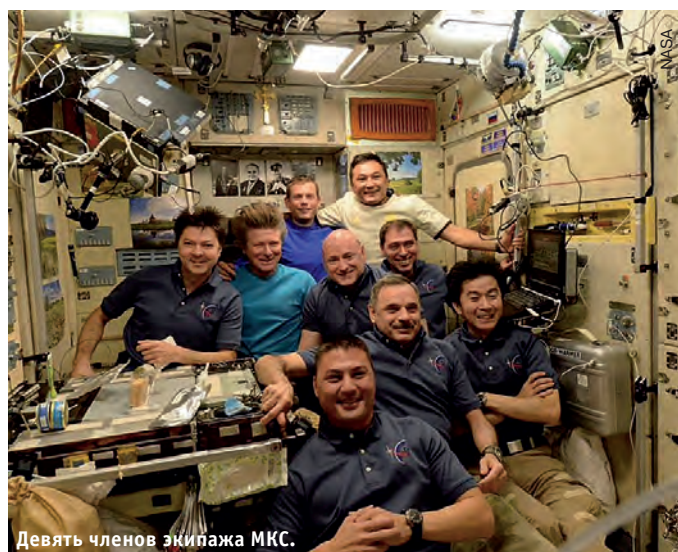
со знаменитого «Гагаринского старта» и 125-й пилотируемый полет космического аппарата «Союз» в различных модификациях. Стыковка с модулем «Поиск» российского сегмента МКС состоялась 4 сентября 2015 г. в 7:39 UTC. По пути к цели 3 сентября в 5:40 UTC корабль совершил маневр уклонения, чтобы исключить вероятность столкновения с отработанный 3-й ступенью японской ракеты, запущенной в 1989 г.

Совместный полет девяти космонавтов и астронавтов продолжался чуть больше недели. 11 сентября 2015 г. в 21:29 UTC от стыковочного узла модуля «Звезда» был отстыкован корабль «Союз ТМА-16М», на борту которого находились Аимбетов и Могенсен, а также россиянин Геннадий Падалка. Спускаемый аппарат корабля после тормозного импульса, разделения отсеков и аэродинамического спуска в зем-

ной атмосфере совершил успешную посадку 12 сентября 2015 г. в 0:52 UTC (3 часа 52 минуты по московскому времени) на территории Казахстана, в 153 км юго-восточнее города Жезказган.

После приземления Геннадий Падалка установил абсолютный мировой рекорд по длительности суммарного пребывания за пределами ат-

мосферы: его «космический стаж» достиг 878 суток 11 часов 30 минут. Соответственно Андреас Могенсен стал первым космонавтом Дании, Айдын Аимбетов — первым гражданином Республики Казахстан, побывавшим на околоземной орбите. Продолжительность их полета составила 9 суток 20 часов 13 минут 51 секунду.



Девять членов экипажа МКС.

<sup>1</sup> ВПВ №7, 2011, стр. 17; №8, 2011, стр. 4

## Успешный старт новой китайской ракеты

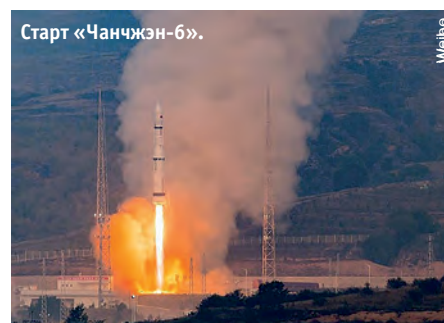
В Китае осуществлен первый запуск ракеты-носителя легкого класса «Чанчжэн-6» — новой модификации ракет семейства «Чанчжэн» («Великий Поход»), являющихся основой китайской космической программы.<sup>1</sup> Старт состоялся 20 сентября (19 сентября в 23 часа 1 минуту по всемирному времени) с космодрома Тайюань, расположенного на северо-востоке провинции Шанси. Ракета успешно вывела на круговую солнечно-синхронную орбиту высотой 525 км два десятка микроспутников, оператором большинства из которых, как предполагают специалисты, является Министерство обороны КНР.

Основное отличие нового носителя от предыдущих ракет семейства заключается в том, что двигательные установки первых двух его ступеней работают на экологически безопасной топливной паре «керосин — жидкий кислород».

