

# Вселенная

## пространство \* время



*Планета,  
согретая Солнцем*

**Взрывы звезд  
и расширение  
Вселенной**

*Найден посадочный  
модуль Philae*

Полярное сияние — одно из наиболее впечатляющих проявлений солнечной активности, непосредственно влияющей на климат Земли, на многие процессы в ее недрах и на функционирование инфраструктуры нашей цивилизации.

**Новая  
астероидная  
миссия NASA**

**Подтверждена  
еще сотня новых  
экзопланет**

**Вторая звезда  
со сферой  
Дайсона?**



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



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»**

**5 октября  
18:30**



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

# ЧЕТЫРЕ ШАГА ВО ВСЕЛЕННУЮ

## ГОСТЬ КЛУБА КЛОД НИКОЛЬЕ

В беседе примет участие  
космонавт Украины  
Леонид Каденюк



**Клод НИКОЛЬЕ**

астронавт Европейского космического  
агентства, астроном, профессор Федеральной  
политехнической школы Лозанны, Швейцария

Открыта регистрация  
посетителей.  
Количество мест  
ограничено!

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

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

# СОДЕРЖАНИЕ

## Сентябрь 2016

стр.32

### ВСЕЛЕННАЯ

**Взрывы звезд и расширение**

**Вселенной**

**Адам Рисс**

4

### Новости

Hubble сфотографировал далекое скопление галактик

9

Классические спирали NGC 4394

10

Жемчужина галактического кластера

10

Вторая звезда со «сферой Дайсона»?

11

«Звездный водоворот» в соседней галактике

12

Подтверждено существование еще сотни экзопланет

14

Планета Проксима Центавра

15

### СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

**Солнце — источник жизни**

**и причина катастроф**

**Часть II. Свет, дающий жизнь**

**Наталья Щукина**

16

### Новости

Восстановлена связь со Stereo-B

23

Новая астероидная миссия NASA

24

«Акацуки» исследует Венеру

26

Найден посадочный модуль Philae

27

Миссия LRO продолжается

28

Каньоны на Титане

29

Juno прошел первый перигеум

29

### КОСМОНАВТИКА

#### Новости

Очередной Dragon совершил посадку

30

Плановая модернизация МКС

30

Приземлился последний «Союз ТМА-М»

30

Запущена китайская орбитальная станция

31

С космодрома Куру стартовала ракета Vega

31

Взрыв на стартовой позиции

31

Спутник столкнулся с метеоритом

32

Испытана новая модель SST

32

### ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

#### Телескоп

Megeon AC 90/1000 EQ-2

33

Небесные события ноября

34

#### Звездное небо

в Переяславе-Хмельницком

38



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

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

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



**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: Андрунов 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

Чуримов 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 — №9 сентября 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



**Адам Рисс (Adam Riess),** американский астрофизик, лауреат Нобелевской премии по физике, сотрудник Университета Джона Хопкинса и Научного института космического телескопа STScI.

Доклад прочитан 27 июня 2016 г. на фестивале STARMUS (Тенерифе, Испания)

Перевод: Валерия Ковеза

Рецензент: Владимир Сурдин

Редакторы: Сергей Гордиенко, Владимир Манько

# ВЗРЫВЫ ЗВЕЗД И РАСШИРЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ



David J. Eicher

**Адам Рисс (Adam Riess)** — американский астрофизик, лауреат Нобелевской премии по физике 2011 г. совместно с Солом Перлмуттером и Брайаном Шмидтом (Saul Perlmutter, Brian Schmidt) «за открытие ускоренного расширения Вселенной посредством наблюдения дальних сверхновых».

Родился 16 декабря 1969 г. в Вашингтоне. В 1988 г. закончил Региональную высшую школу Уотчунг Хиллс (штат Нью-Джерси), в 1992 г. — Массачусетский технологический институт. Степень доктора философии получил в 1996 г. в Гарвардском университете за работу, посвященную использованию всплеск сверхновых типа Ia для определения расстояний до далеких галактик. С 1999 г. является сотрудником Института космического телескопа (Space Telescope Science Institute), с 2006 г. — профессором Университета Джона Хопкинса (Johns Hopkins University). Адам Рисс возглавляет программу поисков сверхновых с большим красным смещением (Higher-Z SN Search program), реализуемую с помощью телескопа Hubble. Руководимая им научная группа смогла проследить динамику расширения Вселенной за последние 10 млрд лет и доказать, что примерно половину этого времени ее расширение происходит с ускорением, благодаря чему более далекие сверхновые выглядят более яркими, чем предполагалось. Это открытие послужило одним из решающих аргументов в пользу космологической модели с темной энергией. С 2009 г. Адам Рисс является членом американской Национальной Академии наук.

**Я** хочу рассказать вам о новой, совсем недавней работе, целью которой было измерение скорости расширения Вселенной. Но прежде понадобится небольшое вступление.

Когда мы смотрим на свет, испускаемый миллионами галактик, которые нас окружают, то мы можем заметить, что линии излучения в их спектрах немного сдвинуты в длинноволновую сторону. Это явление называется красным смещением. Нам известно, что к его возникновению приводит эффект Доплера. Так и должно быть у галактик,двигающихся прочь от нас. Но на самом деле в длинноволновую область оказываются смещенными спектральные линии у 99,9999% всех наблюдаемых галактик. Если бы причиной этого было просто движение в пространстве относительно нас, свет от части галактик — тех, которые движутся по направлению к нам — имел бы так называемое голубое смещение. Таким

образом, то, что мы наблюдаем — именно та картина, которую мы бы видели, если бы Вселенная расширялась. Кроме того, сдвиг линий окружающих галактик складывается в определенную модель: чем дальше от нас находится объект — тем значительнее красное смещение в его спектре, и, соответственно, тем быстрее он от нас удаляется. Этот эффект также возможен исключительно в случае расширяющейся Вселенной.<sup>1</sup>

В последние пару десятилетий мы добились значительного прогресса в измерении скорости расширения Вселенной. Мы наблюдаем за галактиками, измеряем расстояние до них, потом регистрируем их красное смещение и находим соответствие между этими величинами, устанавливая связь между возрастом Вселенной и скоростью ее расширения.

Изучая глубины космоса, мы проникаем взглядом

<sup>1</sup> ВПВ №5, 2009, стр. 4; №6, 2009, стр. 4; №8, 2011, стр. 26; №9, 2011, стр. 4

сквозь огромные расстояния — миллионы и даже миллиарды световых лет — и свет, путешествующий так долго, несет информацию о весьма отдаленных временах, о том, каковы были темпы расширения Вселенной на более ранних этапах ее эволюции.

Это действительно очень эффективная техника для изучения изменений темпа расширения Вселенной. Мы можем смотреть все дальше, наблюдать все более удаленные объекты, и, анализируя смещения спектральных линий, видеть, как выглядела кривая скорости на предыдущих этапах. В течение многих десятилетий большинство ученых были уверены, что скорость расширения Вселенной должна снижаться, поскольку взаимное гравитационное притяжение всей материи, как ожидалось, сдерживало бы расширение и стягивало все объекты друг к другу. Но когда в 1998 г. я и мои коллеги произвели фактические измерения яркости взрывов звезд, называемых сверхновыми, и использовали их для измерения расстояний, мы обнаружили нечто невероятно удивительное. Наши наблюдения говорили о совершенно обратном. Мы выяснили, что скорость расширения Вселенной раньше была ниже, а сейчас она увеличивается. Это открытие стало для всех огромным сюрпризом. Так почему же наш мир продолжает расширяться, причем все быстрее?

На самом деле мы не знаем. Ответственность за расширение космоса приписали загадочной силе, называемой темной энергией, которая, по подсчетам ученых, составляет около 70% энергии Вселенной.<sup>2</sup> И пока что мы не понимаем механизм работы, физику, природу темной энергии.

Что такое темная энергия — один из центральных, фундаментальных вопросов со-

временной теоретической физики и космологии. Конечно, у нас есть предположения, о которых я немного расскажу.

Первое объяснение — Вселенная расширяется из-за неизвестных пока фундаментальных свойств вакуума. Еще Эйнштейн предположил, что в нем может быть заключена некая фоновая энергия. А квантовая механика и вообще требует, чтобы энергия пустого пространства существовала. В эйнштейновской теории гравитации предполагается, что гравитационное поле такой энергии будет отталкивающим, расширяющим Вселенную с возрастающей скоростью. Проблема состоит в том, что теоретические расчеты дают результат, на много порядков превышающий фактически наблюдаемое значение. Таким образом, темная энергия — лишь идея, а не детально проработанная теория.

Вторым объяснением может быть неизвестное силовое поле, существующее в пространстве. Мы уже знаем некоторые подобные по-

ля: электрическое, магнитное, недавно открытое поле Хиггса. Поэтому нельзя исключать существование такого поля, которое действует как отталкивающая гравитация в первом варианте, и Вселенная, как минимум какое-то время, могла бы ускорять расширение. Первый вариант — постоянное значение, константа, второй — динамически меняющийся с течением времени показатель. Предполагается также существование на ранних этапах эволюции нашего мира неких суб-атомных частиц, двигавшихся с околосветовыми скоростями (наподобие нейтрино). Для них используется общее название «темное излучение».

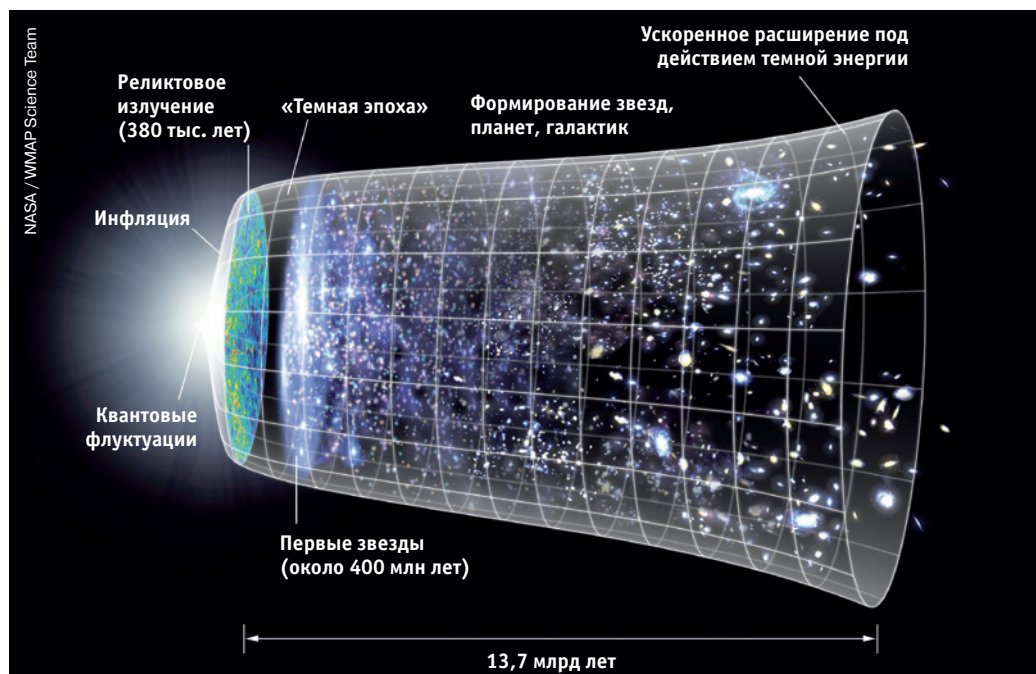
Однако есть еще и третий вариант: возможно, современная формулировка Общей теории относительности — лучшей теории гравитации, существующей на данный момент — все еще неполная и не учитывает каких-то моментов. И теперь, когда ее применили в новом качестве, то есть попытались объяснить с

ее помощью Вселенную как единую систему, в ней обнаружился некоторые изъяны. Но в результате мы получили очень интересное и интригующее исследование.

Как же нам выбрать верный из этих вариантов? Прежде всего, необходимо произвести множество измерений, как можно более точных измерений, которые помогли бы нам сделать выбор.

На технике измерений следует остановиться подробнее. Когда чуть раньше я рассказывал о том, как мы измеряли скорость расширения Вселенной, я упомянул, что мы определяли также расстояния до окружающих нас галактик. О чем я не сказал — так это о том, что это очень сложная задача. Измерение расстояний в космосе — невероятно тяжелая работа. Есть два надежных способа для этого: либо использовать яркость неких источников излучения, которые называются стандартными свечами (поскольку мы обладаем представлениями о том, какова их фактическая

▼ Графическое представление эволюции Вселенной от Большого Взрыва до настоящего времени (слева направо). В крайней левой части показана фаза гипотетической инфляции, когда пространство претерпело исключительно быстрое расширение. На протяжении следующих 5-6 млрд лет Вселенная расширялась с замедлением, поскольку «отталкивающее» действие темной энергии компенсировалось гравитацией. Потом из-за увеличения расстояний между основными скоплениями массы это действие стало преобладать, и расширение ускорилось. Реликтовое микроволновое излучение, исследованное космическими аппаратами WMAP и Planck, возникло через 375 тыс. лет после завершения инфляции и практически равномерно заполнило всю Вселенную. Оно несет в себе «отпечатки» ранних стадий ее эволюции.



<sup>2</sup> ВПВ №10, 2005, стр. 6; №10, 2010, стр. 4

светимость), либо по угловым размерам далеких объектов, линейные размеры которых известны. Удаленный объект с увеличением расстояния до него будет казаться тусклее и меньше. Но эта методика лишь на первый взгляд кажется простой.

Возможно, вы задаетесь вопросом (да и мы много над этим думаем): насколько же ярким должен быть свет в принципе? Что именно мы увидим с большого расстояния? Или насколько большими должны казаться объекты? Ведь они относятся к тем вещам, с которыми мы не сталкиваемся в повседневной жизни. Если взять, к примеру, фары автомобиля, то мы имеем примерное представление о том, какова их ожидаемая яркость. Таким образом,

нам все равно необходимо измерять расстояние до определенных объектов, исходя из первичных принципов геометрии с помощью техники, называемой параллаксом. Это наиболее общепринятый способ определения удаленности. Он также не требует никаких знаний о природе объектов, и каждый из нас пользуется им ежедневно. Нам повезло: у нас есть два глаза, удаленные друг от друга на расстояние около 6 см. Каждый из глаз смотрит со своей точки зрения, и для каждого из них объект выглядит по-разному сдвинутым относительно фона. Сравнивая эти сдвиги, наш мозг примерно определяет, насколько далеко расположен объект.

Тот же самый прием используется для измерений в космосе. Роль «двух глаз»

в этом случае играют два положения Земли на орбите, разделенные шестью месяцами времени. Таким путем мы можем заметить изменения видимого положения ближайших звезд относительно значительно более удаленных объектов.

Звезды находятся очень далеко, и угол отклонения, который наблюдается при измерениях параллакса, невероятно мал. Чем ближе звезда — тем больше параллакс. У Проксимы Центавра (ближайшей к нам звезды) он наибольший и равен 0,77 угловой секунды.

Телескоп с высочайшим разрешением — космическая обсерватория Hubble<sup>3</sup> — позволяет заметить наименьшее возможное отклонение. С его помощью регистрируется, в частности, движение Проксимы Центавра в течение нескольких лет наблюдений. Все звезды движутся в пространстве друг относительно друга в своем обращении вокруг центра Галактики, и мы видим две составляющие их движения: собственное поступатель-

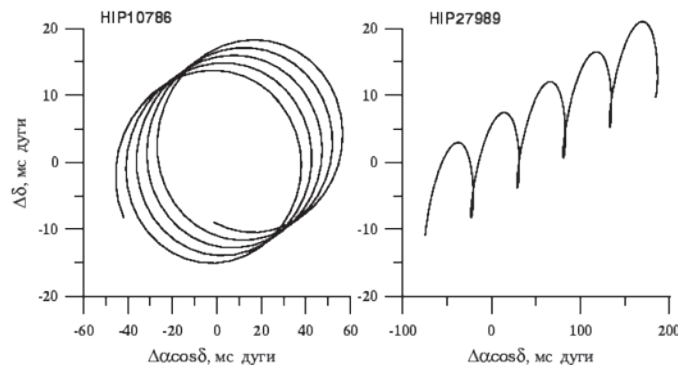
ное движение относительно Солнца и колебательное — параллакс, видимое смещение звезды, связанное с годичным обращением Земли. Путем простых геометрических построений можно рассчитать, что амплитуда колебательного движения объекта на фоне более далеких годичным неподвижных звезд фона будет равна одной угловой секунде (1/3600-й части градуса), если объект находится от нас на расстоянии 30 трлн 857 млрд км. Эту величину назвали парсеком (параллакс-секунда). В парсеках астрономы исчисляют космические расстояния.

Проблемы возникают, когда мы пытаемся измерить более значительные расстояния. Размер нашей Галактики — 30 тысяч парсеков (30 кпк). Чем дальше расположена звезда, тем сложнее заметить ее смещение относительно еще более далеких, «неподвижных» звезд. Нам необходимы методы определения расстояний до объектов, чей видимый параллакс составляет тысячные доли угловой секунды. На самом деле желательно научиться про-

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



▲ Благодаря использованию техники, получившей название пространственного сканирования, ученые теперь имеют возможность с помощью космического телескопа Hubble измерять параллаксы (и соответственно расстояния до звезд) с десятикратно большей точностью.



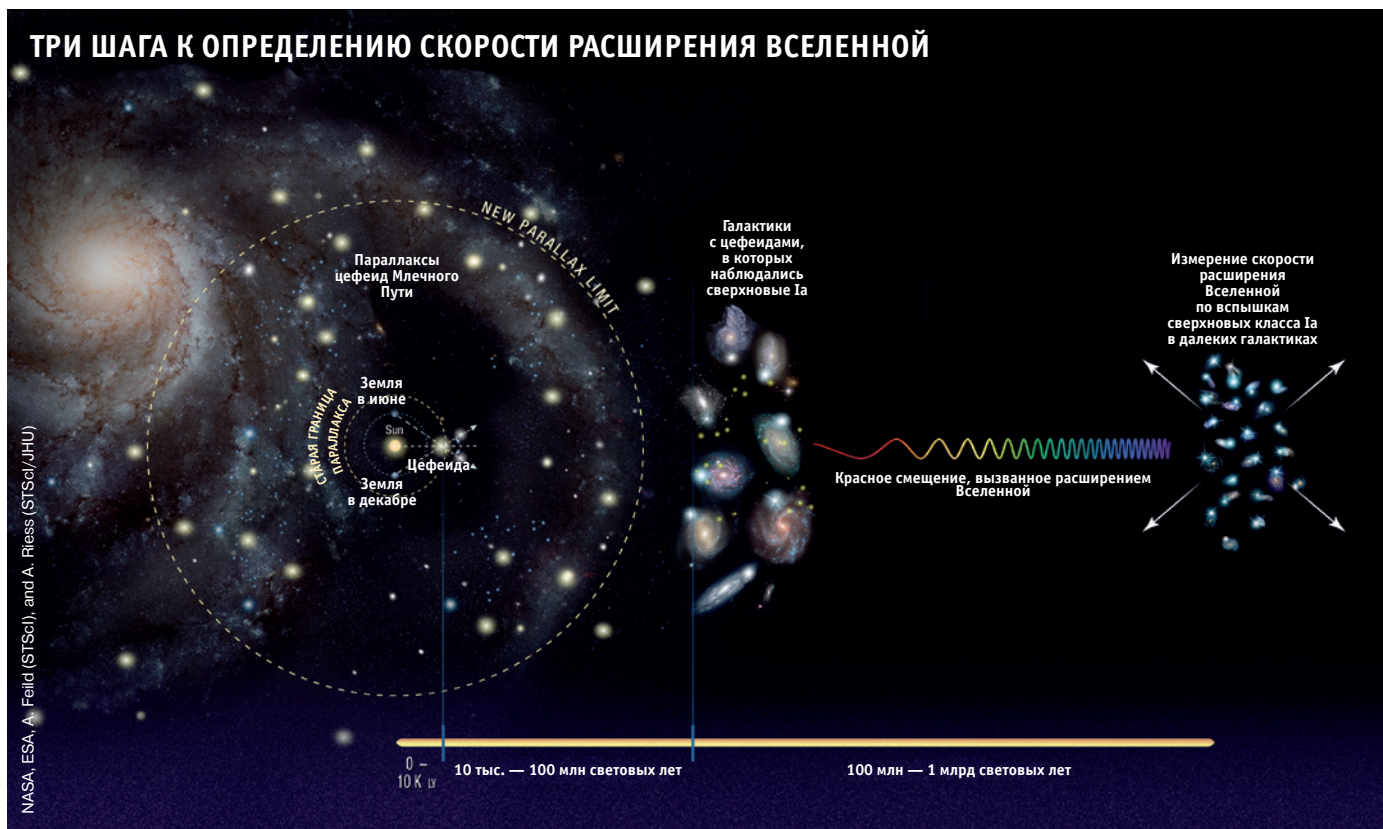
▲ Видимое движение звезд HIP10786 и HIP27989 (Бетельгейзе) для условного наблюдателя, находящегося в центре Земли. Различия в форме траекторий связаны с различным положением звезд по отношению к плоскости земной орбиты, величиной их собственного движения и тригонометрическим параллаксом.

## КОСМИЧЕСКИЕ РАССТОЯНИЯ

	Расстояние в парсеках*	Световых лет
Астрономическая единица (а.е.)	0,00004848	0,000015812
Расстояние до самого далекого рукотворного объекта (космического аппарата Voyager 1)	0,00063	0,00205
Световой год	0,3066	1
Диаметр облака Оорта (границы Солнечной системы)	0,62	2
Ближайшая звезда Проксима Центавра	1,3	4,24
Ближайшее шаровое скопление М4	2 200	7 200
Центр нашей Галактики	8 000	26 000
Диаметр нашей Галактики	30 000	100 000
Туманность Андромеды	770 000	2 500 000
Центр ближайшего крупного скопления галактик в созвездии Девы	18 000 000	59 000 000
Самый яркий и один из ближайших квазаров 3C 273	734 000 000	2 400 000 000
Расстояние до границ наблюдаемой Вселенной	4 200 000 000	13 700 000 000

\* 1 парсек (1 пк) равен 30 трлн 857 млрд км, или 206 265 астрономическим единицам, или 3,2616 световым годам.

