

# Вселенная

## пространство \* время



**New Horizons  
год спустя**

**ЭКСКЛЮЗИВ**

**Четыре шага  
во Вселенную  
Клода Николье**

**ТЕМА НОМЕРА**

# Солнце: источник жизни и причина катастроф

С незапамятных времен человек наблюдает Солнце и поклоняется ему. Но лишь примерно сотню лет назад ученые начали понимать, где наше светило берет энергию и как оно влияет на земную жизнь.

**A S G** AUTO Standard Group

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



**Юно прошел  
первый  
апоцентр**

**Галактики,  
вышедшие  
из пустоты**

**Звездная  
лаборатория  
в Стрельце**

Коллекция ICONX дополняет серию Metal Earth, предлагая модели больших размеров с улучшенной детализацией. Больше моделей на сайте: [3planeta.com.ua](http://3planeta.com.ua)



Небоскреб  
Willis Tower

Бурдж-эль-Араб

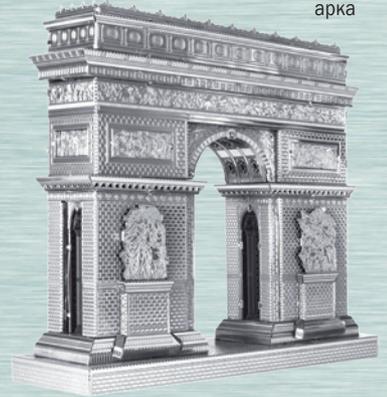


Небоскреб  
Chrysler Building



**НОВИНКА**  
Крупнее  
Больше деталей  
Выше точность

Триумфальная  
арка



Тадж-Махал



Пизанская  
башня



Вездеход  
Humvee



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

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

**9 сентября  
18:30**



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

# ЗАВЕРШЕНИЕ МИССИИ ROSETTA И ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЙ КОМЕТЫ ЧУРЮМОВА- ГЕРАСИМЕНКО

## Клим Иванович ЧУРЮМОВ

Украинский астроном, открывший кометы Чурюмова-Герасименко (1969 г.) и Чурюмова-Солодовникова (1986 г.). Член-корреспондент Национальной академии наук Украины, действительный член Нью-Йоркской академии наук, директор Киевского планетария, профессор Киевского национального университета им. Тараса Шевченко.

Вход по абонементам.  
Стоимость  
абонемента Дома  
ученых на год – 50 грн.

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

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

# СОДЕРЖАНИЕ

## Август 2016



### СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

**Солнце — источник жизни и причина катастроф**  
*Наталья Щукина*

#### Новости

Три солнечных вспышки за три часа

Миссия к Солнцу отложена до 2018 г.

Утверждена конструкция солнечного зонда

Что скрывают недра Цереры

Облака в северном полушарии Сатурна

Китайский луноход замолчал

Юно прошел первый апоцентр

Атмосфера Ио «управляется» Солнцем

Миссия Rosetta близится к финалу

New Horizons: год спустя

### ВСЕЛЕННАЯ

#### Новости

Звездная лаборатория в Стрельце

Следы древнего взрыва

Галактики, вышедшие из пустоты

### КОСМОНАВТИКА

#### Клод Николье

**Четыре шага во Вселенную**

*Редакционное интервью*

#### Новости

Звездное небо с борта МКС

На МКС установлен новый стыковочный порт

### ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

#### Обзор микроскопа

**Omegon BM-530 LCD 8MP**

Небесные события октября

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

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

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



**Этот номер журнала вышел при поддержке Zimin Foundation**

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

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

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: Остапенко Алена, Мельник Никита тел.: (067) 326-65-97, (067) 215-00-22  
Адрес редакции: 02097, Киев, ул. Милославская, 31-Б, к. 53 тел./факс: (044) 295-00-22  
e-mail: uverse@gmail.com info@universemagazine.com www.universemagazine.com

Телефоны в Москве: (495) 544-71-57, (800) 555-40-99 звонки с территории России бесплатные  
Распространяется по Украине и странам СНГ  
В рознице цена свободная  
Подписные индексы Украина: 91147 Россия: 12908 – в каталоге «Пресса России» 24524 – в каталоге «Почта России» 12908 – в каталоге «Урал-Пресс»  
Учредитель и издатель ЧП «Третья планета» © ВСЕЛЕННАЯ, пространство, время — №8 август 2016  
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

# СОЛНЦЕ

## ИСТОЧНИК ЖИЗНИ И ПРИЧИНА КАТАСТРОФ

Солнце, сфотографированное  
в спектральных линиях  
304 и 171 ангстрем  
(30,4 и 17,1 нм)



NASA/SDO/GSFC

## Часть I. Звезда по имени Солнце

**Наталья Щукина**  
член-корреспондент Национальной  
академии наук Украины, доктор физ.-  
мат. наук, заведующая отделом физики  
Солнца Главной астрономической  
обсерватории НАНУ, Киев

**С**олнце — ближайшая к нам звезда. Небольшое по космическим меркам расстояние до Земли, в среднем равное одной астрономической единице (149,6 млн км), солнечный свет проходит всего за 8 минут (точнее, за 499 секунд). Экваториальный радиус светила  $R_{\odot} \approx 696$

тыс. км, или 109 земных радиусов. Масса Солнца равна  $1,989 \cdot 10^{30}$  тонн, что составляет 333 тыс. масс Земли. Период вращения его экваториальных областей вокруг оси относительно звезд — 25,4 земных суток. Солнце находится на расстоянии около 26 тыс. световых лет от центра Млечного Пути и делает один оборот вокруг него за 225-250 млн лет.

Излучение Солнца — источник жизни на Земле. Его мощность характеризуется солнечной постоянной — количеством энергии, падающей на площадку разме-

ром  $1 \text{ м}^2$ , перпендикулярную к направлению на светило. На расстоянии в одну астрономическую единицу эта постоянная равна приблизительно 1370 Вт. Проходя сквозь атмосферу, почти четверть солнечного излучения поглощается и рассеивается, и до земной поверхности доходит лишь около  $1000 \text{ Вт/м}^2$ .

По спектральной классификации Солнце относится к звездам типа G2V — так называемым желтым карликам. По большинству параметров это вполне рядовое светило. Для сравнения: одна из

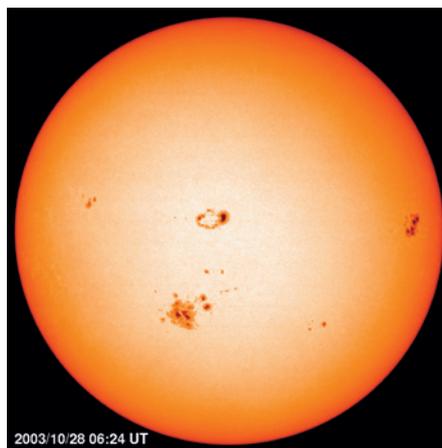
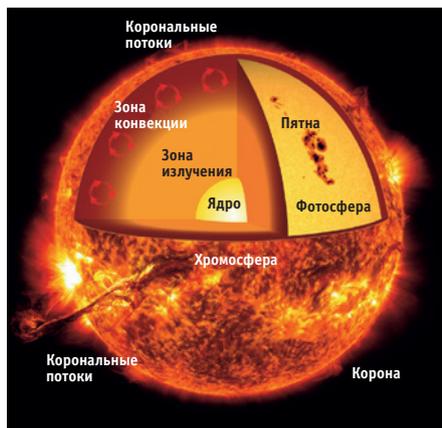
крупнейших звезд — красный сверхгигант Бетельгейзе ( $\alpha$  Ориона) — тяжелее Солнца в 17 раз и почти в тысячу раз больше по диаметру. Если поместить его в центр Солнечной системы, то он достигнет орбиты Юпитера.<sup>1</sup>

Звезды меньше Солнца также существуют. В первую очередь это красные карлики, составляющие основную часть «населения» Вселенной, наблюдаемого в оптическом диапазоне. Ни один из них на нашем небе нельзя увидеть невооруженным глазом.<sup>2</sup> То же касается и белых карликов, теоретически предсказанных еще в 30-е годы XIX века и вскоре наблюдавшихся непосредственно.<sup>3</sup> По массе они сравнимы с Солнцем, но их радиусы в сотни раз меньше, а поверхность — в десятки раз горячее. К особой категории относятся открытые в 1995 г. коричневые карлики, занимающие промежуточное положение между планетами и звездами. Их массы заключены в пределах 0,013-0,07 солнечных, то есть от 13 до 80 масс Юпитера.<sup>4</sup> Температура поверхности этих объектов, наоборот, очень низкая (недавно был обнаружен коричневый карлик, в атмосфере которого, судя по всему, присутствуют облака из мелких льдинок или водяных капель<sup>5</sup>).

## Внутреннее строение Солнца

За последнее столетие благодаря активному использованию спектральных методов ученым удалось немало узнать о строении ближайшей звезды. С середины XX века ее исследования ведутся с помощью радиотелескопов, а также средствами инфракрасной, ультрафиолетовой, рентгеновской и гамма-астрономии. Около 30 лет назад к ним подключились компьютерное моделирование и наблюдения на специализированных нейтринных обсерваториях. Сейчас уже можно с достаточной уверенностью говорить о том, что мы хорошо знаем структуру нашего светила и механизмы генерации им энергии.

Солнце можно разделить на несколько областей, вещество в которых отличается по своим свойствам, а энергия распространяется посредством разных механизмов. Центральная часть — **ядро** — простирается от центра нашей звезды на 20-25% ее радиуса. Плотность вещества в нем составляет около 150 г/см<sup>3</sup>, что в 150 раз больше плотности воды и почти в 8 раз выше плотности золота. Примерно



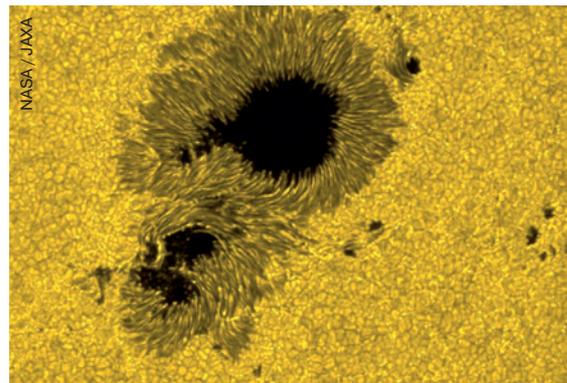
▲ Фотосфера Солнца с пятнами.

на 35% (по массе) оно состоит из водорода, основным же компонентом ядра является гелий — его там 63%. На остальные химические элементы приходится около 2%. Благодаря высокой температуре (более 15 млн кельвинов) и давлению в ядре происходит протон-протонная термоядерная реакция, в результате которой из четырех атомов водорода образуется один атом гелия-4. При этом каждую секунду в излучение и поток нейтрино превращаются около 4 млн тонн вещества, однако эта величина ничтожна по сравнению с общей массой Солнца. Отметим, что Земля «перехватывает» всего лишь одну двухмиллиардную часть производимой им энергии.

Ядро окружает **зона лучистой энергии**, занимающая около 40% солнечного радиуса. Перенос энергии здесь осуществляется благодаря диффузии гамма-квантов. Суть этого явления состоит в том, что кванты, переизлучаясь после поглощения атомами, хаотически меняют направление движения. В результате для того, чтобы добраться от ядра до поверхности Солнца, им требуется от сотен тысяч до миллионов лет. «По дороге» в процессе переизлучения они «дробятся» на менее энергичные: сначала рентгеновские, потом ультрафиолетовые и, наконец, кванты видимого света.

Ближе к поверхности, примерно на расстоянии  $0,7 R_{\odot}$ , непрозрачность сол-

▼ Пятна с полутенью и грануляция. Наблюдения в видимом свете получены 13 декабря 2006 г. с помощью Солнечного оптического телескопа SOT, установленного на японском космическом аппарате «Хинодэ» (ВПВ №12, 2006, стр. 33). Размер пятна — около 20 тыс. км.



нечного вещества сильно возрастает. Механизм передачи энергии излучением перестает работать, и включается другой механизм с участием конвективных потоков плазмы — вещество «закипает». Слой, в котором это происходит, называется **конвективной зоной**. Она простирается фактически до внешних слоев Солнца, где перенос основного потока энергии снова становится лучистым.

Между конвективной и радиационной зонами располагается очень тонкая область, известная как **тахоклин**. Предполагается, что в ней посредством механизма магнитного динамо генерируются магнитные поля.

## Внешние слои Солнца

Эти слои известны в литературе как солнечная атмосфера. В отличие от ядра, в ней преобладает водород (~70% по массе), а не гелий, которого там примерно 28%. Концентрация других химических элементов — таких, как углерод, азот, кислород, неон, магний, кремний, сера, кальций, железо и остальные элементы таблицы Менделеева (вплоть до урана) — не превышает 2%.

Самая нижняя часть атмосферы — **фотосфера** — представляет собой слой толщиной всего около 500 км. По мере продвижения вверх ее температура падает от 10 тыс. до 4500 К, а плотность уменьшается от одной тысячной до одной десятичной плотности земного воздуха. Отсюда исходит основная часть излучения Солнца в оптическом диапазоне, благодаря чему она воспринимается как его видимая поверхность, наиболее интересными образованиями которой являются грануляция и пятна.

**Грануляция**, наблюдаемая в верхней части конвективной зоны, внешне выглядит как покрывающая весь диск Солнца зернистая структура, состоящая из ярких гранул —

<sup>1</sup> ВПВ №9, 2009, стр. 13

<sup>2</sup> ВПВ №3, 2009, стр. 9

<sup>3</sup> ВПВ №1, 2006, стр. 17; №12, 2007, стр. 11; №6, 2008, стр. 26

<sup>4</sup> ВПВ №11, 2007, стр. 12; №2, 2009, стр. 15

<sup>5</sup> ВПВ №7, 2016, стр. 22

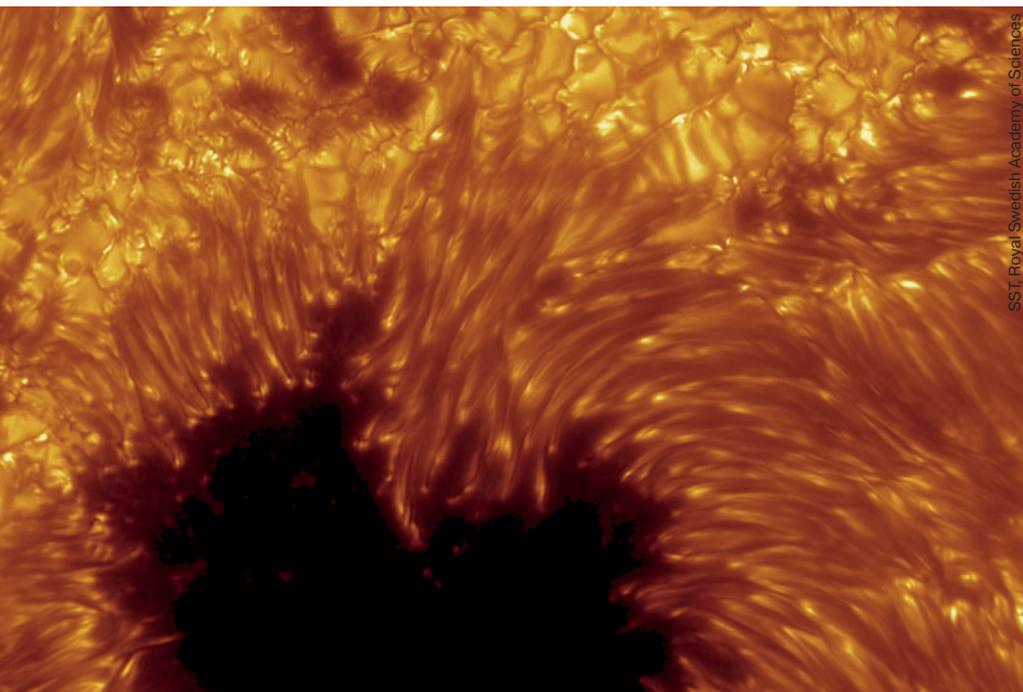
их размеры в основном лежат в диапазоне 500-1000 км — и темных межгранульных промежутков. Отдельные гранулы возникают, разрастаются и распадаются за 5-10 минут. Как правило, потоки вещества в них поднимаются вверх (а в промежутках — опускаются вниз) со скоростью порядка 1-2 км/с.

**Пятна** на Солнце — темные области с сильным магнитным полем, напряженность которого превышает 1000 гаусс. Самое мощное поле — в тени (в центре пятна). Силовые линии здесь расположены вертикально. В более светлой части пятна (в полутени) магнитное поле имеет меньшую величину, и его линии направлены под острым углом к поверхности. Обычно наблюдаются несколько групп пятен. Поле одной из них, как правило, имеет положительную полярность, а поле другой — отрицательную. Размер пятен сравним с диаметром Земли. Они имеют более низкую температуру ( $T \approx 3700$  К), чем окружающая их фотосфера ( $T \approx 5770$  К), за счет чего и кажутся темнее. Время их жизни составляет от нескольких дней до нескольких недель. На уровне фотосферы происходит движение газов от центра пятна со скоростью до 2 км/с, в то время как в более высоких слоях наблюдается обратный эффект: вещество со скоростью около 5 км/с движется к центру (т.н. эффект Эвершеда).

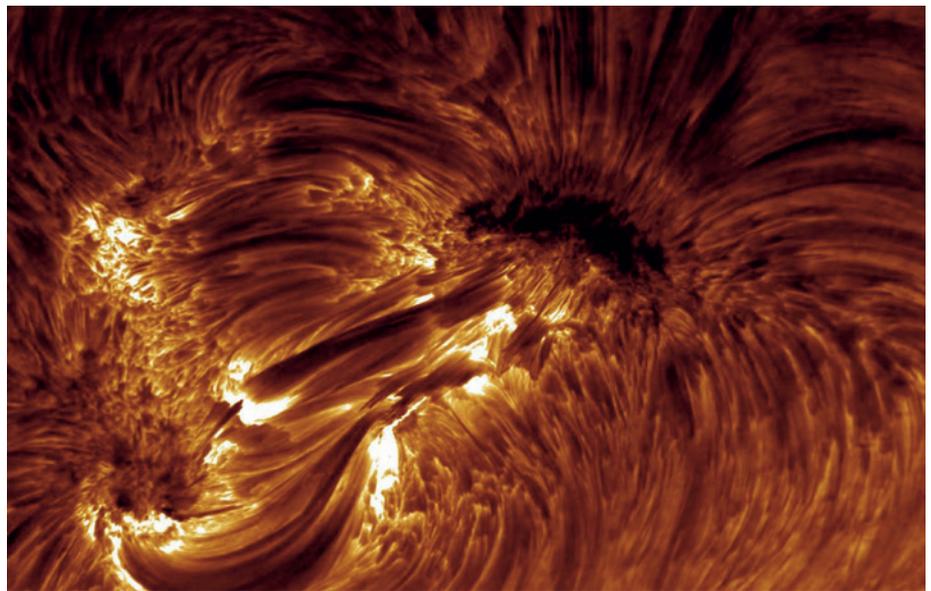
Недавние исследования<sup>6</sup> показывают, что, помимо магнитных полей пятен,

<sup>6</sup> Trujillo Bueno J, Shchukina N., Asensio Ramos A. A Substantial Amount of Hidden Magnetic Energy in the Quiet Sun // Nature - 2004, vol. 430, p. 326-329.

▼ **Один из наиболее детальных снимков участка солнечной поверхности, полученный в 2002 г. на Шведском солнечном телескопе обсерватории Рок де Лос Мучачос (Ла Пальма, Канарские острова) с использованием техники адаптивной оптики, позволяющей компенсировать «размывание» неоднородностями земной атмосферы. В нижней части изображения — солнечное пятно и полутень, в верхней части — многочисленные «кипящие» гранулы, возникающие в результате конвективных потоков в верхних слоях Солнца.**



SST, Royal Swedish Academy of Sciences



▲ Тонкая структура хромосферы над активной областью, наблюдаемая в водородной линии  $H\alpha$ .

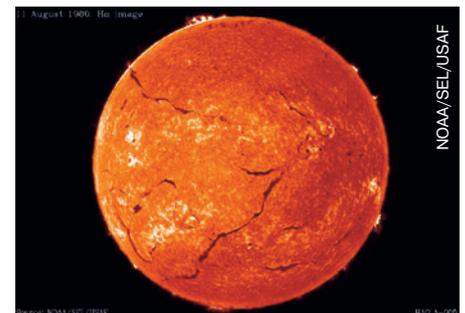
в солнечной фотосфере повсюду присутствуют еще и мелкомасштабные поля со средней напряженностью порядка 100 Гс. Размеры их отдельных магнитных элементов существенно меньше разрешающей способности современных телескопов.

**Хромосфера** — следующий слой в разреженной газовой оболочке Солнца, расположенный над фотосферой и простирающийся до т.н. переходного слоя «хромосфера-корона». В моделях солнечной атмосферы ее толщина составляет около 2000 км, а температура поднимается с высотой от 4500 до 20 тыс. кельвинов. На

самом деле вещество хромосферы проникает выше этого уровня, порождая хромосферные явления на высотах до 10 тыс. км и даже больше. Четко выраженной верхней границы этот слой не имеет — из него постоянно происходят горячие выбросы, называемые спикулами (столбики светящейся плазмы высотой от 5 до 10 тыс. км). Продолжительность их жизни составляет 5-10 минут. Количество спикул, существующих одновременно, достигает миллиона.

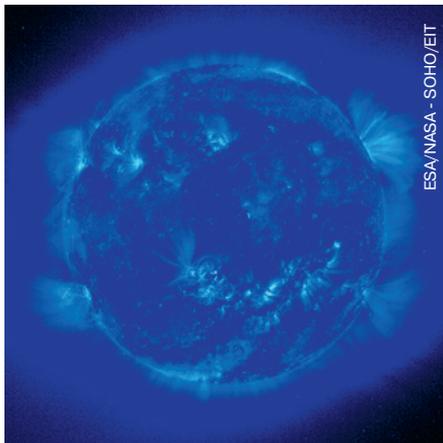
Плотность хромосферы меньше, чем фотосферы, поэтому ее яркость недостаточна для наблюдений невооруженным глазом в обычных условиях. Но при полном солнечном затмении, когда Луна закрывает фотосферу, расположенная над ней хромосфера становится заметной, светясь характерным малиновым цветом, связанным с тем, что в ее видимом спектре доминируют линии излучения водорода (в первую очередь красная линия  $H\alpha$ ).

К **короне** относятся самые верхние слои солнечной атмосферы. Ее размер принимается примерно равным одному солнечному радиусу. В среднем температура короны составляет 1-2 млн кельвинов, но в отдель-



▲ Изображение хромосферы Солнца в линии  $H\alpha$ . Светлые образования — флоккулы, длинные темные волокна и яркие выступы на лимбе — протуберанцы.

▼ Корона во время полного солнечного затмения 22 июля 2009 г. (ВПВ №6, 2009, стр. 36), сфотографированная на Маршалловых островах в Тихом океане.

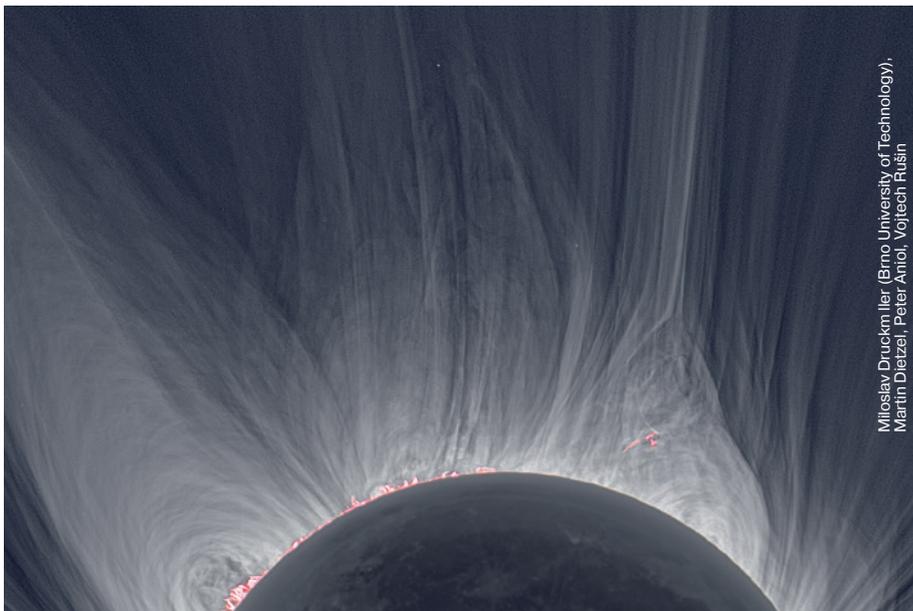


▲ Солнечный диск в дальнем ультрафиолетовом диапазоне (в линии 17,1 нм, соответствующей излучению высокоионизированных атомов железа Fe IX), сфотографированный специализированным телескопом космического аппарата SOHO. Снимок отображает распределение вещества внутренней короны с температурами около миллиона кельвинов. Заметны также корональные петли, отображающие структуру магнитных полей Солнца: петли соответствуют замкнутым силовым линиям, а темные участки — разомкнутым, простирающимся в открытый космос.