<sup>1</sup> ВПВ №11, 2013, стр. 28



Новая ракета-носитель на стартовой площадке.



Старт «Чанчжэн-6».

Третья ступень заправляется керосином и пероксидом водорода, также значительно более безвредным, чем несимметричный диметилгидразин и тетроксид азота, которые применяются

в более ранних модификациях, используемых в том числе и для выведения на орбиту пилотируемых кораблей. На ракете установлен новый реактивный двигатель YF-100 с номинальной тягой до 120 метрических тонн, спроектированный для тяжелого носителя «Чанчжэн-5», пока находящегося в стадии разработки (его летные испытания запланированы на следующий год). Остальная информация, касающаяся упомянутых образцов китайской космической техники, пока засекречена.

# Небесные события ноября

## ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ.

**Меркурий.** В начале месяца самая маленькая планета скроется в утренних сумерках и станет недоступной для наблюдений. 16 ноября она вступит в верхнее соединение с Солнцем, в ходе которого пройдет позади него с точки зрения земных наблюдателей, «готовясь» к очередному транзиту — прохождению по солнечному диску, ожидаемому 9 мая следующего года.

**Венера и Марс** встретят начало ноября в виде красивой пары на утреннем небе. 3 ноября расстояние между ними составит всего 40 угловых минут, при этом их видимый блеск будет различаться на 6 звездных величин, то есть «Утренняя звезда» окажется в 250 раз ярче Красной планеты. К концу месяца Венера отойдет от Марса примерно на 14°; в это время почти на таком же расстоянии от нее к юго-востоку расположится комета Каталины (C/2013US10 Catalina), а в 4° к югу — Спика, ярчайшая звезда созвездия Девы.

**Юпитер** по утрам поднимается все выше, незадолго до рассвета проходя верхнюю кульминацию. Небольшие телескопы (с диаметром объектива 60–80 мм) без труда продемонстрируют основные детали его диска — приэкваториальные полосы, Красное пятно — и четыре галилеевых спутника.

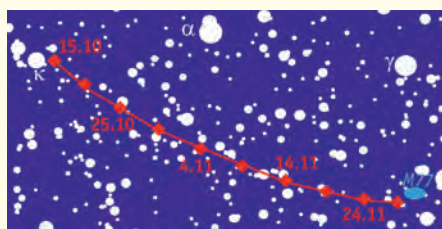
**Сатурн** в первых числах месяца приблизится к Солнцу и окончательно скроется в вечерних сумерках. 7 ноября в достаточно мощные инструменты (с апертурой более 80 мм) можно будет наблюдать его тесное сближение со звездой 4-й величины  $\nu$  Скорпиона.

**Уран и Нептун** хорошо видны по вечерам (ближе к полуночи Нептун в наших широтах уже заходит за горизонт). Уранианский диск можно разглядеть в телескопы диаметром более 60 мм с увеличением от 100 крат, однако никаких деталей на нем увидеть не удастся. Похоже выглядит и ситуация с Нептуном — с той разницей, что крохотный диск планеты уверенно наблюдается при увеличениях свыше 150 раз, для чего потребуются инструменты с апертурой от 90 мм.

## АСТЕРОИДЫ:

### ОППОЗИЦИИ И ОККУЛЬТАЦИИ.

6 ноября пройдет конфигурацию противостояния Летиция (39 Laetitia) — астероид главного пояса, имеющий размер около 150 км. В это время она будет находиться на близком к Солнцу участке орбиты, и ее видимый блеск должен пре-



▲ Видимый путь астероида Летиция (39 Laetitia) по созвездию Кита в октябре-ноябре 2015 г.

высить 9-ю величину. Поскольку оппозиция этого объекта произойдет к северу от небесного экватора, условия его видимости можно считать удачными.

В ночь с 11 на 12 ноября 30-километровый астероид Мадлен (2569 Madeline) на несколько секунд закроет звезду 8-й величины HIP 30698 в созвездии Близнецов. Это явление может наблюдаться в части Читинской области, Республики Бурятия, Красноярского края, а также на севере Ямало-Ненецкого автономного округа Российской Федерации.

## МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ.

Метеорная активность ноября в основном определяется тремя потоками — двумя «ветвями» Таурид (Северных и Южных), связанных с короткопериодической кометой Энке (2P/Encke),<sup>1</sup> и Леонидами, порожденными кометой Темпеля-Таттла<sup>2</sup> (55P/Tempel-Tuttle), период которой составляет около 33 лет. Ни у одного из них в текущем году зенитное часовое число не достигнет 30. Еще слабее проявляется активность метеорного роя Андромедид,<sup>3</sup> оставшегося «на память» о распавшейся комете 3D/Biela<sup>4</sup> — в максимуме, ожидаемом 27 ноября, она не превысит 10 метеоров в час.

## ДОЛГОЖДАЮЩАЯ «ХВОСТАТАЯ ГОСТЬЯ».

В августе 2014 г. комета C/2012K1 (PanSTARRS), яркость которой перед этим достигла предела видимости невооруженным глазом, вступила в верхнее соединение с Солнцем и с точки зрения наземных наблюдателей прошла за его диском.<sup>5</sup> Естественно, наблюдать ее в это время было невозможно. Однако если бы «хвостатая гостья» сблизилась с нашим светилом на полгода раньше или позже — она, наоборот, была бы видна в противоположной ему части небесной сферы и стала бы ярким примечательным

<sup>1</sup> ВПВ №2, 2007, стр. 36; №12, 2007, стр. 17; №6, 2008, стр. 10

<sup>2</sup> ВПВ №10, 2005, стр. 44

<sup>3</sup> Примерные координаты радианта:  $\alpha = 1^{\text{h}}52^{\text{m}}$ ,  $\delta = 38^{\circ}$

<sup>4</sup> ВПВ №4, 2006, стр. 21

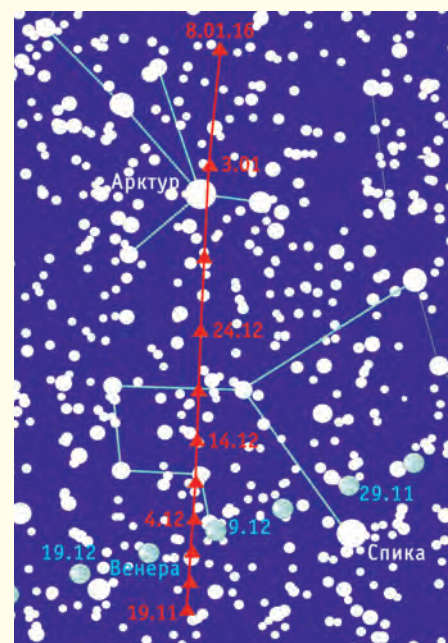
<sup>5</sup> ВПВ №4, 2014, стр. 34

объектом ночного неба. Правда, для этого C/2012K1 должна была попасть в довольно узкий «временной коридор» протяженностью около месяца. Более ранний или поздний пролет сделал бы ее легко наблюдаемым, но малопримечательным небесным телом, каким она в итоге и оказалась для жителей нашей планеты.

По-другому дела обстоят с кометой Каталины (C/2013US10 Catalina), открытой 31 октября 2013 г. в ходе Каталинского обзора небесной сферы, который осуществляется с помощью двух телескопов на обсерватории Маунт Леммон в штате Аризона. Она могла бы стать действительно красивой и яркой практически при любом расположении относительно Земли и Солнца в момент прохождения ею перигелия... кроме того, которое она займет в реальности. Тем не менее, на протяжении примерно двух месяцев в условиях достаточно темного неба она все же будет видна невооруженным глазом.

Довольно долго после открытия видимая интегральная яркость C/2013US10 оставалась в пределах 10-й величины. В это время комету можно было увидеть в наших широтах, однако поначалу для этого требовались мощные инструменты. С начала июля она стала быстро уходить на юг, одновременно становясь все ярче. По состоянию на середину сентября ее блеск достиг 6-й звездной величины. Сейчас она хорошо видна в Южном полушарии, двигаясь по созвездиям Волка и Центавра.

▼ Видимый путь кометы C/2013US10 (Catalina) по созвездиям Девы и Волопаса в ноябре 2015 г. — январе 2016 г.