# ТРИ ШАГА К ОПРЕДЕЛЕНИЮ СКОРОСТИ РАСШИРЕНИЯ ВСЕЛЕННОЙ



▲ На этой иллюстрации показаны три «ступени», благодаря которым астрономы определяют расстояния до все более далеких объектов. Первую «ступень» удалось преодолеть в 30-е годы XIX века, когда были измерены первые звездные параллаксы (ВПВ №10, 2015, стр. 6). Далее техника их измерений постепенно совершенствовалась, и появилась возможность вычислить удаленность — а значит, и абсолютную яркость (приведенную к «стандартному» расстоянию в 10 пк) — переменных звезд класса цефеид, период пульсации которых находится в строгой зависимости от их светимости. Уточнением этой зависимости как раз и занимались сотрудники научной группы телескопа Hubble. Следующий шаг — по видимой и абсолютной яркости цефеид (всего их пронаблюдали более 2400, причем для большинства удалось построить практически полные кривые блеска) были уточнены расстояния до далеких галактик, в которых наблюдались вспышки сверхновых класса Ia общим числом 19. Такие вспышки происходят, когда в результате падения вещества звезды-спутника на центральный сверхплотный объект — белый карлик — масса последнего достигает т.н. предела Чандрасекара, равного 1,4 солнечной массы и одинакового для всех подобных событий. Принадлежность вспышек к этой категории определяется по форме кривой блеска и спектральным особенностям. Полученные данные «распространили» на три сотни других известных сверхновых того же класса, с большой точностью измерив расстояние до их «родительских» галактик. И последний этап — сравнение вычисленных расстояний с величиной красного смещения характерных линий излучения в спектрах этих объектов дает нам представление о скорости расширения Вселенной в различные эпохи.

водить измерения смещений еще более удаленных объектов, то есть найти способ с еще большей точностью наблюдать этот эффект.

Несколько лет назад мы с моими коллегами рассматривали возможности усовершенствования измерений параллакса, чтобы определять расстояние до звезд, расположенных в килопарсеках от нас по всей галактике Млечный Путь. Задача состоит в том, чтобы взять снимок с космического телескопа Hubble, где запечатлены два пятна света двух различных звезд, и наблюдать, как изменяется расстояние между ними в течение года. Однако, несмотря на то, что мы имеем возможность получать весьма точную информацию, имелись сомнения, что это удастся сделать: наилучший

результат для определения местоположения звезды — измерение ее позиции с точностью до 1% размера пикселя матрицы камеры. Одна сотая пикселя — точность, доступная нам благодаря камере телескопа Hubble с наибольшей разрешающей способностью — соответствует параллаксу в половину тысячной доли угловой секунды. Кажется, это безумно малая величина, однако такой параллакс соответствует удаленности объектов всего на один-два килопарсека.

Мы задались целью найти метод измерять большие расстояния.

Несколько лет назад мы придумали новый способ использования для этих целей космического телескопа Hubble. Во время экспозиции мы немного поворачивали его

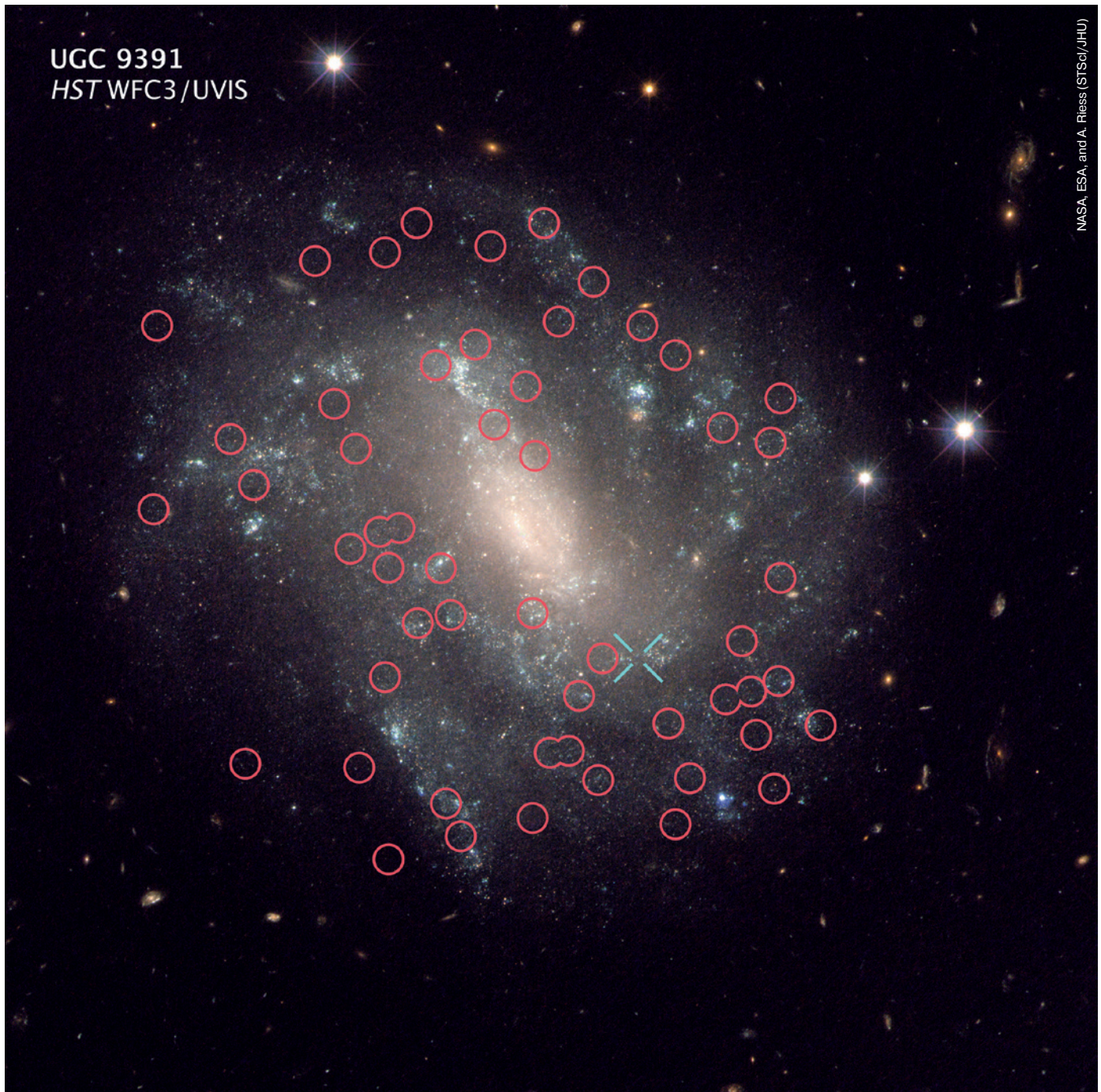
вокруг оси, перпендикулярной к лучу зрения, при этом изображение звезд получались не в виде точек, а в виде линий. Измерить расстояние между линиями можно со значительно большей точностью.

Всего несколько лет назад нам выделили немного наблюдательного времени на обсерватории Hubble. Мы начали с определения удаленности очень яркой звезды. Было произведено сканирование, и мы получили ряд вертикальных линий, расстояние между которыми необходимо измерить. Сразу стал заметным некий фоновый шум, изначально заставивший нас побеспокоиться — ведь он мог помешать произвести точные измерения. Потом стало очевидно, что шум абсолютно одинаков на каждом изображении. Тогда мы поняли, что он

возникает вследствие микроскопической вибрации самого телескопа. Но это не страшно, ведь она одинаково отображается на всех треках звезд, а мы лишь пытались измерить расстояния между соответствующими точками на треках, так что помехи компенсируют сами себя, и их влияние может быть исключено. Разница в положении двух линий определяется через каждый последующий месяц — и это все, что необходимо измерить. Таким образом, точность измерений составила 25 угловых миллисекунд, то есть одну сорокатысячную долю угловой секунды. Этот показатель в 10-15 раз лучше, чем при использовании других методов.

Итак, последние три с половиной года мы занимались изучением положений звезд с использованием этой новой

▼ На одном из снимков космического телескопа Hubble, использованных для уточнения скорости расширения Вселенной, видна далекая галактика UGC 9391, содержащая два важных типа звезд — полсотни переменных класса цефеид (обведены красными кольцами) и сверхновую типа Ia, вспыхнувшую в 2003 г. (она получила обозначение 2003du; указана голубым крестом). По видимой яркости и периодам пульсаций цефеид было установлено, что расстояние до UGC 9391 равно 130 млн световых лет. Благодаря этому удалось уточнить абсолютную светимость сверхновой в максимуме блеска. Поскольку этот параметр практически одинаков у всех сверхновых данного типа, появилась возможность с большей точностью определять расстояние до всех остальных галактик, в которых наблюдались подобные вспышки.



методики со значительно большей точностью, чем ранее.

Зачем же мы пытаемся как можно точнее определить расстояния до звезд? Если мы хотим установить темп расширения Вселенной, для этого нам необходимо измерять расстояния до космических объектов, находящихся очень далеко от нас. Кроме расстояния, нам понадобятся другие данные об этих объектах —

светимость, видимая яркость и красное смещение.

Измерения проходят в три этапа. Мы начинаем с нашего большого дома, Млечного Пути, стараясь расширить наши возможности до такой степени, чтобы научиться как можно точнее определять расстояния до всех его объектов.

Наибольший интерес представляют пульсирующие звезды, называемые цефеида-

ми — те самые, которые использовал в свое время астроном Эдвин Хаббл. Они имеют строгую зависимость светимости от периода пульсаций. До близких цефеид в нашей Галактике мы с большой точностью определяем расстояние методом паралакса. Для более далеких объектов этого класса паралакс измерить уже невозможно, и мы определяем расстояние до них по видимой

яркости — звезда, расположенная от нас дальше, будет иметь меньший видимый блеск, чем звезда с такой же светимостью, но находящаяся ближе к нам.

После этого мы переходим к среднеудаленным галактикам. Теперь уже расстояния измеряются не кило-, а мегапарсеками. Мы выбираем те из них, в которых недавно происходили вспышки сверхновых, и работаем с цефеидами, распо-



## Hubble сфотографировал далекое скопление галактик



На этом снимке космического телескопа Hubble,<sup>1</sup> сделанном в рамках программы «Приграничные поля» (Frontier Fields), запечатлено массивное скопление галактик Abell S1063 в южном созвездии Журавля. Из-за конечности скорости света мы видим его таким, каким оно было почти 4 млрд лет назад.

Кластер тяжелее Солнца примерно в сто триллионов ( $10^{14}$ ) раз и включает в себя 51 подтвержденную галактику (и еще более 400 возможных!). Благодаря высокому разрешению на снимке заметен эффект искривления пространства под действием гравитации скопления, которое, как огромное увеличительное стекло, концентрирует свет от объектов, лежащих позади него — астрономы называют такое явление «гравитационным линзированием».<sup>2</sup> Это позволяет рассмотреть далекие звездные системы, чей свет был бы слишком слабым для непосредственных наблюдений. Среди них ученые надеются найти представителей самого первого поколения галактик во Вселенной.

Предварительные результаты анализа снимков Abell S1063 обещают новые открытия. Например, на них была обнаружена молодая галактика, свет от которой шел к нам около 12,7 млрд лет. Удалось также выявить 16 фоновых объектов, «расщепленных» гравитационным линзированием на несколько изображений. Компьютерное моделирование на основании их формы и взаимного положения поможет улучшить наше представление о распределении обыкновенной (барионной) и темной материи в галактическом скоплении, так как именно их гравитация вызывает видимые искажения. Подобные модели также важны для понимания природы таинственной темной материи, составляющей большую часть массы Вселенной.<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup> ВПВ №7, 2006, стр. 18

<sup>3</sup> ВПВ №10, 2005, стр. 6; №11, 2006, стр. 4; №10, 2010, стр. 4

ложенными в этих галактиках. Таким образом, данные об удаленности, полученные с помощью цефеид, используются для расчета светимости сверхновых в максимуме блеска.

Третьим шагом является измерение расстояний, где счет идет на гигапарсеки: мы измеряем удаленность вспышек сверхновых по всей расширяющейся Вселенной и можем согласовать его с данными о красном смещении. Мы сумели проделать это для 19 случаев взрывов сверхновых в 19 различных галактиках. А потом полученные данные используются для построения кривой изменения скорости расширения Вселенной.

Величина постоянной Хаббла, которую мы получили совсем недавно, всего около месяца назад —  $73,2 \pm 1,7$  км/с на мегапарсек. Что это означает в переводе на человеческий язык? Это значит, что еще примерно через 9,8 млрд лет Вселенная увеличит свой размер вдвое, как это уже не раз происходило.

Что действительно делает это измерение примечательным, так это то, что полученные нами данные существенно изменили наш взгляд на Вселенную... В последние 15-20 лет мы намного улучшили наше понимание космоса. Мы знаем, что он примерно на 0,05% состоит из планет, около 0,5% составляют звезды, еще 4% — газ. В общем, на видимую материю приходится всего около 4,5%. Действительно загадочным явлением считается темная материя, составляющая около 25% Вселенной, и недавно обнаруженная темная энергия, «удельный вес» которой — около 70%. И хотя мы не так уж много знаем об этих составляющих, у нас есть догадки на этот счет: в частности, темная материя может состоять из холодных частиц, не сталкивающихся с «обычными».

Есть основания считать, что геометрия Вселенной абсолютно плоская. Кроме того, мы можем наблюдать флуктуации в остаточном излучении Большого Взрыва — так называемом

реликтовом микроволновом излучении.<sup>4</sup> На основании этой информации можно определить, насколько быстро Вселенная расширялась ранее, всего через несколько сотен тысяч лет после своего рождения. А зная скорость ее расширения в ту эпоху (она нам известна с точностью до 0,4%), мы можем использовать стандартную космологическую модель для предсказания, с какой скоростью она могла бы расширяться на данный момент с погрешностью всего около одного процента.

Итак, мы имеем возможность относительно точно измерять постоянную Хаббла и сравнивать полученные данные с предсказаниями. И оказалось, что наши последние, самые лучшие расчеты текущей скорости расширения Вселенной на 8-9% больше ожидаемого показателя, основанного на том, что мы знаем о ее состоянии вскоре после Большого Взрыва. Очень похоже, что Вселенная расширяется быстрее, чем следовало бы согласно имеющимся у нас представлениям о физике и об окружающем мире.

Так в чем же дело? По правде говоря, мы не знаем. Существует несколько возможных причин. Самые интересные предположения включают в себя новые составляющие космологической модели: темную материю, темную энергию и даже темное излучение. Очевидно, работа еще не завершена, и мы пытаемся найти объяснение. У нас есть определенные наработки, но они, конечно же, могут оказаться ошибочными. Поэтому год за годом мы усердно трудимся, стараясь сделать наши измерения еще более точными, так что следите за новостями. В ближайшие годы мы собираемся снизить погрешность до 1,8%. Через пять лет мы планируем добиться погрешности всего в 1%, как в случае с предсказанным темпом расширения. И это действительно станет венцом нашего понимания космоса.

<sup>4</sup> ВПВ №4, 2010, стр. 4;

№5, 2010, стр. 4; №5, 2013, стр. 12

# Классические спирали NGC 4394

Галактика с центральной перемычкой-баром NGC 4394 (другие обозначения — LEDA 40614, UGC 7523) была открыта в 1784 г. британским астрономом немецкого происхождения Уильямом Гершелем (William Herschel). Она расположена в направлении созвездия Волос Вероники на расстоянии около 54 млн световых лет. Считается, что эта система принадлежит к огромному галактическому сверхскоплению Девы, в состав которого входит от 1300 до 2000 галактик различных типов и размеров.<sup>1</sup>



NGC 4394 можно назвать «образцовой» спиральной галактикой с перемычкой, пересекающей бадж — центральное сгущение (возможно, к такому же типу относится и наш Млечный Путь<sup>2</sup>). Из концов перемычки выходят яркие спиральные рукава, усыпанные молодыми голубыми звездами, темными волокнами космической пыли, а также размытыми газовыми облаками — областями активного звездообразования, имеющими на данном снимке белый цвет. Фотографирование производилось Усовершенствованной обзорной камерой ACS космического телескопа Hubble в спектральных линиях 475 нм (видимый диапазон) и 814 нм (ближний инфракрасный диапазон); полученные изображения были совмещены со снимками, сделанными ранее Камерой широкого поля WFC2 в линиях 450 нм и 814 нм.

Центральная область NGC 4394 является хорошим примером активных галактических ядер, известных как «лайнеры» (LINER — Low-Ionization Nuclear Emission-line Regions). К ним относятся объекты, спектры которых демонстрируют характерный набор эмиссионных линий, в частности, слабо ионизированных атомов кислорода (OII), азота (NII) и серы (SII). Этот класс галактик был впервые выделен в начале 80-ых годов прошлого века астрономом Тимоти Экманом (Timothy Heckman). Несмотря на то, что они достаточно широко распространены, до сих пор не совсем понятно, какие именно процессы приводят к наблюдаемой ионизации газов и откуда для этого берется энергия. Наиболее популярным считается предположение о влиянии сверхмассивных черных дыр, присутствующих в их центрах; в качестве другой возможной причины называется высокая интенсивность звездообразования. В случае с NGC 4394 допускается, что гравитационное взаимодействие с ближайшим «соседом по скоплению» привело к сдвигу большой массы межзвездного газа в направлении галактического ядра, обеспечив, таким образом, источник вещества для «подпитки» центральной черной дыры или для формирования новых звезд.

<sup>1</sup> ВПВ №2, 2004, стр. 36; №2, 2009, стр. 4

<sup>2</sup> ВПВ №6, 2012, стр. 22

## Жемчужина галактического кластера

Это изображение яркой линзовидной галактики PGC 83677 было получено в начале сентября 2016 г. космическим телескопом Hubble в рамках обзора «Сокровища скопления Комы» (Treasury Survey of Coma Cluster) — детального исследования одного из ближайших богатых галактических скоплений Abell 1656, видимого в направлении созвездий Девы и Волос Вероники (Coma Berenices).<sup>1</sup>

Линзовидные (лентикулярные) галактики представляют собой промежуточный тип между самыми распространенными эллиптическими и спиральными конфигурациями звездных систем в знаменитой классификации Хаббла. PGC 83677, в других каталогах имеющая обозначения 2MASX J12571076+2724177 и SDSS



J125710.75+272417.6, расположена на расстоянии примерно 300 млн световых лет. Она также является сейфертовской галактикой первого типа: в ее ядре присутствует источник высокоэнергетического рентгеновского и ультрафиолетового излучения.<sup>2</sup> Астрономы

предполагают, что там находится сверхмассивная черная дыра, превышающая по массе Солнце в десятки миллионов раз.

На снимке хорошо видны как сравнительно спокойные разреженные окраинные области звездной системы, так и ее чрезвычайно яркое ядро. При внимательном взгляде на это изображение можно найти почти все известные морфологические типы галактик — от неправильных до спиральных с хорошо развитыми рукавами (ближайшая галактика слева от PGC 83677). Фотографирование производилось Усовершенствованной обзорной камерой ACS через два светофильтра, центрированных на длину волны 814 нм (ближний инфракрасный диапазон) и 475 нм (видимый диапазон).

<sup>2</sup> ВПВ №6, 2010, стр. 4

<sup>1</sup> ВПВ №1, 2011, стр. 8

# Вторая звезда со «сферой Дайсона»?

В новом исследовании, проведенном группой астрономов под руководством Симона Скаринджи из немецкого Института внеземной физики им. Макса Планка (Simone Scaringi, Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik, Garching bei München), особое внимание уделено недавним «затемнениям» объекта, получившего обозначение EPIC 204278916. Ученые попытались объяснить природу сильных непериодических ослаблений его видимой яркости, которые могут указывать на присутствие в его окрестностях искусственных астроинженерных сооружений.

EPIC 204278916 представляет собой молодую звезду спектрального класса M1, имеющую возраст около 5 млн лет — это значит, что в ее ядре еще не «разгорелись» термоядерные реакции синтеза гелия из водорода. Ее диаметр примерно равен солнечному, а масса почти наполовину меньше. Эта звезда входит в так называемую OB-ассоциацию Скорпиона-Центавра, расположенную на расстоянии около 400 световых лет. Данный объект был обнаружен в ходе расширенной миссии K2 космического телескопа Kepler<sup>1</sup> во время наблюдательной сессии между 23 августа и 13 ноября 2014 г. Последующие наблюдения, выполненные Атакамским Боль-

шим миллиметровым/субмиллиметровым массивом ALMA в Чили,<sup>2</sup> показали, что EPIC 204278916 вдобавок окружена четко видимым газово-пылевым диском, наклоненным к лучу зрения.

Согласно фотометрическим данным, блеск EPIC 204278916 в течение 25 последовательных дней испытывал нерегулярные падения, причем поток излучения в видимом диапазоне иногда уменьшался на 65%. В остальное время на кривой блеска регистрировались достаточно четкие периодические изменения, возможно, связанные с вращением звезды.

Ученые выдвинули несколько гипотез для объяснения такого поведения странного объекта. Например, нерегулярное «потемнение» звезды может быть вызвано неоднородностями окружающего ее протопланетного диска (в первую очередь различной его толщиной в разных местах). Однако, чтобы вызвать 65-процентное затмение, «неровности» должны иметь весьма значительный размер, сравнимый с диаметром самой звезды.

Второе возможное объяснение — транзит облака кометоподобных объектов, движущихся по вытянутым орбитам. Исследователи подчеркнули, что если за обнаруженные «провалы» в кри-

вой блеска ответственны кометные тела, то наблюдавшиеся события, скорее всего, произошли при прохождении крупного скопления этих тел через перичентр (ближайшую к звезде точку орбиты). Это объяснение уже пытались применить к знаменитой «звезде Тэбби» KIC 8462852,<sup>3</sup> яркость которой также непредсказуемо и непериодически падает почти на четверть. В ее случае «облако» должно было бы состоять примерно из 650 тыс. комет с размерами ядер порядка 200 км, а это практически невероятно с точки зрения существующих представлений о планетообразовании. Впрочем, для EPIC 204278916, согласно оценкам астрономов, речь может идти не о кометах, а о планетезималах поперечником около километра. Таким образом, не исключено, что на примере этой звезды мы впервые наблюдаем приливное разрушение протопланет при близком прохождении около центрального тела.

Но существует еще одна гипотеза, предполагающая, что затемнения были вызваны конструкционными элементами гигантской «сферы Дайсона» — сооружения из огромных солнечных батарей, полностью окружающих звезду. Возможность существования таких сооружений, возводимых в космических масштабах высокоразвитыми цивилизациями, предсказал еще в 1960 г. американский физик-теоретик Фримэн Дайсон (Freeman Dyson). С их помощью представители этих цивилизаций улавливают значительную часть излучения звезды, чтобы потом преобразовывать его и использовать в своих целях.