ных областях она может достигать 8-20 млн кельвинов. Механизмы нагрева короны, как и хромосферы, еще до конца не изучены. Столь интенсивный нагрев может быть вызван как ударными волнами, так и эффектами пересоединения магнитных силовых линий, а также сложными диффузионными процессами переноса электронов и ионов.<sup>7</sup>

Общий вид короны меняется в зависимости от фазы цикла солнечной активности: в периоды ее максимумов она имеет округлую форму, а в минимумах — вытянута вдоль экватора Солнца. Как и хромосфера, из-за низкой плотности она видна невооруженным глазом только во время полных солнечных затмений. Поскольку температура короны очень велика, она интенсивно излучает в ультрафиолетовом и рентгеновском

<sup>7</sup> Khomenko E.V., Collados M., Diaz A.J. Observational Detection of Drift Velocity between Ionized and Neutral Species in Solar Prominences // *Astrophys. J.* - 2016 - vol. 823, Issue 2, p.132-141.



▲ Наиболее близкие к солнечной поверхности части короны можно наблюдать ежедневно с помощью специальных приборов (коронографов), однако во всей красе она видна только во время полных затмений. Фотографирование ее тонких деталей — исключительно сложная задача. На этом изображении, полученном путем компьютерного сложения нескольких снимков, запечатлена часть короны, наблюдавшейся 1 августа 2008 г. в Монголии (ВПВ №5, 2008, стр. 26). Хорошо виден сложный узор магнитных полей Солнца, вдоль которых вытягиваются волокна горячей корональной плазмы. У самого края лунного диска заметно множество ярких малиновых протуберанцев.



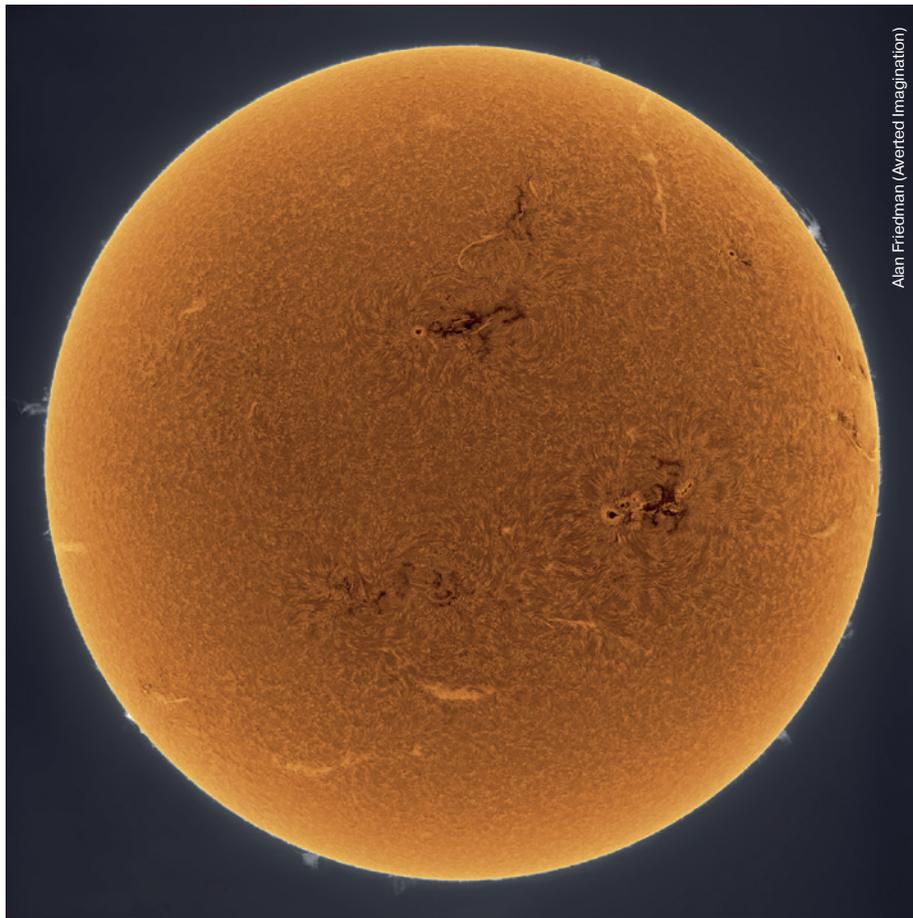
▲ Хромосферная сетка магнитных элементов, яркие факелы и фибриллы вблизи солнечных пятен, протуберанец протяженностью около 600 тыс. км (вчетверо больше диаметра Юпитера) и спикулы на лимбе. Видимая картина плазменных образований помогает восстановить сложную структуру магнитных полей. Снимок сделан 15 сентября 2015 г. с помощью любительского телескопа, оснащенного узкополосными H $\alpha$ -фильтром (центрированным на линию излучения водорода 656 нм).

диапазонах спектра. Из-за непрозрачности земной атмосферы в этих диапазонах соответствующие наблюдения возможны лишь с помощью космических аппаратов.

В солнечной короне и хромосфере наблюдается множество разнообразных структур и явлений, в той или иной мере связанных с магнитными полями: хромосферная сетка

магнитных элементов, спикулы, факелы, фибриллы, протуберанцы, активные области, вспышки, корональные петли и дыры, корональные выбросы массы и солнечный ветер.

Хромосферная сетка магнитных элементов представляет собой ячейки супергрануляции размером до 30 тыс. км в поперечнике, покрывающие всю поверх-



▲ В 2010 г. Солнце начало выходить из затяжного периода минимума активности. На нем стало появляться все больше пятен и их групп. На этом снимке, сделанном в ноябре 2011 г. в спектральной линии  $H\alpha$ , таких групп видно несколько; крупнейшая из них, имеющая обозначение AR 1339, расположена правее центра солнечного диска. На его краю можно заметить множество спикул — тонких выбросов хромосферного вещества. Как и протуберанцы (более масштабные образования на лимбе), они показаны условным белым цветом, чтобы их легче было отличить от солнечной поверхности. Протуберанцы на остальной части диска видны как протяженные светлые структуры.

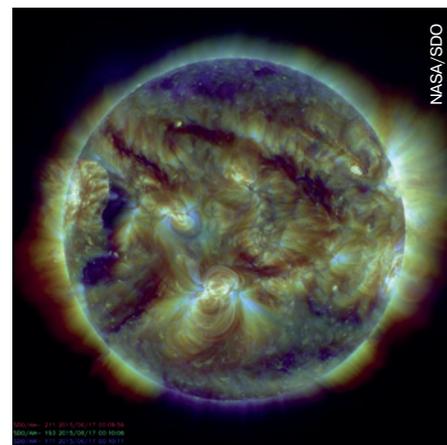
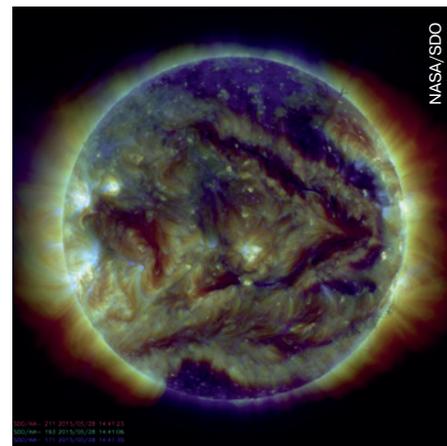
ность Солнца. При наблюдениях в спектральных линиях водорода, ионизованного кальция и других элементов, а также в дальней ультрафиолетовой и рентгеновской областях спектра **факелы** (другое название — **флоккулы**) выглядят как светлые облакоподобные образования. Чаще всего они появляются в регионах с сильными магнитными полями, в первую очередь вблизи солнечных пятен. **Фибриллы** — темные волокна различной ширины и протяженности, также часто встречающиеся в активных областях. Спикулы покрывают около тысячной части площади диска Солнца; из них состоит практически вся хромосферная сетка.

**Протуберанцы** — плотные конденсации относительно холодного (по сравнению с солнечной короной) вещества, удерживаемые над поверхностью Солнца магнитным полем. Они бывают двух типов. Первые, т.н. «спокойные», связаны с пятнами. Время их жизни достигает 15 месяцев, температура лежит в интервале 3000-8000 К, протяженность — от 60 до 600 тыс. км, высота — от 15 до 100 тыс. км. Второй тип —

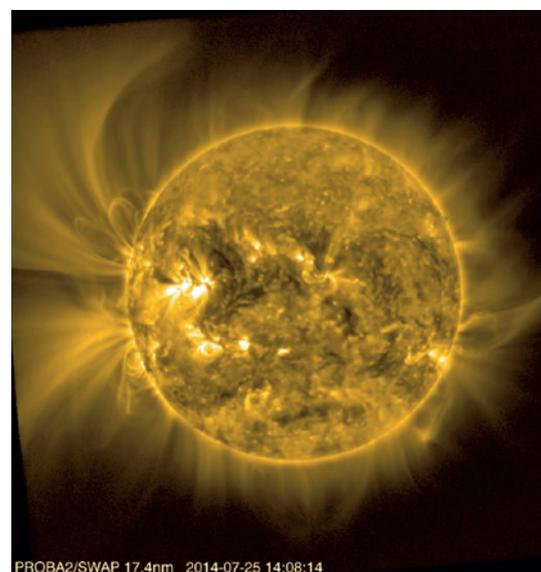
«активные» протуберанцы — связаны со вспышками. Их время жизни существенно меньше (минуты-часы), температура ~7000 К, высота 700 тыс. км. При этом скорость движения вещества в них может достигать 600 км/с.

**Активные области** на Солнце — это совокупность меняющихся со временем структурных образований, связанных с усилением в них магнитного поля от десятков до нескольких тысяч гаусс. В видимом свете наиболее заметными их признаками являются отдельные пятна или их группы. Обычно они окружены яркими факелами и **корональными петлями** солнечной плазмы. Последние ассоциируются с замкнутыми силовыми линиями магнитного поля, связывающими области с различной полярностью. Протяженность активных областей достигает нескольких сотен тысяч километров, а время жизни — от нескольких дней до нескольких месяцев. Их можно наблюдать практически во всех диапазонах электромагнитного спектра — от рентгеновских, ультрафиолетовых и видимых лучей до инфракрасного излучения и радиоволн. На

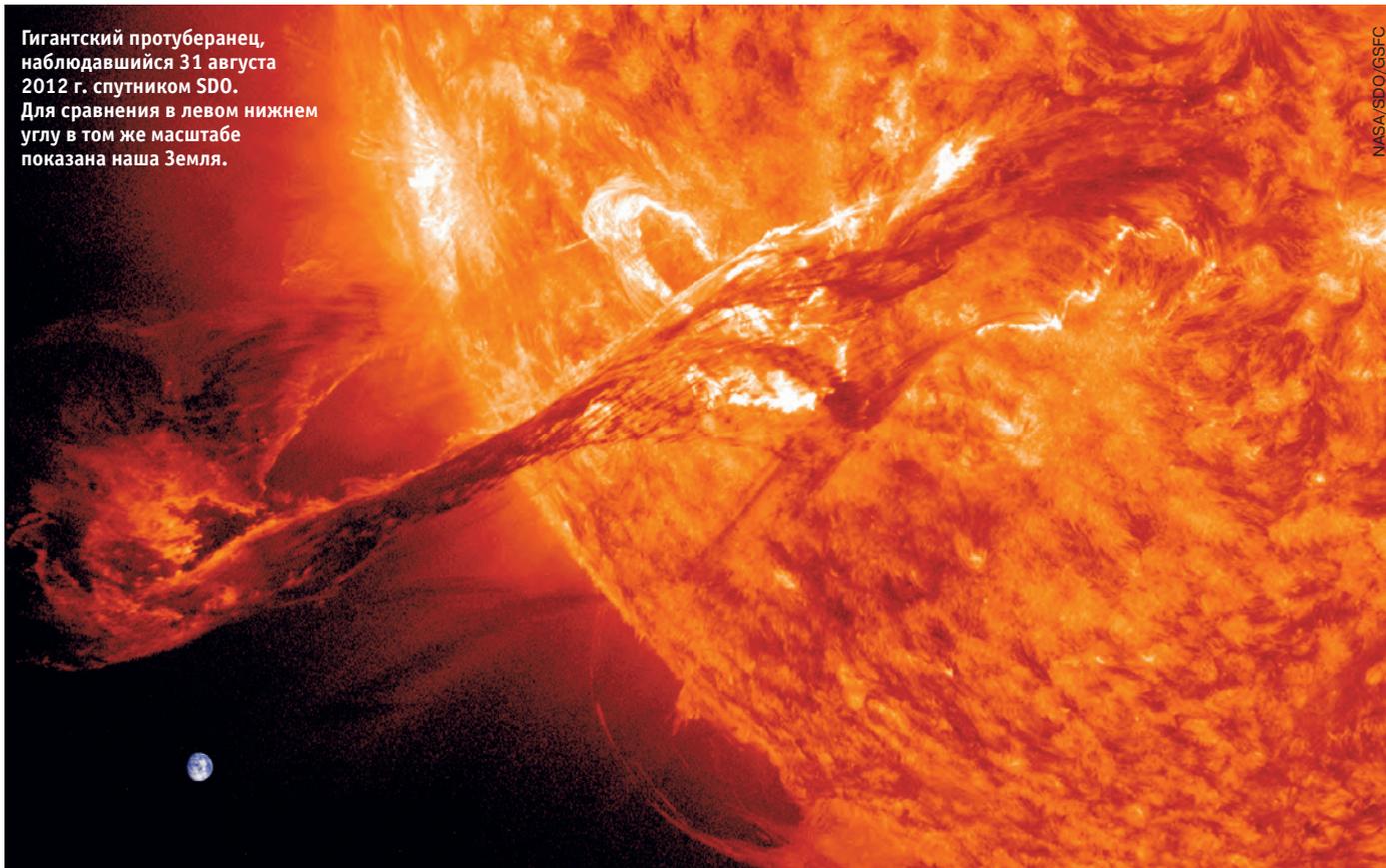
▼ Наблюдения протуберанца «Стрелка» (гигантские темные волокна в виде острого угла) и активных областей в дальнем ультрафиолетовом диапазоне — на длине волны 19,3 нм. Снимки получены космической обсерваторией SDO (Solar Dynamics Observatory) в мае-июне 2015 г.



▼ **Корональные петли** в активных областях (белый и светло-желтый цвет) на снимках спутника SDO 25 июля 2014 г. в дальнем ультрафиолетовом диапазоне, на длине волны 17,1 нм. Горячая плазма формирует петли и веерообразные структуры, динамика которых контролируется солнечным магнитным полем. Протяженность силовых линий магнитного поля в отдельных петлях достигает около трети диаметра Солнца.



Гигантский протуберанец, наблюдавшийся 31 августа 2012 г. спутником SDO. Для сравнения в левом нижнем углу в том же масштабе показана наша Земля.

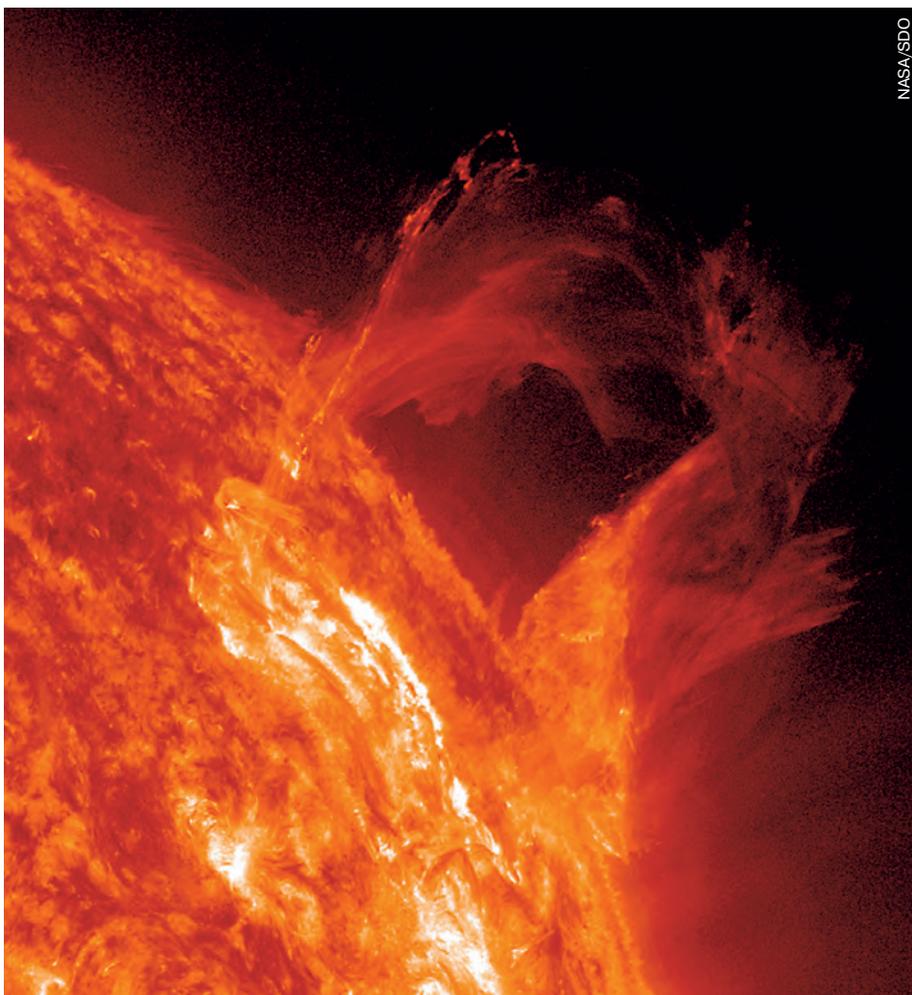


NASA/SDO/GSFC

краю солнечного диска, когда активная область видна сбоку, над ней часто появляются протуберанцы.

Время от времени в активной области происходят внезапные взрывы плазмы — **солнечные вспышки**. Это явление охватывает все слои солнечной атмосферы — от фотосферы до короны. Ключом к пониманию и предсказанию вспышек стала структура магнитного поля вокруг пятен. Согласно современным представлениям, к появлению в этих областях токовых слоев и взрывному высвобождению энергии приводит закручивание силовых линий и их пересоединение. Это происходит вдоль нейтральной линии, разделяющей поля противоположной полярности. Энергия выделяется в первую очередь в виде электромагнитного излучения (в диапазоне от радиоволн до жесткого ультрафиолетового, рентгеновского и гамма-излучения), а также высокоэнергетических протонов, электронов и ионов. В окосолнечное пространство вылетает облако плазмы массой до 10 млрд тонн. Количество выделившейся энергии эквивалентно взрыву десятков и даже сотен миллионов водородных бомб, что сравнимо с объемом мирового потребления электроэнергии на Земле за миллионы лет.

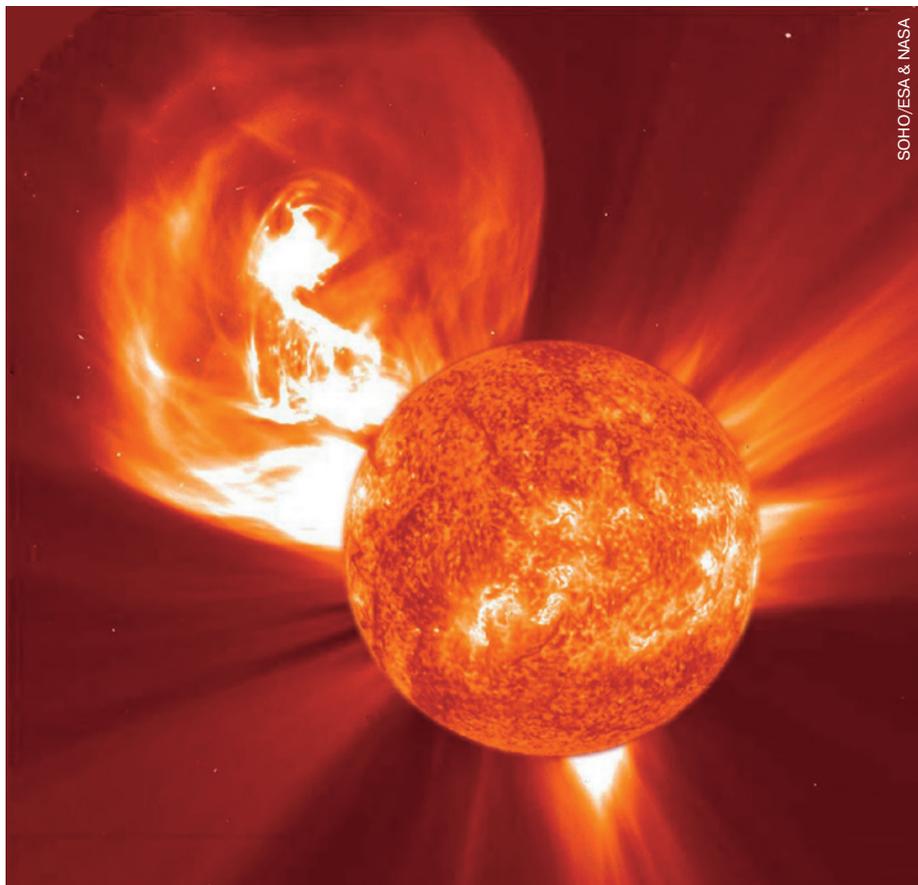
Вспышки, как правило, сопровождаются **корональными выбросами массы** (Coronal Mass Ejection — CME), имеющими вид огромных пузырей газа. Иногда они наблюдаются



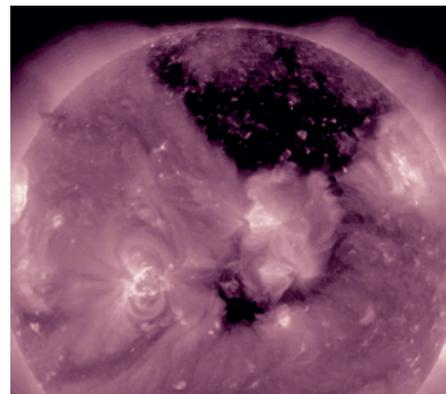
NASA/SDO

▲ Полное «развертывание» этого гигантского протуберанца, появившегося 16 марта 2013 г., произошло примерно за четыре часа. Последовательные фазы этого процесса сфотографировал космический аппарат SDO (NASA) в дальнем ультрафиолетовом диапазоне.

▼ Корональные выбросы массы (наподобие показанного здесь выброса 4 января 2000 г.) сопровождаются выделением огромного количества энергии в форме излучения и электрического тока в межпланетной плазме.



▼ Вспышка среднего класса M7.9 (область белого и голубого цвета), сфотографированная обсерваторией SDO 25 июня 2015 г.



▲ Между 17 и 19 мая 2016 г. американский спутник SDO получил изображения масштабной «корональной дыры» в ультрафиолетовом диапазоне спектра. Обширный участок северного полушария Солнца, выглядящий на снимке практически черным, оказался почти свободным от горячей плазмы короны, препятствующей испусканию в космос высокоскоростного солнечного ветра, частицы которого имеют скорость примерно втрое выше обычной.

▼ Структура солнечного ветра.