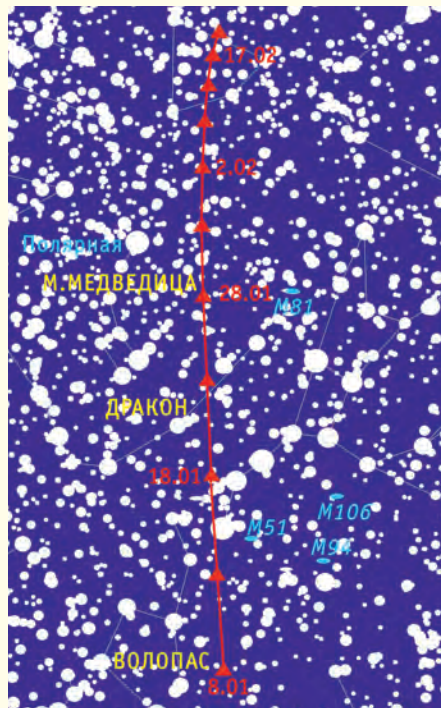


▲ Комета C/2013US10 (Catalina) во время ее «странствий» по южным созвездиям. Снимки сделаны 19 августа (слева) и 4 сентября 2015 г. австралийским астрофотографом Йеном Шарпом (Ian Sharp) с помощью 40-сантиметрового астрографа системы Ричи-Кретьена (f/3.5) и ПЗС-матрицы Aropsee Aspen CG16070. Фотографирование велось через голубой, зеленый и красный светофильтры с последующим компьютерным сложением.

С середины августа склонение кометы постепенно растет, но одновременно она приближается к Солнцу — как на небе, так и в пространстве.

Наиболее близкую к нашему светилу точку своей орбиты (перигелий) C/2013US10 пройдет 15 ноября 2015 г. на расстоянии 0,823 а.е. (123 млн км). В это время ее элонгация превысит 15°, и комету можно будет попытаться увидеть в предрассветных сумерках невысоко над восточным горизонтом. Если бы она оказалась в этой конфигурации на три-четыре месяца или даже на полгода позже — условия видимости «хвостатой звезды» были бы намного лучше, а ее блеск мог бы достичь первой величины. Но обстоятельства сложились так, что нам придется иметь дело со скромным объектом яркостью около 4<sup>m</sup>, который довольно сложно найти на светлом фоне сумеречного неба. Впрочем, далее угловое расстояние между Солнцем и кометой начнет быстро расти, а видимая яркость последней до конца года изменится незначительно, поскольку наша планета, двигаясь по своей орбите «встречным курсом» (орбитальное движение C/2013US10 направлено в обратную сторону относительно планет Солнечной системы), будет довольно быстро приближаться к комете и 17 января 2016 г. пройдет от нее на минимальном расстоянии в 0,72 а.е., или же 108 млн км — это почти равно среднему радиусу орбиты Венеры.

До этого момента комета Каталины успеет пройти восходящий узел орбиты (26 ноября), переместившись в северное эклиптическое полушарие, а 8 декабря она сблизится с Венерой до углового расстояния менее 4°, причем в этот же день недалеко от пары небесных тел окажется



▲ Видимый путь кометы C/2013US10 (Catalina) в январе-феврале 2016 г.

узкий серп стареющей Луны. В пространстве «Утреннюю звезду» и «хвостатую звезду» будет разделять всего 0,407 а.е., то есть гипотетические венерианские наблюдатели смогли бы на протяжении пары недель наслаждаться прекрасным зрелищем Большой Кометы, которого, к сожалению, в этот раз лишены жители Земли.

17 декабря C/2013US10 пересечет небесный экватор, а 24 декабря перейдет из созвездия Девы в созвездие Волопаса. В первый день 2016-го года она пройдет в полуградусе от Арктур — самой яркой звезды северного полушария небесной сферы. 9 января комета переместится в созвездие Гончих Псов и через 5 дней окажется в 4° к востоку от его самого приме-

чательного объекта — галактики M51 «Водоворот». Днем позже ее легко будет найти примерно в градусе восточнее звезды Алкаид (η Большой Медведицы) — крайней в «ручке ковша». За сутки до максимального сближения с Землей C/2013US10 окажется между галактикой M101 и знаменитой звездной парой Алькор-Мицар (ζ Большой Медведицы).