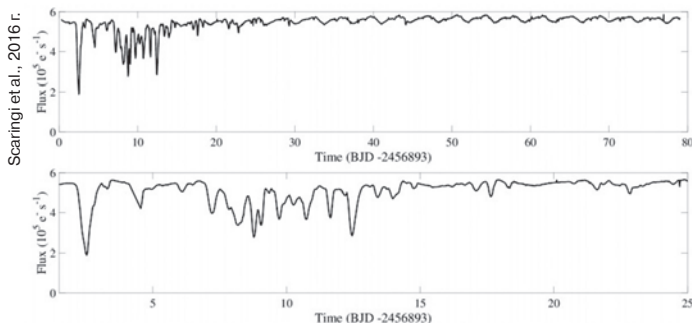
Сложность такого объяснения, кроме его явной «искусственности», которой серьезные ученые стараются избегать, заключается в том, что EPIC 204278916 — очень мо-

▼ Так в представлении художника может выглядеть кометное облако, способное вызвать значительное затемнение «родительской» звезды.



лодая звезда, поэтому нельзя даже говорить о том, что у нее имеется полноценная планетная система (пока мы видим только ее «зародыш» — протопланетный диск), и уж тем более невозможно предположить наличие на ее формирующихся планетах разумной жизни. Тем не менее, и здесь энтузиасты поисков «братьев по разуму» нашли выход: представители иной цивилизации якобы прибыли сюда из системы другой, уже погасшей звезды, и сразу взялись за «обустройство» нового светила согласно своим вкусам и потребностям.

Так или иначе, астрономы сошлись на том, что «звезда Тэбби» больше не является уникалом и теперь имеет вполне достойного конкурента по загадочности. Все попытки объяснения его «странностей» пока упираются в недостаточный объем наличной информации, поэтому, безусловно, для его исследования необходимы дальнейшие наблюдения, причем не только фотометрические, но и спектральные. Телескоп Kepler будет снова нацелен на звезду ассоциации Скорпиона-Центавра в середине 2017 г., а крупные наземные обсерватории начнут изучать EPIC 204278916 уже в ближайшее время, как только она поднимется достаточно высоко над горизонтом (в октябре-ноябре неподалеку от звезды на небе находится Солнце).



▲ Кривая блеска EPIC 204278916. Звезда наблюдалась на протяжении 78,8 дней с шагом в 29,4 минут. На координатных осях отложены величина потока регистрируемого излучения (по вертикали) и время в разностях барицентрических юлианских дат. Верхняя панель показывает полную кривую блеска, нижняя панель — увеличенный фрагмент первых 25 дней наблюдений.

<sup>1</sup> ВПВ №3, 2009, стр. 13;

№2-3, 2013, стр. 12; №3, 2016, стр. 12

<sup>2</sup> ВПВ №10, 2012, стр. 18

<sup>3</sup> ВПВ №5, 2016, стр. 4

## «Звездный водоворот» в соседней галактике

**К**осмический телескоп Hubble (NASA/ESA) продолжает исследование Большого Магелланова Облака (БМО) — ближайшей достаточно крупной галактики, предположительно являющейся спутником Млечного Пути.<sup>1</sup> Она расположена на расстоянии около 160 тыс. световых лет и характе-

ризуется сравнительно большим количеством межзвездного газа, из которого активно формируются новые поколения звезд. Одна из таких областей звездообразования — туманность N159, получившая неофициальное название «Папильон» или «Бабочка» (Papillon Nebula) — была сфотографирована в августе 2016 г. Усовершенствованной обзорной камерой ACS орбитальной

обсерватории. Съемка велась в видимом свете через фильтр, центрированный на длину волны 555 нм (показана условным голубым цветом) и в ближнем инфракрасном диапазоне (814 нм, условный зеленый и красный цвета).

На бело-голубом фоне туманности, состоящей в основном из ионизированного водорода, хорошо заметны темные и красноватые «прожилки» космической

<sup>1</sup> ВПВ №6, 2007, стр. 9



ESA/Hubble &amp; NASA

пыли. В самой туманности содержится много молодых горячих звезд. Эти звезды испускают интенсивное ультрафиолетовое излучение, которое заставляет окружающий их газообразный водород светиться,<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Основной механизм возникновения излучения в данном случае связан с ионизацией и последующей рекомбинацией (отрывом электронов от протонов под действием высокоэнергетических ультрафиолетовых квантов и обратным объединением их в атом водорода с испусканием квантов видимого света)

а также мощные звездные ветры, «вырезающие» удивительные фигуры в виде дуг и нитей в межзвездной материи. Размеры N159 могут достигать 150 световых лет. Недалеко от нее расположена знаменитая туманность «Тарантул» — одна из крупнейших областей активного звездообразования в Местной группе галактик.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> ВПВ №9, 2010, стр. 14

Все подобные области представляют большой интерес для астрономов, поскольку условия в них, как считается, напоминают ранние этапы эволюции Вселенной. К сожалению жителей северных широт, наблюдения Большого и Малого Магеллановых Облаков возможны только в Южном полушарии нашей планеты либо с помощью космических телескопов.

# Подтверждено существование еще сотни экзопланет

**М**еждународная команда астрономов подтвердила существование целой «коллекции» экзопланет, ранее числившихся в категории «кандидатов». В основном их первые наблюдения были выполнены космическим телескопом Kepler в рамках дополнительной миссии K2,<sup>1</sup> после чего их «окончательная» регистрация производилась с помощью наземных телескопов — таких, как 9-метровые рефлекторы Keck I и Keck II обсерватории Мауна Кеа (Гавайские острова),<sup>2</sup> Gemini North и Gemini South на Гавайях и в Чили,<sup>3</sup> телескоп Автоматической системы поиска планет APF Калифорнийского университета и Большой бинокулярный телескоп LBT Университета штата Аризона. Среди новых 104 планетоподобных объектов имеется также первая система, состоящая из четырех планет, потенциально похожих на Землю.

В ходе своей первоначальной миссии Kepler вел постоянный мониторинг определенного участка неба на границе северных созвездий Лиры и Лебедя, с большой точностью измеряя блеск попавших в поле зрения звезд — для того, чтобы зарегистрировать незначительные изменения их яркости, вызванные прохождением между ними и наблюдателем возможных экзопланет. Ориентация космической обсерватории в пространстве поддерживалась шестью гироскопами. Когда четыре из них вышли из строя, миссию пришлось прервать; встал даже вопрос о выводе телескопа из эксплуатации. Однако инженеры NASA предложили использовать в качестве дополнительного «стабилизатора» давление солнечного света и разработали новую наблюдательную программу, охватывающую ряд участков неба вблизи эклиптики. Программа, получившая обозначение K2, оказалась исключительно результативной. Она позволила пронаблюдать ряд независимых звездных полей, одновременно расширив возможности для перепроверки результатов наземными обсерваториями. Все ее новые цели были предложены научным сообществом. Теперь Kepler изучает преимущественно красные карлики — звезды с температурами и светимостями существенно ниже солнечных. К этому типу, по некоторым данным, относится до 70% «звездного населения» Млечного Пути.

Одно из наиболее интересных открытий в данном исследовании — система из четырех планет, по-видимому, имеющих

твердую поверхность и по размерам превышающих Землю на 20-50%. Они обращаются вокруг звезды EPIC 206209135, которая тусклее нашего Солнца и более чем вдвое меньше него. Их орбитальные периоды лежат в интервале от пяти с половиной до 24 суток. Две из этих планет получают от своего светила поток энергии, сравнимый с уровнем солнечного освещения на Земле.

Несмотря на то, что радиусы орбит всех четырех экзопланет меньше среднего расстояния между Меркурием и Солнцем, нельзя исключать возможность того, что на какой-то из них могли возникнуть живые организмы. Поскольку небольшие звезды, подобные EPIC 206209135, весьма распространены во Вселенной, а время их активного существования измеряется десятками миллиардов лет, вероятно, что жизнь чаще встречается именно в окрестностях таких сравнительно холодных красных карликов, чем в планетных системах звезд, похожих на наше Солнце.

Для подтверждения реальности кандидатов в экзопланеты, выявленных в ходе миссии K2, ученые сделали серию снимков их «родительских» звезд в ближнем инфракрасном диапазоне с высоким разрешением (с использованием адаптивной оптики) с помощью камеры NIRC2, установленной на телескопах Keck. Дополнительно производились наблюдения на 8-метровых рефлекторах Gemini и Большом бинокулярном телескопе; также были получены 83 высококачественных спектра в оптическом диапазоне с использованием спектрометра высокого разрешения HIRES (телескоп Keck I) и 27 спектров — с помощью спектрографа Леви 2,4-метрового телескопа APF. Полученные данные позволили узнать физические свойства исследуемых звезд (их массу, температуру и радиус), что, в свою очередь, помогло уточнить характеристики планет, обращающихся вокруг них.

Всего в ходе наблюдательной кампании было исследовано 197 кандидатов, из которых удалось подтвердить 104, причем больше половины из них — 57 — входят в состав мультисистем с более чем одной планетой. 30 кандидатов отклонены как ложные, еще 63 требуют дополнительного изучения.

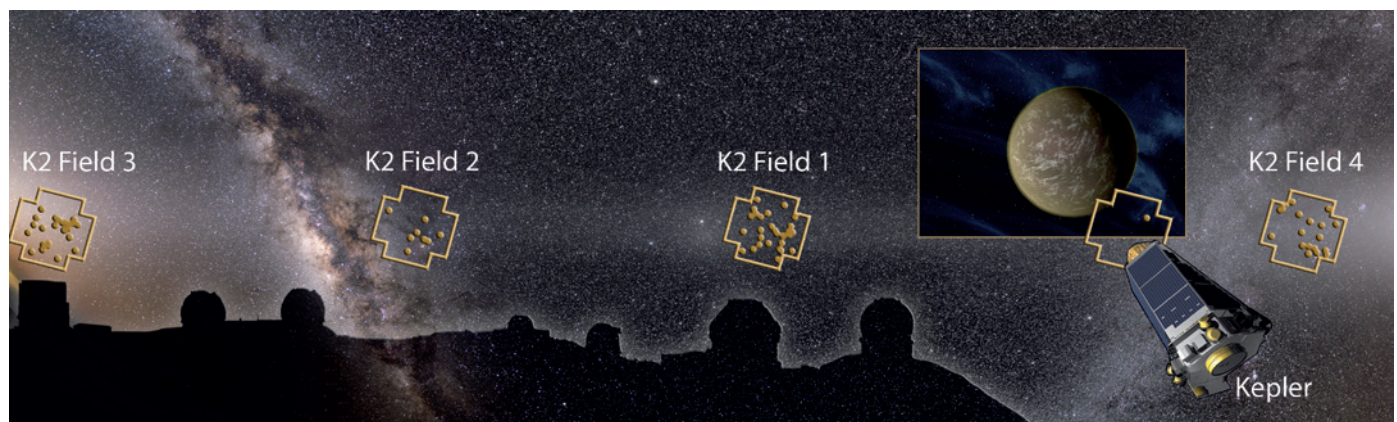
Ученые надеются, что к моменту завершения миссии K2 они смогут если не утроить, то как минимум удвоить число известных небольших планет (сравнимых по размерам с Землей), обращающихся вокруг относительно близких ярких звезд.

<sup>1</sup> ВПВ №2-3, 2013, стр. 12; № 3, 2016, стр. 12

<sup>2</sup> ВПВ №4, 2007, стр. 4

<sup>3</sup> ВПВ №3, 2004, стр. 14

▼ На этом коллаже желтыми точками показаны положения звезд с планетоподобными спутниками, открытых телескопом Kepler в рамках миссии K2 (желтыми 12-угольниками обведены исследованные в ходе миссии участки неба), с телескопами обсерватории Мауна Кеа на переднем плане. Четыре из них — рефлекторы Keck I и Keck II, Gemini-North, а также инфракрасный телескоп IFT — использовались для подтверждения найденных кандидатов в экзопланеты. На врезке — землеподобная планета в представлении художника.



Art by Karen Teramura (UHfIRA) based on night sky image of the ecliptic plane by Miloslav Druckmüller and Shadia Habbal, and Kepler Telescope and planet images by NASA.

# Планета Проксимы Центавра

**Х**олодный мир с тусклым красноватым солнцем, неподвижно висащим в одной точке неба, а местами вообще не поднимающимся над горизонтом... Такую картину, скорее всего, увидел бы космический путешественник, попавший на поверхность планетоподобного спутника Проксимы Центавра — ближайшей к Солнцу звезды, относящейся к классу слабых красных карликов.<sup>1</sup> В наших широтах она не видна, а в местностях южнее  $27^\circ$  с.ш. ее можно наблюдать в телескопы с апертурой более десяти сантиметров.

Об открытии официально сообщила пресс-служба Европейской Южной обсерватории (ESO).<sup>2</sup> Оно стало результатом детального анализа 15-летних наблюдений Проксимы Центавра с помощью различных наземных инструментов, проведенного группой под руководством Гийема Англада-Эскупэ из лондонского Университета королевы Марии (Guillem Anglada-Escudé, Queen Mary University of London). Впрочем, основная часть наблюдений была выполнена в первой половине 2016 г. на 3,6-метровом телескопе, оснащенный сверхчувствительным спектрографом HARPS,<sup>3</sup> в рамках программы «Слабая красная точка» (Pale Red Dot) — это название переключается с аллюзии, употребленной известным американским астрономом и популяризатором науки Карлом Саганом, однажды назвавшим нашу планету «Слабой голубой точкой».<sup>4</sup>

Спектрограф смог зарегистрировать незначительные периодические сдвиги линий излучения отдельных элементов в спектре Проксимы Центавра, вызванные изме-



▲ Так видит художник поверхность планеты Proxima b, обращаемой вокруг красного карлика Проксимы Центавра — ближайшей к Солнцу звезды. Справа вверху от нее на небе видна двойная система  $\alpha$  Центавра АВ. Proxima b немного массивнее Земли. Ее орбита лежит в зоне обитаемости, где температура на поверхности планеты допускает существование жидкой воды.



▲ На диаграмме представлено сравнение орбиты планеты, открытой у Проксимы Центавра (Proxima b), и ближней околозвездной области. Проксима меньше и холоднее нашего светила, а ее планета гораздо ближе к ней, чем Меркурий к Солнцу. В результате оказывается, что Proxima b движется внутри зоны обитаемости, в которую в Солнечной системе «попадает» только Земля.

нением скорости ее движения вдоль луча зрения, что является следствием гравитационного воздействия планетоподобного объекта, вращающегося вокруг этой маломассивной звезды.<sup>5</sup> Масса этого объекта примерно в 1,3 раза больше земной; его период обращения составляет 11,2 суток, что дает радиус орбиты менее 7,5 млн км — в 20 раз меньше среднего расстояния между Землей и Солнцем. Понятно, что тело, находящееся столь близко к своему светилу, должно испытывать его

мощное приливное воздействие и, скорее всего, будет постоянно повернуто к нему одной стороной. Но поскольку это светило — тусклый красный карлик, мощности его излучения на таком расстоянии хватит лишь на то, чтобы нагреть поверхность планеты до равновесной температуры 234 К ( $-39^\circ\text{C}$ ). Возможно, в «подсолнечной точке», где центральная звезда постоянно видна в зените, эта температура заметно выше, и там имеются условия для существования жидкой воды. Но это предположение позволяет подтвердить или опровергнуть только

космические телескопы следующих поколений или межзвездные зонды, отправка которых к нашей «галактической соседке» недавно была анонсирована британским физиком Стивеном Хокингом (Stephen Hawking) и российским миллиардером Юрием Мильнером.<sup>6</sup>

Наличие жизни на поверхности ближайшей экзопланеты специалисты практически исключают: на таком расстоянии от центральной звезды ее спутник получает в 400 раз больше высокоэнергетического рентгеновского излучения, чем Земля от Солнца. Это излучение имеет свойство эффективно расщеплять любые сложные органические молекулы на атомы и активные свободные радикалы, делая невозможным зарождение и развитие тех жизненных форм, с которыми привыкли иметь дело земные ученые.

Расстояние до Проксимы Центавра, согласно уточненным данным, равно 4,23 светового года. По диаметру она в семь раз меньше Солнца, а по массе — примерно в восемь раз. Ее общая светимость составляет всего 0,17% солнечной, причем более 85% излучения приходится на инфракрасный диапазон, не видимый человеческим глазом. Скорее всего, эта звезда гравитационно связана с двойной системой Толиман ( $\alpha$  Центавра), удаленной от нас на 4,37 светового года и являющейся третьим по яркости объектом земного неба, не принадлежащим к Солнечной системе. Ранее появлялись сообщения, что у одного из компонентов  $\alpha$  Центавра также найдена планета, сравнимая по массе с Землей, однако в ходе дальнейших наблюдений ее существование подтвердить не удалось.<sup>7</sup>

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

<sup>2</sup> ВПВ №10, 2012, стр. 12

<sup>3</sup> ВПВ №9, 2011, стр. 15

<sup>4</sup> ВПВ №2, 2015, стр. 8

<sup>5</sup> ВПВ №12, 2006, стр. 6

<sup>6</sup> ВПВ №5, 2016, стр. 11

<sup>7</sup> ВПВ №10, 2012, стр. 22

# СОЛНЦЕ

ИСТОЧНИК ЖИЗНИ  
И ПРИЧИНА КАТАСТРОФ

## Часть II. Свет, дающий жизнь

**Наталья Щукина**

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

Солнце относится к спокойным звездам, достаточно медленно расходующим свое термоядерное топливо. Амплитуда пульсаций его поверхности невелика, средняя температура на текущем этапе эволюции почти не растет. Все это создает вполне надежные предпосылки для возникновения и развития жизни на Земле. Однако, тем не менее, активность нашего светила подвержена циклическим изменениям, способным в значительной степени влиять на условия, царящие на земной поверхности, что необходимо учитывать при анализе перспектив человеческой цивилизации.



Любые исследования природы солнечной цикличности на больших интервалах времени связаны с вариациями светимости нашей звезды. На основании современных наблюдательных данных и теоретических исследований их можно разделить на четыре группы: эволюционные вариации на шкале времени, соизмеримой с возрастом Солнца (о них шла речь в предыдущей части статьи<sup>1</sup>); вариации на шкалах от сотен тысяч и до сотен миллионов лет; вековые — с периодами от ста до ста тысяч лет; наконец, короткопериодические, связанные с одиннадцатилетним циклом и нестационарными процессами во внешних солнечных слоях. Существует несколько индексов, характеризующих эту цикличность: солнечная

постоянная,<sup>2</sup> числа Вольфа  $W$ ,<sup>3</sup> содержание радиоактивного изотопа углерода-14 и других изотопов (таких, как бериллий-10) в ледниках, деревьях и осадочных породах.

### Вариации солнечной активности

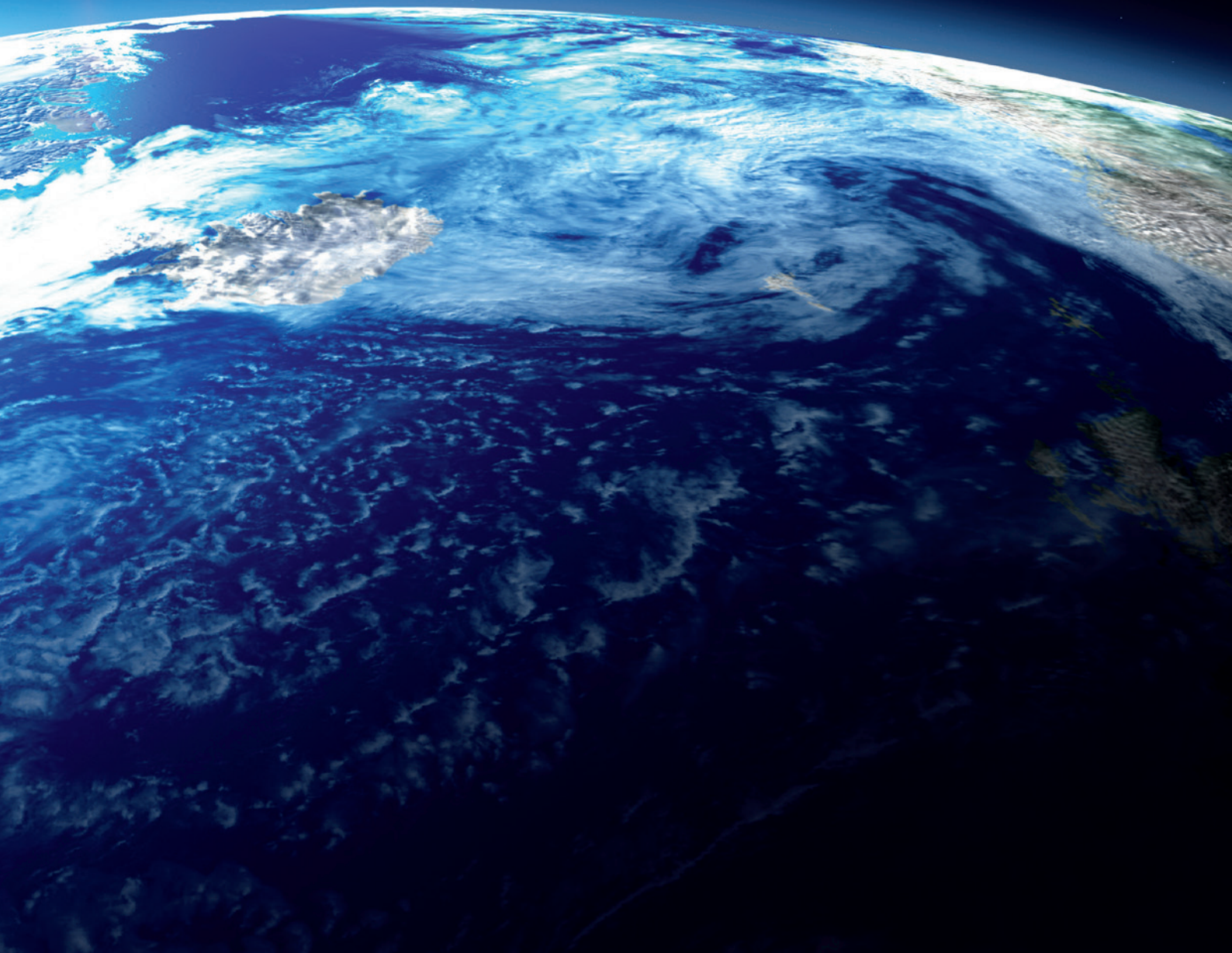
**Долгопериодические вариации.** Периодичность Солнца на временных интервалах 100 тыс. — 100 млн лет может быть вызвана нестационарными процессами в ядре и конвективной зоне.

<sup>2</sup> Суммарная мощность солнечного излучения, проходящего через единичную площадку, ориентированную перпендикулярно его потоку, на расстоянии одной астрономической единицы от Солнца вне земной атмосферы.

<sup>3</sup> Числа Вольфа используются для описания относительного числа пятен на Солнце и вычисляются по формуле  $W=k(f+10g)$ , где  $f$  — количество наблюдаемых пятен,  $g$  — количество наблюдаемых групп пятен,  $k$  — нормировочный коэффициент.