и без вспышек — вблизи протуберанцев и активных областей. Отдельный выброс, длящийся несколько часов, выглядит как оторвавшаяся от Солнца замкнутая петля магнитного поля, несущая в себе сгусток коронального вещества. Это вещество состоит в основном из электронов, протонов и небольшого количества ионизированных атомов более тяжелых элементов — гелия, кислорода и других. В отличие от вспышек, во время которых магнитная энергия, накопленная в активных областях, высвобождается в основном в виде электромагнитного излучения, при корональных выбросах эта энергия расходуется на ускорение огромных масс вещества: в каждом таком выбросе может содержаться до 10 млрд тонн материи, уносящейся в космос со средней скоростью 400 км/с. В эпохи солнечных минимумов происходит в среднем один СМЕ в неделю, а в периоды максимумов их частота может возрасти до 2-3 в день.

Еще одно интересное проявление солнечной активности — существующие месяцами темные корональные дыры. Они были обнаружены в ходе исследований Солнца с помощью космических аппаратов в рент-

геновском и ультрафиолетовом диапазоне. Корональные дыры расположены обычно вблизи солнечных полюсов, но в максимумах могут наблюдаться на всех широтах. Как правило, линии магнитного поля в экваториальной области светила замкнуты, тем самым предотвращая свободное истечение плазмы в межпланетное пространство. Однако возможна ситуация, когда в результате различных взаимодействий между разными пучками силовых линий происходит их замыкание, плазма перестает удерживаться и устремляется прочь от Солнца. Образуется так называемая корональная дыра, в которой плотность вещества падает примерно в сотню раз, а температура понижается до 600 тыс. кельвинов. «Освободившаяся» плазма становится частью высокоскоростного **солнечного ветра**. Последний представляет собой постоянное истечение из короны со скоростью от 300 до 1200 км/с заряженных частиц (в основном протонов) и «вмороженных» в их потоки магнитных полей. Из-за вращения Солнца эти магнитные поля закручиваются в спираль.

## Эволюция Солнца

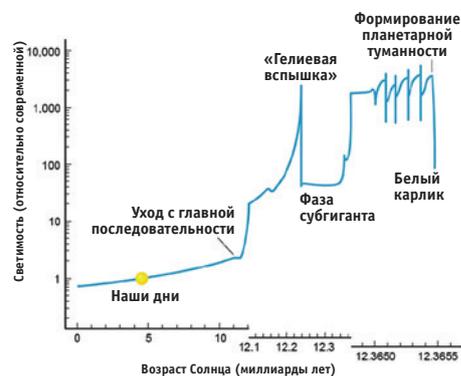
Наше светило является звездой с высоким содержанием металлов, образовавшейся из остатков нескольких взрывов сверхновых. Согласно принятым в настоящее время моделям звездной эволюции,<sup>8</sup> его возраст равен приблизительно 4,57 млрд лет. Сейчас Солнце находится на главной последовательности диаграммы Герцшпрунга-Рессела<sup>9</sup> примерно в середине своего жизненного цикла. Наша звезда — саморегулирующийся термоядерный реактор, обеспечивающий длительное и стабильное производство энергии. Важнейшая реакция — превращение водорода в гелий — длится наиболее долго (миллиарды лет). По мере исчерпания запасов водорода Солнце становится все горячее, а его светимость — все выше. Примерно че-

рез миллиард лет она возрастет на 10%, и поверхность Земли вследствие парникового эффекта станет слишком горячей для ныне существующих форм жизни. Впрочем, некоторые живые организмы смогут сохраниться в океанах и в полярных областях.<sup>10</sup>

Когда возраст светила достигнет 10,9 млрд лет, водород в его ядре закончится («горение» водорода будет продолжаться в тонком внешнем слое ядра). К этому времени радиус Солнца более чем в полтора раза превысит современный, а его светимость увеличится примерно вдвое. В течение следующих 700 млн лет оно будет относительно быстро расширяться, сохраняя почти постоянную светимость. При этом температура внешних солнечных слоев упадет до 4900 К, а ядро продолжит нагреваться. В конце этой фазы, в возрасте 11,6 млрд лет, Солнце станет субгигантом. Еще через 600 млн лет его ядро разогреется настолько, что начнется процесс горения водорода за его пределами, а это повлечет за собой расширение внешних оболочек более чем в 250 раз по сравнению с современным радиусом — наше светило покинет главную последовательность и станет красным гигантом.

Расширение Солнца приведет к увеличению светимости более чем в 2 тыс. раз и охлаждению поверхности примерно до 2600 К. Как следствие, его внешние слои достигнут современной орбиты Земли. При этом для последней возможны два сценария дальнейшего существования. В первом из них наша планета перейдет на более далекую орбиту (поскольку к этому времени масса Солнца уменьшится более чем на четверть), что позволит ей избежать поглощения солнечной плазмой. Во втором сценарии предполагается, что из-за замедления вращения светила и приливного взаимодействия с его внешней оболочкой земная орбита может приблизиться к Солнцу, и Земля будет поглощена им. Но даже если этого не произойдет, гидросфера планеты перейдет в газообразное состояние, и ее вместе с ат-

## ▼ Эволюция светимости Солнца



мосферой полностью «сдует» сильнейшим солнечным ветром. Примерно через 10 млн лет после этого температура солнечного ядра достигнет 100 млн кельвинов, благодаря чему станет возможным термоядерное «горение» гелия, сопровождающееся синтезом углерода и кислорода. При этом радиус нашей звезды уменьшится, но все равно останется вдесятеро большим, чем его современное значение. Еще через 100 млн лет запасы гелия иссякнут, снова начнется расширение внешней оболочки, и Солнце опять станет красным гигантом. В последующие 20 млн лет по мере того, как в термоядерную реакцию будут вступать ранее не затронутые остатки гелия, начнут происходить мощные вспышки, сопровождающиеся увеличением солнечной светимости в несколько тысяч раз. Эти пульсации приведут к тому, что внешние слои светила улетучатся в окружающее пространство, образовав планетарную туманность. В центре этой туманности останется бывшее ядро Солнца — очень горячий и плотный белый карлик размером примерно с Землю. Вначале он будет иметь температуру поверхности 120 тыс. кельвинов и светимость порядка 3500 солнечных, но в течение многих миллионов и миллиардов лет постепенно остынет и угаснет. Отметим, что описанный жизненный цикл характерен для всех звезд малой и средней массы.

В следующем номере:

**Солнце — источник жизни и причина катастроф. Звезда, родившая разум**

<sup>8</sup> ВПВ №3, 2004, стр. 6; № 11, 2008, стр. 4

<sup>9</sup> ВПВ № 11, 2015, стр. 7

<sup>10</sup> ВПВ № 8, 2013, стр. 41

## РЕКОМЕНДУЕМ!



### Н010. Михаил Никитин. Происхождение жизни. От туманности до клетки

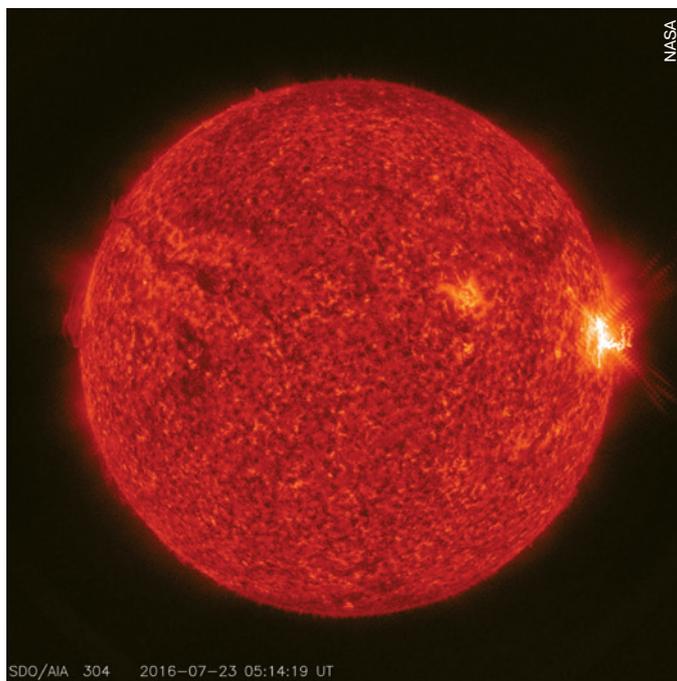
Происхождение жизни — один из фундаментальных вопросов науки. Как зародилась жизнь, мы пока можем описать лишь в общих чертах, но попытка рассказать о возможных вариантах ответа на этот вопрос — пожалуй, лучший способ продемонстрировать, что сейчас знает и что пытается узнать современная наука о живом.

Прежде чем рассказать о том, как ученые представляют себе синтез первых биомолекул и появление первых клеток, Михаил Никитин подробно описывает место, где произошли эти невероятные события — планету в системе желтого карлика по имени Солнце. История Солнечной системы, Земли, ее климата, атмосферы и магнитных полюсов — все это важно. Вторая глава называется так же, как книга — «Происхождение жизни». Однако не думайте, что здесь будет только биология: читателя ждет очень плотный поток фактов из самых разных областей науки. Поскольку никто точно не знает, как зародилась жизнь, существует множество теорий на этот счет, и автор знакомит нас с теми, которые получили наибольшее признание.

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

# Три солнечных вспышки за три часа

Во время сдачи в печать предыдущего номера нашего журнала Солнце снова продемонстрировало достаточно высокий уровень активности: 23 июля на протяжении трех с небольшим часов орбитальный телескоп SDO (Solar Dynamic Observatory)<sup>1</sup> зарегистрировал три солнечных вспышки, отнесенных к среднему классу мощности M. Первая из них произошла в 2 часа 11 минут по всемирному времени и была классифицирована как событие уровня M5.0. Две следующих наблюдались с 15-минутным интервалом — в 5:14 UT (M7.6) и 5:29 UT (M5.5). Все они относились к одной и той же активной области №2567, находившейся на западном



▲ Начальная фаза самой мощной из солнечных вспышек, наблюдавшихся 23 июля 2016 г., по данным спутника SDO (NASA). Активная область находится на правом (западном) краю Солнца. Съемка велась в дальнем ультрафиолетовом диапазоне, на длине волны 30,4 нм.

краю солнечного диска. Благодаря такому положению выброшенные в ходе вспышек потоки заряженных частиц особого влияния на Землю не оказали. Вторая из них по состоянию на середину августа продолжает оставаться мощнейшим из всех подобных событий, имевших место с начала года.

Считается, что пик текущего цикла активности наше светило прошло в 2013 г., однако с тех пор ее спад идет сравнительно медленно, заметно «выбиваясь» из предсказаний большинства гелиологов. Ученые пытаются найти причины этой аномалии, которая за время 400-летних наблюдений Солнца наблюдалась уже несколько раз, однако до сих пор не получила удовлетворительного объяснения.

<sup>1</sup> ВПВ №2, 2010, стр. 26

## Миссия к Солнцу отложена до 2018 г.

Аппарат Solar Orbiter, который Европейское космическое агентство (ESA) собиралось запустить летом 2017 г., отправится в космос в октябре 2018 г. Об этом сообщил представителям прессы менеджер проекта Филипп Клецкин (Philippe Kletzkine). По его словам, отсрочка вызвана необходимостью провести тщательную проверку всех приборов зонда, чтобы убедиться, что они будут нормально функционировать в жестких условиях открытого космоса в ближних окрестностях Солнца.



▲ Предполагаемый вид европейского аппарата Solar Orbiter.

В октябре 2011 г. этот проект был выбран в качестве первой миссии в рамках новой исследовательской программы ESA

Cosmic Vision, в которой также принимает участие Национальная аэрокосмическая администрация США (NASA), предложившая запустить часть аппаратов американскими носителями с космодрома на мысе Канаверал. Solar Orbiter представляет собой вторую попытку подобраться к Солнцу ближе, чем Меркурий, и произвести измерения характеристик космического пространства в этой малоисследованной области Солнечной системы, а также получить как можно более детальные снимки поверхности ближайшей звезды в различных диапазонах спектра.

После старта «солнечный разведчик» осуществит несколько гравитационных маневров вблизи Венеры и Земли, благодаря чему на протяжении трех с половиной лет его перигелий опустится до 0,29 а.е. (около 43 млн км — в 110 раз больше среднего расстояния между Землей и Луной). После этого при каждом прохождении перигелия в течение примерно месяца будет задействоваться полный комплект научной аппаратуры, включая камеру высокого разрешения. От избыточного нагрева зонд должен защитить специальный отражающий экран, прототип которого уже опробовали в ходе

▼ Структурная модель зонда Solar Orbiter, предназначенная для термических испытаний в лабораториях концерна IABG в Мюнхене (Германия). Она также будет подвергнута воздействию перегрузок и вибраций, имитирующих условия при старте ракеты-носителя



эксплуатации спутника MESSENGER,<sup>1</sup> работавшего на орбите вокруг Меркурия.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ВПВ №1, 2008, стр. 2; №3, 2011, стр. 27; №5, 2015, стр. 12

<sup>2</sup> Перигелий Меркурия находится на гелиоцентрическом расстоянии 0,3075 а.е. (46 млн км)

Предполагается, что финальная орбита космического аппарата будет иметь значительный наклон к эклиптике, благодаря чему он сможет наблюдать приполярные области Солнца, практически невидимые с Земли. Такие наблюдения помогут ученым лучше понять механизмы генерации солнечных магнитных полей и процессы смены их полярности (последний раз она произошла в 2013 г.).

Изготовлением зонда в качестве главного подрядчика занимается британский концерн Airbus Defence & Space. В настоящее время инженеры этой компании, как уже говорилось, занимаются тестированием бортовой электроники. Интересно, что рекорд максимального сближения с Солнцем до настоящего времени удерживают немецкие аппараты Helios-A и Helios-B, запущенные с мыса Канаверал соответственно 10 декабря 1974 г. и 15 января

1976 г.<sup>3</sup> Второй из них 17 апреля 1976 г. подошел к нашему светилу на расстояние 43 млн 432 тыс. км., двигаясь при этом со скоростью 70,22 км/с — это значение также до сих пор не превзошел ни один искусственный объект. Helios-A передавал научную информацию вплоть до февраля 1984 г.; его перигелий находился в 46,5 млн км от солнечного центра.

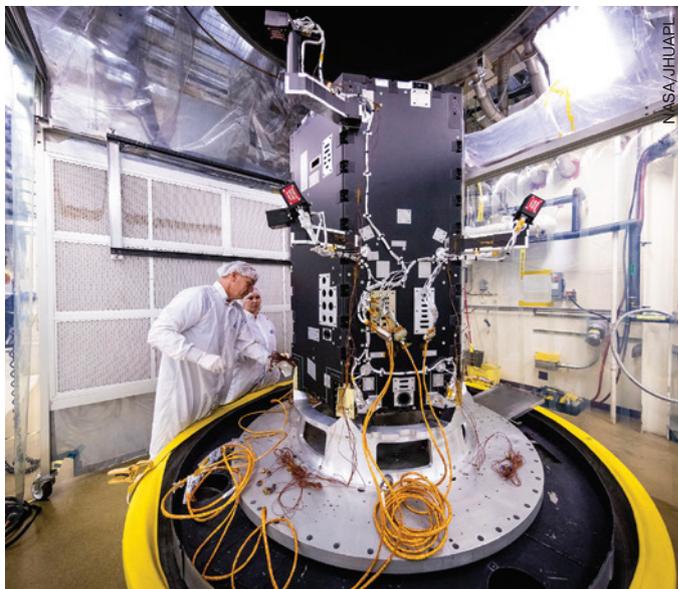
<sup>3</sup> ВПВ №8, 2006, стр. 21

## Утверждена конструкция солнечного зонда

**К**осмический аппарат Solar Probe Plus, который NASA первоначально собиралась отправить в космос в 2015 г., прошел стадию рассмотрения дизайна, что позволяет приступить к его конструированию и сборке. Названа также новая ориентировочная дата старта зонда — 31 июля 2018 г. В качестве носителя будет использована ракета тяжелого класса Delta IV Heavy.

Главная задача миссии Solar Probe Plus — сблизиться с нашим светилом на расстояние, всего в 8 раз превышающее его радиус. Аппарат будет собирать данные о механизмах нагрева короны и ускорения заряженных частиц солнечного ветра. Два этих процесса играют фундаментальную роль в сложном взаимодействии между Солнцем и Землей, влияя на магнитное окружение нашей планеты и функционирование ее искусственных спутников, а также межпланетных зондов. Миссия является важной частью программы NASA «Жизнь со звездой» (Living With a Star), посвященной изучению солнечно-земных связей, и реализуется под руководством Космического центра им. Годдарда NASA (Goddard Spaceflight Center, Greenbelt, Maryland).

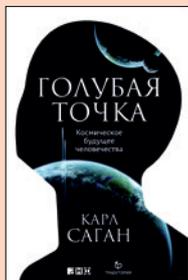
После старта с Земли Solar Probe Plus должен семь раз пролететь мимо Венеры, гравитационное поле которой при каждом сближении будет изменять его орбиту, пока ее параметры не достигнут расчетных значений: высота афелия — 0,73 а.е. (109,3 млн км), высота перигелия — 0,04 а.е., или около 6 млн км. Ни один рукотворный объект еще не подходил к Солнцу на столь малое расстояние, поэтому при проектировании зонда большое внимание уделяется его защите от высоких температур и мощной солнечной радиации. В частности, электропитание бортовой аппаратуры будет осуществляться от двух комплектов фотогальванических панелей, один из которых собираются задействовать на гелиоцентрических расстояниях менее 0,25 а.е., а второй — за пределами этого радиуса. Разрабатывается также специальный отражательный солн-



▲ Инженеры Лаборатории прикладной физики Университета Джона Хопкинса (Applied Physics Laboratory, Johns Hopkins University, Laurel, Maryland) готовят прототип зонда Solar Probe Plus к температурно-вакуумным испытаниям, имитирующим условия открытого космоса. На данный момент аппарат состоит только из каркаса с двигательной установкой; остальные элементы бортового оборудования будут смонтированы позже.

цезащитный экран, способный выдерживать температуры не менее 1500 °С. Целевая рабочая орбита выбрана таким образом, чтобы зонд не имел возможности слишком тесно сблизиться с Меркурием (самым мощным «гравитационным возмутителем» в этой области пространства). Общая масса аппарата вместе с запасами топлива для бортовой двигательной установки достигнет 610 кг.

### РЕКОМЕНДУЕМ!

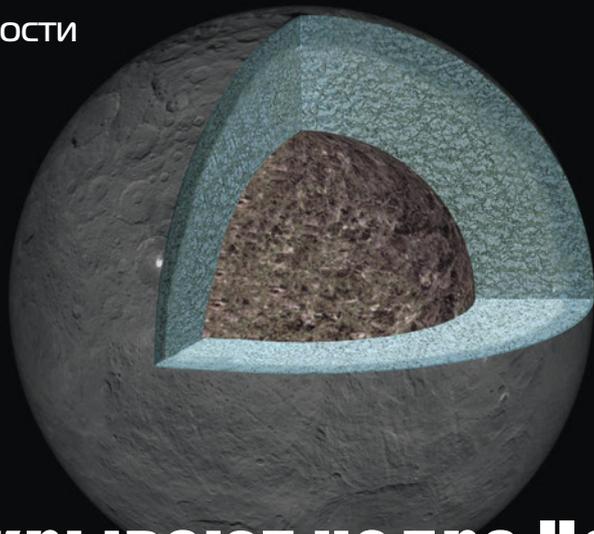


#### **С091. Карл Саган. Голубая точка. Космическое будущее человечества**

Главная научно-популярная книга лета! Событие для всех интересующихся наукой и космосом, для тех, кто не разучился мечтать. Выдающийся популяризатор науки, прекрасный рассказчик, страстный пропагандист космических исследований Карл Саган считает, что стремление странствовать и расширять границы знаний свойственно природе человека и связано с нашим выживанием как вида. В его искренней, захватывающей книге философские размышления переплетаются с восторженными описаниями триумфальных исследований планет и спутников как с участием астронавтов, посетивших Луну, так и с помощью роботизированных миссий. Знакомя нас с нашими соседями по космосу, автор не просто просвещает и восхищает читателя, но и помогает понять, как защитить Землю.

В «Голубой точке» Саган прослеживает завораживающую историю покорения космоса и мечтает о будущем, когда люди выйдут за пределы Солнечной системы и отправятся к иным звездам. Эта книга — о мечте, науке, судьбах человечества. Она рассказывает о нелегких путях познания, нашем месте во Вселенной, а также о том, почему перспективы нашей цивилизации лежат далеко за пределами Земли.

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



Примерная схема внутренней структуры Цереры по данным зонда Dawn. Каменистое ядро отделено от сравнительно тонкой коры ледяной мантией, по-видимому, содержащей также жидкую воду.

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

## Что скрывают недра Цереры

Несмотря на то, что американский аппарат Dawn, ведущий исследование карликовой планеты Цереры (1 Ceres), не оборудован радиолокационными инструментами, способными «просветить» ее насквозь, астрономы, тем не менее, могут изучать внутреннюю структуру этого небесного тела, зная точную форму его гравитационного поля. Ее, в свою

очередь, можно определить по незначительным изменениям орбитальной скорости зонда, влияющим на частоту принимаемых на Земле радиосигналов его передатчика благодаря эффекту Доплера. Современная техника позволяет измерять эту скорость с невероятной точностью — до 0,1 мм в секунду. Используя данные, полученные указанным способом на протяжении послед-

него года миссии Dawn, специалисты NASA составили первую гравитационную карту Цереры, содержащую четкие «подсказки» относительно состава и структуры ее недр. Эта карта была опубликована в июльском номере журнала Nature.

Сигналы межпланетных аппаратов принимаются тремя антеннами Дальней космической связи (Deep Space Network — DSN), в которую входят три

положенных в удаленных друг от друга точках планеты — в Калифорнии (США), Испании и Австралии. В настоящее время они, как правило, осуществляют связь сразу с несколькими зондами, но для проведения точных измерений ненадолго могут быть «нацелены» на какой-то один (для этого во всех трех точках он должен находиться над горизонтом). На протяжении последнего года такие «сеансы одновременного приема» неод-

▼ Американский космический аппарат Dawn, продолжающий работать на своей финальной орбите высотой 385 км над поверхностью карликовой планеты Церера (1 Ceres), 28 мая 2016 г. сфотографировал необычный молодой кратер с крутыми и сравнительно гладкими стенами внутренних склонов вала. В центре этой ударной структуры хорошо видна вытянутая возвышенность, не очень похожая на обычную «центральную горку». Возможно, ее возникновение связано с тем, что в данном случае метеоритный удар пришелся на гребень вала другого, более крупного кратера Датан (Datan), расположенного за нижним и правым краями снимка. Разрешающая способность полученного изображения достигает 35 м на пиксель, его центр находится вблизи точки с координатами 64° северной широты и 249° восточной долготы. Свое имя кратер «заимствовал» у бога возделывания почвы, почитавшегося в дохристианской Польше.



▲ Время от времени оптическая ось камеры Dawn отклоняется от вертикали, чтобы сфотографировать поверхности Цереры «в перспективе». Такие снимки немного проигрывают в разрешающей способности тем, которые делаются перпендикулярно к поверхности, однако они позволяют различить некоторые детали, незаметные при «взгляде сверху». Именно таким способом 30 мая 2016 г. был запечатлен 12-километровый кратер Рао (Rao) — нижняя из двух ударных структур, видимых в центре приведенного изображения. Теперь исследователи смогут точнее определить его глубину и высоту кратерного вала относительно окружающей местности. Кратер получил название в честь божества, «ответственного» за прорастание семян в культурах некоторых народов Французской Полинезии.

## Облака в северном полушарии Сатурна

нократно проводились с аппаратом Dawn. Полученные данные подтвердили предположения о том, что в далеком прошлом Церера прошла этап частичной дифференциации недр: тяжелые скалистые породы сосредоточились в ее центре, а вода и другие легкие материалы «всплыли» к поверхности. Это, в частности, означает, что на ранних этапах эволюции карликовой планеты имела место фаза разогрева, источники энергии для которого еще предстоит выяснить. Но степень этой дифференциации, судя по всему, значительно ниже, чем у больших планет и их крупнейших спутников, включая Луну.