20 января комета перейдет в созвездие Дракона, а с конца месяца и до середины марта она будет двигаться по созвездию Жирафа, где 31 января достигнет максимального склонения — 81° 35'. В середине апреля блеск «хвостатой гостьи» опустится ниже 9-й величины, и она станет недоступной для небольших телескопов.

Интересно, что расчеты орбиты C/2013US10, сделанные вскоре после открытия, показывали, что она должна быть короткопериодической (с периодом обращения вокруг Солнца около 6 лет), однако до сих пор ученым не были известны кометы на таких маленьких орбитах, имеющие обратное движение. Дальнейшие вычисления «расставили все по местам»: теперь известно, что в данном случае мы имеем дело с типичным объектом Облака Оорта, движущимся по гиперболической траектории и обреченным навсегда покинуть Солнечную систему. Подобные кометы принято относить к «свежим» — это значит, что они еще ни разу не сближались с Солнцем, поэтому предсказать их «поведение» в единственном появлении очень сложно, а следовательно, комета Каталины вполне может оказаться слабее прогнозов, а может и преподнести астрономам приятный сюрприз, неожиданно увеличив свою яркость. Поэтому даже ее любительские наблюдения представляют

	Последняя четверть	12:25 UT	3 ноября
	Новолуние	17:47 UT	11 ноября
	Первая четверть	06:27 UT	19 ноября
	Полнолуние	22:44 UT	25 ноября

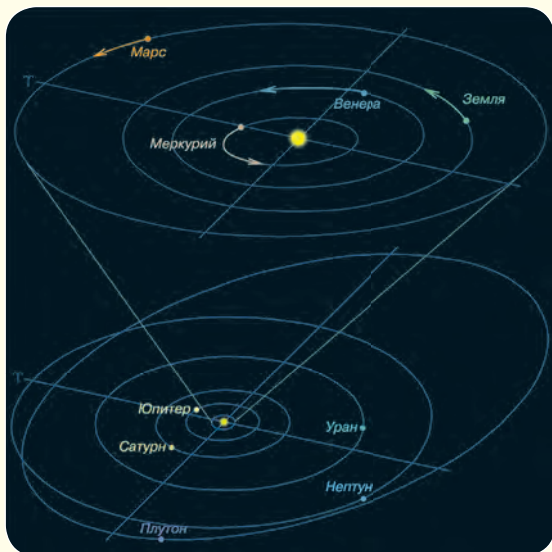
Вид неба на 50° северной широты:  
 1 ноября — в 23 часа местного времени;  
 15 ноября — в 22 часа местного времени;  
 30 ноября — в 21 час местного времени

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
- радиант метеорного потока
- эклиптика
- небесный экватор

Положения планет на орбитах  
 в ноябре 2015 г.



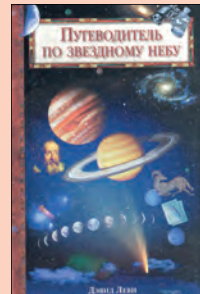
Иллюстрации  
 Дмитрия Ардашева



**Видимость планет:**

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

**РЕКОМЕНДУЕМ!**



**Л040.** Леви Д. Путеводитель по звездному небу



**Ф001.** Фейгин Олег. Малая энциклопедия Вселенной

Полный перечень книг, наличие, цены [shop.universemagazine.com](http://shop.universemagazine.com) или по телефону (067) 215-00-22



определенную научную ценность, не говоря уже о том, что следить за эволюцией необычных «хвостатых звезд» всегда очень интересно.

**ОБЪЕКТЫ ДАЛЬНЕГО КОСМОСА.**

В ноябре около полуночи проходят верхнюю кульминацию два самых ярких и наиболее известных рассеянных звездных скопления земного неба — Плеяды и Гиады. Они видны в созвездии Тельца; первое из них расположено примерно втрое дальше (на расстоянии около 440 световых лет), поэтому, несмотря на обилие ярких горячих молодых светил, его суммарный блеск несколько слабее — около 1,5<sup>m</sup>. Возраст Плеяд оценивается в 100 млн лет; как «единое» скопление они просуществуют еще порядка 250 млн лет, после чего значительная часть звезд в них прекратит активное существование, а остальные постепенно рассеются по Галактике.