Наиболее вероятные из них имеют продолжительность около десятка миллионов лет ( $10^7$ ) с квазипериодом порядка сотен миллионов лет ( $10^8$ ) и связаны с перераспределением атомов легкого изотопа гелия  $^3\text{He}$  в солнечном ядре. Вариации с периодом около сотен тысяч лет ( $10^5$ ) определяются временем тепловой релаксации конвективной зоны. Их механизм предположительно связан с изменением эффективности конвекции у ее основания в результате воздействия магнитных полей. Поскольку климат Земли неизбежно зависит от изменения светимости Солнца, его историю можно использовать для диагностики колебаний солнечного излучения. Действительно, промежутки времени между главными ледниковыми эпохами составляет около  $3 \cdot 10^8$  лет,

<sup>1</sup> ВПВ №8, 2016, стр. 4



а продолжительность основных ледниковых эпох близка к  $10^7$  лет. Впрочем, изменения климата могут иметь и галактическое происхождение, связанное с прохождением Солнечной системы через спиральные рукава Млечного Пути с периодом примерно 250 млн лет.<sup>4</sup> При этом пересечение рукавов происходит квазипериодически с интервалом, кратным  $10^7$  лет. Не исключается и «земной источник» климатических изменений — движение тектонических плит, горообразовательные процессы, вулканизм и т.п.

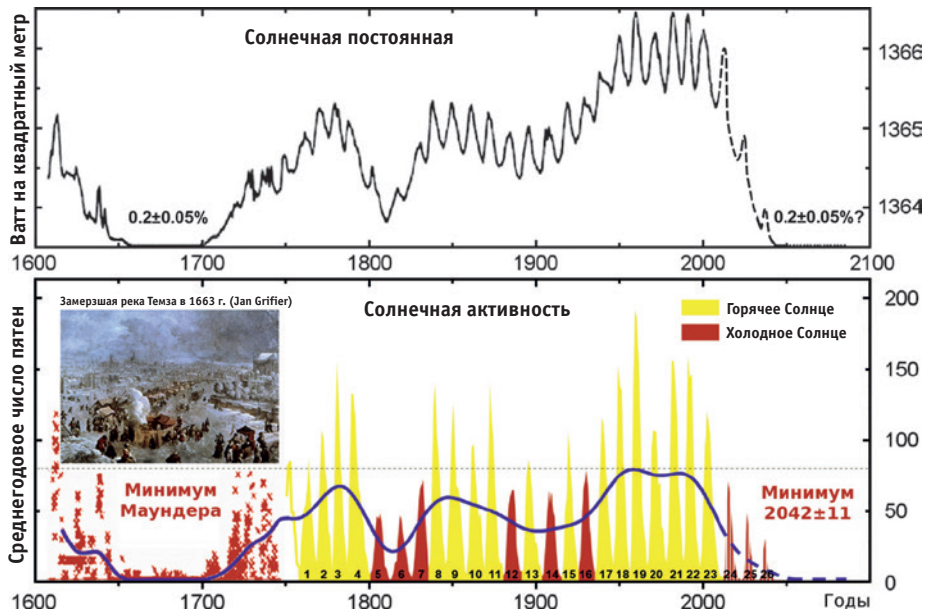
**Вариации на шкале времени менее ста тысяч лет.** Переменность Солнца на этой шкале, вероятнее всего, вызвана периодическими изменениями в конвективной зоне, обусловленными взаимодействием движущихся газовых масс с магнитными полями. Современные климатологи считают, что именно с этой переменностью Солнца можно связать изменения климата Земли на протяжении сотен и тысяч лет.

Косвенными и непосредственными наблюдательными свидетельствами вариаций светимости Солнца являются:

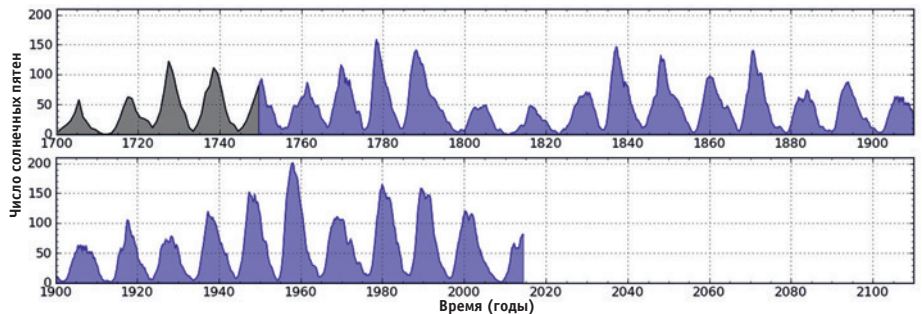
- содержание радиоактивного углерода и других радиоизотопов в древесине, осадочных породах и ядрах ледников (до 10 тыс. лет в прошлое);
- наблюдения полярных сияний (исторические записи);
- визуальные наблюдения пятен (исторические хроники);
- наблюдения с помощью телескопов (после создания в конце 1609 г. Галилео Галилеем первой зрительной трубы и публикации им в 1610 г. ряда открытий, включая пятна на Солнце<sup>5</sup>);
- вид короны во время затмений (исторические сведения и непосредственные наблюдения);
- наблюдения разных типов солнечной активности с 1610 г. и до нашего времени.

Все эти данные указывают на существование эпох ослабленного пятнообразования с периодом около 90 лет. Этот период носит название «цикла Глейсберга» по имени его первого исследователя. На данный момент имеются предположения о наличии 55- и 600-летнего, а также 190-летнего циклов. Радиоуглеродные данные также говорят о существовании периода около 2300 лет (цикл Холмстатта).

Основываясь на наблюдениях солнечных пятен, Рудольф Вольф, Густав Шпёрер и Эдвард Маундер (Johann Rudolf Wolf, Gustav Spörer, Edward Maunder) выявили



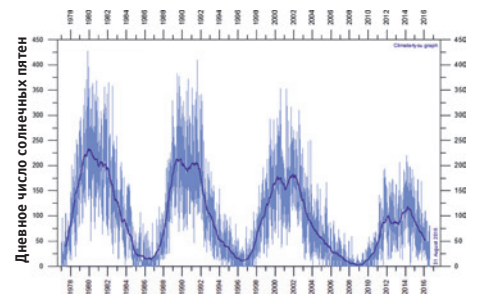
▲ Реконструированные данные о вариациях солнечной постоянной и числа солнечных пятен, начиная с 1610 г., а также прогноз этих вариаций до конца XXI века (подробнее см. Абдусаматов Х.И. Солнце диктует климат Земли – Санкт-Петербург, издательство Logos, 2009).



▲ Вариации числа солнечных пятен с 1700 г. по 2014 г.

исключительно низкую солнечную активность в эпоху 1645-1715 г. Это явление получило название «минимума Маундера». Тогда солнечная постоянная упала на 0,2% или приблизительно на 3 Вт/м<sup>2</sup>. Среди других подобных периодов низкой активности следует упомянуть минимумы Вольфа (1280-1340), Шпёрера (1450-1540) и Дальтона (1790-1830). Реконструкция данных о вариациях солнечной постоянной с 1610 по 2010 г. показывает, что они хорошо коррелируют с изменениями числа солнечных пятен, а также содержания радиоактивных изотопов в растениях и ледяных ядрах.<sup>6</sup>

**11-летний цикл солнечной активности.** Этот наиболее изученный цикл характеризуется, прежде всего, усредненным за год показателем числа солнечных пятен (числа Вольфа). Вначале они практически отсутствуют, далее за 3-7 лет их количество быстро возрастает до 50-200, после чего в течение 5-7 лет медленно уменьшается. В ходе цикла наблюдает-



▲ Вариации числа солнечных пятен на протяжении 21 – 24 циклов активности.

ся постепенное смещение зоны образования пятен к экватору (закон Шпёрера). «Одиннадцатилетним» его называют условно: в XVIII-XX веках его продолжительность менялась от 7 до 17 лет, а в XX веке в среднем была ближе к 10,5 годам.

Впервые на периодичность в поведении солнечных пятен обратил внимание в 1844 г. в своей статье немецкий астроном-любитель Хейнрих Швабе (Samuel Heinrich Schwabe). Спустя три года она привлекла внимание другого немецкого астронома — Рудольфа Вольфа, который начал собственные наблюдения пятен и ввел индекс их количества, названный его именем. Определенные с помощью этого индекса

<sup>4</sup> ВПВ №10, 2014, стр. 7  
<sup>5</sup> ВПВ №2, 2016, стр. 27

<sup>6</sup> Абдусаматов Х.И. Солнце диктует климат Земли (СПб, издательство Logos, 2009); Shapiro A.I., Schmutz W., Rozanov E. et al. A new approach to the long-term reconstruction of the solar irradiance leads to large historical solar forcing (Astron. And Astrophys., 2011).

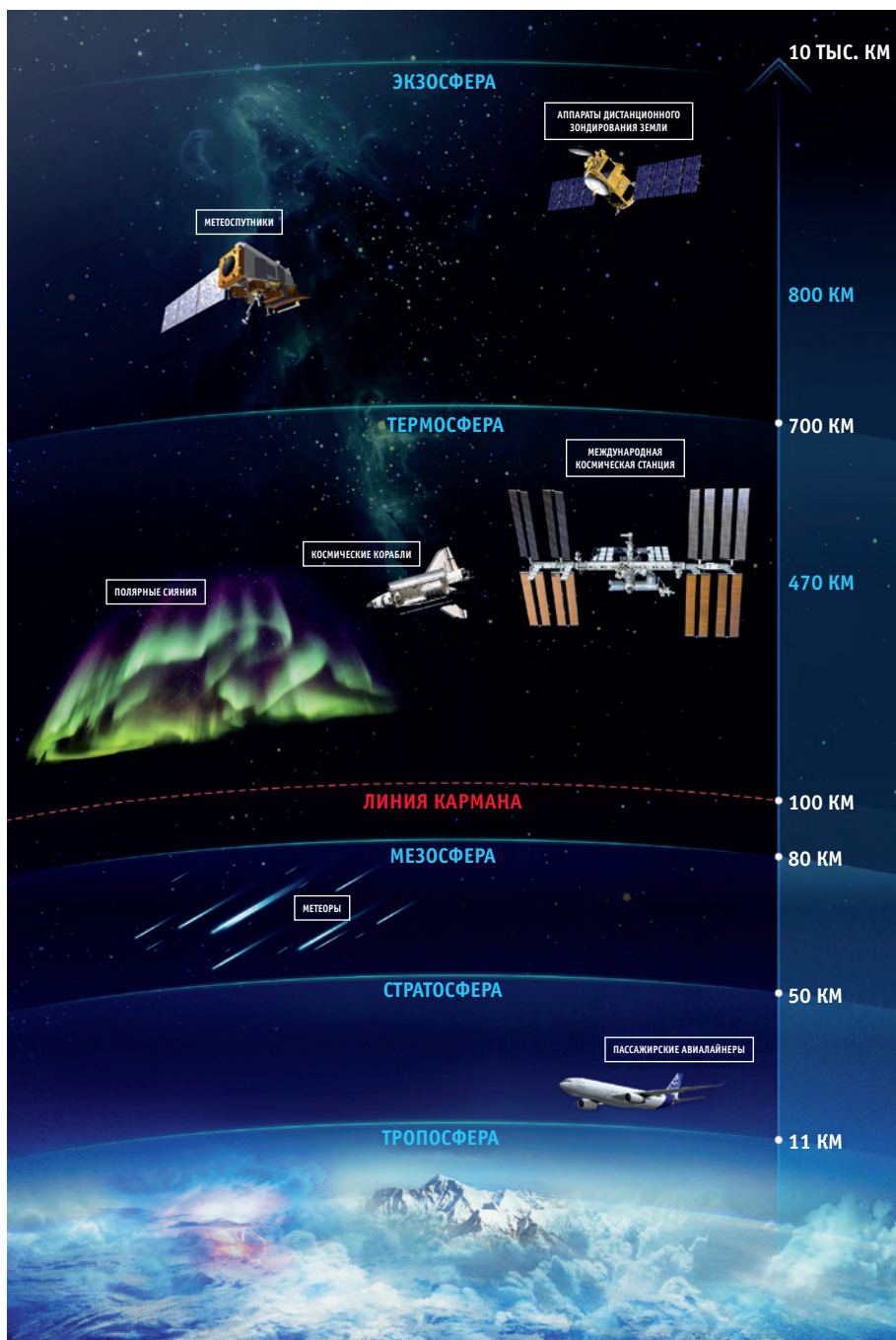
11-летние циклы условно нумеруются начиная с 1755 г., а периодичность изменения числа пятен носит название закона Швабе-Вольфа. Сейчас мы переживаем 24-й цикл активности. Его начало относится примерно к 2009 г. С учетом магнитной активности выделяют также удвоенный цикл Швабе-Вольфа длительностью около 22 лет (так называемый «цикл Хейла»), имея в виду, что состояние глобального магнитного поля Солнца возвращается к исходному через два полных 11-летних цикла.

Второй индекс, используемый для описания этого цикла — солнечная постоянная. Ее история включает измерения с земной поверхности, из более высоких слоев атмосферы (с самолетов и аэростатов) и внеатмосферные наблюдения (со спутников и геофизических ракет). Согласно обобщенным данным, несколько последних 11-летних циклов активности этот показатель светимости нашей звезды изменяется в среднем на 0,1% или на 1,3 Вт/м<sup>2</sup>. Вариации солнечной постоянной хорошо коррелируют с числом пятен, вспышек и мощностью радиоизлучения Солнца.

## Космическая погода

Солнечная активность через межпланетную среду влияет на Землю, а именно на ионосферу, магнитосферу, радиационные пояса и озоновый слой. К числу ее проявлений, воздействующих на космическую погоду, относятся ультрафиолетовое (УФ) и рентгеновское излучение Солнца, солнечный ветер, выбросы вещества во время вспышек и корональные выбросы массы (СМЕ). Последние являются основным фактором, влияющим на ионосферу и магнитное поле нашей планеты, а все остальные дополняют картину. Ультрафиолет и рентген, достигая Земли за 8 минут, ионизируют ее атмосферу и разрушают озоновый слой. Высокоэнергетические заряженные частицы спустя примерно 100 минут ионизируют верхнюю атмосферу и меняют земное магнитное поле. Выбросы вещества во время солнечных вспышек и СМЕ через 1,5-2 суток приводят к геомагнитным бурям. Умеренные бури (с планетарным индексом Kp=6) происходят с частотой около одной в неделю, а самые сильные бури (Kp=9) случаются намного реже — один раз за 2-3 года.

**Влияние геомагнитных бурь на Землю.** Во время геомагнитной бури облака плазмы «ударяют» по магнитосфере, вызывая колебания магнитного поля. Сама магнитосфера «обжимается» набегающим потоком солнечной плазмы, при

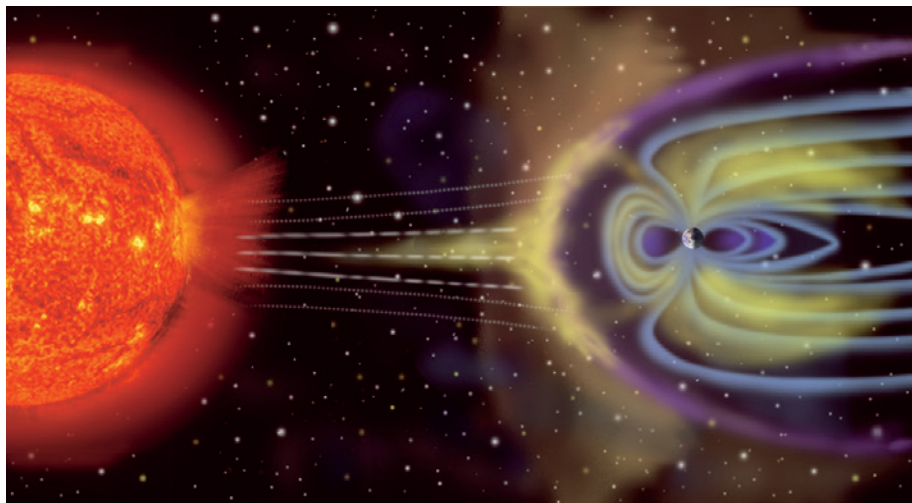


▲ Земная атмосфера — наша главная защита от жестких условий космического пространства и большинства исходящих из него угроз (включая небольшие метеориты, а в последнее время и техногенные объекты наподобие «космического мусора» — ВПВ №6, 2006, стр. 8). Она поглощает опасное высокоэнергетическое излучение, обеспечивает глобальную циркуляцию воды и углекислого газа, снабжает живые организмы кислородом для дыхания, а также препятствует слишком сильному нагреву земной поверхности днем и охлаждению — ночью. Газовая оболочка Земли, в повседневной жизни называемая воздухом, удерживается от рассеивания в космосе гравитацией нашей планеты. Она состоит из азота (78%), кислорода (21%), инертного газа аргона (0,9%), углекислого газа (0,04%) и водяного пара (его содержание сильно зависит от местности и погодных условий). Остальные компоненты — метан, сернистый газ, водород, криптон, ксенон, гелий и пр. — содержатся в значительно меньших количествах. Давление воздуха на уровне моря на 45-й широте в среднем равно 101 325 Па, или же 1 бар. С высотой оно уменьшается; меняется также состав и температура атмосферных газов. Всего в атмосфере выделяют пять основных слоев, показанных на данной иллюстрации.

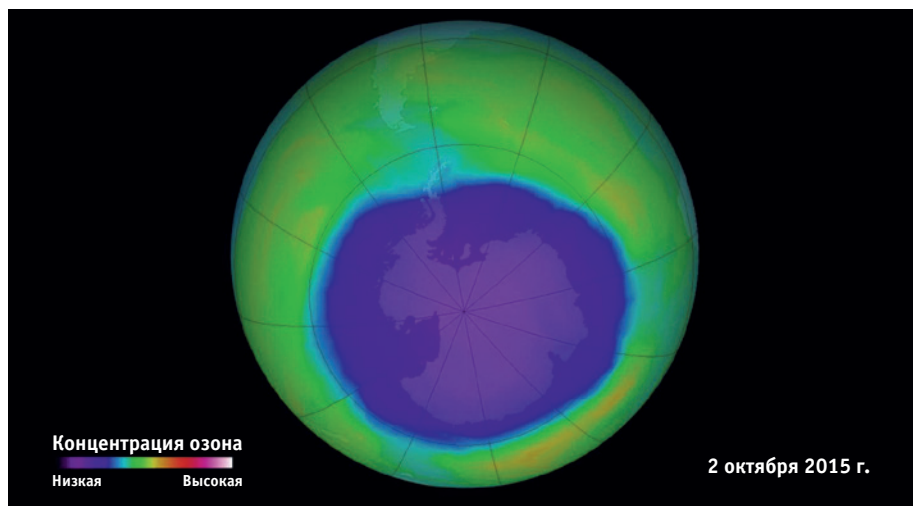
этом концентрация ее силовых линий возрастает и происходит их пересоединение. Двигаясь вдоль них, заряженные частицы радиационного пояса ускоряются и проникают в атмосферу вблизи полюсов. Их столкновения с атомами и молекулами атмосферного кислорода и азота вызывают полярные сияния на высоте от 80 до

500 км над поверхностью Земли.

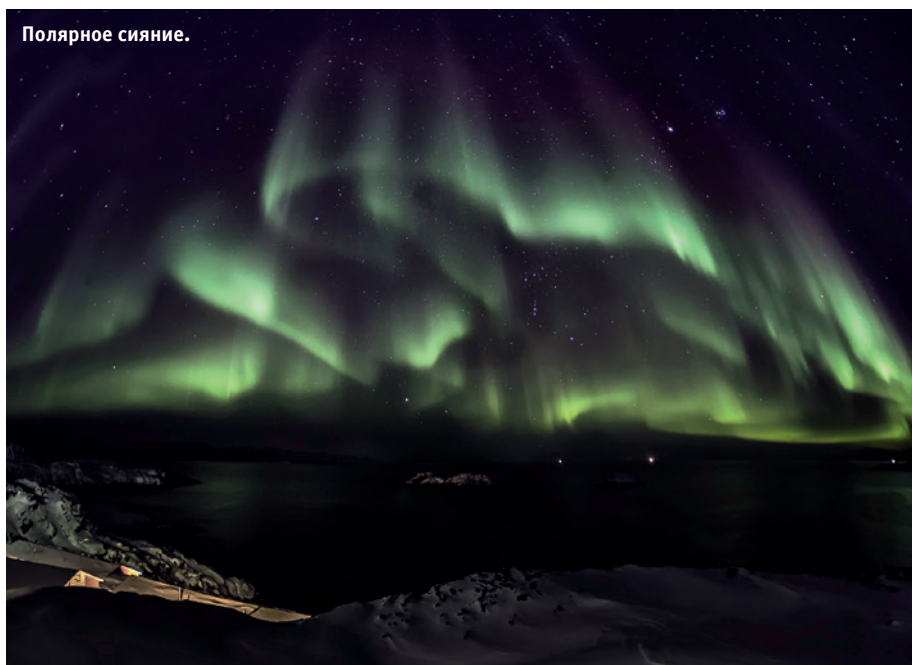
Экстремально мощные магнитные бури могут приводить к разрушению энергетических систем и повреждению трансформаторов (нарушение электроснабжения в Квебеке в 1989 г.). Они оказывают воздействие на космические аппараты, создавая обширный поверх-



▲ **Магнитосфера Земли** — область, где доминирует земное магнитное поле, а не поле межпланетного пространства. По мере удаления от поверхности планеты воздействие солнечного ветра усиливается: со стороны Солнца геомагнитное поле сжимается, а с противоположной (ночной) стороны оно вытягивается в длинный «хвост».



▲ **Озоновый слой** — часть атмосферы на высотах от 15 до 30 км с наибольшим содержанием озона  $O_3$ , образующегося в результате воздействия ультрафиолетового излучения Солнца на молекулярный кислород. Озоновый слой защищает Землю от избытка УФ-излучения, губительного для растений и животных. Локальное падение концентрации  $O_3$  приводит к появлению озоновых дыр. На схеме показана озоновая дыра (фиолетовый, синий и голубой цвета) над Антарктидой в октябре 2015 г.