Гравитационные исследования подтвердили, что Церера находится в состоянии, называемом гидростатическим равновесием (этот факт стал одной из причин того, что в 2006 г. ее отнесли к классу карликовых планет).<sup>1</sup> Оно определяет ее форму, близкую к сферической и с заметным экваториальным избытком массы, который связан с быстрым вращением этого небесного тела — на один оборот вокруг своей оси у него уходит всего 9 часов. Следовательно, его материал обладает достаточной «текучестью», чтобы за небольшие с точки зрения эволюции Солнечной системы интервалы времени эффективно деформироваться под действием сравнительно слабой гравитации карликовой планеты: ускорение свободного падения у ее поверхности в 35 раз меньше соответствующего параметра Земли.

Ранее было установлено, что средняя плотность Цереры, равная 2,16 г/см<sup>3</sup>, заметно меньше плотности Луны и гигантского астероида Веста (4 Vesta) — предыдущей цели зонда Dawn<sup>2</sup> (не говоря уже о Земле — самой плотной из больших планет). Это означает, что значительную часть ее массы составляют легкие летучие вещества, из которых основным является водяной лед. Та-

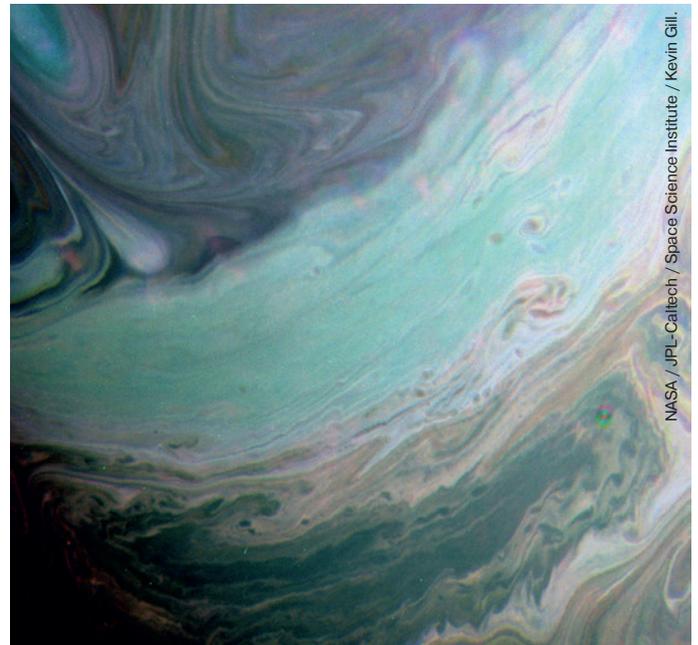
ким образом, можно говорить о протяженной ледяной мантии карликовой планеты и даже предполагать наличие жидкого океана под ее замерзшей корой.

Ученые также выяснили, что возвышенности на Церере «вытесняют» массу из своих окрестностей, подобно тому, как лодка, плывущая по воде, вытесняет ее тем больше, чем больше масса лодки. По мнению планетологов, непрочная ледяная мантия Цереры может менять структуру под действием массивных гор и других выдающихся деталей рельефа, как будто они «плавают» на нижележащем материале. Это явление уже подтверждено на примере больших планет (включая Землю), но на столь малом небесном теле оно наблюдается впервые.

Внутренняя структура Цереры, восстановленная на основе гравитационных данных, может стать ключом к пониманию процессов, протекавших в недрах карликовых планет и крупных астероидов на ранних этапах эволюции Солнечной системы. Уже очевидно, что когда-то в прошлом многие из них пережили нагрев, достаточный для таяния водяного льда, но недостаточный для интенсивного испарения образовавшейся воды. По-видимому, алюмосиликатные породы, входящие в состав Цереры, также никогда не проходили стадии полного расплавления, и металлическое ядро у нее не сформировалось.

«Из предыдущих исследований мы знаем, что должно было иметь место взаимодействие между водой и скалистыми породами внутри Цереры, — говорит Кэрл Рэймонд, заместитель главного исследователя миссии Dawn из Лаборатории реактивного движения NASA (Carol Raymond, JPL NASA, Pasadena, California). — Это, в сочетании с новой информацией о распределении плотности, свидетельствует о том, что карликовая планета пережила сложную тепловую историю».

Атмосфера Сатурна — второй по размерам и массе планеты Солнечной системы — почти на 75% состоит из водорода, еще примерно четверть приходится на гелий, а остальные газы (в первую очередь метан CH<sub>4</sub>) составляют менее процента. Скорость ветра здесь может достигать 1800 км/час (0,5 км/с). За счет чего атмосферные газы разгоняются до такой скорости, ученые пока сказать не могут: энергии Солнца для этого явно недостаточно, поскольку Сатурн находится от него почти в 10 раз дальше, чем Земля. Считается, что источник дополнительной тепловой энергии, вызывающей мощные конвективные потоки в газовой оболочке планеты, находится в ее недрах.



NASA / JPL-Caltech / Space Science Institute / Kevin Gill

▲ Этот детальный снимок облачных структур в атмосфере Сатурна зонд Cassini сделал 20 июля 2016 г. в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне через три светофильтра, центрированные на длины волн 619, 727 и 750 нм. Изображение представлено в условных цветах.

Температура у верхней границы облачного слоя, измеренная с помощью инфракрасных радиометров космического аппарата Cassini (NASA), составляет примерно 23 К (-250 °С). Далее она постепенно растет и на «глубине» порядка 130 км уже достигает нулевой отметки по шкале Цельсия. Соответственно меняется и состав сатурнианских облаков: наиболее высокие состоят из мелких кристаллов твердого метана, ниже лежат аммиачные, еще ниже — облака из водяного льда. Примерно в 170 км под тропопаузой наблюдаются редкие облачные структуры из гидросульфида аммония NH<sub>4</sub>SH. О том, что происходит на еще больших глубинах, ученые могут только догадываться. Предположительно там под действием высоких давлений газообразный водород переходит в гипотетическую электропроводящую форму — так называемый металлический водород. Также пока не существует единого мнения о том, что следует считать нижней границей атмосфер газовых гигантов (четкой верхней границы, как и атмосферы планет земной группы, они не имеют).

На снимках, сделанных в видимом и инфракрасном диапазоне широкоугольной камерой Cassini, заметны сложные облачные образования в северном полушарии Сатурна, возникшие в ходе взаимодействия многочисленных конвективных потоков — более теплых, поднимающихся от центра планеты, и холодных, опускающихся обратно. Фотографирование велось в характерных линиях поглощения и рассеяния метана (619 нм, 727 нм и 750 нм).

<sup>1</sup> ВПВ №9, 2006, стр. 20

<sup>2</sup> ВПВ №7, 2011, стр. 12; №8, 2011, стр. 18

# Китайский луноход замолчал

Государственное управление оборонной науки, техники и промышленности Китая сообщило о потере контакта с луноходом «Юйту» («Нефритовый заяц»), проработавшим на поверхности Луны почти 31 месяц. Последний сеанс связи с ним состоялся 28 июля, перед тем, как в месте работы ровера наступила очередная лунная ночь. Обычно в темное время его радиомаяк продолжал работать, однако в этот раз он быстро «замолчал» — по всей видимости, бортовое оборудование зонда все же не выдержало низких температур неосвещенной стороны естественного спутника Земли.

Космический аппарат «Чанъэ-3», доставивший 140-килограммовый ровер на поверхность Луны, совершил посадку 14 декабря 2013 г.<sup>1</sup> Это было первое успешное прилунение в XXI веке (предыдущую мягкую посадку на поверхность нашего спутника осуществила советская станция «Луна-24» в 1976 г.<sup>2</sup>). На следующий день «Юйту» съехал с посадочной платформы и начал самостоятельные операции. Правда, отъехать от места посадки достаточно далеко ему не удалось: по не совсем понятным причинам ходовая

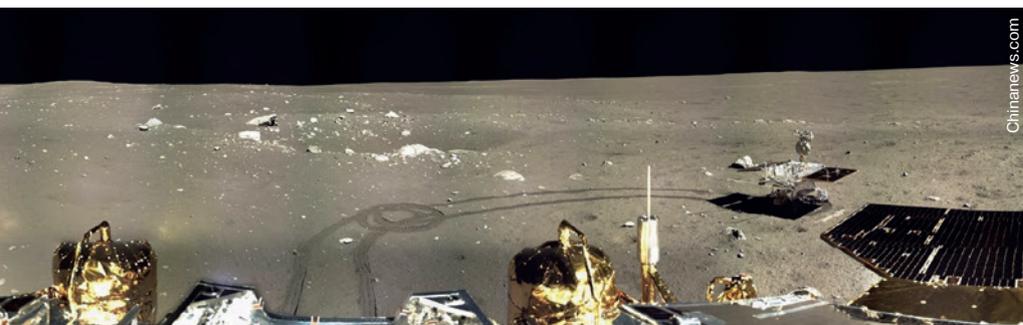
<sup>1</sup> ВПВ №1, 2014, стр. 16

<sup>2</sup> ВПВ №12, 2005, стр. 32

часть лунохода перестала функционировать на 14-е земные сутки работы после 115-метрового «пробега». В дальнейшем он использовался как стационарная исследовательская лаборатория. В таком режиме ровер более чем в десять раз «перевыполнил» свой трехмесячный плановый срок службы. Каждую лунную ночь он переходил в «спящий режим», но после восхода Солнца возобновлял функционирование. Луноходу удалось провести серию радарных исследований лунных недр и передать на Землю большое количество снимков окружающей местности. С марта 2015 г. объем поступающей от него научной информации резко уменьшился (фактически наземные приемники регистрировали только его телеметрию).

Двухсторонний радиоконтакт с посадочной ступенью «Чанъэ-3» по-прежнему поддерживается. Ее научное оборудование продолжает функционировать. В начале 2016 г. китайские специалисты сообщили, что полученные ею данные позволили им обнаружить новый редкий тип лунных базальтов, обогащенных минералом ильменитом (титанатом железа FeTiO<sub>3</sub>).

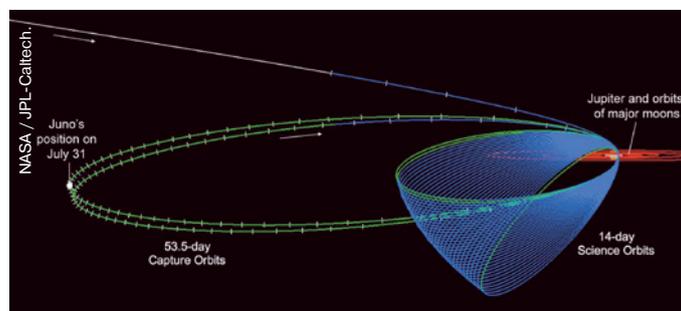
▼ Один из снимков, сделанных панорамной камерой посадочной ступени китайского лунного зонда «Чанъэ-3» 17 января 2014 г.



ChinaNews.com

# Juno прошел первый апоцентр

После успешного выхода на орбиту вокруг Юпитера<sup>1</sup> космический аппарат Juno 31 июля в 7:41 по всемирному времени прошел наиболее удаленную от планеты точку своей траектории — апоцентр (в случае юпитероцентрической или, правильнее, йовицентрической орбиты его иногда называют «апоийовий»). Его расстояние до центра газового гиганта в этот момент составило 8,1 млн км. В дальнейшем путем неоднократных включений бортовой двигательной установки апоцентрическое



▲ На этой диаграмме показаны орбиты зонда Juno, включая первые два витка вокруг Юпитера с высоким апоцентром. Положение космического аппарата обозначено по состоянию на 31 июля 2016 г.

расстояние будет постепенно уменьшаться, пока не достигнет расчетного значения около 3,2 млн км. В настоящее время орбитальный период аппарата равен 53,5 земных дня; к сере-

дине октября он должен уменьшиться до 14 суток.

Главный менеджер проекта Juno Рик Нибаккен (Rick Nybakken) сообщил, что расконсервация обору-

дования зонда проходит в полном соответствии с планами миссии, и к следующему перицентру 27 августа он подойдет уже с полным комплектом работающих научных приборов. Вероятно, первые снимки планеты-гиганта он передаст еще раньше. Камеру видимого диапазона группа сопровождения собирает эксплуатировать особенно интенсивно, поскольку предполагается, что через 7-8 орбитальных витков она выйдет из строя под действием мощных потоков заряженных частиц в плотных частях радиационных поясов Юпитера.

<sup>1</sup> ВПВ №7, 2016, стр.

# ТРЕТЬЯ ПЛАНЕТА

ТЕЛЕСКОПЫ  
БИНОКЛИ  
МИКРОСКОПЫ

Киев, ул. Нижний Вал, 3-7

# Атмосфера Ио «управляется» Солнцем

Еще совсем недавно атмосфера Марса, плотность которой меняется в зависимости от сезона (за счет того, что значительная ее часть «вымерзает» в районе полюсов, а после потепления снова испаряется), считалась уникальным явлением в Солнечной системе. Однако сотрудники Юго-Западного исследовательского института (Southwest Research Institute, Boulder, Colorado), проводившие наблюдения с помощью спектрографа TEXES, установленного на телескопе Gemini North (обсерватория Мауна Кеа, Гавайские острова), обнаружили еще одно небесное тело, где наблюдается подобный эффект. Им оказался Ио — ближайший к Юпитеру из четырех его галилеевых спутников.<sup>1</sup>

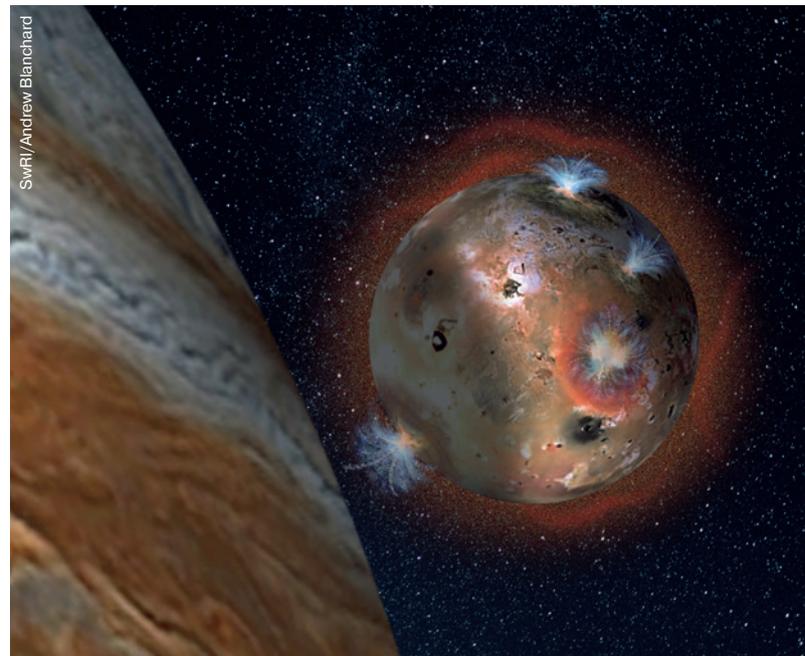
Орбитальный период Ио составляет почти 42 с половиной часа. На каждом витке вокруг планеты-гиганта спутник примерно на два часа погружается в ее тень. В это время его атмосфера, состоящая в основном из сернистого газа (диоксида серы  $SO_2$ ), очень быстро остывает, кристаллизуется и оседает на поверхность. Когда Ио выходит из тени, сернистокислый лед под действием солнечного тепла сублимируется (переходит обратно в газообразное состояние), и газовая оболочка появляется снова. Вероятнее всего, подобные процессы происходят и на неосвещенной стороне луны, однако наблюдать их с Земли не представляется возможным, а соответствующие исследования с использованием искусственных спутников Юпитера пока не проводились.

Существенной разницей между Ио и Марсом является тот факт, что атмосфера последнего после каждого цикла «вымораживания» восстанавливается практически в прежнем виде (то есть на протяжении длительных промежутков времени здесь мы имеем дело со стабильной системой). Кроме того, на спутнике Юпитера газовая оболочка постоянно «подпитывается» за счет высокой вулканической активности,<sup>2</sup> от уровня которой также зависит общая масса атмосферных газов. Вдобавок на нее влияет еще один важный фактор — взаимодействие Ио с мощной магнитосферой планеты-гиганта и ее радиационными поя-

сами. В целом же давление атмосферы юпитерианской луны не превышает  $3 \times 10^{-4}$  паскаля — это примерно в 2 тыс. раз меньше среднего давления у марсианской поверхности.

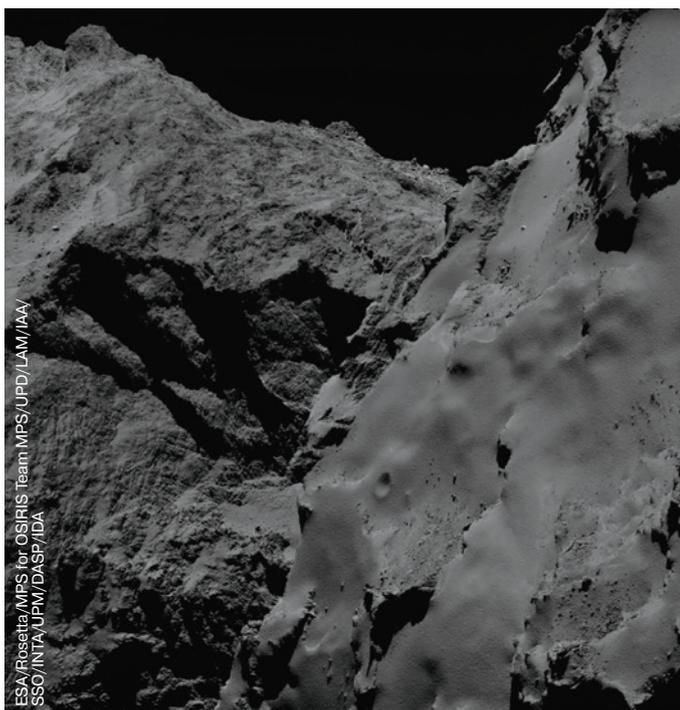
Наблюдения, на основании которых было сделано открытие, проводились еще в ноябре 2013 г., однако их результаты появились в одном из последних номеров журнала *Journal of Geophysical Research*. Пока неизвестно, собираются ли инженеры NASA на основании этих результатов скорректировать научную программу зонда Juno, находящегося в настоящее время на орбите вокруг Юпитера.

▼ Коллаж из фотографий Юпитера, его вулканически активного спутника Ио (выбросы изверженного вещества показаны условно) и участка звездного неба с Туманностью Андромеды. Левый край Ио находится в юпитерианской тени: в этой области разреженная атмосфера спутника, в основном состоящая из сернистого газа, остывает и выпадает на его поверхность в виде снега.



<sup>1</sup> ВПВ №1, 2005, стр. 12

<sup>2</sup> ВПВ №1, 2009, стр. 16

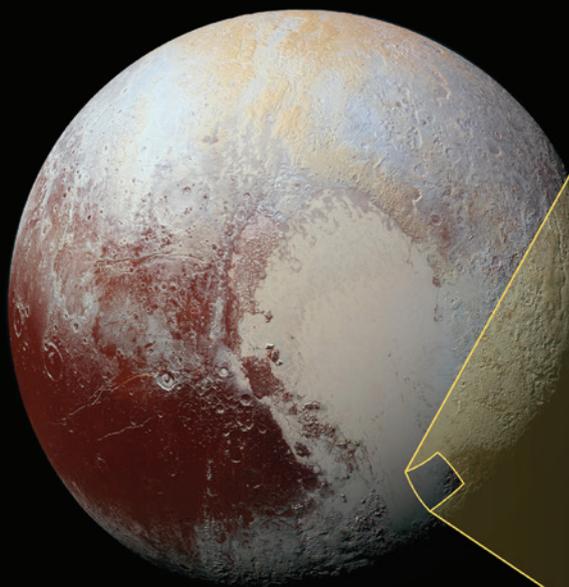


ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/URW/DASP/IDA

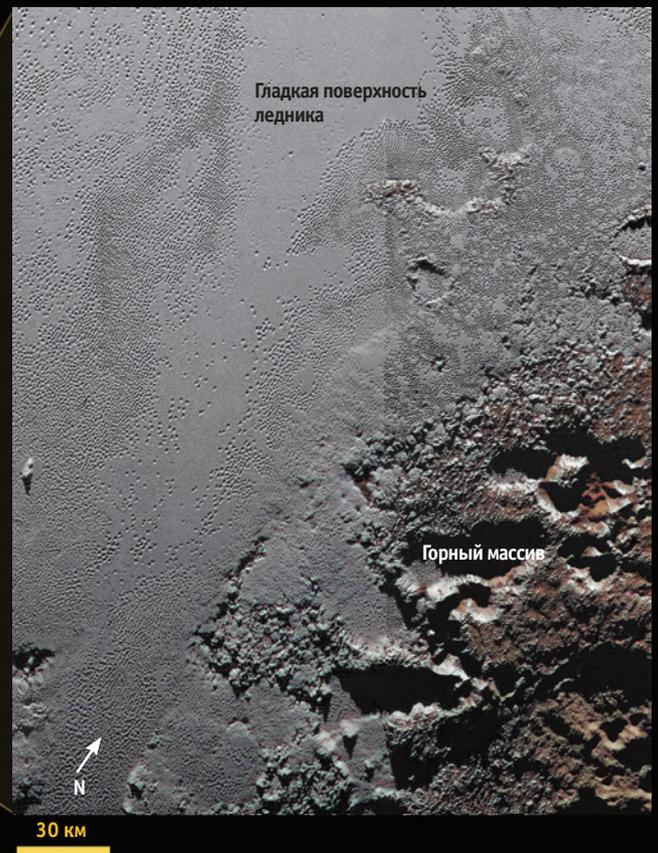
## Миссия Rosetta близится к финалу

Европейский космический аппарат Rosetta готовится завершить свою миссию управляемым падением на ядро кометы Чурюмова-Герасименко (67P/Churyumov-Gerasimenko). Он совершает пролеты на все меньшем расстоянии от поверхности ядра, получая возможность делать ее снимки с исключительно высоким разрешением. На этой фотографии, сделанной широкоугольной камерой зонда 15 августа 2016 г. с расстояния 6,8 км, размеру одного пикселя соответствует отрезок длиной всего 59 см. Съемка

велась с полусекундной экспозицией через красный светофильтр, центрированный на длину волны 630 нм. Камера была направлена в сторону большей доли кометного ядра; на переднем плане — необычные сравнительно гладкие участки, встречающиеся в основном на его меньшей доле. На них просматривается несколько метеоритных кратеров с сильно сглаженными краями. Похоже, эти участки значительно старше ландшафтов дальнего плана, заметно пикселя соответствует отрезок более неровных и почти лишенных ударных структур.



## New Horizons: ГОД СПУСТЯ



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

Прошел уже год со времени пролета американского космического аппарата New Horizons вблизи карликовой планеты Плутон (134340 Pluto) — первого объекта пояса Койпера, изученного с близкого расстояния.<sup>1</sup> Несмотря на быстротечность нашей нынешней жизни, воспоминания об этом событии до сих пор свежи: зонд продолжает передачу на Землю полученной во время сближения информации (и уже успел передать более 80% объема данных), а группа сопровождения занимается ее непрерывным анализом. Итоги этой нелегкой работы представители NASA подвели в специальном пресс-релизе.

Миссия по многим параметрам оказалась уникальной и установила несколько рекордов. Впервые межпланетный зонд стартовал с третьей космической скоростью, позволяющей ему сразу преодолеть притяжение Солнца и выйти на траекторию полета к другим звездам.<sup>2</sup> Но этого инженерам NASA было мало: по пути к основной цели они направили New Horizons

к Юпитеру, чтобы дополнительно разогнаться в его гравитационном поле.<sup>3</sup> Расстояние до планеты-гиганта зонд преодолел за рекордные 13 месяцев. А далее последовал долгий 8-летний перелет в «спящем» режиме, ненадолго прерываемом сеансами контроля работоспособности бортового оборудования.