Гиады значительно старше (со времени их образования прошло уже более 600 млн лет), они содержат в основном более «холодные» долгоживущие светила желтого и оранжевого спектральных

классов. Поперечник этого скопления может достигать 30 световых лет, что всего впятеро меньше расстояния до него. Еще ближе — в 65 световых годах от нас — находится Альдебаран, самая яркая звезда зодиакального пояса, «проектирующаяся» на Гиады. Недалеко от нее даже в небольшие бинокли на небе видно рассеянное скопление NGC 1647, удаленное от Солнца примерно на 1800

световых лет. Два небольших скопления NGC 1807 и NGC 1817 (их интегральный блеск приблизительно эквивалентен звезде 7-й величины) расположены вблизи условной границы созвездий Тельца и Ориона.

Планетарная туманность NGC 1514 «Хрустальный шар» имеет интегральную яркость около 9-й величины и угловой размер чуть больше 2 минут. Она доступна инструментам с диаметром объектива свыше 100 мм, однако ее центральная звезда видна и в более слабые телескопы. По современным данным, эта звезда — двойная, с периодом обращения компонентов всего 10 суток. Один из них приближается к завершению жизненного цикла и постепенно сбрасывает внешние слои своей атмосферы, «ускользающие» в космическое пространство.

Знаменитая Крабовидная туманность (M1)<sup>6</sup> расположена значительно восточнее звездных скоплений Тельца и кульминирует уже вместе с зимними созвездиями — Орионом и Возничим.

<sup>6</sup> ВПВ № 6, 2015, стр. 14

**РЕКОМЕНДУЕМ!**



**ЭНДИ ВЕЙЕР**  
BESTSELLER NEW YORK TIMES

**Марсианин**  
СЕНСАЦИОНАЛЬНЫЙ

**ЭНДИ ВЕЙЕР. Марсианин**

Полный перечень книг, наличие, цены  
[shop.universemagazine.com](http://shop.universemagazine.com)  
или по телефону (067) 215-00-22

**КАЛЕНДАРЬ АСТРОНОМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ (НОЯБРЬ 2015 Г.)**

- 1 18-19<sup>h</sup> Луна (Φ=0,67) закрывает звезду λ Близнецов (3,6<sup>m</sup>). Явление видно в Казахстане, Центральной Азии, на северо-востоке европейской и почти на всей азиатской части РФ (кроме Приморского края и Чукотки)  
Максимум активности метеорного потока Южные Тауриды (до 10 метеоров в час; радиант: α=3<sup>h</sup>28<sup>m</sup>, δ=14°)
- 3 7<sup>h</sup> Венера (-4,3<sup>m</sup>) в 40' южнее Марса (1,7<sup>m</sup>)  
12:25 Луна в фазе последней четверти
- 4 14-15<sup>h</sup> Луна (Φ=0,40) закрывает звезду ο Льва (3,5<sup>m</sup>) для наблюдателей севера Дальнего Востока
- 5 2<sup>h</sup> Луна (Φ=0,35) в 4° южнее Регула (α Льва, 1,3<sup>m</sup>)
- 6 15<sup>h</sup> Луна (Φ=0,22) в 3° южнее Юпитера (-1,8<sup>m</sup>)  
Комета Каталины (C/2013US10 Catalina) в верхнем соединении, в 8° южнее Солнца  
Астероид Летиция (39 Laetitia, 9,3<sup>m</sup>) в противостоянии, в 1,542 а.е. (231 млн км) от Земли  
Максимум блеска долгопериодической переменной звезды R Треугольника (5,8<sup>m</sup>)
- 7 9<sup>h</sup> Луна (Φ=0,17) в 2° южнее Марса (1,7<sup>m</sup>)