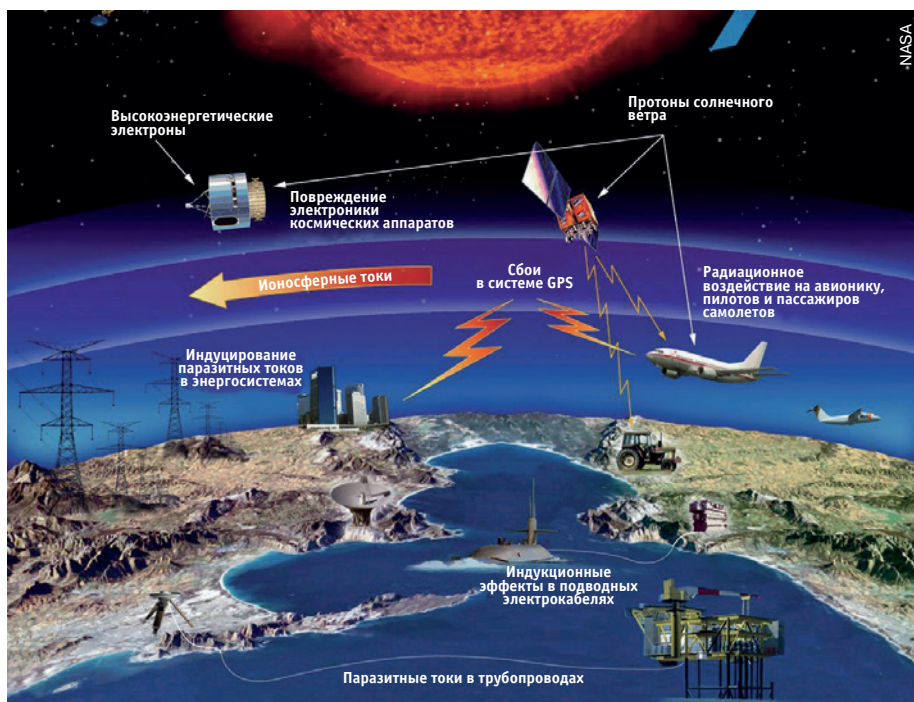
▼ **Радиационный пояс** — область земной магнитосферы, в которой накапливаются и удерживаются проникшие в нее высокоэнергичные заряженные частицы (главным образом протоны и электроны). Внутренний пояс находится на высоте примерно 4000 км и состоит в основном из протонов с энергией в десятки миллионов электрон-вольт. Внешний пояс (на высоте около 17 тыс. км) состоит из электронов с энергией в десятки тысяч электрон-вольт.



ностный заряд и вызывая их ускоренное торможение. При этом возникают проблемы с ориентацией, связью и слежением. Во время бурь существует возможность получения опасных для здоровья радиационных доз космонавтами и авиационными пассажирами. Из-за солнечной активности происходят сбои мобильной и спутниковой связи, компьютерных систем, а также в работе аэропортов. Через 2-4 суток после магнитной бури нарушается циркуляция воздушных масс, часто в эти периоды начинают формироваться циклоны. Также с вариациями активности Солнца хорошо коррелируют землетрясения: в годы максимумов их число возрастает.

**Влияние солнечной активности на биосферу Земли.** Еще в 1801 г. английский астроном Уильям Гершель (William Herschel, 1738-1822) отметил взаимосвязь между усилением солнечной активности и повышением урожайности сельскохозяйственных культур.

Александр Чижевский (1897-1964) выявил корреляцию активности Солнца с рядом природных и социальных явлений — изменением уровня грунтовых вод, повторяемостью засух, ураганов, возникновением эпидемий, ростом преступности. Согласно Чижевскому, усиление солнечной активности «воздействует на нервную и гормонально-эндокринную системы индивидуумов, что приводит к повышению коллективной возбудимости, неуравновешенности, агрессивности, экстремального поведения». Если в этот период в обществе нет «объединяющей идеи», то растет преступность, а если таковая имеется — происходят революции: на годы повышенной активности прихо-



▲ Техника и объекты инфраструктуры, подверженные воздействию «космической погоды».

дится 60% подобных социальных сдвигов (1789, 1830, 1848, 1905, 1917 гг.), на годы минимума — 5%.

Во время бури магнитное поле Земли начинает колебаться с разными частотами, включая частоту, с которой «колеблется» наше сердце (60-80 ударов в минуту). Совпадение магнитосферного и сердечного ритмов может привести к тяжелым последствиям. «Мишенями» становятся легкие, кровеносная, сердечно-сосудистая и вегетативная нервная системы. Значительная часть инфарктов и инсультов происходит во время магнитных бурь. Основными группами риска являются больные с патологиями сердечно-сосудистой системы (особенно перенесшие инфаркт миокарда), здоровые люди с функциональным перенапряжением (космонавты, пилоты дальней авиации, операторы и диспетчеры энергетических станций, аэропортов и т.д.), а также дети и подростки с несформировавшейся адаптационной системой. В периоды геомагнитных бурь рекомендуется уменьшать физические нагрузки и стараться избежать потенциально стрессовых ситуаций.

## Климат Земли: глобальное потепление или похолодание?

Говоря о влиянии вариаций светимости Солнца на земной климат, невозможно не упомянуть **глобальное потепление** — процесс роста среднегодовой температуры приповерхностного слоя атмосферы Земли и Мирового океана. Оно уверенно наблюдается с середины XX ве-

ка. С 1900 г. средняя температура воздуха возросла на 0,8°C, причем примерно две трети этой величины приходится на период после 1980 г.

**Факторы, ускоряющие глобальное потепление.** Основной причиной потепления считается увеличение концентрации парниковых газов в земной атмосфере. Эти газы прозрачны для видимого солнечного света, но практически непрозрачны для испускаемого поверхностью Земли инфракрасного (теплого) излучения. Наиболее активные парниковые агенты — водяной пар H<sub>2</sub>O, углекислый газ CO<sub>2</sub>, озон O<sub>3</sub>, метан CH<sub>4</sub> и сернистый газ SO<sub>2</sub>. Существует несколько факторов, ведущих к росту их концентрации. Во-первых, это вулканическая активность, являющаяся источником поступления в атмосферу большого количества углекислого газа. Правда, она же обогащает ее сернистым газом, при взаимодействии которого с водой и кислородом образуются аэрозоли серной кислоты, интенсивно отражающие свет и способствующие похолоданию.

Другой фактор — океан. Его средняя температура (T≈3,5°C) ниже, чем суши (T≈15°C). Интенсивный теплообмен между океанической толщей и приземным атмосферным слоем приводит к климатическим изменениям. В водах морей и океанов растворено в 60 раз больше углекислого газа, чем содержится в атмосфере. Выделение CO<sub>2</sub> Мировым океаном вследствие его нагревания ведет к дальнейшему потеплению.

Третий фактор — уменьшение альбедо (отражательной способности) поверхности Земли из-за таяния ледников, смены климатических зон и изменений харак-

тера растительности. За последние 5 лет этот показатель уменьшился на 2,5%. Каждые 10 лет Арктика теряет 13% льдов.

Наконец, важный вклад вносит техногенная активность. Она ведет к увеличению содержания в атмосфере CO<sub>2</sub>, водяного пара и других парниковых газов. К примеру, полтора миллиарда коров на Земле ответственны за выделение 18% всего метана в мире, что превышает его выбросы всеми электростанциями, обогревательными системами и транспортными средствами, вместе взятыми. Повышение средней температуры приземного воздуха на 0,8°C за последние сто лет — слишком высокая скорость для естественных процессов

**Факторы, замедляющие глобальное потепление.** Начиная с 2003 г. наблюдается постепенное уменьшение светимости Солнца, неизбежно имеющее следствием падение средних температур на Земле. Однако некоторые явления, вызывающие похолодание, связаны с самим глобальным потеплением: например, оно вызывает усиленное таяние полярных льдов, из-за чего происходит замедление теплового течения Гольфстрим, что, в свою очередь, на протяжении примерно десятка лет приведет к понижению температуры в Арктике.

Также с увеличением температуры растет испаряемость океанов и водоемов, а значит — увеличивается средняя площадь облачного покрова, являющегося преградой на пути солнечных лучей. С ростом испаряемости возрастает и количество выпадающих осадков, что способствует заболачиванию земель, а болота особенно активно поглощают атмосферный углекислый газ. По мере подъема уровня океана начнет расти площадь теплых морей и, как следствие, расширится ареал обитания моллюсков и коралловых рифов. Этим организмам CO<sub>2</sub> нужен для постройки раковин и скелетов. Наконец, увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере стимулирует рост и развитие растений — главных «потребителей» этого парникового агента.

## Цифровой архив журнала за 2011-2013 гг.

Коллекция журналов на CD-дисках



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

## Сценарии долгосрочных прогнозов

Можно ли спрогнозировать солнечную активность заблаговременно? На данный момент наиболее надежными остаются двухсуточный и часовой прогнозы. Вероятность их реализации — соответственно 30-50% и ~95%. Двухсуточный прогноз опирается на текущие наблюдения солнечной поверхности вблизи центрального меридиана. Часовой основан на прямых измерениях параметров плазмы и магнитного поля космическими аппаратами, расположенными, как правило, в либрационной точке  $L_1$  на расстоянии 1,5 млн км от Земли в направлении Солнца.<sup>7</sup> Реализуемость прогнозов на более длительные промежутки времени существенно ниже.

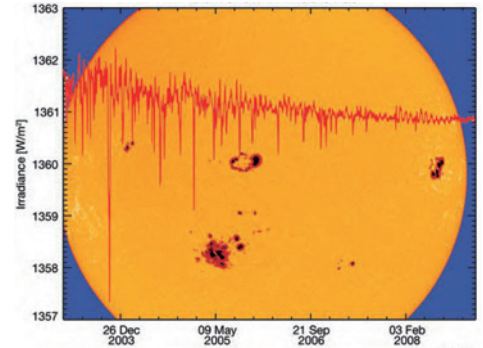
Если говорить о предсказаниях на предстоящее столетие, следует упомянуть два альтернативных сценария.

**Сценарий 1 — «теплый».** Потепление, наблюдавшееся в XX веке, продолжится и дальше. Как результат, будет

происходить увеличение эмиссии парниковых газов (в основном  $\text{CO}_2$  и  $\text{SO}_2$ ), рост температуры воздуха (на 2-6°C к концу XXI века) и повышение уровня океана в среднем на полметра за столетие. Уменьшить эмиссию можно, например, с помощью запрета на индустриальные выбросы в атмосферу.

Наиболее вероятные изменения погодных факторов в случае осуществления этого сценария — более высокие максимальные температуры, больше жарких дней, рост минимальных температур и уменьшение числа морозных дней почти по всем регионам, увеличение как количества осадков, так и периодов летних засух с заметным риском засух, усиление ветров, активизация тропических циклонов.

**В случае худшего варианта потепления** испарение и выпадение осадков ускорится, что дополнительно повысит среднюю температуру воздуха. Как следствие — высохнут леса, пастбища, начнутся массовые лесные пожары. Парниковый эффект «пойдет в разгон», что приведет к обильному таянию полярных льдов, снега в горах и тундре.



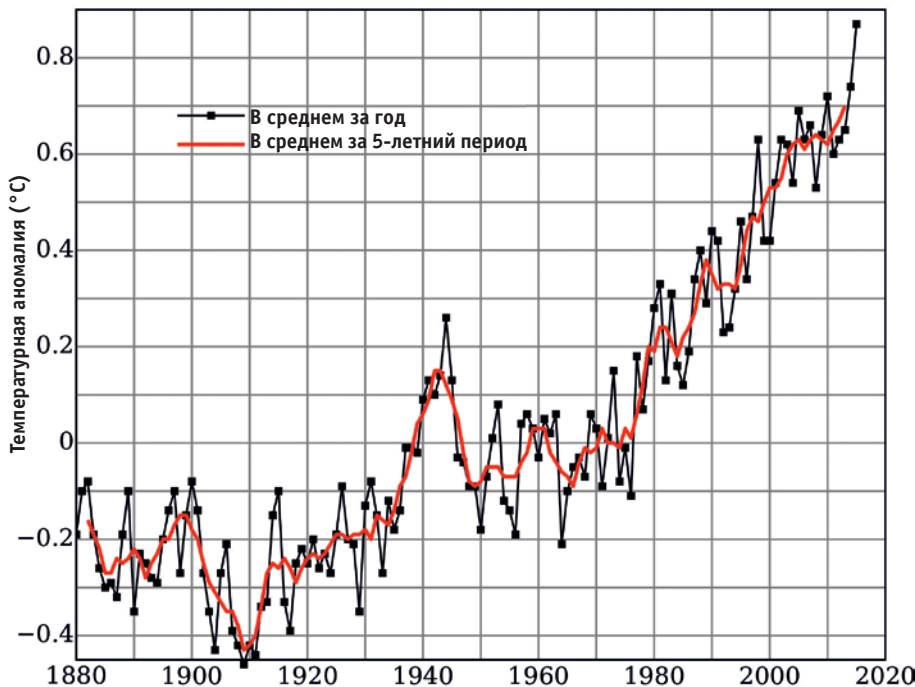
▲ Изменение солнечной постоянной в начале XXI века.

Поверхностный слой океанов опреснится, произойдут изменения в океанических экосистемах. Температура воздуха и суши катастрофически вырастет. Сильные ветра из-за больших температурных градиентов вызовут песчаные бури, выветривание почв. Замедлится термоклинная циркуляция в океане — главный «творец» погоды. Обычный перенос теплых вод с экватора в средние широты приостановится. Замрет Гольфстрим — гарант умеренного климата Северного полушария.

В регионах производства продуктов питания с большой плотностью населения (Северная Америка, Европа, Китай) будут происходить разрушительные засухи и истощение запасов пресной воды. В районах традиционно сухого климата (Азия, Австралия, Южная Америка), наоборот, начнутся проливные дожди и наводнения, что также приведет к гибели сельскохозяйственных угодий. Следствием всего этого станет массовый голод, распространение эпидемий, бегство населения из зон бедствия, войны за источники воды, пищи, энергетические ресурсы. В итоге цивилизация в своем развитии окажется отброшенной в прошлое на века.

**Сценарий 2 — «холодный».** На самом деле пока не имеется строгих доказательств того, что глобальное потепление вызвано хозяйственной деятельностью человека. За последние 400 тыс. лет произошли четыре ледниковых периода и пять потеплений. Человечество появилось около 60 тыс. лет назад. Возникает естественный вопрос: кто «грел» и «охла-

### Изменения средней температуры климатической системы Земли с 1880 г. (принята за точку отсчета) по настоящее время.



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)



ждал» Землю предыдущие 340 тыс. лет?

Анализ данных о вариациях числа солнечных пятен с 1700 г. по 2015 г. показывает, что уровень активности в ходе последнего, 24-го цикла примерно вчетверо ниже максимальных значений, зафиксированных за 260 лет непрерывных наблюдений Солнца. Иными словами, солнечная активность приближается к минимуму, напоминающему минимуму Дальтона (1790–1830). Кроме того, все вспышки 24-го цикла слабее первой десятки мощнейших вспышек предыдущего, 23-го цикла.

Согласно этому сценарию через 5-10 лет нас ожидает «малый ледниковый период». Лето станет прохладнее, а зима — морознее и продолжительнее. Пик похолодания наступит после 2050 г. Во время него интенсивность солнечной радиации уменьшится на 3 Вт/м<sup>2</sup>, что больше «согревающего» воздействия парникового эффекта (эквивалентного 2 Вт/м<sup>2</sup>). За счет этого понижение температуры составит около 1,3° С. Тем не менее, большинству специалистов такой сценарий видится более благоприятным. В конце концов, если люди выжили в эпоху минимума Маундера — то с современными техническими средствами пережить очередное похолодание нам не составит труда.

## Солнце и разум

Мнение о том, что наша звезда уникальна, поскольку именно вблизи нее возникла и развилась жизнь, эволюционировавшая в итоге до уровня разумной, имеет под собой основания, но с одним небольшим уточнением: оно справедливо, если речь идет об органической жизни «земного типа» на основе воды и углеродных цепочек, и о разуме, каким мы его знаем. В окрестностях других звезд вполне могли бы возникнуть абсолютно иные живые организмы, а дискуссии о возможных формах проявления инопланетного разума в научном мире не утихают уже многие годы. Тем не менее, ученые сходятся на том, что наличие длительных (миллиарды лет) периодов эволюции Солнца, когда его

излучение относительно стабильно, и его низкая по сравнению со многими другими типами звезд вспышечная активность вполне могут быть в этом вопросе определяющими факторами.

В остальном же правильнее было бы говорить не о том, что некие особые свойства Солнца способствовали возникновению жизни, а о том, что эта жизнь в ходе эволюции эффективно приспособилась к особенностям своего светила, снабжающего ее энергией. Достаточно сказать, что максимум чувствительности человеческого глаза при дневном свете приходится на ту же длину волны, что и максимум солнечного излучения (точнее, той его части, которая проходит сквозь земную атмосферу). О приспособляемости человека свидетельствует и появление различных рас одного и того же вида *Homo sapiens* за время, явно меньшее продолжительности существования этого вида.

Тем не менее, в поисках обитаемых планет за пределами Солнечной системы астрономы уделяют повышенное внимание именно солнцеподобным звездам, и причина этого очевидна: намного более вероятно, что эволюция в условиях, похожих на земные, будет протекать примерно так же, как на Земле, и в итоге получатся похожие жизненные формы, которые нам легче будет опознать как «братьев по разуму». Понятно, что никто изначально не надеялся найти «полных двойников» Солнца и Земли (а тем более их сочетания), однако приблизительные аналоги уже открыты и активно изучаются всеми доступными средствами. Ученым еще предстоит выяснить, существуют ли хотя бы примитивные микроорганизмы на других планетах Солнечной системы или их спутниках, после чего значительно проще будет делать выводы об универсальности такого явления, как «жизнь», и его распространенности во Вселенной. Пока же следует констатировать, что нам по-прежнему известен только один обитаемый мир, обращающийся вокруг скромного желтого карлика по имени Солнце.

## Восстановлена связь со Stereo-B

Американская солнечная обсерватория Stereo-B была выведена на самостоятельную гелиоцентрическую орбиту в конце 2006 г. совместно с аналогичным по конструкции зондом Stereo-A. Первый из этих аппаратов постепенно отставал от Земли в ее орбитальном движении, второй — опережал ее. Цель миссии — одновременное получение снимков нашего светила в видимом и ультрафиолетовом диапазонах с разных направлений и последующий синтез на их основе трехмерных изображений. В октябре 2014 г. с точки зрения наземных наблюдателей зонды оказались позади Солнца. На этот период NASA запланировала эксперимент по проверке возможности их автономной работы в условиях затрудненной связи с Землей. Каждые трое суток Stereo-B должен был самостоятельно производить перезагрузку бортового компьютера, восстанавливать ориентацию и выходить на связь. Однако в ходе первого же такого «сеанса» сигнал от него сильно ослабел, а позже вообще пропал.

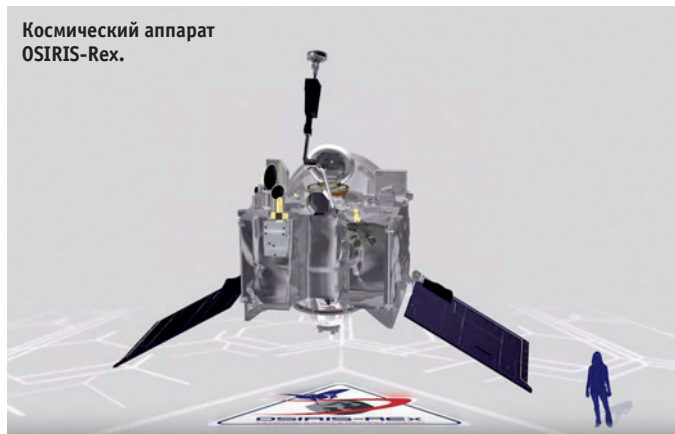
Специалисты заключили, что вышел из строя инерциальный измерительный блок, который стал выдавать в систему управления ошибочные данные о текущей ориентации аппарата. В результате последний отвернул свою антенну от Земли и, судя по всему, начал беспорядочно вращаться, усложняя подзарядку бортовых аккумуляторов с помощью солнечных батарей. Неоднократно предпринимались попытки связаться с ним, но сделать это удалось лишь 21 августа 2016 г. Сигнал со Stereo-B принимался в течение нескольких часов. За это время группа сопровождения смогла получить достаточно данных о фактической ориентации зонда и убедиться, что его система энергоснабжения работает нормально. В настоящее время разрабатывается стратегия его возвращения к полноценному активному функционированию.



# Новая астероидная миссия NASA

Американская аэрокосмическая администрация продолжает реализацию обширной исследовательской программы New Frontiers, имеющей целью изучение различных объектов Солнечной системы с помощью космических аппаратов «среднего класса».<sup>1</sup> 8 сентября в 23 часа 5 минут по всемирному времени с космодрома на мысе Канаверал стартовала ракета-носитель Atlas V, доставившая на опорную околоземную орбиту зонд OSIRIS-REx. Позже импульс реактивных двигателей разгонного блока Centaur отправил его к астероиду Бенну (101955 Bennu), с которым аппарату предстоит встретиться, изучить его с близкого расстояния и коснуться его поверхности специальной штангой-пробоотборником. Полученные образцы будут доставлены на Землю в небольшом возвращаемом модуле.

Название аппарата расшифровывается как Origins, Spectral Interpretation, Resource Identification, Security — Regolith Explorer, что в переводе означает «Происхождение, спектральная идентификация, поиск ресурсов, безопасность — исследователь реголита». В эту длинную фразу организаторы миссии попытались «втиснуть» все ее основные научные задачи: провести картографирование объекта, относящегося к классу древнейших



углистых астероидов, определить его возможное происхождение, оценить степень угрозы для нашей планеты (поскольку астероид имеет сравнительно высокую вероятность столкнуться с ней в интервале 2169-2199 гг.) и доставить на Землю образцы поверхностных пород этого небесного тела. Особенно ученых интересуют потенциально содержащиеся в них органические соединения, которые, как принято считать, попав на поверхность земледобных планет, могли стать основой для возникновения древнейших живых организмов на ранних этапах эволюции Солнечной системы.

«Побочными» целями миссии должно стать выяснение величины эффекта Ярковского (влияния давления солнечного излучения на орбитальное движение и осевое вращение малых тел Солнечной системы),<sup>2</sup> а также исследование глобальных

свойств углистых астероидов и сравнение полученных данных с результатами наблюдений этого класса небесных тел с помощью наземных телескопов.

Размеры зонда OSIRIS-REx составляют около 3 м (с развернутыми солнечными батареями — 6,2 м), масса вместе с запасами топлива для бортовой двигательной установки — 1529 кг. Кроме двигателей и телекоммуникационной аппаратуры, на его борту установлены следующие научные приборы:

OCAMS (OSIRIS-REx Camera Suite) — комплект регистрирующей аппаратуры, состоящий из 20-сантиметрового телескопа с ПЗС-матрицей PolyCam, камеры широкого поля MapCam и камеры ближнего фокуса SamCam, которая должна документировать процесс отбора проб. Все вместе они помогут получить информацию о глобальном распределении различных типов пород на поверхности астеро-

ида и характере возможных выбросов при его взаимодействии с космическим аппаратом, а также «привязать» добытые образцы к конкретному участку местности.