За время, прошедшее между стартом New Horizons и прибытием к главной цели, быстродействие мощнейших компьютеров возросло на порядок. Четыре блока твердотельной памяти объемом 4 гигабайта, установленные на зонде, давно перестали быть последним словом техники, а Плутон уже в 2006 г. потерял статус планеты и был отнесен к новой категории карликовых планет.<sup>4</sup> Позже на снимках телескопа Hubble у него открыли два новых спутника<sup>5</sup> (в дополнение к трем, известным по состоянию на конец 2005 г.<sup>6</sup>)

Очевидно, миссия к такому необычному небесному телу не могла обойтись без сюрпризов. Пресс-служба NASA представила десять самых неожиданных

▲ На этом снимке зонда New Horizons видна юго-восточная часть плутонианской «Равнины Спутника» и часть сложного комплекса возвышенностей, с которым она в этой области граничит — он получил название «Пятно Круна» (Krun Macula) в честь бога подземного царства в мандеизме (религиозном течении, популярном в районе древнего Междуречья). Красноватый оттенок пятна, вероятнее всего, связан с толинами — высокомолекулярными органическими соединениями, образующимися из «обломков» молекул атмосферного метана, расщепленных ультрафиолетовым излучением Солнца.

«Пятно Круна» поднимается на 2–2,5 км над окружающими равнинами. Его поверхность изрыта множеством впадин размерами 8–13 км, глубина которых достигает двух километров, а происхождение пока непонятно. На границе с «Равниной Спутника» они открываются в ее сторону, образуя протяженные долины длиной до 40 км и шириной в устье порядка 20 км. Их дно покрыто азотным льдом. Сотрудники группы сопровождения миссии New Horizons считают, что эти структуры сформировались в ходе обрушения участков поверхности, однако его причины также неизвестны. Снимки высокого разрешения были сделаны камерой LORRI (Long Range Reconnaissance Imager) 14 июля 2015 г. с расстояния 15,9 тыс. км., за 23 минуты до максимального сближения зонда New Horizons с Плутоном. Левая половина изображения составлена из отдельных кадров с меньшим разрешением (порядка 125 м на пиксель), снятых шесть минутами ранее — с расстояния 24,9 тыс. км. Данные о цвете получены мультиспектральной камерой MVIC (Ralph/Multispectral Visual Imaging Camera) с расстояния 33,9 тыс. км; ее разрешающая способность составляла 680 м на пиксель.

открытий, сделанных с помощью аппарата New Horizons.

1. Плутон и его спутники оказались намного более сложными мирами, чем считалось ранее.

2. Некоторые участки плутонианской поверхности достаточно молоды, а некоторые даже до сих пор проявляют признаки активности.

3. Тысячекилометровое белое «сердце» из твердого азота с примесями метана и угарного газа, получившее условное название «Равнина Спутника», представляет собой самый большой ледник в Солнечной системе.

4. Получены доказательства того, что плутонианская атмосфера в прошлом была намного более плотной, благодаря чему на поверхности этого небесного тела существовало вещество в жидком состоянии в виде озер или потоков (вероятнее всего, это были жидкий азот и метан). Подобные следы жидкости ранее наблюдались только на Земле, Марсе и крупнейшем сатурнианском спутнике Титане.

5. Плотность атмосферных аэрозолей карликовой планеты оказалась выше, а скорость рассеивания ее газовой оболочки

<sup>1</sup> ВПВ №9, 2008, стр. 15; №7, 2015, стр. 8; №8, 2015, стр. 4

<sup>2</sup> ВПВ №2, 2006, стр. 25

<sup>3</sup> ВПВ №3, 2007, стр. 11

<sup>4</sup> ВПВ №9, 2006, стр. 20

<sup>5</sup> ВПВ №7, 2011, стр. 16; №7, 2012, стр. 23

<sup>6</sup> ВПВ №11, 2005, стр. 26

в космическом пространстве — ниже, чем предсказывалось.

6. Атмосфера Плутона имеет голубой цвет — такой же, как земная.

7. Полярная шапка крупнейшего плутонианского спутника Харона, укрытая темным красноватым веществом, представляет собой уникальное явление. Возможно, она появилась в результате оседания на поверхности спутника частиц аэрозолей, «ускользнувших» от Плутона вместе с частью его атмосферы.

8. Масштабный пояс тектонических разломов у экватора Харона, вероятно всего, образовался при замерзании глобального водяного океана, некогда присутствовавшего в глубинах этого спутника. Найдены также доказательства того, что под ледяной корой Плутона такой океан сохранился до наших дней.

9. Все плутонианские луны, которые могут быть датированы по плотности кратеров на их

поверхности, имеют практически одинаковый возраст, сравнимый с возрастом Солнечной системы. Это подтверждает предположения о том, что они возникли совместно в ходе столкновения Плутона с другим достаточно массивным койперовским объектом на ранних стадиях их эволюции.

10. И одно важное «закрытие», сделанное зондом New Horizons: ему не удалось обнаружить ни одного нового плутонианского спутника, кроме тех, которые уже были известны по данным наблюдений наземных обсерваторий и телескопа Hubble.

Впрочем, не исключено, что в дальнейшем нас ожидают и другие сюрпризы: передача всех изображений и результатов измерений, полученных научными приборами New Horizons в окрестностях карликовой планеты, закончится только в октябре, а их расшифровка и анализ займут не один год. К настоящему вре-

мени зонд удалился от Плутона на 470 млн км,<sup>7</sup> направляясь к своей новой цели — койперовскому объекту 2014 MU69, сближение с которым намече-

<sup>7</sup> По состоянию на 1 августа 2016 г. New Horizons удалился от Солнца на 36,08 а.е. (5,4 млрд км)

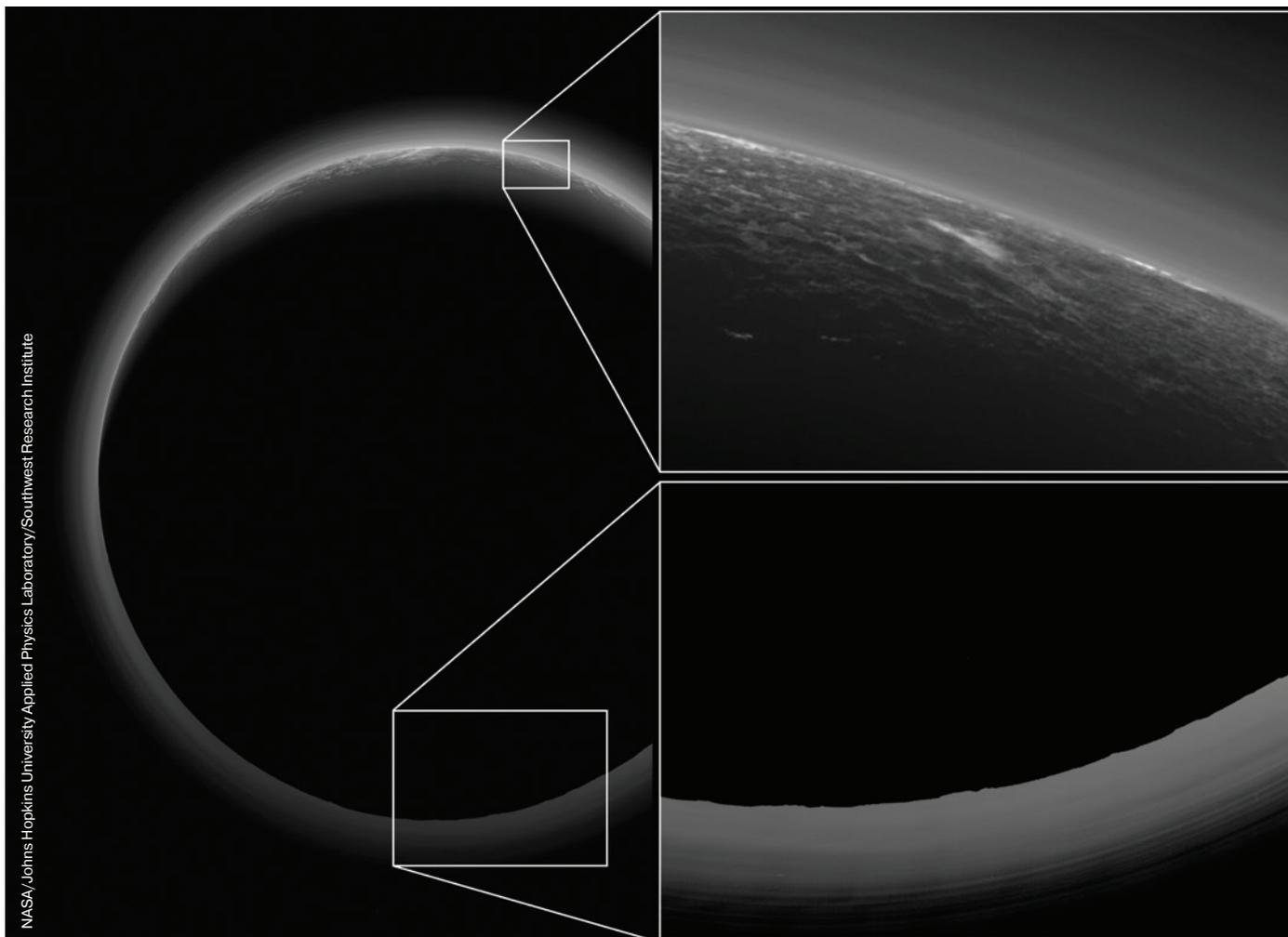
но на начало января 2019 г.<sup>8</sup> Размер этого объекта, определенный по соотношению его яркости в видимом и инфракрасном диапазонах спектра, составляет 30-40 км.

<sup>8</sup> ВПВ № 11, 2015, стр. 29

▼ Этот снимок Плутона космический аппарат New Horizons получил из его тени, когда Солнце скрылось за диском карликовой планеты. Солнечные лучи проходят сквозь плутонианскую атмосферу, высвечивая многочисленные аэрозольные слои. Юго-западная (верхняя) часть диска соответствует меридиану, проходящему примерно через середину «Равнины Спутника» и возвышенность «Горы Норгей». Аэрозоли (дымка из мелких частиц, взвешенных в атмосфере) имеют голубоватый оттенок, зарегистрированный мультиспектральной камерой MVIC. Съемка велась с расстояния 21,5 тыс. км, через 19 минут после момента наибольшего сближения. Разрешающая способность снимка — 430 м на пиксель.

На врезке справа сверху показаны детали плутонианского серпа (изображение охватывает его участок длиной 230 км). Наиболее примечательная из них — светлый «штрих» вблизи центра изображения, представляющий собой, вероятно всего, отдельное аэрозольное облако, зависшее невысоко над поверхностью. Пока что это единственная подобная деталь, обнаруженная на снимках зонда New Horizons. Она освещается низким Солнцем (с «точки зрения» облака светило еще не зашло за горизонт) и рассеивает его свет, благодаря чему мы видим ее яркой. Компьютерное моделирование допускает образование подобных облаков из кристаллов твердого метана в холодной азотной атмосфере карликовой планеты.

Правая нижняя врезка демонстрирует часть края диска Плутона длиной 750 км с большим увеличением. Его неровности четко различимы благодаря тому, что их силуэты выделяются на фоне свечения атмосферных аэрозолей. Рельеф здесь весьма изрезан, разность высот наиболее выдающихся пиков и глубоких впадин превышает 5 км. До сближения с карликовой планетой зонд New Horizons фотографировал эту область с намного меньшим разрешением, поэтому благодаря данному снимку ученые получили возможность подробнее изучить плутонианскую топографию в местностях, находившихся в момент пролета вблизи терминатора — границы освещенного и неосвещенного полушарий.





## Звездная лаборатория в Стрельце

**Н**емногочисленная группа ярких голубых звезд в верхнем левом углу этого обширного 615-мегапиксельного изображения представляет собой идеальную космическую лабораторию для изучения жизни и смерти звезд. Запечатленное на снимке рассеянное звездное скопление, известное под обозначением M18 или NGC 6613, содержит объекты,

сформировавшиеся практически одновременно из одного и того же массивного газовой-пылевого облака. На фотографии, полученной с помощью 2,61-метрового Обзорного телескопа VST Европейской Южной обсерватории (ESO) на плато Серро Паранал в Чили,<sup>1</sup> видны также красные

облака ионизированного водорода, светящегося в видимом диапазоне, и темные волокна межзвездной пыли.

M18 было обнаружено и каталогизировано в 1764 г. Шарлем Мессье (Charles Messier) в ходе поисков кометоподобных объектов. Скопление находится в пределах Млечного Пути на расстоянии примерно 4600 световых лет в направлении созвезд-

<sup>1</sup> ВПВ №10, 2012, стр. 12



дия Стрельца и состоит из множества родственных звезд, слабо связанных друг с другом гравитационно. Такие системы известны как рассеянные звездные скопления (в англоязычной литературе используется термин «open cluster»)<sup>2</sup>. В нашей Галактике уже открыто более тысячи таких «звездных семейств» с широчайшим диапазоном характеристик — различного размера, возраста и суммарной массы. Их основной чертой

является то, что все светила, входящие в состав конкретного скопления, «родились» из одного и того же газово-пылевого облака. Их исследования помогают астрономам лучше понять процессы формирования, эволюции и смерти звезд.

Изобилие синего и белого цвета в звездном населении M18 свидетельствует о том, что его звезды по вселенским меркам очень молоды — вероятно, их возраст не превышает 30 миллионов лет. За более длительное время большинство таких горячих

и массивных объектов должны полностью исчерпать свое водородно-гелиевое термоядерное «горючее» и прекратить активное существование, после чего в скоплении останутся только более легкие и долгоживущие светила — желтые, оранжевые и красные карлики.

Астрономы уже знают, что большинство звезд действительно образуются группами из общих облаков газа, сжимающихся под действием собственной силы тяжести. Остатки этих структур (молекулярные облака), которые окружают молодые светила, «сдуваются» их мощным излучением и сильными звездными ветрами. Со временем слабо притягивающиеся друг к другу «звездные братья» — в том числе и запечатленные на снимке — разойдутся в пространстве и начнут самостоятельное странствие по Галактике. Когда-то, миллиарды лет назад, членом такого рассеянного скопления было и наше Солнце.<sup>3</sup>

Темные полосы, по-змеиному извивающиеся по всему полю снимка, состоят из космической пыли, блокирующей свет от далеких звезд в видимом и ультрафиолетовом диапазонах спектра (но уже для инфракрасных лучей эти пылевые волокна заметно прозрачнее). Слабые же красноватые облака, «вплетенные» между звезд, представляют собой огромные массы ионизированного газообразного водорода, в которых электроны и протоны — составляющие его атомов — существуют практически независимо. Ионизация происходит за счет того, что молодые горячие светила скопления испускают интенсивное ультрафиолетовое излучение, благодаря своей высокой энергии «отрывающее» электроны от атомов. Однако время от времени происходит и обратный процесс — «возвращение» электронов к положительно заряженным ядрам (рекомбинация). При этом образовавшийся нейтральный атом выделяет квант света, наблюдаемый в данном случае как красное свечение.

Представленное панорамное изображение размерами 30577x20108 пикселей получено путем компьютерного сложения четырех снимков, которые были сделаны камерой OmegaCAM, установленной на Обзорном телескопе VST, через два светофильтра видимого диапазона (480 нм, 625 нм) и два — ближнего инфракрасного диапазона (770 нм, 852 нм).

<sup>3</sup> ВПВ №10, 2014, стр. 32

<sup>2</sup> ВПВ №8, 2008, стр. 4

# Следы древнего взрыва

**П**ротяженные закрученные волокна ионизированного газа, известные как комплекс туманностей DEM L316A, расположены на расстоянии около 160 тыс. световых лет в пределах одного из ближайших соседей Млечного Пути — галактики Большое Магелланово Облако (БМО).<sup>1</sup> Они представляют собой остатки давно умершей звезды, в несколько раз превышавшей по массе Солнце. Туманности сфотографировал в июле 2016 г. космический телескоп Hubble. Данное изображение является результатом компьютерного сложения четырех снимков, сделанных Камерой широкого поля WFC3 через светофильтры, пропускающие излучение с длиной волны 475 нм (голубой цвет), 555 нм (зеленый цвет), 656 нм (линия ионизированного водорода H $\alpha$ ), а также линию ближнего инфракрасного диапазона 814 нм (показана условным красным цветом).

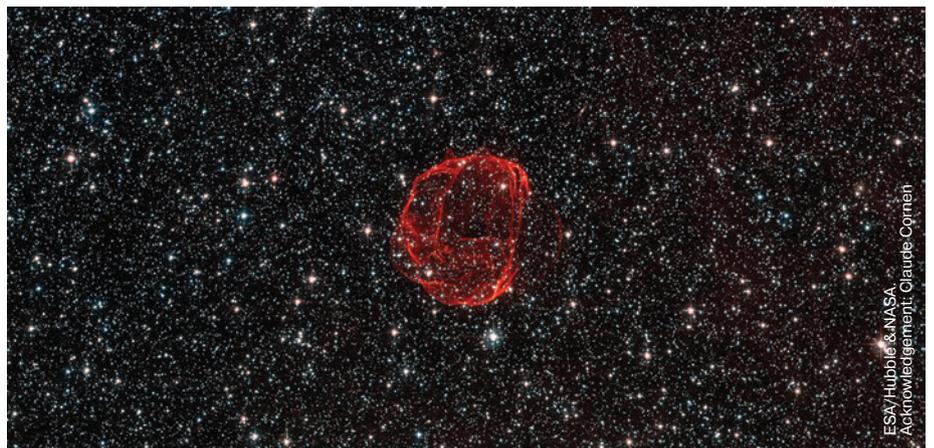
Взрыв, приведший к образованию DEM L316A, предположительно был примером интересного типа вспышек сверхновых, относящихся к классу Ia. Такие вспышки, как принято считать, происходят в двойных системах, состоящих из горячего сверхплотного объекта (белого карлика) и его спутника — чаще всего красного гиганта. Вещество последнего (главным образом водород) постепенно перетекает на поверхность карлика, и после накопления достаточного его количества происходит мощнейший термоядерный взрыв. Поскольку во всех подобных системах эта масса практически одинакова, выделяющаяся при взрывах энергия также очень близка по абсолютной величине, поэтому такие вспышки используются в качестве «стандартных свечей» в космологических исследованиях.<sup>2</sup>

Часть материи в результате взрыва с огромной скоростью выбрасывается в окружающее пространство. Проходя сквозь разреженное межзвездное вещество, она нагревает и ионизирует его, создавая слабое свечение, которое запечатлено на этом красочном снимке и позволяет изучать его пространственное распределение.

Остаток сверхновой DEM L316A — не единственный, обнаруженный в БМО. В 2010 г. телескоп Hubble случайно «наткнулся» на еще один подобный объект, получивший обозначение SNR 0509, а в 2013 г. в его поле зрения попал остаток SNR 0519.

<sup>1</sup> ВПВ №6, 2007, стр. 8; №1, 2008, стр. 14

<sup>2</sup> ВПВ №8, 2005, стр. 9; №8, 2011, стр. 28



ESA/Hubble & NASA  
Acknowledgement: Claude Cornier

▲ Эфемерный газовый сгусток остатка сверхновой SNR B0519-69.0 (сокращенно SNR 0519), видимый в созвездии Золотой Рыбы, на этом снимке телескопа Hubble выглядит удивительной красной медузой в океане звезд Большого Магелланова Облака. На самом деле это газовая оболочка, сброшенная при взрыве белого карлика (сверхплотного остатка солнцеподобной звезды) после того, как на его поверхности накопилась достаточная масса водорода, «перетянутого» с его спутника. Взрыв мог наблюдаться с Земли около 600 лет назад; его излучение шло к нам более 150 тыс. лет.

# Галактики, вышедшие из пустоты

С помощью космического телескопа Hubble астрономы провели детальные исследования двух карликовых галактик, движущихся из огромной области пространства с низкой плотностью вещества, называемой «Местным Войдом»,<sup>1</sup> в сторону ближайшего галактического скопления. Им присвоили условные обозначения Pisces A и Pisces B (поскольку они наблюдаются в созвездии Рыб). Каждая из них содержит порядка 10 млн звезд.

Эти объекты демонстрируют признаки начинающихся процессов интенсивного звездообразования, связанных с тем, что плотность материи вокруг них стала заметно большей: их гравитация начала активно «втягивать» межгалактический газ, который при дальнейшем уплотнении распадается на сгустки, постепенно сжимающиеся под действием собственной силы тяжести и превращающиеся в «зародыши» новых светил.<sup>2</sup> Ученые считают, что похожим образом выглядели карликовые галактики в ранней Вселенной — тогда она содержала намного меньше звезд, чем в нашу эпоху, а ее средняя плотность была выше.

Размеры «Местного Войда» превышают 150 млн световых лет. В нем почти не содержится ярких галактик, а плотность барионной материи в несколько раз ниже средней. Тот факт, что Pisces A и Pisces B обитали в пустынной области пространства на протяжении практически всего времени своего существования, подтверждается, в частности, обилием в них старых красных звезд со сравнительно низкой температурой поверхности и почти полным отсутствием более горячих звездных объектов. Кроме то-

го, они содержат относительно больше водорода и меньше тяжелых элементов, чем, например, звезды нашего Млечного Пути. Поэтому изучение таких галактик может предоставить астрономам дополнительные подсказки, касающиеся их формирования и эволюции.

Согласно современным представлениям, карликовые галактики в далеком прошлом послужили «строительными блоками», из которых образовались крупные звездные системы (в частности, Млечный Путь и Туманность Андромеды<sup>3</sup>). В дальнейшем последние стали частью волокон и стен крупномасштабной структуры Вселенной,<sup>4</sup> а часть карликов, «не успевшая» войти в их состав, осталась изолированной в пределах войдов. Предполагается, что процесс их «вытягивания» отсюда гравитацией массивных галактических скоплений займет еще не один миллиард лет.

Исследования карликовых галактик сильно усложняются тем, что они имеют небольшой

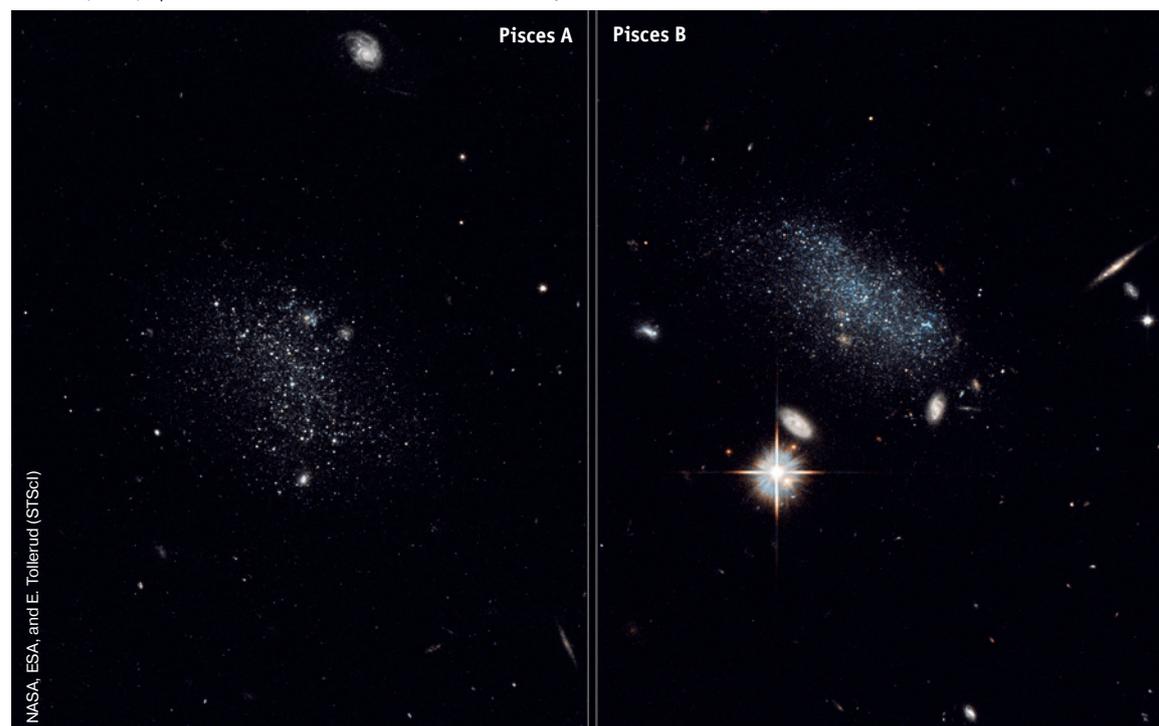
суммарный блеск, из чего следует, что наблюдениям доступны лишь относительно близкие из них. Pisces A и Pisces B в этом смысле оказались довольно редким подарком: расстояние до первой из них составляет порядка 19 млн световых лет, до второй — 30 млн (что близко к «границе наблюдаемости» таких объектов оптическими средствами). Впрочем, эти значения еще будут уточняться, для чего и использовались снимки обсерватории Hubble. Галактики были открыты благодаря радионаблюдениям на волне 21 см, первоначально проводившимся с целью картирования содержания водорода в Млечном Пути. Обзор охватывал также значительную часть северного полушария небесной сферы, где внимание астрономов привлекли скопления множества газовых сгустков, излучающих в «водородной линии». Часть из них оказалась областями звездообразования в пределах нашей Галактики, но остальные, как выяснилось, расположены намного дальше. Кроме уже упомянутых карликов в созвездии Рыб, «под подозрением» на-

ходятся более 30 подобных объектов. Сейчас их активно исследуют с помощью наземных инструментов.