- 14<sup>h</sup> Луна (Φ=0,15) в 2° южнее Венеры (-4,3<sup>m</sup>)
- 21<sup>h</sup> Сатурн (0,5<sup>m</sup>) в 2' севернее звезды ν Скорпиона (4,0<sup>m</sup>)
- 22<sup>h</sup> Луна (Φ=0,13) в апогее (в 405722 км от центра Земли)
- 9 16<sup>h</sup> Луна (Φ=0,04) в 3° севернее Спика (α Девы, 1,0<sup>m</sup>)
- 11 17:47 Новолуние  
19:05-19:15 Астероид Мадлен (2569 Madeline, 14,5<sup>m</sup>) закрывает звезду HIP 30698 (7,9<sup>m</sup>). Зона видимости: полоса от запада Читинской области и центральной Бурятии до севера полуострова Ямал
- 13 1<sup>h</sup> Луна (Φ=0,02) в 3° севернее Сатурна (0,5<sup>m</sup>)  
7<sup>h</sup> Венера (-4,3<sup>m</sup>) в 4' севернее звезды η Девы (3,9<sup>m</sup>)  
11<sup>h</sup> Луна (Φ=0,03) в 8° севернее Антареса (α Скорпиона, 1,0<sup>m</sup>)  
Максимум активности метеорного потока Северные Тауриды (до 30 метеоров в час; радиант: α=3<sup>h</sup>31<sup>m</sup>, δ=21°)
- 15 Комета Каталины (C/2013US10 Catalina, 4<sup>m</sup>) в перигелии, в 0,823 а.е. (123 млн км) от Солнца
- 16 13<sup>h</sup> Меркурий в верхнем соединении, за диском Солнца  
13-14<sup>h</sup> Луна (Φ=0,22) закрывает звезду ρ<sup>1</sup> Стрельца (3,9<sup>m</sup>). Явление видно на юге Центральной Сибири и в Восточном Казахстане

- Максимум активности метеорного потока Леониды (20-30 метеоров в час; радиант: α=10<sup>h</sup>13<sup>m</sup>, δ=22°)
- 22<sup>h</sup> Нептун (7,9<sup>m</sup>) проходит конфигурацию стояния
- 19 6:27 Луна в фазе первой четверти
- 20 2<sup>h</sup> Луна (Φ=0,59) в 2° севернее Нептуна (7,9<sup>m</sup>)
- 22 20<sup>h</sup> Луна (Φ=0,86) в 2° южнее Урана (5,7<sup>m</sup>)
- 23 20<sup>h</sup> Луна (Φ=0,94) в перигее (в 362815 км от центра Земли)
- 25 22:44 Полнолуние
- 26 4-5<sup>h</sup> Луна (Φ=1,00) закрывает звезду γ Тельца (3,6<sup>m</sup>) для наблюдателей севера европейской части РФ  
8-10<sup>h</sup> Луна закрывает Альдебаран (α Тельца, 0,8<sup>m</sup>). Явление видно на Дальнем Востоке
- 29 5-6<sup>h</sup> Луна (Φ=0,87) закрывает звезду λ Близнецов для наблюдателей стран Балтии, севера Беларуси, северо-запада европейской части РФ  
23<sup>h</sup> Венера (-4,2<sup>m</sup>) в 4° севернее Спика
- 30 0<sup>h</sup> Сатурн в верхнем соединении, в 2° севернее Солнца  
Максимум блеска долгопериодической переменной R Большой Медведицы (6,5<sup>m</sup>)

Время всемирное (UT)

# МАГАЗИН «ТРЕТЬЯ ПЛАНЕТА» ТЕЛЕСКОПЫ, БИНОКЛИ, МИКРОСКОПЫ



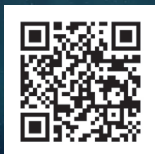
Тест-драйв оптических приборов ♦ Консультации специалистов

Наблюдения звезд и планет ♦ Мастер-классы по астрономии

ОБЗОРНЫЕ ЭКСКУРСИИ ПО ЗВЕЗДНОМУ НЕБУ

Наш адрес: Киев, ул. Нижний Вал, 3-7  
(044) 295-00-22, (067) 215-00-22  
[www.shop.universemagazine.com](http://www.shop.universemagazine.com)

# МАГАЗИН ОПТИКИ «ТРЕТЬЯ ПЛАНЕТА»



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

## Телескопы



## Бинокли



## Приборы ночного видения



## Модели Space Collection



## Модели Metal Earth



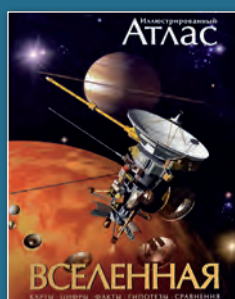
## Биосистемы



## Журнал ВПВ



## Книги



## Календари, плакаты