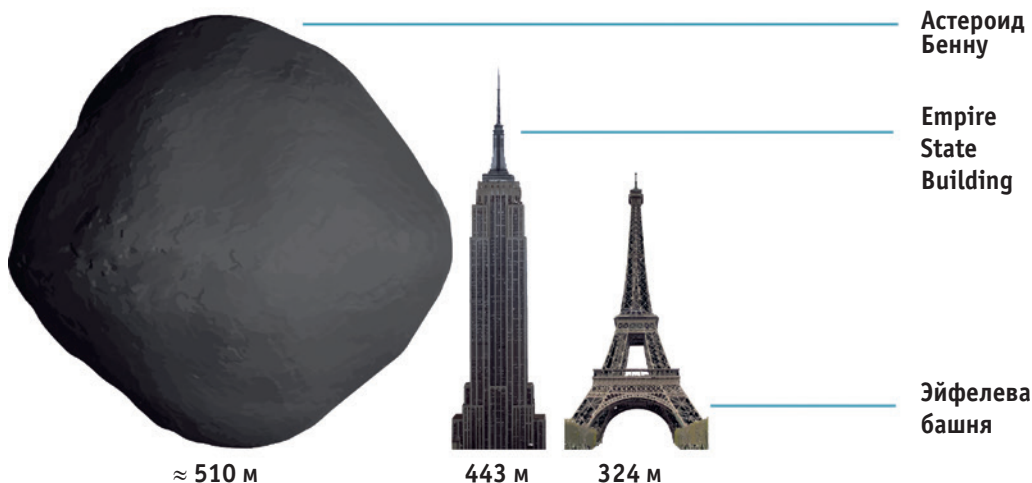
OLA (OSIRIS-REx Laser Altimeter) — сканирующий лазерный локатор, способный предоставить информацию о форме астероида с высоким разрешением. В нем используются когерентные излучатели видимого и радиодиапазона, работающие при расстояниях от поверхности соответственно от 7,5 до 1 км и от 1 км до 500 м. Прибор изготовлен в Канаде на средства, предоставленные Канадским космическим агентством CSA.

OVIRS (OSIRIS-REx Visible and IR Spectrometer) — оборудование для регистрации спектров минералов и органики в поверхностном слое астероида в видимом и инфракрасном диапазонах. Предназначено для картирования глобального минерального состава с разрешением до 20 м, а также участка, с которого будут отобраны пробы, с разрешением от 2 м до 8 см. Предполагается, что полученной спектрометром информации будет достаточно для выявления основных типов минералов (оксидов, карбонатов, силикатов, сульфатов, адсорби-

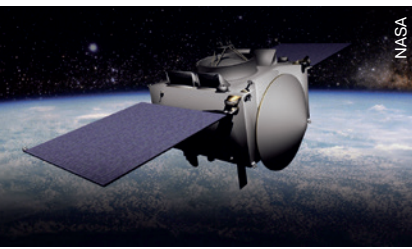
▼ Старт ракеты-носителя Atlas V с космическим аппаратом OSIRIS-REx.

<sup>1</sup> ВПВ №1, 2010, стр. 17

<sup>2</sup> ВПВ №4, 2007, стр. 20







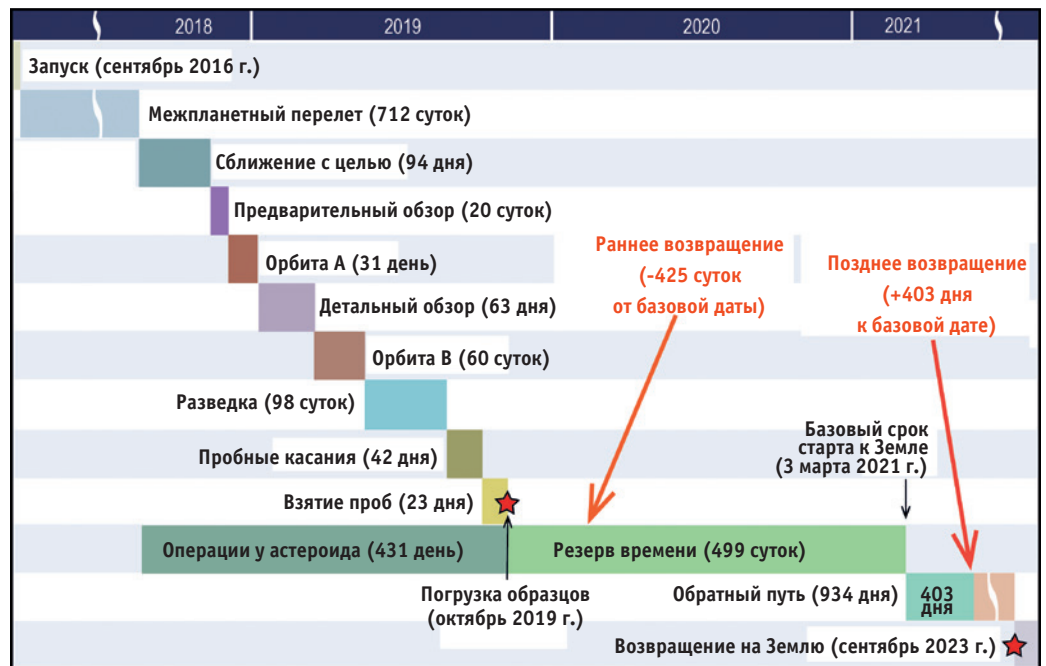
▲ OSIRIS-REx на промежуточной околоземной орбите (компьютерная модель).

рованной воды и множества органических соединений).

OTES (OSIRIS-REx Thermal Emission Spectrometer) — еще один прибор для определения минерального состава поверхности по спектрам ее излучения в диапазоне от 4 до 50 мкм, а также измерения общего теплового потока от освещенной и неосвещенной сторон астероида, что позволит сделать выводы о его структуре на небольшой глубине.

REXIS (Regolith X-ray Imaging Spectrometer) — рентгеновский спектрометр, разработанный четырьмя группами ученых и студентов Гарвардского университета и Массачусетского технологического института. Представляет собой телескоп с кодирующей решеткой, с угловым разрешением в 21 угловую минуту, чувствительный к фотонам с энергиями от 0,3 до 7,5 килоэлектрон-вольт (в пяти широких и 11 узких спектральных диапазонах). Предназначен для определения элементного состава поверхностных пород по их рентгеновскому излучению, возникающему при взаимодействии с заряженными частицами солнечного ветра и космическими лучами. Основная часть исследований будет вестись с расстояния около 700 м, пространственное разрешение прибора достигнет 4 м.

TAGSAM (Touch-And-Go Sample Acquisition Mechanism) — самое сложное устройство, установленное на борту OSIRIS-REx. Механическая «рука» длиной 3,35 м, оборудованная специальным пробоотборником, должна коснуться поверхности астероида в то время, как зонд будет подлетать к нему со скоростью около 20 см/с. В момент



▲ Детальный план миссии OSIRIS-REx с учетом возможных задержек.

касания включится подача сжатого азота из бортовых резервуаров, и его потоки «сдуют» реголит (мелкодробленные поверхностные породы) в направлении пробоотборника. Предполагается, что таким образом удастся собрать от 60 г до 2 кг вещества, в зависимости от его плотности и механических свойств. Это будет самый массивный образец внеземного материала со времен пилотируемых лунных экспедиций в рамках программы Apollo.

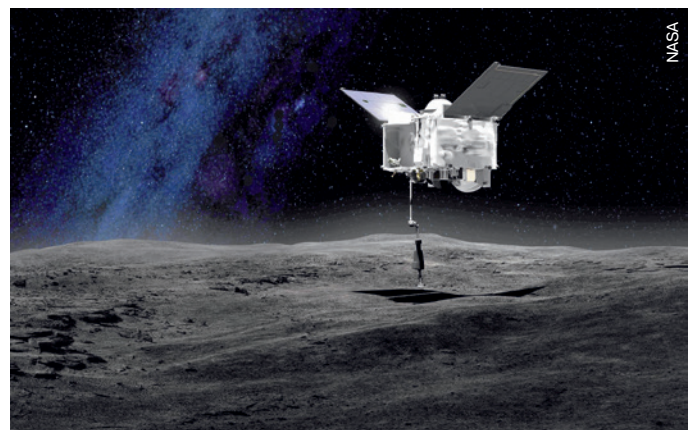
Одновременно с операциями по взятию проб должно быть проведено зондирование участка, на котором произошло касание, радиоволнами с частотой 1 герц. Далее «рука» оттолкнется от поверхности, и зонд начнет удаляться от астероида. Контейнер пробоотборника будет помещен в специальную возвращаемую капсулу. По завершении программы орбитальных исследований аппарат отправится в обратный путь, чтобы сбросить капсулу с образцами реголита в земную атмосферу, где она осуществит аэродинамическое торможение и совершит парашютную посадку в заданном районе, после чего ее содержимое тщательно проанализируют в наземных лабораториях. Но это произойдет уже в 2023 г.

Средний диаметр Бенну, измеренный по результа-

там радарного зондирования, составляет 492 м, его период обращения вокруг Солнца равен 436 с половиной суток. В случае столкновения с Землей этот объект вполне может стать причиной глобальной катастрофы, поэтому сразу после открытия в сентябре 1999 г. он привлек к себе пристальное внимание ученых. В 2007 г. NASA объявила об организации возвращаемой миссии к этому небесному телу,<sup>3</sup> которая, помимо прочего, предоставит возможность больше узнать о происхождении Солнечной системы, об источниках воды и органических молекул на Земле и других планетах, а также о на-

<sup>3</sup> ВПВ №4, 2007, стр. 21

▼ Так предположительно будет выглядеть зонд OSIRIS-REx в момент отбора проб с поверхности астероида Бенну.



# «Акацуки» исследует Венеру

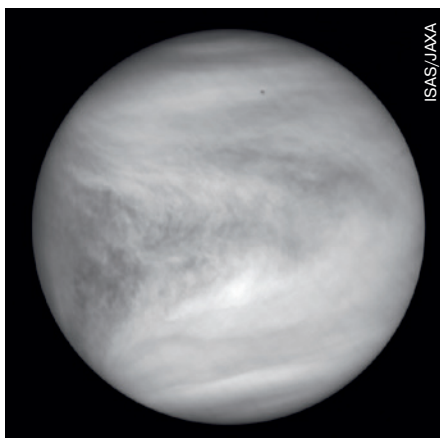
Пресс-служба Японского агентства по исследованиям космоса JAXA представила широкой публике некоторые результаты работы межпланетного аппарата «Акацуки» (другие названия — Planet-C, Venus Climate Orbiter). 19 июля с момента его выхода на орбиту вокруг Венеры миновал один венерианский год продолжительностью 225 земных суток. Несмотря на длительный срок пребывания в космическом пространстве, зонд продолжает успешно изучать «Утреннюю звезду» и предоставляет ученым много уникального наблюдательного материала. Четыре бортовых камеры регулярно передают на Землю изображения планеты в различных спектральных диапазонах.

«Акацуки» был запущен 20 мая 2010 г. с космодрома Танегасима (21 мая 2010 г. в 6:58 по местному времени) совместно с первым японским «космическим парусником» IKAROS.<sup>1</sup> 6 декабря того же года он должен был выйти на орбиту вокруг Венеры, однако из-за неисправности главного двигателя тормозной маневр провести не удалось и аппарат остался на гелиоцентрической траектории.<sup>2</sup> Вторая попытка, предпринятая пять лет спустя при следующем сближении зонда с планетой с помощью четырех вспомогательных двигателей малой тяги, оказалась успешной.<sup>3</sup> После коррекции орбиты, состоявшейся 26 марта 2016 г., «Акацуки» начал выполнение научной программы. Ожидается, что он проработает еще не менее одного земного года.

<sup>1</sup> ВПВ №6, 2010, стр. 26

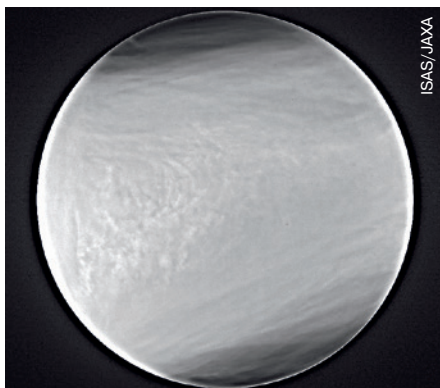
<sup>2</sup> ВПВ №12, 2010, стр. 35

<sup>3</sup> ВПВ №12, 2015, стр. 18



ISAS/JAXA

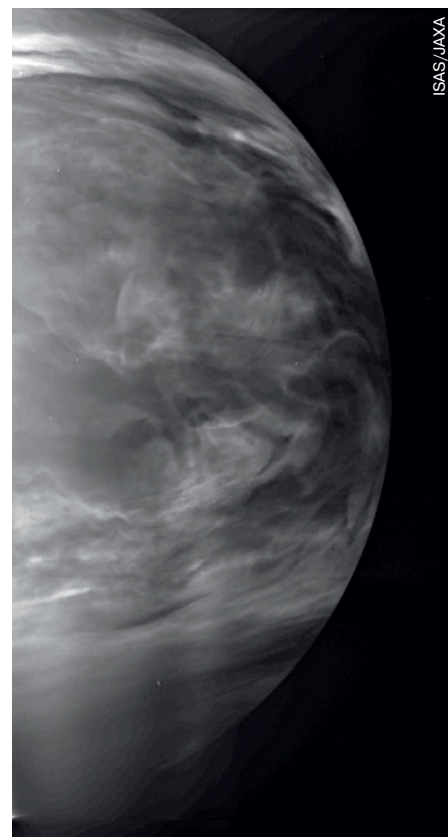
▲ На длину волн 365 нм (граница видимого и ультрафиолетового диапазона) приходится максимум поглощения одного из до сих пор неизвестных компонентов венерианской атмосферы. Для его исследований был изготовлен специальный светофильтр, через который камера UVI сделала этот снимок 6 мая 2016 г. в 16:17 UT. Высокая контрастность изображений в данном диапазоне позволяет в деталях изучать морфологию облаков и их динамику. Высота космического аппарата в момент съемки составляла 80 тыс. км.



ISAS/JAXA

▲ Снимок дневной стороны Венеры, полученный камерой IR2 в линии 2,26 мкм 6 мая 2016 г. в 16:07 UT. На этой длине волны вариации высоты верхней кромки облачности обусловлены поглощением света молекулами углекислого газа CO<sub>2</sub> — основного компонента венерианской атмосферы. После компьютерной обработки на изображении видны более темные относительно низкие облака вблизи обоих полюсов и довольно сложные облачные образования вблизи экватора. Высота «Акацуки» над поверхностью планеты в момент съемки составляла 81 тыс. км.

▼ Бортовая камера IR2 ведет съемку в ближнем инфракрасном диапазоне, на длинах волн более 2 мкм. Данное изображение в линии 2,26 мкм получено 26 апреля 2016 г. в 7:03 UT с высоты 76 тыс. км. Пространственно-неоднородные облака видны как темные силуэты, подсвечиваемые тепловым излучением нижней, более горячей атмосферы. Они представляют собой очень сложные турбулентные образования. Снимок был обработан компьютерными средствами с целью повышения контрастности его элементов.



ISAS/JAXA



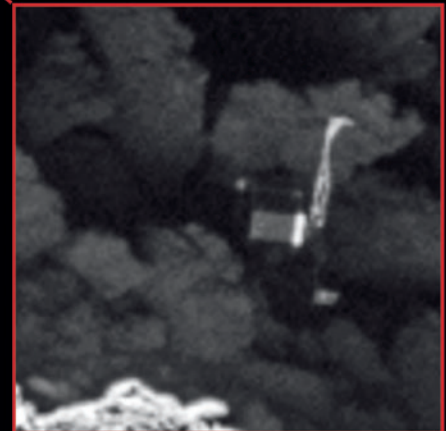
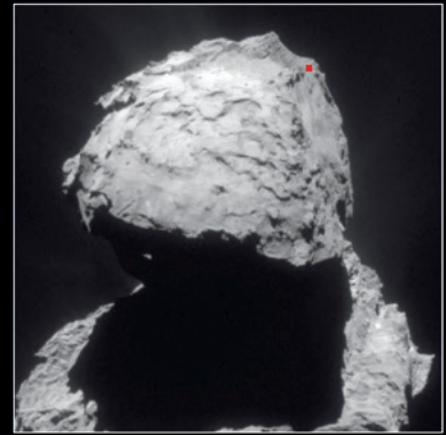
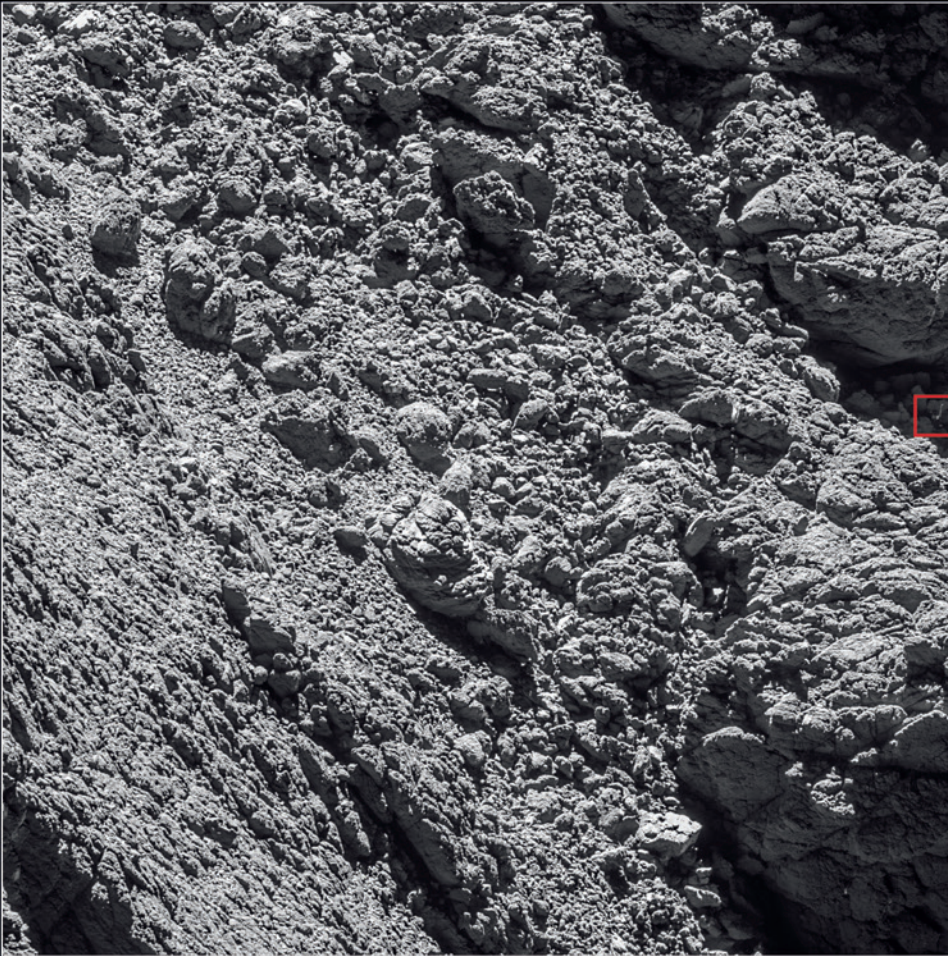
**ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН**  
[www.3planeta.com.ua](http://www.3planeta.com.ua)  
 Первыми узнавайте новости  
 на нашем сайте  
**Коллекция ретрономеров**  
**2009-2015 гг.**  
 в папках на кнопке

**Соберите полную коллекцию журналов**



# Найден посадочный модуль Philae

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



Меньше чем за месяц до окончания своей миссии, которая должна завершиться управляемым падением на ядро кометы Чурюмова-Герасименко (67P/Churyumov-Gerasimenko),<sup>1</sup> европейский космический аппарат Rosetta обнаружил на его поверхности исследовательский модуль Philae, 12 ноября 2014 г. совершивший первую в истории мягкую посадку на «хвостатую странницу».<sup>2</sup> Эта операция прошла не совсем успешно: коснувшись поверхности в расчетном районе, модуль не смог на ней закрепиться из-за несрабатывания специальных фиксирующих гарпунов и отскочил обратно в космос. Однако часть его скорости при первом ударе погасилась, и он не ушел от кометы насовсем, а снова вернулся к ней под действием ее слабой гравитации, чтобы отскочить от ядра еще раз. Лишь с третьей попытки Philae «прикометился» окончательно. При этом он оказался в тени высокого утеса, и его фотогальванические панели не смогли вырабатывать достаточно энергии, чтобы поддерживать функционирование бортовой аппаратуры в течение длительного времени. Научные исследования выполнялись с использованием заряда основной аккумуляторной батареи, которого хватило на 60 часов, и многие интересные эксперименты пришлось отменить.

После этого связь с посадочным модулем была потеряна, и восстановить ее смогли только в июне 2015 г., но ненадолго.<sup>3</sup> Благодаря этому появилась возможность, используя базовый аппарат Rosetta в качестве ретранслятора, передать на Зем-

▲ Снимок, сделанный камерой OSIRIS космического аппарата Rosetta, на котором был идентифицирован модуль Philae. Изображение получено 2 сентября 2016 г. с расстояния 2,7 км. Разрешение достигает 5 см на пиксель. Четко виден корпус Philae метровых размеров и две из трех его посадочных «ног». Справа сверху — снимок общего плана, сделанный 16 апреля 2015 г. навигационной камерой зонда Rosetta, с указанным на нем участком, где обнаружили Philae (он находится на меньшей доле ядра кометы Чурюмова-Герасименко).

лю значительную часть данных, собранных зондом Philae на поверхности ядра. Предпринимались также неоднократные попытки определить его точное местоположение, но все они заканчивались неудачно. И лишь 2 сентября, когда Rosetta совершала свои последние витки перед падением на комету и производила фотографирование ее ядра с расстояния менее 3 км, было получено несколько снимков, на которых сотрудники группы сопровождения миссии рассмотрели четкую фигурку модуля, лежащего на боку. Теперь предстоит выяснить, приобрел ли он такую «неправильную» ориентацию сразу после падения или же она является результатом последующих попыток «подвинуть» зонд, чтобы увеличить освещенность его солнечных панелей.

Сведения о месте посадки Philae и его положении в пространстве помогут исследователям в расшифровке переданной им информации и «привязке» ее к конкретному участку поверхности кометного ядра. Снимок, на котором был обнаружен посадочный модуль, стал самым детальным на данный момент изображением какого-либо тела Солнечной системы, полученным орбитальным аппаратом: один пиксель на нем соответствует отрезку всего в 5 см. Фотографирование производилось с расстояния около 2,7 км.