Hubble хорошо подходит для изучения сравнительно далеких карликовых галактик — его высокое разрешение позволяет «разглядеть» в них отдельные звезды и получить их спектры. В частности, он подтвердил, что в Pisces A и B содержатся несколько десятков молодых горячих массивных звезд с активным жизненным циклом не более сотни миллионов лет — примерно столько лет назад, по-видимому, эти галактики вступили в область плотного межгалактического газа, и в них снова начались процессы звездообразования. Обнаружить больше подобных объектов ученые надеются в ходе специализированных обзоров неба (таких, как PanSTARRS<sup>5</sup>), а также инструментов, способных одновременно наблюдать обширные участки неба — наподобие строящегося в Чили Большого синоптического телескопа LSST (Large Synoptic Survey Telescope).

<sup>3</sup> ВПВ №6, 2012, стр. 22; №7, 2012, стр. 4.  
<sup>4</sup> ВПВ №1, 2011, стр. 4

<sup>5</sup> ВПВ №5, 2013, стр. 38



NASA, ESA, and E. Tollerud (STScI)

Pisces A

Pisces B

<sup>1</sup> ВПВ №6, 2016, стр. 4  
<sup>2</sup> ВПВ №11, 2008, стр. 4

# Клод Николье

## Четыре шага во Вселенную

Интервью с Клодом Николье членов редакции журнала «Вселенная, пространство, время» Сергея Гордиенко, Алексея Гордиенко и Владимира Манько  
Фестиваль STARMUS, Тенерифе, Испания



Клод Николье (Claude Nicollier) — первый и пока единственный гражданин Швейцарии, побывавший на околоземной орбите. Совершил четыре космических полета, в том числе участвовал в двух ремонтных экспедициях к космическому телескопу Hubble.

Родился 2 сентября 1944 г. в городке Вева во франкоязычной части Швейцарии. В ходе службы в армии в 1966 г. стал пилотом швейцарских ВВС, общий летный стаж — 5600 часов. В 1970 г. получил научную степень бакалавра по физике в Университете Лозанны, в 1975 г. — степень магистра по астрофизике в Университете Женевы. Работал исследователем в отделе космических наук Европейского космического агентства (ESA) в голландском Нордвейке. Выбран кандидатом от ESA на полет по программе Spacelab-1; по соглашению между ESA и NASA в мае 1980 приступил к тренировкам как будущий астронавт.

Первый полет швейцарца должен был состояться в ноябре 1985 г. (миссия STS-51-N), но по техническим причинам старт отменили. Следующую возможность в октябре 1986 г. (миссия STS-61-K) не удалось реализовать из-за катастрофы шаттла Challenger. Наконец, в июле-августе 1992 г. Клод Николье впервые поднялся в космос на борту «челнока» Atlantis в рамках миссии STS-46 в качестве специалиста по полезной нагрузке — ею являлся европейский буксируемый спутник, который должен был опуститься в верхние слои земной атмосферы, оставаясь соединенным с шаттлом 20-километровым тросом. Эксперимент закончился неудачей; вторая попытка в 1996 г. (миссия STS-75, также с участием Николье) оказалась ненамного более успешной. 23-24 декабря 1999 г., в ходе своего последнего полета (миссия STS-103) совершил выход в открытый космос продолжительностью 8 часов 10 минут.

Увлечения: альпинизм, горные лыжи, фотография, игра на альпийском роге (медном духовом инструменте, достигающем в длину до 5 м). В настоящее время занимает должность профессора Федеральной политехнической школы Лозанны.

Клод Николье был одним из семи астронавтов и космонавтов, приглашенных на научно-музыкальный фестиваль STARMUS, который проходил с 26 июня по 1 июля 2016 г. на Канарских островах.<sup>1</sup> Представители редакции журнала «Вселенная, пространство, время» имели несколько длительных содержательных бесед с ним, в частности, в уютной обстановке отеля Vincci La Plantación del Sur. Фрагменты последней беседы представлены в данной статье.

Астронавт выразил согласие принять участие в собрании нашего читательского клуба в Доме ученых НАНУ в октябре текущего года (о точной дате будет сообщено дополнительно).

### Космическая биография ТРУДНОСТИ С БУКСИРОВОЙ

Клод Николье летал на всех многоэтажных кораблях, находившихся в эксплуатации в промежутке между гибелью шаттлов Challenger и Columbia. Его первая космическая экспедиция продолжалась с 31 июля по 8 августа 1992 г. Среди семи членов экипажа «челнока» Atlantis значился еще один европеец — представитель Итальянского космического агентства Франко Малерба (Franco Malerba).

Первая задача миссии — вывод на орбиту европейской возвращаемой исследовательской платформы EURECA (European Retrieval Carrier) — была успешно выполнена.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ВПВ №7, 2016, стр. 4

<sup>2</sup> Платформа проработала в космосе почти год и была возвращена на Землю на борту шаттла Endeavour (миссия STS-57). Сейчас она находится в Швейцарском транспортном музее в городе Люцерна.

Однако эксперимент с буксируемым спутником TSS (Tethered Satellite System) завершился неудачно: астронавты смогли отмотать всего около 260 м 20-километрового троса, на котором аппарат должен был опуститься ниже орбиты шаттла. К счастью, спутник удалось «втянуть» обратно в грузовой отсек и вернуть на Землю. Спустя почти четыре года, в феврале 1996 г., он снова отправился в космос, но уже на борту корабля Columbia (миссия STS-75). Для Николье этот полет стал третьим; в нем его сопровождали, кроме астронавтов NASA, уже двое итальянцев — Умберто Гвидони и Маурицио Чели (Umberto Guidoni, Maurizio Cheli). Аппарат, получивший индекс TSS-1R, отошел от шаттла почти на расчетное расстояние (более 19 км), после чего буксирный трос оборвался.

### ПОЛЕТЫ К КОСМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

В декабре 1993 г. Клод Николье принял участие в первой сервисной миссии к телескопу Hubble<sup>3</sup> (Endeavour, STS-61). На него была возложена важная задача — управлять роботизированным манипулятором, используемым для захвата космического аппарата и позволяющим астронавтам во время выходов в открытый космос безопасно приближаться к зафиксированному объекту с разных сторон. Все это в ходе этой миссии состоялось пять «космических прогулок» — абсолютный рекорд за все время эксплуатации многоэтажных кораблей.

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

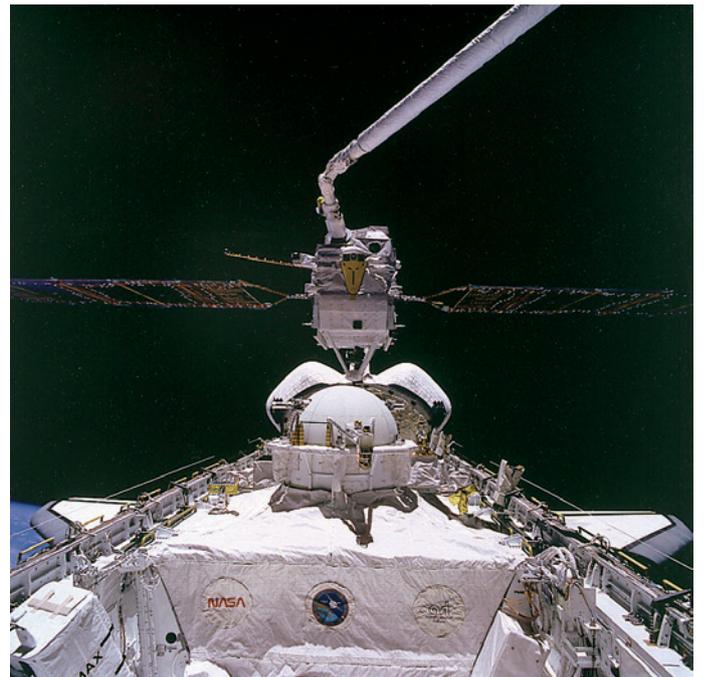


Старт шаттла Atlantis 31 июля 1992 г. (миссия STS-46) — начало первого космического полета Клода Николье. Приземление состоялось 8 августа.



▲ Групповое фото экипажа корабля Atlantis, сделанное во время первого полета Клода Николье (крайний слева). Верхний ряд (слева направо): командир миссии Лорен Шрайвер (Loren Shriver), пилот Эндрю Аллен (Andrew Allen), полетный специалист Фрэнк Чанг-Диас (Franklin Chang-Diaz); нижний ряд: специалисты по полезной нагрузке Джеффри Хоффман, Марша Айвинс и Франко Малерба (Jeffrey Hoffman, Marsha Ivins, Franco Malerba).

▼ Вывод на орбиту европейской возвращаемой исследовательской платформы EURECA.

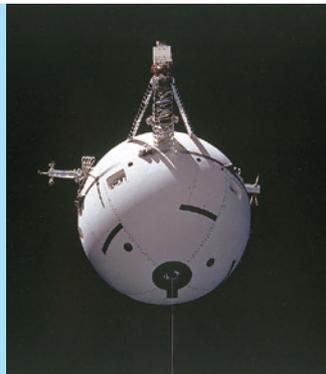


Проект первой большой орбитальной обсерватории разрабатывался два десятка лет и стоил почти 2,5 млрд долларов — до сих пор по общим расходам на реализа-

цию его превосходит только американская лунная программа, а также советские орбитальные станции и МКС.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> ВПВ №12, 2008, стр. 4

▼ В первый день миссии STS-75 астронавты Клод Николье (справа), Джеффри Хоффман (в центре) и Фрэнк Чанг-Диас (слева) продемонстрировали свой «стандартный» обед на борту шаттла Columbia. Позже Хоффман рассказывал на пресс-конференции в NASA, что обед проходил под классическую музыку.



Условной границей космического пространства считается т.н. линия Кармана, соответствующая высоте 100 км над земной поверхностью. Однако и выше этой линии в заметных количествах присутствуют разреженные атмосферные газы, вызывающие торможение метеорных частиц и искусственных спутников. Фактически интервал высот от 100 до 180 км доступен только кратковременным исследованиям с помощью геофизических ракет.

Одним из вариантов размещения на этой высоте исследовательского оборудования может быть спуск специального зонда на прочном длинном тросе с другого, более массивного космического аппарата, находящегося на условно безопасной орбите выше 200 км. С целью проверки данной концепции Итальянским космическим агентством ASI был разработан буксируемый спутник TSS-1 (Tethered Satellite System). В ходе его испытаний также предполагалось измерить величину электрического тока, возникающего в электропроводящем материале троса при движении в земном магнитном поле благодаря динамо-эффекту. Идею эксперимента предложили еще в 70-е годы прошлого века Марио Гросси из Смитсоновской астрофизической обсерватории (Mario Grossi, Smithsonian Astrophysical Observatory) и Джузеппе Коломбо из Университета Падуи (Giuseppe Colombo, Padua University), более известный своими работами в области небесной механики. В числе других задач должна была быть

проверена возможность приливной стабилизации системы «шаттл-спутник» за счет разницы гравитационных потенциалов на различных высотах.

TSS-1 поднимался на околоземную орбиту дважды. В ходе миссии STS-46 (июль-август 1992 г.) его не удалось отвести от базового корабля на достаточное расстояние для проведения намеченных экспериментов. Вторично он отправился в космос на борту «челнока» Columbia (миссия STS-75). Спутнику присвоили обозначение TSS-1R. После выхода из грузового отсека шаттла аппарат должен был отойти от него на 20,7 км в направлении, противоположном Земле. Электроэнергия, генерируемая в проводящих элементах буксира при движении сквозь силовые линии земного магнитного поля, оказалась достаточно мощной, чтобы вызвать короткое замыкание, расплавление и обрыв троса, когда до плановой отметки оставалось меньше километра. Однако перед этим астронавты смогли провести многочисленные измерения характеристик плазменного окружения спутника, механических напряжений в системе и ее взаимодействия с атомами атмосферных газов на больших высотах. Сейчас на основании полученных данных ведется разработка средств для сведения с орбиты фрагментов «космического мусора».

Отделившийся спутник оставался в космосе больше месяца, после чего вошел в плотные слои атмосферы и прекратил существование.

Однако вскоре после того, как в апреле 1990 г. Hubble наконец-то вышел на орбиту, выяснилось, что он «немного нездоров»: форма его главного зеркала существенно отличалась от расчетной, отчего изображения, получаемые в главной фокальной плоскости, оказались нерезкими, а разрешающая способность дорогостоящего инструмента основательно «не дотягивала» до ожидаемой. Частично проблему удалось решить компьютерной обработкой, но всем было ясно, что телескоп нуждается в непосредственной «коррекции зрения». К счастью, такая опция предусматривалась его конструкцией: инженеры понимали, что лет через пять будут разработаны более эффективные полупроводниковые фотоэлементы, поэтому солнечные батареи и бортовые приемники изображения устареют.

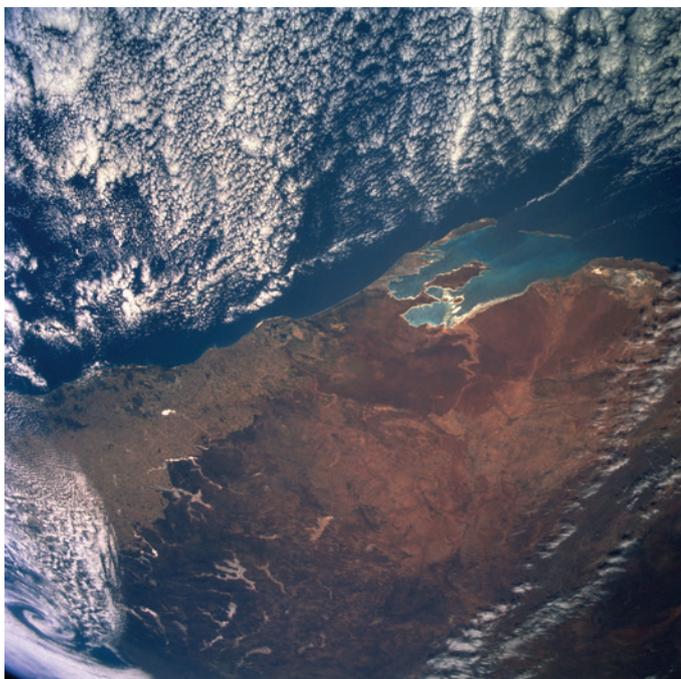
Неприятности с оптикой вынудили отправить ремонтную миссию к обсерватории раньше срока, поскольку дальнейшая ее эксплуатация в «неполющенном» режиме была бы слишком неэффективным расходованием ограниченного бюджета NASA.

Полет предстоял очень опасный, чреватый многими неприятностями и неожиданностями. Впервые со времен Apollo пилотируемый корабль должен был сосуществовать с беспилотным аппаратом на высоте 600 км, причем ни один из них не имел привычного стыковочного узла: экипажу шаттла предстояло захватить Hubble механической «рукой», подвести его к грузовому отсеку и закрепить там для проведения дальнейших ремонтных операций. Именно эту ответственную задачу и поручили швейцарскому астронавту — и он с ней прекрасно справился.

Стыковка шаттла с космическим телескопом успешно завершилась 5 декабря в 23:48 UTC. Далее были выполнены остальные важнейшие задачи миссии — установка новой камеры с системой корректирующей оптики для компенсации дефектов главного зеркала и замена солнечных батарей на более энергоэффективные. За бортом шаттла попеременно работали две пары астронавтов: Джеффри Хоффман и Стори Масгрейв (Jeffrey Hoffman, Story Musgrave), Томас Эйкерс и Кэтрин Торнтон (Thomas Akers, Kathryn Thornton).

Новое оборудование позволило решить большинство проблем с изображениями, получаемыми космической обсерваторией, поэтому без преувеличения можно сказать, что великолепные «хаббловские» снимки, которыми мы регулярно имеем возможность любоваться на интернет-сайтах и на страницах журналов, являются заслугой участников миссии STS-61 и лично Клада Николье.

▼ Акуля бухта в Западной Австралии, сфотографированная с высоты 600 км в ходе первой ремонтной миссии к телескопу Hubble. На суше видны многочисленные очень светлые участки с резкими краями — высохшие соленые озера.



▲ Астронавт Стори Масгрейв (Story Musgrave), закрепившись на роботизированном манипуляторе, работает с ограничительным устройством космического телескопа Hubble во время первого из пяти выходов в открытый космос, состоявшихся в ходе миссии STS-61. Ему ассистирует Джеффри Хоффман (внизу).

В свою последнюю космическую экспедицию швейцарский астронавт отправился в декабре 1999 г. на борту шаттла Discovery, став участником третьей миссии по ремонту орбитальной обсерватории — ей присвоили обозначения STS-103 и SM-3A. Старт переносился трижды из-за технических проблем и плохой погоды. Астронавтам предстояло заменить все шесть гироскопов системы ориентации (чтобы нормально навести телескоп на объект наблюдений и неподвижно удерживать его в поле зрения, должна функционировать хотя бы половина из них — для ориентации по каждой из осей) и доставить их на Землю для выяснения причин отказа трех неработающих устройств.<sup>5</sup> Следующей важной задачей была установка нового бортового компьютера, в 20 раз более быстродействующего и с большим объемом памяти. Кроме

<sup>5</sup> Гироскопы системы ориентации космических аппаратов представляют собой массивные маховики, вращающиеся с большой скоростью в герметичных кожухах. В случае обсерватории Hubble эта скорость составляет 19 200 оборотов в минуту, а кожухи погружены в вязкую жидкость во избежание вибраций.



▲ Эффект атмосферной рефракции, «плюснутый» лунный диск по вертикали, хорошо заметен на этом снимке восхода Луны, сделанном 21 декабря 1999 г. с борта многоэтажного космического корабля Discovery за день до стыковки с телескопом Hubble.

того, следовало заменить один из звездных датчиков системы наведения и антенны радиопередатчика телеметрической информации, а также обновить теплоизоляцию космического аппарата.

Первый выход в открытый космос в рамках миссии осуществили Стивен Смит и Джон Грунсфельд (Steven Smith, John Grunsfeld) 22 декабря 1999 г. Они же участвовали в третьей и последней в уходящем году «космической прогулке», состоявшейся 24-25 декабря; изначально запланирован-

ный четвертый выход был отменен.<sup>6</sup> Клод Николье вместе с Майклом Фоулом (Michael Foale) работали за бортом шаттла 23-24 декабря на протяжении 8 часов 10 минут.

Кроме уже упомянутых астронавтов, осуществлявших внекорабельную деятельность, в миссии STS-103 принял участие ветеран программы Space

<sup>6</sup> В процессе третьего выхода на телескопе был, в частности, установлен новый цифровой накопитель данных объемом 12 гигабайт — взамен использовавшегося до того момента записывающего устройства с магнитной лентой и в 10 раз меньшим объемом памяти.

Shuttle Кертис Браун (Curtis Brown), для которого этот полет стал шестым, и представитель ESA Жан-Франсуа Клервуа (Jean-François Clervoy) — он побывал в космосе уже в третий раз. Оба они больше не поднимались на околоземную орбиту. Эта же миссия стала началом космической карьеры американца Скотта Келли (Scott Kelly) — участника недавнего годичного полета на Международную космическую станцию.<sup>7</sup>

## Интервью с Клодом Николье ПРОФЕССИЯ — АСТРОНАВТ

Существует мнение, что космический полет можно считать вершиной карьеры астронавта. Вы совершили целых четыре полета. Какой из них, по-Вашему, можно было бы назвать «вершиной»?

Конечно, мой последний полет — третья ремонтная миссия к телескопу Hubble. Он же был самым высоким и в буквальном смысле: в ходе него шаттл Discovery поднимался на высоту 610 км. А я осуществил свой единственный выход в открытый космос.<sup>8</sup>

<sup>7</sup> ВПВ №3, 2015, стр. 31; №3, 2016, стр. 25

Космонавт Алексей Леонов вчера<sup>9</sup> назвал работу в открытом космосе «самым сложным видом человеческой деятельности». Согласны ли Вы с таким утверждением?

Да, пожалуй. Особенно это касалось первых выходов в космическое пространство — без должного опыта, в несовершенных скафандрах... Но и сейчас это очень непростая задача, хотя все выходы тщательно планируются и обеспечиваются.

О своем выходе я знал заранее, долго к нему готовился. Все было четко спланировано и систематизировано — конечно, это была не импровизация. Тем не менее, это было очень инте-

<sup>8</sup> Клод Николье стал первым европейцем, совершившим выход в открытый космос с борта американского корабля. За весь период эксплуатации «космических челноков» дальше всего от Земли (на расстояние 618 км) удалялся шаттл Discovery — в ходе миссии STS-31, когда был выведен на орбиту телескоп Hubble.

<sup>9</sup> Выступление Алексея Леонова состоялось в рамках дискуссии о перспективах освоения человеком космического пространства с участием еще шестерых астронавтов и космонавтов 28 июля 2016 г., на второй сессионный день фестиваля StarMus.



▲ Почти полная Луна 21 декабря 1999 г. находилась на небе недалеко от Альдебарана (α Тельца). Однако светлая точка левее и выше лунного диска на этом изображении — не Альдебаран, а космический телескоп Hubble, с которым шаттл Discovery состыкуется через три часа согласно программе миссии STS-103.

ресно, поскольку мы работали в условиях, когда сложно сориентироваться в пространстве. В повседневной жизни, пытаюсь понять, где верх, а где низ, мы всегда исходим из того, что низ там, где наши ноги. Когда я принял эту точку зрения, я отлично ощущал себя, независимо от того, в каком положении по отношению к Земле я находился. Дело в том, что при работе с телескопом Hubble мы старались направлять грузовой отсек в сторону Земли — от нее исходит инфракрасное излучение, которое в достаточной мере на-

гревает обращенные к ней поверхности. Если развернуть его в сторону открытого космоса, он станет очень холодным, быстро остывая до температуры межпланетного пространства, а если в сторону Солнца — наоборот, перегреется. Однако если постоянно держать его направленным в сторону нашей планеты, то он остается относительно теплым благодаря излучению ее поверхности.

## ВСЕЛЕННАЯ В ИЛЛЮМИНАТОРЕ

Из космоса звезды кажутся ярче?

Нет, сами звезды ярче не выглядят. Но размытые, диффузные объекты, от которых исходит немного света — такие, как Млечный Путь или зодиакальный свет — видны намного лучше. Это связано с тем, что, когда мы смотрим на такие объекты с Земли, мы всегда в той или иной мере сталкиваемся со световым

загрязнением, хотя бы в форме атмосферного рассеяния света ярких звезд и планет. А в космосе фон неба совершенно черный. Поэтому размытые и слабо светящиеся объекты видны намного четче. Млечный Путь за пределами атмосферы выглядит просто невероятно!

## А Туманность Андромеды?

Ее тоже замечательно видно невооруженным глазом. С Земли ее также видно, но разглядеть намного сложнее. Из космоса она просто прекрасна. Ночное небо всегда остается чем-то особенным для астронома... Конечно, не все члены экипажа разделяли наш интерес, приходилось просить их гасить свет. Во время моего четвертого полета на борту было два астронома — американец Джефф Хоффман и я. Поэтому иногда мы говорили коллегам: «Ребята, следующей ночью мы выключаем свет». Мы даже надевали солнцезащитные очки в конце дня, чтобы адаптировать глаза к темноте. День на низкой околоземной орбите длится примерно час, ночь — полчаса. Так что мы надевали очки и говорили: «Тушите свет, дайте астрономам заняться своим делом» (смеется). А потом — Солнце пряталось за край Земли, внутри корабля становилось полностью темно, мы снимали солнцезащитные очки и наслаждались ночным небом. Однако удовольствие продолжалось всего полчаса, ведь шаттл



ВПВ

Встреча членов редакции ВПВ Алексея Годинко (слева) и Владимира Манько (справа) с Клодом Николье.



▲ Во время сближения шаттла Discovery с телескопом Hubble бортовая камера ESC постоянно вела фотосъемку для документации процесса стыковки. Этот снимок был сделан в 18 часов 3 минуты 19 секунд по всемирному времени 21 декабря 1999 г.



▲ Стыковка завершена. Теперь уже Луна выглядит скромным светлым кружочком по сравнению с внушительной конструкцией орбитальной обсерватории, видимой в правой части снимка.

по орбите движется достаточно быстро. Но за эти полчаса можно увидеть полностью все небо: перед вами проносятся все созвездия, видимые с Земли весной, летом, осенью, зимой, и это просто невероятно. Для астронома это уникальный опыт. Звезды еще видны примерно за тридцать секунд до восхода Солнца, и сразу после захода, особенно если ваши глаза уже привыкли к темноте после ношения темных очков. Так что недоступен только участок неба в ближайших окрестностях Солнца.

**Но на снимках, сделанных астронавтами, мы почти никогда не видим звезд...**

Причина в том, что снимки в основном делаются с выдержками около сотой доли секунды и диафрагмой 1/8 или 1/5,6, так что экспозиции недостаточно. Это как в случае с человеческим глазом: нельзя увидеть звезды, когда Солнце над горизонтом. Когда оно садится (а на орбите это происходит очень быстро, за 15-20 секунд), через несколько минут глаз привыкает. Сначала появляются яркие звезды, планеты, а потом, через пять минут, небо становится прекрасным.

**Можно ли из космоса лучше рассмотреть, например, Юпитер или Сатурн? Или их видно так же, как с Земли?**

Все звезды и планеты видны примерно так, как мы их видим на Земле — разрешающая способность глаза на орбите не меняется. Юпитер такой же яркий, но чтобы увидеть его спутники, все равно нужно смотреть в бинокль. Единственная разница — полностью тем-

ный фон и возможность видеть диффузный свет, поэтому такие объекты, как Млечный Путь или зодиакальный свет, видны намного лучше. Но звезды и планеты — практически такие же. Я хорошо помню восход созвездия Ориона. Сначала появляется Бетельгейзе, потом другие звезды... великолепное зрелище! Это просто невероятный опыт для астронома. Я был очень тронут этой неподражаемой красотой, когда увидел это великолепие. Это, несомненно, самое красивое из всего, что я когда-либо видел.

**Какой была высота орбиты над поверхностью Земли?**

Больше 600 км. Сервисные миссии к телескопу Hubble отправлялись каждые 3-4 года, и за это время его орбита снижалась на несколько километров — хоть и небольшие, но остатки атмосферы там присутствуют, и из-за трения о них происходит торможение. Поэтому, кроме установки нового оборудования, наша задача состояла в том, чтобы поднять его орбиту.

**Летал ли кто-либо выше вас в рамках миссий на многоразовых космических кораблях?**

Нет, все миссии, связанные с обсерваторией Hubble, были самыми высокими. А в общем дальше нас «забирались» только астронавты Apollo, летавшие к Луне. Все остальные шаттлы летали намного ниже. МКС находится на орбите в 400 км от земной поверхности. Не думаю, что кто-либо из советских или российских космонавтов побывал выше отметки 600 км. Не

▼ Вид на телескоп Hubble, зафиксированный в грузовом отсеке, изнутри шаттла Discovery.



располагаю информацией, существовали ли советские программы полетов на большие расстояния.<sup>10</sup> Apollo — это миссия совершенно иного рода.

Конечно, чем дальше от планеты вы находитесь, тем большую часть ее поверхности вы можете обзирать. Мы пролетали над Северной Африкой, Ливией, и я помню, что тогда было очень хорошо видно Испанию, а севернее — огни Парижа, видна была Греция, Афины... И когда мы смотрели в сторону Египта, можно было увидеть Каир и Нил.

**Видны ли из космоса египетские пирамиды?**

Не знаю! В ходе наших миссий мы всегда пролетали над ними только ночью. В коротких полетах получается так, что вы всегда находитесь над одной и той же территорией тогда, когда там примерно то же самое время суток. Но я видел множество фотографий, сделанных из космоса, и, судя по рассказам астронавтов, которые пытались увидеть их невооруженным глазом, это возможно только с использованием специальной оптики. Но должен сказать: наблюдать участок Земли от Испании до Каира — просто невероятно! И все это в динамике, все это движется... Очень рекомендую

посмотреть своими глазами! (смеется). Однако перед нами стояли рабочие задачи, и мы справились с ними с высоким профессионализмом. Лично я всегда стремлюсь подходить ко всему профессионально, а не просто импровизировать. Сделать работу надлежащим образом — большое удовольствие для меня. Я как астроном считаю, что починить и вернуть в рабочее состояние телескоп Hubble — благородное дело, и я горжусь тем, что принял в нем участие.

**Вы профессиональный астроном, космолог?**

Да, я учился на астронома. Я работал над разными наблюдательными программами, изучал физику и астрофизику, занимался фотометрией звезд для их трехмерной классификации. Мы изучали их химический состав, размер, светимость, температуру. Это было в семидесятые годы, в эпоху, можно сказать, старой астрономии. Мы старались очень точно определить все показатели, в том числе изменения светимости сверхгигантов. Мы выяснили, что пульсируют вообще все сверхгиганты, не только цефеиды. У многих амплитуда изменений блеска невелика, но пульсации четко наблюдаются. Мы старались выяснить, почему это происходит, и строили модели, которые помогли бы нам

<sup>10</sup> Советская лунная программа была свернута до того, как в ее рамках должны были начаться пилотируемые полеты.

понять этот процесс. Так что я занимался исключительно астрономией, а не космологией. Конечно, она мне также была интересна, но моя работа касалась эволюции звезд.

Но я недолго проработал в этой сфере. Вскоре после начала карьеры я прошел отбор и стал астронавтом, поэтому моя научная деятельность была непродолжительной. Я работал над докторской диссертацией об изменении светимости сверхгигантов и его причинах, но мне пришлось свернуть работу, поскольку я изменил род занятий. Для меня авиакосмическая сторона моей карьеры стала самой важной, поскольку для работы в NASA предыдущий опыт в авиации был преимуществом, а я имел опыт работы в военной и гражданской авиации, и позже обучался в школе летчиков-испытателей, так что я стал еще и испытателем — я участвовал в тестовых полетах самолета на солнечной энергии Solar Impulse. Таким образом, в своей жизни я занимался не только наукой.

**Как вы относитесь к продаже билетов на космический корабль SpaceShipOne?**

(Смеется) Ничего не имею против космического туризма. Но думаю, суборбитальные полеты окажутся не такими захватывающими, как люди их себе представляют, поскольку они слишком коротки. Вы проведете несколько минут в невесомости, и, конечно, увидите черное небо, однако полностью насладиться видом вы не сможете, потому что ваши глаза не успеют привыкнуть к темноте. Ведь самое замечательное — наблюдать, как все под тобой движется,

как день сменяет ночь, восходы и закаты... В этом вся прелесть полета в космос! Так что, если бы я был космическим туристом, я бы подождал, пока появится возможность отправиться в орбитальный полет.

**Вы не первый, от кого мы это слышим. Многие хотят увидеть все небо полностью, а не ту его часть, которая расположена над местом старта.**



▲ Клод Николье на фоне системы дистанционного управления роботизированным манипулятором шаттла Discovery, используемым для захвата космических аппаратов на околоземной орбите, установки их в грузовой отсек и перемещения вокруг них астронавтов в ходе ремонтных операций.

Тем не менее, многие готовы платить даже за этот небольшой «прыжок». Но, как я уже говорил, для меня прелесть космического полета ощущается, только если провести на орбите часы, дни, недели, а желательно — месяцы... Но и краткосрочные насыщенные миссии с четко поставленной целью мне вполне по душе. Я доволен тем, что нам удавалось решать поставленные задачи в течение нескольких дней, особенно учитывая важность этих задач для астрономии.

#### ДОРОГА К ЗВЕЗДАМ

**Хотели бы Вы принять участие в более длительных миссиях? Ремонт телескопа Hubble, как Вы сказали, произ-**

**водился в течение относительно короткого времени...**

Конечно же, длительные миссии намного интереснее, ведь они дают возможность увидеть еще больше. Но это впечатление может быть обманчивым: на самом деле персонал МКС много работает, тратит много времени на поддержание работоспособности станции, занимается на-

го космоса. Когда астронавты рассказывают о великолепных видах, они, как правило, подразумевают пейзажи Земли. А я много говорю о звездном небе, поскольку именно оно меня глубоко впечатлило.

**И не только Вас! Надеемся, что Ваши красочные описания впечатлят и наших читателей...**

Я старался передать атмосферу полета — для меня это очень волнующий опыт. Как астроном, влюбленный в ночное небо, я был до глубины души тронут красотой, которая открылась моим глазам.

**Многие ли астронавты также являются астрономами?**

Я знаю некоторых таких людей, поскольку я летал с ними. Например, Майкл Фоул (Michael Foale), с которым я выходил в открытый космос — тоже астроном. И Джеф Хоффман, с которым мы просили остальную экипаж выключать свет на корабле ночью, чтобы посмотреть на звезды. Пожалуй, около двадцати... а может, и больше. В космосе со времен Гагарина до настоящего момента побывало около 550 человек. Думаю, до полусотни из них были астрономами...

**Рекордное число полетов для одного человека, насколько известно, семь...**

Да, семь — это максимум. Я летал четыре раза — это рекорд для европейца. Конечно, полеты были недолгими, но, тем не менее, это четыре взлета и приземления. Я очень горжусь тем, что мне выпала честь их совершить. Я очень счастлив, и полеты для меня стали прекрасными воспоминаниями.

Вот мой официальный портрет NASA — у каждого астронавта NASA есть такой

Формируем дилерскую сеть

Телескопы, бинокли, микроскопы и аксессуары к оптике вы можете приобрести в нашем Интернет-магазине [www.3planeta.com.ua](http://www.3planeta.com.ua)



официальный фотопортрет. Дизайн нашивки моей последней миссии я разработал сам. Это было в 1999 г. На ней изображен швейцарский флаг. Но это не самая главная деталь, поскольку полеты и программы интернациональны. Я спрашивал, можно ли разместить флаг и на скафандре, но до полета оставалось всего три месяца, а чтобы внести какие-либо изменения в программу полета, хоть бы и в незначительных деталях, необходимо делать это за долгое время до него, пройти много бюрократических согласований, в противном случае они говорят, что это уже невозможно. Но это небольшая проблема. Швейцарский флаг был на костюме, который я надел при старте, и на том, в котором я приземлялся, так что по дороге туда и назад он был со мной.

#### Мечтали ли Вы стать астрономом до прихода в NASA?

Да, это было в шестидесятых, во времена Холодной Войны: полет Гагарина, Леонова, проект Меркури, программа Apollo... Мне было около двадцати, я был военным пилотом, астрономом, мечтал полететь в космос. Но гонка происходила между СССР и США, я не ожидал, что для швейцарца это может стать реальностью. Позже, в 1975 г., после завершения программы Apollo, ESA начало поиски кандидатов в астронавты, и я тут же решил, что это как раз то, чем я хотел бы заниматься. Но до того момента это оставалось мечтой, практически несбыточной. Когда я был ребенком, мне были интересны астрономия и авиация. Мне удалось реализовать себя и в том, и в другом. Я

стал астрономом и по совместительству пилотом. Это было очень интересное время. Я осваивал британский бомбардировщик Hawker Hunter. Мы тренировались поражать цели в горах, группами иногда по 4, иногда по 8 самолетов. Я не принимал участия в военных действиях: как вы знаете, Швейцария — мирная страна, у которой всегда имелись мощные оборонительные силы, но в войнах она не участвовала. Однако мы тщательно готовились к битве в случае, если нам доведется в нее вступить... Я был женат на мексиканке, по имени Сусана, замечательной женщине, у нас родилось две дочери. Когда мы уезжали в Хьюстон, одной было 2 года, другой — 6, так что они были совсем маленькими. Моя жена умерла от рака больше восьми лет назад, о чем я очень сожалею. Теперь я живу один, но у меня осталось множество прекрасных воспоминаний.

#### Где вы живете большую часть времени?

Я живу в городе Лозанна в Швейцарии, поскольку я там преподаю в инженерном учебном заведении.

#### Люди на улицах узнают Вас?

Да, многие узнают. Лозанна — небольшой город. У нас в Швейцарии нет больших городов. В самом большом — в Цюрихе — живет всего около полумиллиона человек.

Швейцария — замечательная страна для жизни. С одной стороны, она очень умиротворенная, с другой — динамичная. Многие отрасли промышленности развиты очень хорошо. Все знают, например, часы Tissot. У нас активно развиваются техноло-



▲ Астронавт Клод Николье, специалист миссии STS-103 от ESA, осуществляет операции по замене бортового компьютера космического телескопа Hubble в ходе своего единственного выхода в открытый космос.



▲ Последнее приземление Клода Николье. Ранним утром 27 декабря 1999 г. шасси шаттла Discovery коснулись посадочной полосы №33 Космического центра им. Кеннеди на мысе Канаверал. Сложная восьмидневная ремонтная миссия к орбитальному телескопу успешно завершилась. Двумя днями ранее семеро астронавтов отметили в космосе Рождество...

гии. ESA выражает признательность за вклад Швейцарии, поскольку у нас очень сильная школа точных вычислений и налаживания надежной

работы механизмов, а это очень важно в космонавтике. Думаю, у всех жителей планеты Земля есть какие-то корни в Швейцарии (смеется).





NASA

## Звездное небо с борта МКС

На фотографиях, сделанных с борта Международной космической станции, довольно редко видны звезды, поскольку ее обзорный модуль Cupola<sup>1</sup> постоянно повернут в сторону Земли, и звездное небо можно наблюдать только через боковые иллюминаторы, причем лишь тогда, когда орбитальный комплекс находится над неосвещенным полушарием планеты. Но и ее ночная сторона в наши дни во многих местах «украшена» мощной подсветкой — огнями городов, горящим попутным газом нефтяных месторождений или полярными сияниями.

Небесные светила удастся запечатлеть в те сравнительно редкие промежутки времени, когда земная поверхность светится не слишком ярко (например, при полете над океаном). Для этого необходим объект с большой светосилой, поскольку выдержку, наоборот, приходится делать как можно меньшей, иначе из-за орбитального движения станции изображения звезд окажутся «смазанными» — собственно, это заметно и на данном снимке.

Наиболее яркий звездообразный объект вблизи центра изображения на самом деле представляет собой крупнейшее шаровое звездное скопление земного неба  $\omega$  Центавра. Левее и выше него

виден стыковочный отсек «Пирс» российского сегмента МКС (в декабре 2017 г. его предполагается заменить новым многофункциональным лабораторным модулем «Наука», создаваемым в настоящее время в ГКНПЦ им. Хруничева). Ниже, над желто-оранжевым свечением лимба Земли, на фоне Млечного Пути находятся две ярчайших звезды созвездия Центавра — Толиман ( $\alpha$  Центавра, слева) и Хадар ( $\beta$  Центавра, справа). Из всего участка небесной сферы, попавшего на снимок, на широте Киева в нашу эпоху поднимается над горизонтом только правая верхняя часть, расположенная под «крылом» солнечной батареи.

<sup>1</sup> ВПВ № 12, 2009, стр. 18

## На МКС установлен новый стыковочный порт

В ходе сложного выхода в открытый космос продолжительностью почти 6 часов, состоявшегося 19 августа 2016 г., члены экспедиции МКС-48 астронавты Джефф Уильямс и Кэйт Рубинс (Jeff Williams, Kate Rubins) установили на Международной космической станции универсальный стыковочный адаптер IDA-2, к которому смогут причаливать новые пилотируемые транс-

портные корабли, в том числе и разрабатываемые частными компаниями. Предварительно адаптер извлекли из негерметичного отсека «грузовика» Dragon с помощью роботизированного манипулятора Canadarm2 и подвели к месту монтажа. Аналогичный по конструкции порт IDA-1 был утерян в июне 2015 г. при аварии ракеты-носителя Falcon 9 на участке выведения.



Так в представлении художника выглядит стыковка с МКС перспективного пилотируемого корабля CST-100 Starliner, создаваемого компанией Boeing.

# Обзор микроскопа Otegon BM-530 LCD 8MP

**Р**азвитие цифровых технологий оказывает заметное влияние на все отрасли индустрии, в том числе и на производство микроскопов. Благодаря этому в настоящее время на рынке оптических приборов появились биологические микроскопы с LCD-экранами, позволяющие проводить наблюдения, не заглядывая в окуляр, а просто рассматривая изображение на экране.

Otegon BM-530 LCD 8MP — один из ярких представителей оптических микроскопов с LCD-экраном. Он имеет достаточно прочное и устойчивое основание, металлический корпус, а вместо привычной моно- или бинокулярной насадки оборудован встроенным несъемным 3,5-дюймовым монитором, достаточно большим и удобным для проведения серьезных наблюдений.

Биологический микроскоп Otegon BM-530 LCD 8MP оснащен тремя ахроматическими объективами DIN-стандарта с увеличениями 4, 10 и 40 крат. Комбинация указанных объективов с вмонтированным 10-кратным окуляром позволяет получить общие увеличения 40x, 100x и 400x. Что же касается 1600-кратного увеличения, то оно достигается при условии использования цифрового зума встроенной 8-мегапиксельной камеры, позволяющей делать фотоснимки с разрешением от 640x480 до 2048x1536 пикселей. Также имеется возможность снимать видео (допустимое разрешение — 320x240 пикселей). Формат изображений — JPG, видео — 3GP.

Все фотографии и видеозаписи сохраняются во внутренней памяти микроскопа объемом 128 Мб. Если же Вам недостаточно такого объема, Вы можете вставить дополнительную SD-карту памяти емкостью до 1 Гб в соответствующий слот на микроскопе. Выполнять дальнейшую обработку полученных снимков намного удобнее на компьютере. Подключение микроскопа к компьютеру осуществляется с по-

мощью поставляемого в комплекте USB-кабеля и не требует установки дополнительного программного обеспечения. Таким образом, Вы можете загрузить в компьютер полученные снимки для последующей их обработки, а также для демонстрации большой группе людей.

Встроенная в микроскоп камера имеет автоматический баланс белого цвета. Также предусмотрены дополнительные режимы съемки, включающие в себя особые эффекты и увеличивающие контраст изображения (монокромный, негатив, сепия).

Микроскоп Otegon BM-530 LCD 8MP оснащен координатным предметным столиком со шкалой-нониусом. Для аккуратного перемещения исследуемого образца по горизонтальным осям в плоскости предметного столика используются отдельные винты микрометрической регулировки. Осветительная система представлена встроенной верхней и нижней светодиодной подсветкой, однолинзовым конденсором и диском с шестью цветными светофильтрами.

Микроскоп Otegon BM-530 LCD 8MP предназначен для изучения микромира как детьми, так и взрослыми на любительском уровне; для профессионалов он больше подойдет в качестве учебного пособия.

**Предлагаем Вам поближе познакомиться с продукцией компании Otegon, которая, несомненно, отлично себя зарекомендует на украинском рынке благодаря оптимальному соотношению цена/качество и широкому модельному ряду, способному удовлетворить запросы как начинающих натуралистов, так и профессиональных исследователей.**

Более детальную информацию о каждом продукте можно получить на сайте [3planeta.com.ua](http://3planeta.com.ua) и в магазине «Третья Планета» по адресу: Киев, ул. Нижний Вал 3-7, тел. (044) 295-00-22, (067) 215-00-22.

Подробные обзоры телескопов, микроскопов и биноклей читайте в следующих номерах нашего журнала.



Биологический микроскоп Otegon BM-530 LCD 8MP оснащен тремя ахроматическими объективами DIN-стандарта с эквивалентными увеличениями 4, 10 и 40 крат.



Микроскоп Otegon BM-530 LCD 8MP предназначен для изучения микромира как детьми, так и взрослыми на любительском уровне.



Встроенная в микроскоп камера имеет автоматический баланс белого цвета, предусмотрены дополнительные режимы съемки.

ФОРМИРУЕМ ДИЛЕРСКУЮ СЕТЬ  
**omegon**

# Небесные события октября

## ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

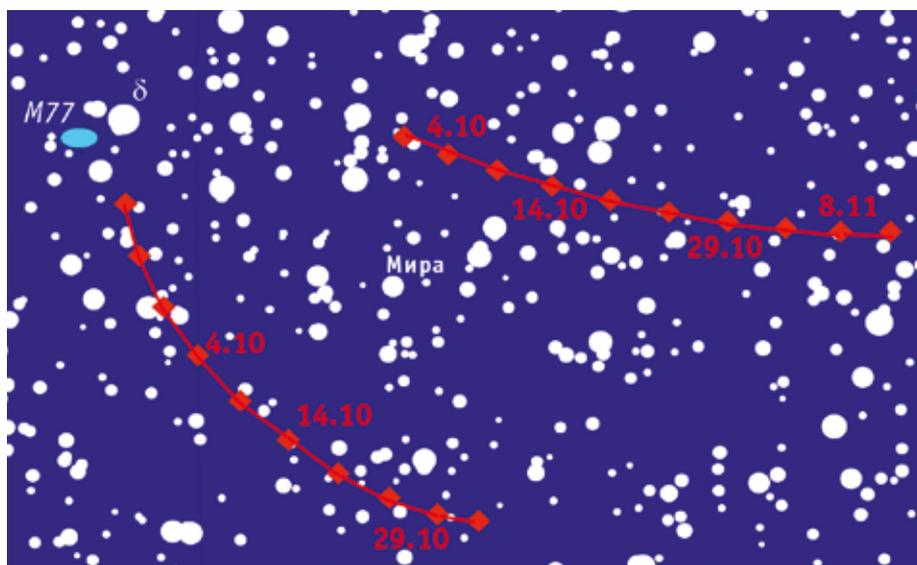
**Меркурий** неплохо виден по утрам в самом начале месяца, но условия для его наблюдений быстро ухудшаются, и к середине октября он скрывается в солнечных лучах. **Венера**, наоборот, по мере удаления от Солнца видна все лучше, ее блеск и угловой диаметр медленно растут, а интервал между окончанием вечерних гражданских сумерек и заходом планеты за горизонт на 50° с.ш. в конце месяца достигнет часа. Вечером 3 октября недалеко от нее на небе окажется молодая Луна.

**Марс** продолжает удаляться от Земли, а 29 октября проходит перигелий и начинает удаляться от Солнца. Его видимый блеск весь месяц будет немного ниже нулевой величины, поэтому планету несложно найти по вечерам в созвездии Стрельца, где отсутствуют звезды сравнимой или большей яркости. Диаметр марсианского диска составит около 8 угловых секунд — чтобы рассмотреть на нем какие-то детали, понадобятся достаточно мощные инструменты (с диаметрами объективов свыше 120 мм).

**Юпитер** появляется на утреннем небе в первых числах месяца и с каждым днем виден все лучше (к концу октября продолжительность его видимости в наших широтах превысит полтора часа). Даже небольшие любительские телескопы покажут основные детали диска газового гиганта, а его четыре крупнейших спутника легко видны в бинокли с увеличением 7-8 крат.

Условия видимости **Сатурна** уже значительно хуже, чем Марса — в середине октября угловое расстояние между этими небесными телами возрастет до 30°. После окончания гражданских сумерек «окольцованная планета» находится над горизонтом меньше двух часов. В самом конце месяца в 3° к югу нее пройдет яркая Венера, но наблюдать это соединение в средних широтах Северного полушария довольно сложно.