<sup>1</sup> ВПВ №2, 2004, стр. 14; №10, 2014, стр. 20

<sup>2</sup> ВПВ №11, 2014, стр. 16

<sup>3</sup> ВПВ №6, 2015, стр. 28

# Миссия LRO продолжается

За семь лет, прошедших после начала миссии LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter),<sup>1</sup> одноименный американский космический аппарат отснял практически всю лунную поверхность с разрешением порядка полуметра. Отдельные участки были сфотографированы с рекордным 10-сантиметровым разрешением — для

<sup>1</sup> ВПВ №6, 2009, стр. 2

этого зонд перешел на орбиту с перигеем ниже 20 км, на которой находится и в настоящее время. Особое внимание сотрудники группы сопровождения уделяли приполярным областям с «постоянно темными» участками, а также местам посадки автоматических аппаратов, луноходов и пилотируемых лунных модулей кораблей Apollo. Сроки эксплуатации зонда продлеваются каждые два года.

Главным ограничительным фактором в его случае являются запасы топлива бортовой двигательной установки, необходимые для периодических коррекций траектории (которая подвержена существенным искажениям в довольно неравномерном гравитационном поле Луны). В настоящее время его объем считается достаточным для работы на селеноцентрической орбите до октября 2018 г., и единственная проблема, которая может возникнуть — это финансирование дальнейшего сопровождения миссии с помощью наземных станций слежения.

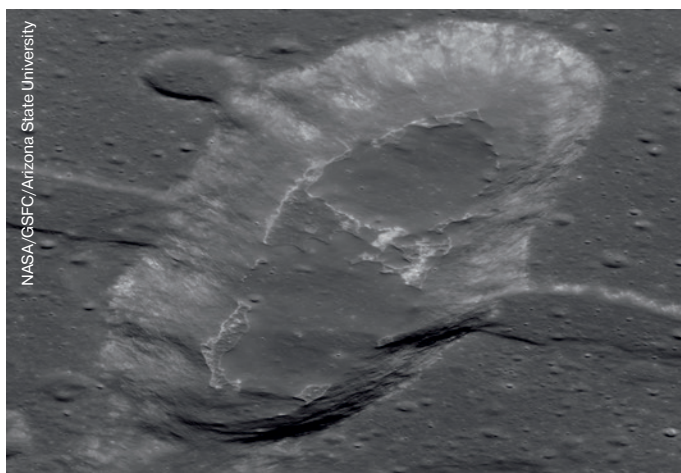
Сейчас LRO выполняет очередной этап своей миссии под названием «Краеугольный камень» (Cornerstone). В его рамках он ведет интенсивные исследования лунного вулканизма — как древнего, так и возможных проявлений эндогенной активности в современную эпоху. Предполагается, что закономерности этих процессов на Луне помогут нам понять многие детали эволюции планеты земной группы и некоторых спутников газовых гигантов.

Преимущество Луны перед другими небесными телами заключается в том, что значительные количества ее вещества уже побывали в руках ученых (с 1969 по 1976 г. на Землю было доставлено 383 кг лунных пород). Ценность этого вещества с научной точки зрения многократно возрастет, если его удастся поместить в «селенологический контекст» — установить характер местности, из которой были доставлены образцы, определить возраст исследованных формаций и сравнить его с установленным «контактными» методами (например, с помощью радиоизотопной датировки).

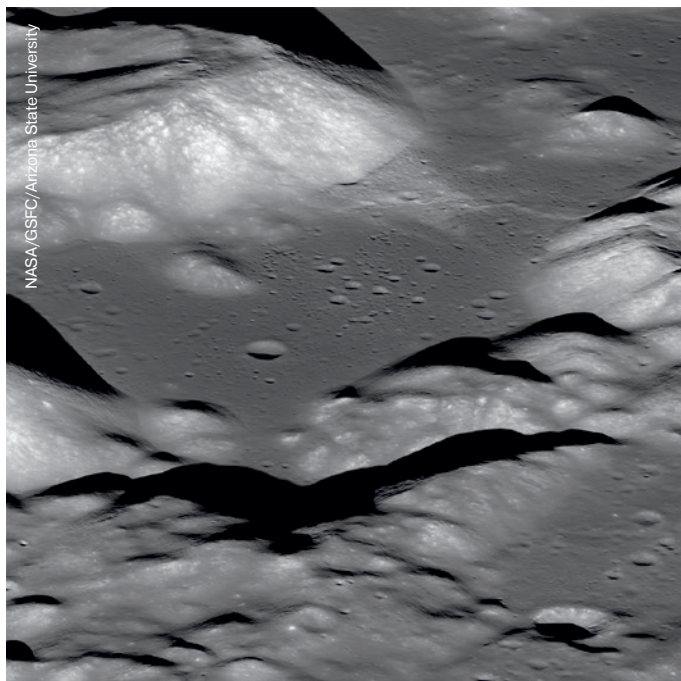
В последнее время появились данные о том, что наше понимание хронологии возникновения крупных ударных лунных бассейнов — та-

ких, как море Кризисов, море Ясности и море Дождей — может быть ошибочным. Согласно распространенному мнению, в интервале времени между формированием двух последних на Луне появилось только три похожих масштабных структуры. Наличие признаков импактного расплавления (произошедшего при мощном метеоритном ударе) в образцах пород, доставленных экспедицией Apollo 17,<sup>5</sup> позволяет утверждать, что на самом деле за указанный период таких структур могло возникнуть вплоть до 25, причем неизвестно, продолжалась ли и далее «бомбардировка» Луны с той же интенсивностью, или же это лишь один из эпизодов ее истории. Однако существует вероятность, что астронавты просто случайно наткнулись на «брызги», выброшенные из другого древнего кратера. Чтобы подтвердить или опровергнуть это предположение, необходим тщательный анализ снимков орбитального зонда.

Отдельная задача LRO, требующая продления его миссии — поиск недавно образовавшихся метеоритных кратеров на Луне. Для этого необходимо отснять каждый участок ее поверхности как минимум дважды с достаточным интервалом времени. На свежих снимках уже обнаружено более 220 ударных структур размерами от 3 до 43 м, которые отсутствовали несколько лет назад. По их распределению и частоте появления можно судить о плотности малых тел Солнечной системы в окрестностях земной орбиты, а измерения глубины и диаметра кратеров позволяют рассчитать массу и размеры упавших метеороидов. Дополнительный интерес представляет изучение мест падения искусственных объектов — последних ступеней ракет Saturn V, доставлявших к Луне корабли Apollo, и автоматических аппаратов, исследовавших ее с середины 60-х годов прошлого столетия.

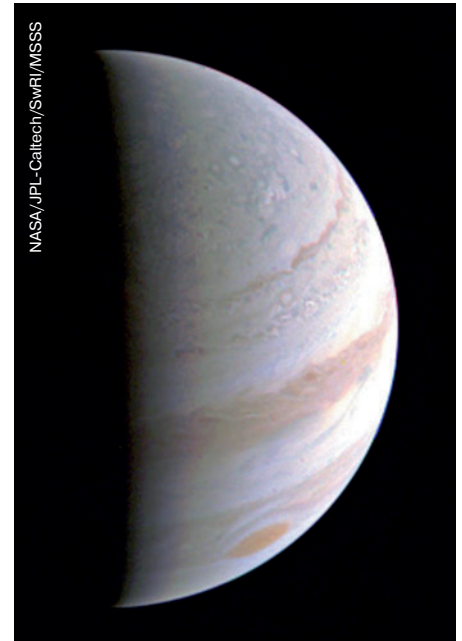


▲ «След великана» — необычная впадина на лунной поверхности глубиной около 300 м и шириной почти 3 км у западного края Моря Спокойствия. Продолговатая структура пересекает длинный разлом, тянущийся почти точно с юга на север (на данном снимке — слева направо), а дно ее залито застывшей лавой. Природа этой формации пока неизвестна.



▲ Окрестности места посадки лунной ступени корабля Apollo 17 в долине Тавр-Литтров (Taurus-Littrow), сфотографированные камерой высокого разрешения LROC.

## Юно прошел первый перицентр



NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS

▲ Изображение северной полярной области Юпитера, полученное зондом Juno 27 августа 2016 г. до прохождения перицентра — с расстояния 703 тыс. км. Внизу у края видимого диска планеты заметно знаменитое Большое Красное Пятно.

Космический аппарат Juno (NASA), вышедший на орбиту вокруг Юпитера 5 июля 2016 г.,<sup>1</sup> прошел первый перицентр — ближайшую к планете точку своей нынешней траектории, расположенную в 4200 км над верхней границей юпитерианских облаков. Это произошло 27 августа 2016 г. в 13 часов 44 минуты по всемирному времени. Незадолго до перицентра камера видимого диапазона JunoCam сделала серию снимков северного полушария газового гиганта, в том числе его приполярных областей, с Земли наблюдаемых с большим трудом.

Согласно планам миссии, Juno совершит еще один виток по орбите с периодом обращения 36 суток, после чего импульс бортовых двигателей переведет его на целевую рабочую орбиту, двигаясь по которой, аппарат будет сближаться с Юпитером каждые две недели. Основная часть научного оборудования должна активироваться только в окрестностях перицентров, и именно на этом участке орбиты оно подвергается наиболее сильному воздействию высокоэнергетических заряженных частиц, сконцентрированных в мощных радиационных поясах самой большой планеты Солнечной системы.

<sup>1</sup> ВПВ №8, 2011, стр. 22; №7, 2016, стр. 28



NASA/JPL-Caltech/ASI/Cornell

## Каньоны на Титане

Космический аппарат Cassini обнаружил на крупнейшем сатурнианском спутнике Титане глубокие каньоны с крутыми склонами, заполненные жидкими углеводами (главным образом метаном). Это первое наблюдение подобных структур на каком-либо небесном теле.

В публикации в журнале *Geophysical Research Letters* подробно описываются результаты анализа наблюдений Титана с близкого расстояния в мае 2013 г., проведенных группой сопровождения Cassini. В ходе пролета вблизи спутника значительную часть времени исследователи уделили эксперименту с использованием бортового радиолокационного оборудования RADAR. В центре их внимания были каналы, отходящие от большого северного моря Лигейя (Ligeia Mare).

Наблюдения показывают, что каналы, составляющие разветвленную сеть Флюмина (Vid Flumina), представляют собой узкие каньоны шириной, как правило, менее километра, с крутыми (более 40°) склонами. Большинство из них довольно глубокие — от 250 до 570 м. На радиолокационных изображениях они выглядят темными, напоминая моря Титана с большим содержанием метана. Это обстоятельство натолкнуло ученых на мысль, что эти образования могут быть заполнены жидкостью, однако прямых доказательств данной версии долго не могли обнаружить. Более того, не представлялось возможным получить четкий и однозначный ответ на вопрос о структуре наполняющего каналы темного вещества: нельзя было исключить того, что это не жидкость, а скопление рыхлого метанового льда.

▲ Космический аппарат Cassini тщательно просканировал поверхность сатурнианского спутника Титана с использованием бортового инструмента RADAR и обнаружил глубокие каньоны с крутыми склонами, заполненные жидкими углеводородами.

На данном изображении запечатлено большое северное море Лигейя (Ligeia Mare) с разветвленной сетью окружающих его речных русел и узких каньонов.

Радар Cassini использует частоты, на которых плотный облачный покров Титана прозрачен, чтобы непосредственно рассмотреть детали его поверхности. Но в 2013 г. этот инструмент задействовали как высотомер, посылающий в сторону спутника импульсы радиоволн, чтобы по характеру их отражения определить высоту отдельных деталей ландшафта. Исследователи объединили данные альтиметрии с уже имеющимися радиолокационными изображениями региона, что и помогло получить новые уникальные результаты.

Ключом к пониманию природы каналов стали особенности отражения сигнала радара: оно было удивительно четким, что свидетельствовало о чрезвычайно гладкой поверхности, характерной для уже обнаруженных на Титане углеводородных морей. Глубину каньонов удалось определить путем сравнения времени прихода эхосигналов, отраженных от их склонов и дна. Наличие столь глубоких протяженных впадин на поверхности спутника говорит о том, что, независимо от природы формирующих их процессов, они должны были действовать в течение длительного времени либо же вызывать значительно более мощную эрозию по сравнению с другими изученными областями. Предложенный учеными сценарий включает с себя подъем отдельных участков местности и изменение уровня титанианских морей.



Члены экипажа МКС наблюдают за удалением отстыкованного корабля Dragon

## Очередной Dragon совершил посадку

Спускаемый аппарат беспилотного грузового корабля Dragon частной компании SpaceX 26 августа в 15 часов 47 минут по всемирному времени успешно приводнился в Тихом океане (в 525 км от побережья Калифорнии) после месячного пребывания в составе Международной космической станции.<sup>1</sup> Его отстыковка от модуля Harmony американского сегмента орбитального комплекса состоялась в 10:11 UTC; операциями по отделению и своду с орбиты, кроме специалистов наземного центра управления, руководили члены экипажа МКС — представительница NASA Кэтрин Рубинс (Kathleen Rubins) и японский астронавт Такуя Ониши. «Грузовик» доставил на Землю 1550 кг результатов научных экспериментов и отработанного оборудования.

<sup>1</sup> ВПВ №6, 2016, стр. 31

## Плановая модернизация МКС

Члены экспедиции МКС-47/48 американские астронавты Джеффри Уильямс и Кэтрин Рубинс (Jeffrey Williams, Kathleen Rubins) 1 сентября 2016 г. совершили второй за две недели выход в открытый космос продолжительностью почти 7 часов.<sup>1</sup> Его главной целью было проведение ремонтно-профилактических работ в системе охлаждения Международной космической станции — в частности, демонтаж резервного терморрадиатора, установленного ранее для предотвращения утечки хладагента. Участники «космической прогулки» также проверили поворотные механизмы панелей солнечных батарей (в них недавно начали возникать непредвиденные вибрации) и установили на внешней поверхности орбитального комплекса первые две телекамеры высокого разрешения, которые в дальнейшем будут использоваться для мониторинга операций по стыковке и отстыковке прибывающих

на МКС пилотируемых и беспилотных аппаратов. Еще одной важной задачей стало удаление части термоизоляции для облегчения доступа механической «руке» роботизированного манипулятора к месту складирования демонтированного неисправного оборудования.

Джефф Уильямс побывал в открытом космосе уже пятый раз, для Кэтрин Рубинс этот эпизод внекорабельной деятельности стал вторым. С борта МКС астронавтов сопровождали Анатолий Иваншин и Такуя Ониши.

▼ Демонтаж радиатора системы охлаждения МКС и установка видеокамеры высокого разрешения во время выхода в открытый космос 1 сентября



## Приземлился последний «Союз ТМА-М»

Экипаж экспедиции МКС-47/48 в составе российских космонавтов Алексея Овчинина и Олега Скрипочки, а также американского астронавта Джеффри Уильямса, благополучно вернулся на Землю 7 сентября в 4 часа 13 минут по московскому времени (1:13 UTC). Спускаемый аппарат пилотируемого транспортного корабля «Союз ТМА-20М» совершил посадку в заданном районе Казахстана. Все операции по спуску и приземлению прошли штатно. Продолжительность пребывания экипажа в космическом пространстве составила 172 дня.

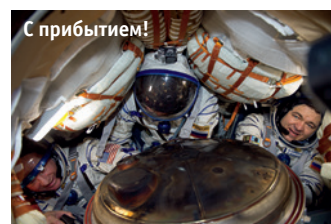
Корабль отстыковался от Международной космической



Парашютный спуск капсулы пилотируемого транспортного корабля «Союз ТМА-20М».

станции 6 сентября в 21:51 UTC и сошел с орбиты после тормозного импульса бортовых ракетных двигателей. Это был последний полет пилотируемого аппарата серии «Союз ТМА-М»,

на смену которым пришли новые российские корабли «Союз МС». После приземления Джеффри Уильямс стал рекордсменом среди граждан США по длительности пребывания за



С прибытием!

пределами атмосферы: его общий космический стаж по совокупности четырех полетов достиг 534 суток.

До прибытия следующего «Союза» космическую вахту на МКС будут нести российский космонавт Анатолий Иваншин, японец Такуя Ониши и американская астронавтка Кэтрин Рубинс. Их возвращение на Землю намечено на 30 октября.

## Запущена китайская орбитальная станция

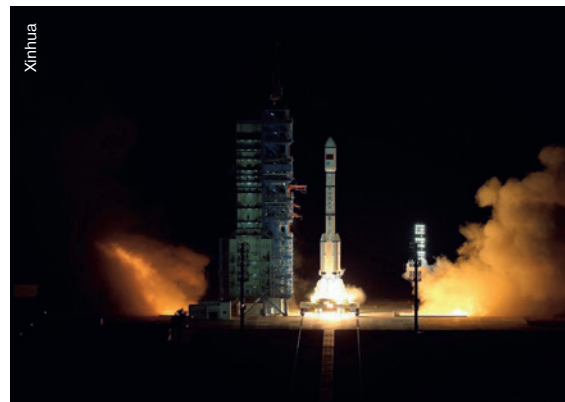
В Китае осуществлен запуск второй долговременной орбитальной станции, предназначенной для длительного пребывания в космосе нескольких экипажей. Космическая лаборатория «Тяньгун-2» была запущена 15 сентября 2016 г. в 22:04:12 по пекинскому времени (14:04:12 UTC) с пусковой установки №921 площадки №43 космодрома Цзюцюань с помощью ракеты-носителя «Чанчжэн-2F» №T2. В 14:13:48 UTC станция отделилась от последней ступени носителя и вышла на околоземную орбиту с перигеем 200 км, апогеем 347 км и наклоном 42,8°.

Главной задачей «Тяньгун-2» является тестирование технологий жизнеобеспечения, которые будут использованы

в проекте будущей большой китайской космической станции, сообщило за день до запуска агентство новостей «Синьхуа». В отличие от первого прототипа китайской орбитальной лаборатории «Тяньгун-1»,<sup>1</sup> новый аппарат рассчитан на пребывание тайконавтов за пределами атмосферы на протяжении вдвое большего срока — вплоть до 30 суток. Доставить на станцию первый экипаж из двух человек должен транспортный корабль «Шэньчжоу-11» (дата его старта пока не разглашается). Представитель национальной программы пилотируемых космических полетов У Пин сообщила, что члены экипажа уже отобраны и проходят интенсивную

подготовку к экспедиции в космос, в ходе которой им предстоит осуществить 14 научных экспериментов.

▼ Старт ракеты-носителя «Чанчжэн-2F», доставившей на околоземную орбиту китайскую станцию «Тяньгун-2».



Xinhua

<sup>1</sup> ВПВ № 10, 2011, стр. 16

## С космодрома Куру стартовала ракета Vega

Продолжается плодотворное сотрудничество украинского ракетного конструкторского бюро «Южное» с Европейским космическим агентством. 16 сентября 2016 г. в 1:43:35 UTC (4 часа 44 минуты по киевскому времени) с площадки ZLV космодрома Куру во Французской Гвиане стартовыми командами компании Arianespace осуществлен пуск ракеты-носителя Vega (VV07), которая

успешно вывела на околоземную орбиту спутник дистанционного зондирования Земли PeruSat-1 (его масса составляет 430 кг), сконструированный специалистами компании Airbus Defence and Space по заказу военного ведомства Перу, а также четыре аппарата серии SkySat-Gen2 с порядковыми номерами 2, 3, 4 и 5, созданные фирмой Space Systems/Loral по заказу ком-

пании Terra Bella — подразделения компании Google. Маршевый двигатель РД-843 для четвертой ступени ракеты разработан Государственным предприятием КБ «Южное» им. М.Янгеля и изготовлен Производственным объединением «Южный машиностроительный завод им. Макарова» (Днепр, Украина).<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ВПВ №9, 2012, стр. 27



▲ Ракета-носитель Vega на стартовой площадке ZLV космодрома Куру.

## Взрыв на стартовой позиции

В первый день сентября крупнейшую частную компанию космической отрасли SpaceX снова постигла серьезная неудача. Примерно в 9 часов 7 минут по времени восточного побережья США (13:07 UTC) на стартовом комплексе №40 на мысе Канаверал взорвалась ракета-носитель Falcon 9. Взрыв произошел за три минуты до начала огневых испытаний двигательной установки первой ступени и уничтожил полезную нагрузку — израильский спутник связи Amos-6 стоимостью около 200 млн долларов США. Взрывная волна ощущалась в радиусе нескольких километров. К счастью, происшествие обошлось без человеческих жертв, поскольку, согласно правилам компании, во время испытаний вблизи ракеты не должно находиться ни одного представителя обслуживающего персонала. Не пострадала и ракета Atlas V с

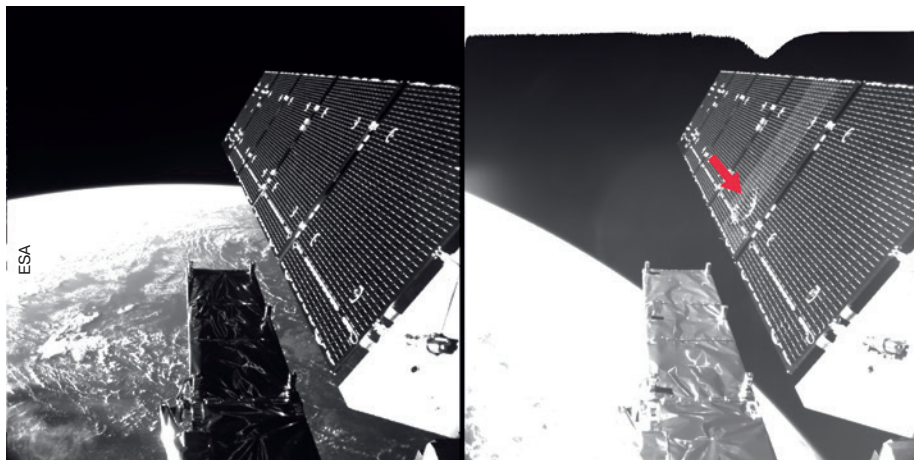
космическим аппаратом OSIRIS-REX (NASA), которую готовили к старту менее чем в двух километрах от места взрыва.

Глава SpaceX Элон Маск (Elon Musk), комментируя расследование инцидента, заявил, что он стал самой большой неудачей, которую компания переживала за 14 лет. «Важно отметить, что это произошло во время рутинной операции по заправке [топливом]. Двигатели не были включены и не было очевидного источника нагревания», — сообщил Маск в своем твиттере. Стартовый комплекс также получил серьезные повреждения и требует восстановления. Специалисты SpaceX намерены возобновить запуски ракеты-носителя Falcon 9 в ноябре, однако, если к тому времени основной комплекс не будет отремонтирован, компании придется раньше запланированного времени начать использование своей второй пусковой площадки на мысе Канаверал.