Противостояние **Урана** 15 октября станет наиболее благоприятным для наблюдений за последние полвека. Планета будет находиться в 8° севернее небесного экватора, двигаясь попятно по созвездию Рыб. В безлунные ночи в местностях, удаленных от источников засветки, ее можно попытаться увидеть невооруженным глазом. Диаметр уранианского диска ненамного превысит 3,7 угловой секунды, поэтому рассмотреть на нем какие-то



▲ Видимый путь карликовой планеты Церера (1 Ceres, правый трек) и астероида Мельпомена (18 Melopomena) по созвездию Кита в октябре-ноябре 2016 г.

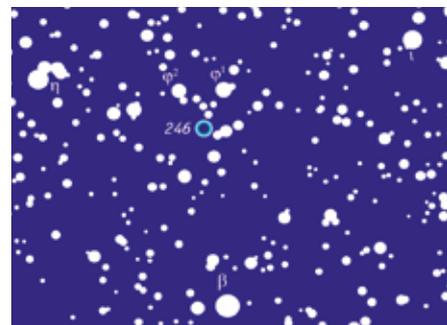
подробности в любительские телескопы (даже достаточно крупные) не представляется возможным.

**Нептун** также хорошо виден по вечерам, кульминируя еще до полуночи. Чтобы отличить его от окружающих звезд, необходима детальная карта и как минимум бинокль с диаметром объектива 40 мм, а диск планеты заметен при увеличениях не менее 120 крат, то есть в телескопы с апертурами 80 и более миллиметров. Крупнейший нептунянский спутник Тритон при хороших атмосферных условиях и в отсутствие засветки можно увидеть в 40-сантиметровые инструменты.

## ЯВЛЕНИЯ В ПОЯСЕ АСТЕРОИДОВ

Ближайшая к Солнцу карликовая планета Церера (1 Ceres) в текущем году пройдет конфигурацию противостояния 21 октября на удаленном от нашего светила участке орбиты. Днем позже в аналогичной конфигурации будет находиться 150-километровая Мельпомена (18 Melopomena) — она, наоборот, окажется в оппозиции меньше чем через месяц после прохождения перигелия, поэтому условия для ее наблюдений близки к оптимальным. Видимый блеск астероида может достичь 8-й звездной величины.

Перед рассветом 12 октября наблюдатели, находящиеся на Северном Кавказе и в Западном Казахстане, имеют шанс увидеть, как двухсоткилометровый астероид Метида (9 Metis) закроет звезду 7-й величины HIP 45826 в созвездии Рака. Максимальная продолжительность оккультации превысит 6 секунд.



▲ Планетарная туманность NGC 246 видна в западной части созвездия Кита, в 6° севернее его самой яркой звезды Дифта.

В ночь с 23 на 24 октября астероид Дхотел (2109 Dhotel) заслонит своим «диском» звезду 9-й величины TYC 6363-444 в созвездии Козерога. Длительность «исчезновения» звезды может превысить две секунды. Полоса наиболее вероятного покрытия пройдет от северной части Молдовы через юг Винницкой, центр Черкасской и Полтавской, юг Сумской и север Харьковской областей Украины до северной части Белгородской и Воронежской областей РФ.

## ОКТАБРЬСКИЕ МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ

После полуторамесячного перерыва Земля снова вступает в область действия сравнительно мощных метеорных потоков. Первый из них связан с кометой Джакобини-Циннера (21P/Giacobini-Zinner), имеющей период около 6,5 лет.<sup>1</sup> Сквозь шлейф выброшенных ею пылевых частиц Земля проходит между 7 и 11 октября, когда мы наблюдаем их в виде потока Драконид.<sup>2</sup> Пик его активности в високосные годы обычно ожидается

<sup>1</sup> ВПВ №11, 2006, стр. 26

<sup>2</sup> ВПВ №9, 2005, стр. 39

9 октября. Следующий поток — Ориониды (его радиант находится в созвездии Ориона) — активен почти весь октябрь и первую неделю ноября. Слабо выраженный максимум приходится на 21-22 октября. Этот обширный метеорный рой остался после многочисленных пролетов через внутренние области Солнечной системы известной кометы Галлея (1P/Halley),<sup>3</sup> орбита которой раньше подходила значительно ближе к земной.

**ПЕРЕХОД НА СТАНДАРТНОЕ ВРЕМЯ**

В воскресенье, 30 октября, в 4 часа ночи в странах Европы, за исключением Беларуси и Российской Федерации, состоится переход с летнего на стандартное («зимнее») время путем перевода часов на один час назад. С этого момента поясное время в Молдове, Украине и странах Балтии будет опережать стабильное всемирное время на 2 часа.

**ОБЪЕКТ МЕСЯЦА**

Планетарная туманность NGC 246 видна в созвездии Кита, в 6° севернее его самой яркой звезды Дифта (β Кита). Это один из крупнейших объектов данного класса на земном небе: размеры туманности составляют 4,6x4,1 угловых минут. Открыл ее знаменитый английский астроном Уильям Гершель (William Herschel) в 1785 г. Из-за хорошо заметной неправильной формы она получила неофициальное название «Череп». Расстояние до нее оценивается в 1600 световых лет.

Несмотря на большие размеры и сравнительно высокую яркость (суммарный блеск NGC 246 достигает 8-й звездной величины), эта туманность не пользуется большой популярностью у любителей астрономии. Тем не менее, в местностях с темным небом ее неплохо видно уже в инструменты с диаметром объектива 70 мм, а с использованием специальных светофильтров, центрированных на линию ионизированного кислорода OIII, ее можно заметить даже на засвеченном небе больших городов. Как и большинство подобных объектов, эта туманность представляет собой оболочку, сброшенную солнцеподобной звездой на финальных стадиях эволюции. В данном случае, однако, погибшая звезда была не одиночной, а двойной, что и определило необычную форму NGC 246.

<sup>3</sup> Второе прохождение нашей планеты через метеорный рой, связанный с кометой Галлея, регулярно происходит в конце апреля и начале мая, когда наблюдается поток η-Акварид — ВПВ №4, 2005, стр. 42



▲ Планетарная туманность «Череп», сфотографированная в октябре 2011 г. на 80-сантиметровом телескопе Шульмана обсерватории Маунт Леммон (штат Аризона), оснащенного камерами SBIG STX и STL. Итоговое изображение получено компьютерным сложением трех снимков со 140-минутной экспозицией, сделанных через красный, зеленый и голубой светофильтры. Размер поля зрения — 15x15 угловых минут.



▲ Примерно в 20 угловых минутах от NGC 246 на небе видна слабая спиральная галактика NGC 255 (расстояние до нее оценивается в 70 млн световых лет). Чтобы ее увидеть, необходимы инструменты с апертурой не менее 15 см. Необычную пару запечатлел в ноябре 2014 г. астрофотограф Джон Насср (John Nassr) из филиппинского города Багйо с помощью 40-сантиметрового телескопа N16 (f/4.5) с камерой QSI 683. Длительность экспозиции без фильтра составила 160 минут, дополнительно были сделаны три снимка с часовой выдержкой через красный, зеленый и голубой светофильтры.

**МЫ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ**



	Новолуние	00:10 UT	1 октября
	Первая четверть	04:33 UT	9 октября
	Полнолуние	04:23 UT	16 октября
	Последняя четверть	19:15 UT	22 октября
	Новолуние	17:38 UT	30 октября

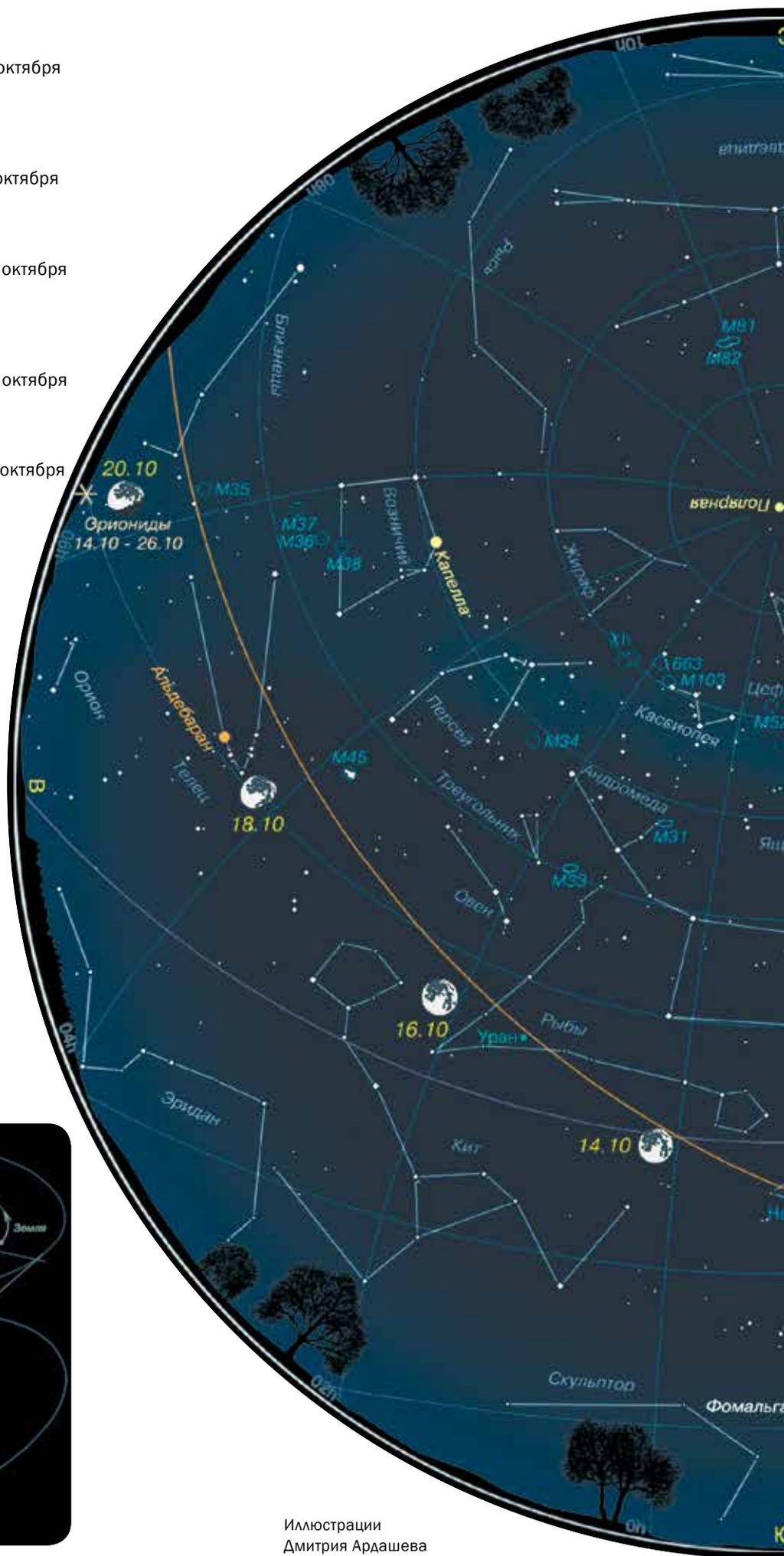
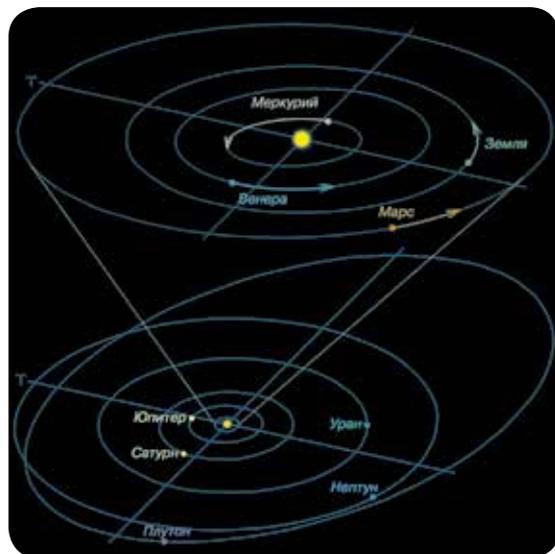
Вид неба на 50° северной широты:  
 1 октября — в 0 часов летнего времени;  
 15 октября — в 23 часа летнего времени;  
 30 октября — в 21 час местного времени

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

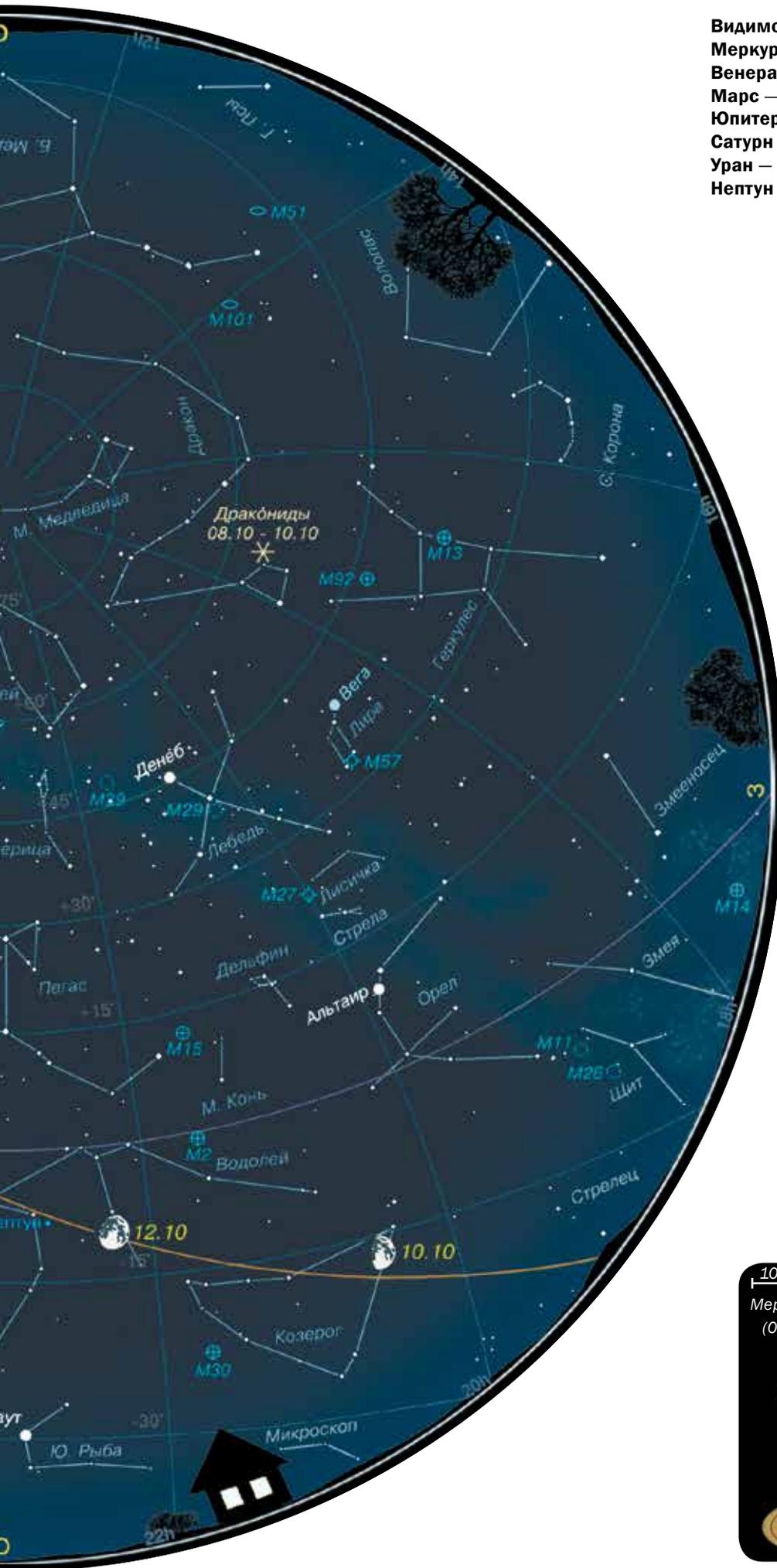
**Положения планет на орбитах  
 в октябре 2016 г.**



Иллюстрации  
 Дмитрия Ардашева

**Видимость планет:**

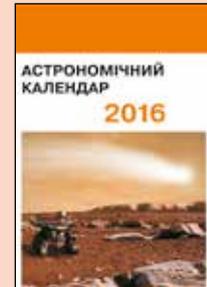
- Меркурий** — утренняя (условия неблагоприятные)
- Венера** — вечерняя (условия неблагоприятные)
- Марс** — вечерняя
- Юпитер** — утренняя (условия неблагоприятные)
- Сатурн** — вечерняя (условия неблагоприятные)
- Уран** — виден всю ночь
- Нептун** — вечерняя (условия благоприятные)



**РЕКОМЕНДУЕМ!**



**OK16.** Одесский астрономический календарь 2016



**ГАО16.** ГАО Астрономический календарь 2016 (на укр.языке)

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



## КАЛЕНДАРЬ АСТРОНОМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ (ОКТАБРЬ 2016 Г.)

- 1 0:10 Новолуние
- 2 6<sup>h</sup> Луна ( $\Phi=0,02$ ) в 5° севернее Спика ( $\alpha$  Девы, 1,0<sup>m</sup>)
- 3 20<sup>h</sup> Луна ( $\Phi=0,07$ ) в 4° севернее Венеры (-3,9<sup>m</sup>)  
Максимум блеска долгопериодической переменной звезды R Девы (6,4<sup>m</sup>)
- 4 11<sup>h</sup> Луна ( $\Phi=0,11$ ) в апогее (в 406100 км от центра Земли)
- 6 4<sup>h</sup> Луна ( $\Phi=0,23$ ) в 9° севернее Антареса ( $\alpha$  Скорпиона, 1,0<sup>m</sup>)
- 8<sup>h</sup> Луна ( $\Phi=0,24$ ) в 3° севернее Сатурна (0,5<sup>m</sup>)
- 8 12<sup>h</sup> Луна ( $\Phi=0,44$ ) в 6° севернее Марса (0,1<sup>m</sup>)
- 9 4:33 Луна в фазе первой четверти
- 8-10<sup>h</sup> Луна ( $\Phi=0,52$ ) закрывает звезду 43 Стрельца (4,9<sup>m</sup>) для наблюдателей Приамурья и Дальнего Востока  
Максимум активности метеорного потока Дракониды (10-20 метеоров в час; координаты радианта:  $\alpha=17^h20^m$ ,  $\delta=+56^\circ$ )
- 11 10<sup>h</sup> Меркурий (-1,1<sup>m</sup>) в 1° севернее Юпитера (-1,7<sup>m</sup>)
- 12 1:35 Астероид Метида (9 Metis, 11<sup>m</sup>) закрывает звезду HIP 45826 (7,4<sup>m</sup>). Зона видимости: центр Кабардино-Балкарии, север Ингушетии и Чечни, северная часть Дагестана, юго-запад Казахстана
- 13 18-20<sup>h</sup> Луна ( $\Phi=0,92$ ) закрывает звезду  $\phi$  Водолея (4,2<sup>m</sup>). Явление видно в Украине, Молдове, на Южном Кавказе, в южной половине европейской части РФ, на юге Западной и Центральной Сибири, на западе Казахстана и Центральной Азии  
Максимум блеска долгопериодической переменной R Гидры (4,0<sup>m</sup>)
- 15 11<sup>h</sup> Уран (5,7<sup>m</sup>) в противостоянии
- 16 4<sup>h</sup> Луна ( $\Phi=1,00$ ) в 3° южнее Урана (5,7<sup>m</sup>)  
4:23 Полнолуние
- 22-23<sup>h</sup> Луна ( $\Phi=0,99$ ) закрывает звезду  $\xi^1$  Кита (4,3<sup>m</sup>) для наблюдателей Армении, Азербайджана, юга Центральной Азии
- 17 0<sup>h</sup> Луна в перигее (в 357860 км от центра Земли)
- 9-11<sup>h</sup> Луна ( $\Phi=0,98$ ) закрывает звезду  $\mu$  Кита (4,3<sup>m</sup>). Явление видно на Дальнем Востоке
- 19 0-2<sup>h</sup> Луна ( $\Phi=0,88$ ) закрывает звезду  $\gamma$  Тельца (3,6<sup>m</sup>) для наблюдателей Беларуси, Молдовы, Украины, стран Балтии, европейской части РФ, Южного Кавказа, Западной Сибири и Западного Казахстана
- 3-4<sup>h</sup> Луна ( $\Phi=0,87$ ) закрывает звезду 71 Тельца (4,5<sup>m</sup>). Явление видно в странах Балтии, в северной Беларуси, на западе европейской части РФ
- 8<sup>h</sup> Луна ( $\Phi=0,86$ ) в 0,5° южнее Альдебарана ( $\alpha$  Тельца, 1,0<sup>m</sup>)
- 21 Карликовая планета Церера (1 Ceres, 7,4<sup>m</sup>) в противостоянии, в 1,900 а.е. (284 млн км) от Земли
- 22 19:15 Луна в фазе последней четверти  
Астероид Мельпомена (18 Melpomene, 8,0<sup>m</sup>) в противостоянии, в 0,830 а.е. (124 млн км) от Земли  
Максимум активности метеорного потока Ориониды (около 20 метеоров в час; координаты радианта:  $\alpha=6^h20^m$ ,  $\delta=+15^\circ$ )
- 23 20:50 Астероид Дхотел (2109 Dhotel, 15<sup>m</sup>) закрывает звезду ГПС 6363-444 (8,8<sup>m</sup>). Зона видимости: север Молдовы, центр Украины (юг Винницкой, Черкасская и Полтавская обл.), Белгородская, северо-запад Воронежской и юго-восток Тамбовской областей РФ
- 25 2<sup>h</sup> Луна ( $\Phi=0,27$ ) в 2° южнее Регула ( $\alpha$  Льва, 1,3<sup>m</sup>)
- 2-4<sup>h</sup> Луна ( $\Phi=0,26$ ) закрывает звезду 31 Льва (4,4<sup>m</sup>) для наблюдателей стран Балтии, запада Украины и Беларуси, северо-запада европейской части РФ
- 26 16<sup>h</sup> Венера (-4,0<sup>m</sup>) в 3° севернее Антареса
- 27 19<sup>h</sup> Меркурий в верхнем соединении, в 0,5° севернее Солнца
- 22-23<sup>h</sup> Луна ( $\Phi=0,07$ ) закрывает звезду  $\eta$  Девы (3,9<sup>m</sup>). Явление видно в Центральной Сибири и на востоке Казахстана
- 28 11<sup>h</sup> Луна ( $\Phi=0,05$ ) в 0,5° севернее Юпитера (-1,7<sup>m</sup>)
- 29 14<sup>h</sup> Луна ( $\Phi=0,01$ ) в 5° севернее Спика
- 22<sup>h</sup> Венера (-4,0<sup>m</sup>) в 3° южнее Сатурна (0,5<sup>m</sup>)
- 30 17:38 Новолуние
- 31 20<sup>h</sup> Луна ( $\Phi=0,01$ ) в апогее (в 406660 км от центра Земли)

Время всемирное (UT)

# НАБЛЮДЕНИЯ ЗВЕЗДНОГО НЕБА Каждую субботу

Место проведения: магазин «Третья Планета»  
Киев, ул. Нижний Вал 3-7, ст. метро «Контрактовая площадь».

Начало наблюдений в 20:00.

Вход по предварительной регистрации.

Дополнительная информация по тел.: (044) 295-00-22, (067) 215-00-22

Регистрация на сайте [www.3planeta.com.ua](http://www.3planeta.com.ua) в разделе «Мастер-классы».

Мероприятие может быть отменено или перенесено в связи с неблагоприятными погодными условиями

Стоимость участия – 50 грн.

Детям до 12 лет – бесплатно.



# 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.3planeta.com.ua](http://www.3planeta.com.ua)

# МАГАЗИН ОПТИКИ «ТРЕТЬЯ ПЛАНЕТА»



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

ФОРМИРУЕМ ДИЛЕРСКУЮ СЕТЬ  
**omegon**



▲ **ТЕЛЕСКОП OMEGON N 150/750 EQ-3**

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

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