Взрыв ракеты-носителя Falcon 9.

## Спутник столкнулся с метеоритом



Спутник Sentinel-1.

ESA/ATG mediatlab

▲ Снимки солнечной панели спутника Sentinel-1A до и после столкновения с метеоритной частицей (стрелка указывает на поврежденный участок).

По сообщению пресс-службы Европейского космического агентства, 23 августа 2016 г. в 17:07 UTC произошло довольно редкое событие: было зарегистрировано попадание микрометеорита в одну из солнечных батарей спутника дистанционного зондирования Земли Sentinel 1A, в апреле 2014 г. выведенного на солнечно-синхронную орбиту высотой 693 км. В момент удара

наземные службы отметили снижение мощности, выдаваемой системой электропитания спутника. При последующем осмотре батареи бортовой камерой удалось обнаружить дыру размером около 40 см. Также незначительно изменились орбитальные параметры и ориентация космического аппарата. На его работоспособность происшествие практически не повлияло.

## Испытана новая модель SST



Virgin Galactic

Американская компания Virgin Galactic 8 сентября провела первый пробный полет новой версии своего суборбитального пилотируемого космического корабля, разработанной после аварии его предшественника в октябре 2014 г.<sup>1</sup> Согласно сообщению пресс-службы компании, испытания состоялись в пустыне Мохаве в шта-

те Калифорния. Корабль SpaceShipTwo модели Unity (SST-Unity) с двумя пилотами на борту на протяжении всего полета оставался пристыкованным к самолету-носителю WhiteKnightTwo, который пилотировал экипаж из трех человек (два пилота и бортинженер). В воздухе они находились в общей сложности 3 часа 43 минуты.

Полет позволил получить большое

количество данных, «выяснить, что работало хорошо, а что можно улучшить к следующему тесту», — отметил представитель компании Virgin Galactic. В дальнейшем эти данные предстоит тщательно проанализировать и использовать их в процессе подготовки к следующим совместным полетам WhiteKnightTwo и SST-Unity. Об испытаниях космолана отдельно от носителя речь пока не идет.

<sup>1</sup> ВПВ №11, 2014, стр. 35



# Телескоп Omegon AC 90/1000 EQ-2

Предлагаем Вам ознакомиться с продукцией компании Omegon, которая, несомненно, отлично себя зарекомендует на украинском рынке благодаря оптимальному соотношению цена/качество и широкому модельному ряду, способному удовлетворить запросы как начинающих любителей астрономии, так и профессионалов.

Omegon AC 90/1000 EQ-2 — классический длиннофокусный линзовый телескоп, отличный выбор для опытных любителей астрономии. Предназначен как для проведения визуальных наблюдений, так и для фотографирования Луны и планет. Качественный ахроматический рефрактор с просветленной оптикой обеспечивает достаточно хорошую четкость изображения. Поставляется с комплекте с немецкой экваториальной монтировкой EQ-2 — очень надежной и устойчивой. Голова монтировки устанавливается на стальной штатив регулируемой высоты. Предусмотрена специальная полочка для аксессуаров, на которой можно разместить окуляры, линзу Барлоу и прочие приспособления, необходимые для проведения астрономических наблюдений.

Телескоп имеет ахроматический объектив диаметром 90 мм с многослойным просветляющим покрытием линз. Этого вполне достаточно для наблюдения ярких небесных объектов. С помощью данного инструмента Вы сможете наблюдать огромное количество кратеров и гор на Луне, диски и фазы Меркурия, Венеры и Марса, темные полосы на Юпитере и четыре его галилеевых спутника, завораживающие кольца Сатурна. Этому телескопу также доступно множество двойных звезд, звездных скоплений, туманностей и далеких галактик!

Благодаря большому фокусному расстоянию на Omegon AC 90/1000 EQ-2 несложно установить

сравнительно высокие увеличения. В стандартной комплектации вместе с ним поставляются два окуляра с фокусными расстояниями 25 мм и 6,3 мм, обеспечивающие соответственно 40-кратное и 159-кратное увеличение. Используя комплектную ахроматическую линзу Барлоу (двукратную), приведенные значения можно еще удвоить.

Телескоп оснащен реечным фокусером, искателем «красная точка», а также диагональным зеркалом для наблюдений наземных объектов, находящихся вблизи зенита.

**Рефрактор Omegon 90/1000 EQ-2** также станет неплохой отправной точкой для начинающих наблюдателей ночного неба, представляя собой отличное сочетание высококачественной оптики и надежной монтировки.

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.

Omegon AC 90/1000 EQ-2 — телескоп для визуальных наблюдений небесных светил, а также для получения фотографий Луны и планет любительского уровня



Телескоп оснащен 90-градусным диагональным зеркалом, благодаря чему Вы будете видеть зеркальное неперевёрнутое изображение.



Телескоп комплектуется экваториальной монтировкой EQ2 с координатными кругами и возможностью ведения по обеим осям.

ФОРМИРУЕМ ДИЛЕРСКУЮ СЕТЬ  
**Omegon**

# Небесные события ноября

## ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

**Меркурий** практически весь месяц находится на небе недалеко от Солнца, теряясь в его лучах, и лишь в конце осени становится ограниченно доступным для наблюдений в наших широтах. Перед этим произойдет его соединение с **Сатурном**, который, наоборот, приближается к светилу, чтобы скрыться в околосолнечном ореоле. 23 ноября угловое расстояние между планетами уменьшится до  $3,5^\circ$  (в пространстве при этом их будет разделять 9,685 а.е. или 1 млрд 450 млн км). Увидеть это соединение можно только в местностях, лежащих южнее  $40^\circ$  с.ш.

Условия видимости **Венеры** улучшаются медленно, даже в конце ноября на  $50^\circ$  с.ш. она находится над юго-западным горизонтом меньше двух часов после захода Солнца. Угловой диаметр диска планеты к этому времени возрастает почти до  $17''$ , в крупные телескопы можно заметить ее фазу (около 70%); тем не менее, никаких подробностей на сплошном облачном покрове «Утренней звезды» они не покажут.

**Марс** по-прежнему приближается к Солнцу в своей проекции на небесную сферу, но в пространстве он продолжает удаляться от него и от Земли. Продолжительность вечерней видимости Красной планеты превышает 4 часа. Угловой диаметр марсианского диска в середине месяца станет меньше 7 угловых се-



▲ Так выглядит рассеянное скопление NGC 663 в созвездии Кассиопеи с увеличением около 50 крат (север вверху).

кунд, после чего его детали окажутся недоступными даже достаточно мощным любительским инструментам.

**Юпитер** появляется на утреннем небе примерно за 2,5-4 часа до восхода Солнца (в зависимости от даты и широты места наблюдений). Условия для его наблюдений быстро улучшаются. Небольшие телескопы уверенно покажут две темные приэкваториальные полосы на юпитерианском диске, а инструменты с апертурой свыше 90 мм продемонстрируют более тонкие облачные структуры. Четыре галилеевых спутника прекрасно видны даже в бинокли с увеличением 7-8 крат.

**Уран** восходит по вечерам и остается на небе всю ночь, кульмилируя за час-полтора до местной полуночи. Блеск и угловой диаметр диска планеты практически не изменяются по сравнению с предыдущим месяцем (немного уменьшится только ее склонение, что, впрочем, не сильно усложнит наблюдения). Чтобы рассмотреть уранианский

диск, необходимы телескопы с диаметром объектива от 80 мм и увеличением не менее 100 крат, однако его деталей не показывают даже крупнейшие наземные астрономические инструменты.

**Нептун** также виден достаточно неплохо, в средних широтах Северного полушария он скрывается за горизонтом во второй половине ночи. Диск ледяного гиганта хорошо различим при 120-кратном увеличении, а чтобы найти его среди звезд, необходим как минимум бинокль и карта звездного неба с объектами не слабее 8-й величины. 20 ноября движение самой далекой планеты на фоне звезд сменится с попятного на прямое.

## АСТЕРОИДНЫЕ ОППОЗИЦИИ

В ноябре ожидаются противостояние двух объектов главного пояса астероидов, блеск которых превысит 10-ю звездную величину. 3 ноября вблизи продолжения условной прямой, проходящей через Солнце и Землю, окажется 70-километровая Эвринома (79 Eurynome) — в это же время она будет приближаться к перигелию, поэтому ее нынешняя оппозиция относится к числу благоприятных для наблюдений. Астероид Эхо (60 Echo), имеющий размер около 60 км и обладающий достаточно светлой поверхностью, пройдет противостояние 26 ноября — за 3 месяца до перигелия. В это время он будет

двигаться на фоне многочисленных звезд Гиад — самого яркого рассеянного звездного скопления земного неба, расположенного вблизи Альдебарана ( $\alpha$  Тельца).

## МЕТЕОРЫ НОЯБРЬСКОГО НЕБА

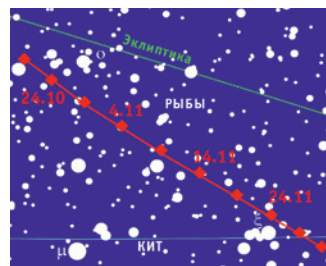
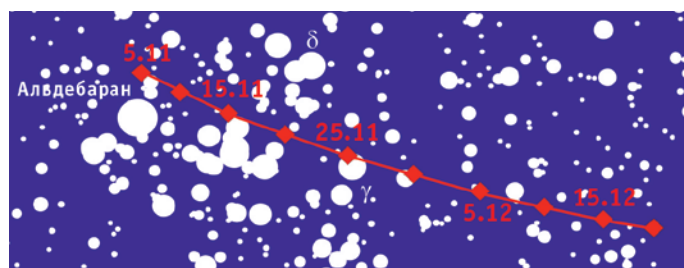
Начало последнего осеннего месяца знаменуется медленным угасанием октябрьского роя Орионид<sup>1</sup> и пиком активности метеорного потока Южные Тауриды. Ближе к середине ноября начинает действовать северная «ветка» того же потока, связанного с короткопериодической кометой Энке (2P/Encke).<sup>2</sup> Его зенитное часовое число может превысить 20.

Знаменитый поток Леонид в текущем году даже в максимуме, ожидаемом 17 ноября, не порадует нас высокой активностью: его «родоначальница» комета Темпеля-Таттла<sup>3</sup> (55P/Tempel-Tuttle) недавно прошла афелий — наиболее удаленную от Солнца точку своей орбиты. Постепенно рассеивающийся рой Андромедид,<sup>4</sup> который остался «на память» о распавшейся комете Биэлы (3D/Biela)<sup>5</sup> и имеет максимум около 26 ноября, очень редко дает более 10 метеоров в час и обычно остается почти незаметным на фоне остальных ноябрьских потоков.

## ОБЪЕКТ МЕСЯЦА

В своей «погоне за кометами» известный французский астроном Шарль Мессье (Charles Messier) часто упускал интересные небесные достопримечательности, без условно заслуживающие места в его каталоге кометообразных объектов. Такие случаи тем более интересны,

▼ Видимый путь астероида Эхо (60 Echo) по созвездию Тельца в ноябре-декабре 2016 г.



▲ Видимый путь астероида Эвринома (79 Eurynome) в октябре-ноябре 2016 г.

<sup>1</sup> ВПВ №8, 2016, стр. 35

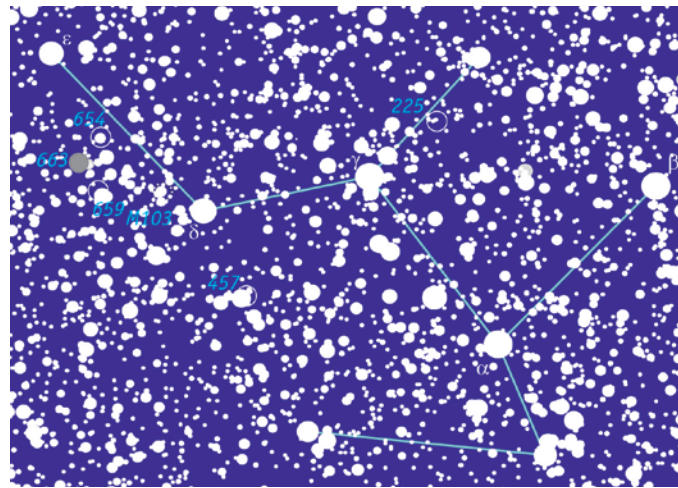
<sup>2</sup> ВПВ №2, 2007, стр. 36; №12, 2007, стр. 7; №6, 2008, стр. 10

<sup>3</sup> ВПВ №10, 2005, стр. 44

<sup>4</sup> Примерные координаты радианта:  $\alpha=1^h52^m$ ,  $\delta=38^\circ$

<sup>5</sup> ВПВ №4, 2006, стр. 21

что иногда практически в той же области неба оказывались другие объекты (часто даже менее заметные), все же попавшие в каталог. Одним из примеров подобного «упущения» является рассеянное звездное скопление NGC 663 в созвездии Кассиопеи, состоящее примерно из 400 звезд, «рассыпанных» по участку диаметром чуть больше 15 угловых минут. Менее чем в двух градусах от него находится слабое скопление M103 — последний объект оригинального издания каталога.<sup>6</sup>



▲ Созвездие Кассиопеи, лежащее на Млечном Пути, изобилует рассеянными звездными скоплениями. NGC 663 (обозначено серым кружком), несмотря на сравнительно большое расстояние, относится к самым ярким из них.

Суммарный видимый блеск NGC 663 примерно равен 7<sup>m</sup>, то есть он почти вдвое выше, чем у M103, что и неудивительно — это скопление находится к нам в полтора раза ближе (расстояние до него оценивается в 6800 световых лет). Входящие в его состав звезды имеют возраст 20-25 млн лет. При наблюдениях в небольшие инструменты на фоне «роя» слабых звездочек хорошо заметны две пары более ярких светил; судя по всему, как минимум три из них этому скоплению не принадлежат.

<sup>6</sup> ВПВ №8, 2008, стр. 35

## КАЛЕНДАРЬ АСТРОНОМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ (НОЯБРЬ 2016 Г.)

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1 Максимум активности метеорного потока Южные Тауриды (до 10 метеоров в час; координаты радианта: <math>\alpha=3^h28^m</math>, <math>\delta=14^\circ</math>)</p> <p>2 12<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,07</math>) в 9° севернее Антареса (<math>\alpha</math> Скорпиона, 1,0<sup>m</sup>)<br/>15-17<sup>h</sup> Луна закрывает звезду HIP 81724 (4,9<sup>m</sup>) для наблюдателей востока Украины, южной половины европейской части РФ, Южного Кавказа<br/>20<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,08</math>) в 3° севернее Сатурна (0,5<sup>m</sup>)</p> <p>3 6<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,11</math>) в 6° севернее Венеры (-4,0<sup>m</sup>)<br/>Астероид Эвринома (79 Euryome, 9,5<sup>m</sup>) в противостоянии, в 0,988 а.е. (148 млн км) от Земли</p> <p>5 16-18<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,29</math>) закрывает звезду 43 Стрельца (4,9<sup>m</sup>). Явление видно в странах Балтии, в Беларуси, Украине, Молдове, на Южном Кавказе и на западе европейской части РФ (кроме Кольского полуострова)</p> <p>6 11<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,37</math>) в 4° севернее Марса (0,4<sup>m</sup>)</p> <p>7 19:50 Луна в фазе первой четверти</p> <p>9 13-15<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,68</math>) закрывает Нептун (7,9<sup>m</sup>) для наблюдателей северо-востока европейской части РФ, Азербайджана, Казахстана, Туркменистана, севера Узбекистана, Западной и Центральной Сибири</p> | <p>19-20<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,70</math>) закрывает звезду <math>\lambda</math> Водолея (3,7<sup>m</sup>). Явление видно на Южном Кавказе и в Туркменистане</p> <p>12 12<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,93</math>) в 4° южнее Урана (5,7<sup>m</sup>)</p> <p>13 Максимум активности метеорного потока Северные Тауриды (до 30 метеоров в час; радиант: <math>\alpha=3^h31^m</math>, <math>\delta=21^\circ</math>)</p> <p>14 11<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=1,00</math>) в перигее (в 356510 км от центра Земли)<br/>13:52 Полнолуние<br/>14-16<sup>h</sup> Луна закрывает звезду 5 Тельца (4,1<sup>m</sup>) для наблюдателей востока Украины, Южного Кавказа, северо-запада Казахстана, европейской части РФ, Западной и Центральной Сибири</p> <p>15 10-12<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,98</math>) закрывает звезду <math>\gamma</math> Тельца (3,6<sup>m</sup>). Явление видно на Дальнем Востоке<br/>12-14<sup>h</sup> Луна закрывает звезды <math>\theta^1</math> (3,8<sup>m</sup>) и <math>\theta^2</math> Тельца (3,4<sup>m</sup>) для наблюдателей Казахстана, азиатской и северо-востока европейской части РФ<br/>16<sup>h</sup> Луна в 0,5° южнее Альдебарана (<math>\alpha</math> Тельца, 0,8<sup>m</sup>)<br/>17-18<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,98</math>) закрывает звезду <math>\sigma^2</math> Тельца (4,7<sup>m</sup>). Явление видно в Эстонии, Латвии, на севере Беларуси и северо-западе европейской части РФ</p> | <p>17 Максимум активности метеорного потока Леониды (20-30 метеоров в час; радиант: <math>\alpha=10^h13^m</math>, <math>\delta=22^\circ</math>)</p> <p>20 10<sup>h</sup> Нептун (7,9<sup>m</sup>) проходит конфигурацию стояния</p> <p>21 8:33 Луна в фазе последней четверти<br/>10<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,50</math>) в 2° южнее Регула (<math>\alpha</math> Льва, 1,3<sup>m</sup>)</p> <p>23 16<sup>h</sup> Меркурий (-0,5<sup>m</sup>) в 3° южнее Сатурна (0,5<sup>m</sup>)</p> <p>24 4-5<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,23</math>) закрывает звезду <math>\eta</math> Девы (3,9<sup>m</sup>) для наблюдателей стран Балтии, Беларуси, северо-запада Украины</p> <p>25 2<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,16</math>) в 1° севернее Юпитера (-1,8<sup>m</sup>)<br/>18-19<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,12</math>) закрывает звезду 74 Девы (4,7<sup>m</sup>). Явление видно на севере Дальнего Востока</p> <p>26 Астероид Эхо (60 Echo, 9,8<sup>m</sup>) в противостоянии, в 1,034 а.е. (155 млн км) от Земли</p> <p>27 20<sup>h</sup> Луна (<math>\Phi=0,03</math>) в апогее (в 406555 км от центра Земли)</p> <p>29 12:18 Новолуние</p> <p>30 Максимум блеска долгопериодической переменной звезды R Треугольника (5,8<sup>m</sup>)</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Время всемирное (UT)



Первая четверть 19:50 UT 7 ноября



Полнолуние 13:52 UT 14 ноября



Последняя четверть 08:33 UT 21 ноября



Новолуние 12:18 UT 29 ноября

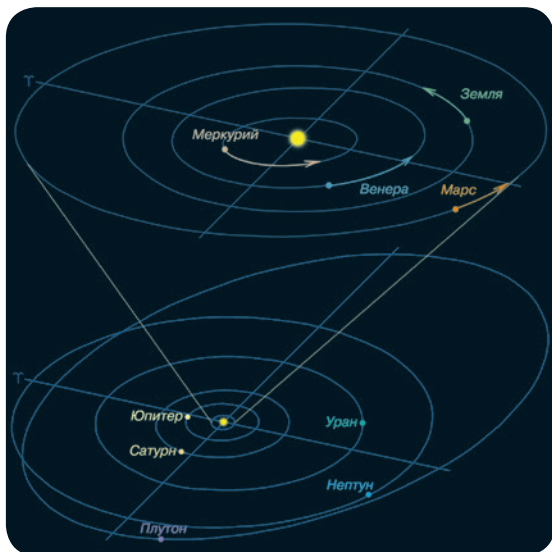
Вид неба на 50° северной широты:  
1 ноября — в 23 часа местного времени;  
15 ноября — в 22 часа местного времени;  
30 ноября — в 21 час местного времени

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

Условные обозначения:

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

Положения планет на орбитах в ноябре 2016 г.



Иллюстрации  
Дмитрия Ардашева



**Видимость планет:**

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

**РЕКОМЕНДУЕМ!**

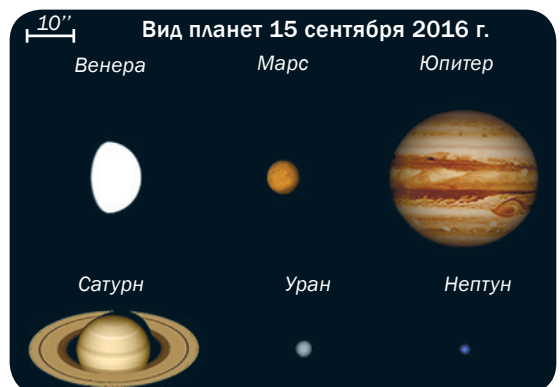


**OK16.** Одесский астрономический календарь 2016



**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



## Звездное небо в Переяславе-Хмельницком

Редакция журнала «Вселенная, пространство, время» в рамках одноименного научно-просветительского проекта, а также как представитель всемирной программы UNAWЕ в Украине, продолжает реализацию образовательных мероприятий для приобщения астрономии детей и юношества. С этой целью 13 сентября 2016 г. были организованы наблюдения небесных объектов в телескопы для учащихся школы-интерната города Переяслав-Хмельницкий (Киевская область). Больше сотни детей, проживающих при интернате, и их преподаватели получили возможность увидеть Луну, Марс, Сатурн, несколько примечательных двойных звезд и звездных скоплений с увеличениями от 40 до 680 крат. Особенно яркие впечатления, судя по отзывам, произвели лунные горы и кратеры (Луна находилась в удобной для их наблюдений фазе около первой четверти), а также сатурнианские кольца, которые сейчас видны особенно хорошо в своем максимальном «раскрытии». Как выяснилось, «вживую» ни кольца, ни кратеры ранее не приходилось видеть никому из учащихся, и в окуляр «настоящего» телескопа до этого никто из них не заглядывал.

Наблюдения сопровождалась экскурсиями по звездному небу, в ходе которых дети познакомились с конфигурациями созвездий, с легендами и мифами, связанными с их названиями, а также со множеством небесных достопримечательностей.

Мероприятие вызвало большой интерес и, несомненно, запомнилось всем его участникам, а библиотека интерната пополнилась свежими номерами журнала «Вселенная, пространство, время».



▼ Больше сотни учащихся школы-интерната города Переяслав-Хмельницкий получили возможность посмотреть на небесные объекты в телескоп и стать участниками увлекательной экскурсии по звездному небу.



# 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**