

**ВПВ**  
№6 (61) 2009



# **ВСЕЛЕННАЯ**

*пространство \* время*

Научно-популярный журнал

**XXI век  
с приставкой  
«нано»**

**Эдвин Хаббл  
и его переменчивая  
постоянная**

**Последний визит  
к телескопу Hubble**



4 820094 200010 00061

# Возвращение на Луну: первый шаг

**18** июня 2009 г. в 17:32 по летнему времени восточного побережья США (21:32 UTC) с площадки SLC-41 Станции ВВС США "Мыс Канаверал" осуществлен пуск ракеты-носителя Atlas-5 с космическими аппаратами LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter) и LCROSS (Lunar Crater Observation and Sensing Satellite) на борту. Этот старт — первый запуск автоматического исследовательского зонда NASA к Луне по программе Constellation ("Созвездие") и

первый "лунник", запущенный Соединенными Штатами в XXI веке. Основная задача программы — возобновление пилотируемых полетов на Луну с целью ее освоения.

Согласно первоначальным планам, миссия должна была стартовать еще в октябре прошлого года,<sup>1</sup> однако запуск по разным причинам неоднократно переносился. Последний раз его пришлось перенести 17 июня из-за изменения даты старта шаттла Endeavour, который так и не состоялся из-за вновь обнаруженной утечки жидкого водорода из внешнего топливного бака.

Спустя 44 минуты после запуска произошло разделение аппаратов. LRO самостоятельно направился в сторону Луны и 23 июня в 9:43 UTC после тормозного импульса бортового реактивного двигателя перейдет на селеноцентрическую орбиту. Зонд LCROSS вместе со второй ступенью ракеты-носителя Atlas-5 (разгонным блоком Centaur) еще примерно на 80 дней "задержится" на околоземной орбите, после чего сначала Centaur, а затем и сам зонд будут переведены на траекторию столкновения с Луной. Задача LCROSS — наблюдать за падением массивного блока Centaur в один из постоянно затененных кратеров в районе южного полюса, который предположительно содержит водяной лед и, пролетая через облако выброшенных ударом частиц, проанализировать состав продуктов взрыва. Для этого на его борту имеется 9 различных спектрометров, камер и радиометров. А через очень короткое время в Луну врежется и сам LCROSS. Последствия этого столкновения будут изучать уже наземные и орбитальные телескопы — в надежде заметить следы испарившейся воды.<sup>2</sup>

С помощью LRO ученые собираются искать на Луне полезные ископаемые, составить карту радиоактивности поверхности нашего спутника и проверить ряд новых технологий. Будут получены подробные трехмерные модели поверхности Луны, в том числе по результатам съемки в ультрафиолетовом диапазоне. Еще одна важная цель миссии — установить, как влияет лунный радиационный фон на человека.

Один из приборов на борту LRO — лунный исследовательский нейтронный детектор LEND (Lunar Exploration Neutron Detector) — разработан российскими специалистами. Прибор сконструирован в Институте космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН), в его создании также принимали участие сотрудники Государственного астрономического института имени П.К.Штернберга (ГАИШ МГУ), Объединенного института ядерных исследований и ряда других российских и американских научных организаций. LEND предназначен для картографирования содержания водорода в лунном реголите, поиска залежей водяного льда в полярных областях Луны, а также для измерений нейтронной компоненты радиационного фона в окололунном космическом пространстве (эти данные очень важны для подготовки будущих пилотируемых экспедиций). Его чувствительности достаточно, чтобы обнаружить отложения водяного льда толщиной всего в несколько миллиметров на глубине до

2 м. Пространственное разрешение прибора составляет около 10 км.



Старт PH Atlas V 18 июня 2009 г.

<sup>1</sup> ВПВ №2, 2008, стр. 11

<sup>2</sup> ВПВ №5, 2006, стр. 8

**Руководитель проекта,**

Главный редактор:  
Гордиенко С.П., к.т.н. (киевская редакция)  
Главный редактор:  
Остапенко А.Ю. (московская редакция)

**Заместитель главного редактора:**

Манько В.А.

**Редакторы:**

Пугач А.Ф., Рогозин Д.А., Зеленецкая И.Б.

**Редакционный совет:**

**Андронов И. Л.** — декан факультета Одесского национального морского университета, доктор ф.-м. наук, профессор, вице-президент Украинской ассоциации любителей астрономии

**Вавилова И.Б.** — ученый секретарь Совета по космическим исследованиям НАН Украины, вице-президент Украинской астрономической ассоциации, кандидат ф.-м. наук

**Митрахов Н.А.** — Президент информационно-аналитического центра Спейс-Информ, директор информационного комитета Аэрокосмического общества Украины, к.т.н.

**Олейник И.И.** — генерал-полковник, доктор технических наук, заслуженный деятель науки и техники РФ

**Рябов М.И.** — старший научный сотрудник Одесской обсерватории радиоастрономического института НАН Украины, кандидат ф.-м. наук, сопредседатель Международного астрономического общества

**Шустов Б.М.** — директор Института астрономии РАН (ИНАСАН), член-корр. РАН

**Черепашук А.М.** — директор Государственного астрономического института им. Штернберга (ГАИШ), академик РАН

**Чурюмов К.И.** — член-корреспондент НАН Украины, доктор ф.-м. наук, профессор Киевского национального Университета им. Т. Шевченко

Дизайн: Гордиенко С.П., Богуславец В.П.

Компьютерная верстка: Богуславец В.П.

Художник: Попов В.С.

Отдел распространения: Крюков В.В.

**Адреса редакций:**

02097, г. Киев, ул. Милославская, 31-Б / 53  
тел. (8050)960-46-94  
e-mail: thplanet@iptelecom.net.ua  
thplanet@i.kiev.ua

123056 Москва, ул. Бол. Грузинская,  
д. 36а, стр. 5а.  
тел./факс (+7495) 254-30-61  
e-mail: andrey@astrofest.ru  
сайт: www.wselennaya.com

Распространяется по Украине  
и в странах СНГ  
В рознице цена свободная

**Подписные индексы**

Украина — 91147  
Россия —  
46525 — в каталоге "Роспечать"  
12908 — в каталоге "Пресса России"  
24524 — в каталоге "Почта России"  
(выпускается агентством "МАП")

**Учредитель и издатель**

ЧП "Третья планета"

© ВСЕЛЕННАЯ, пространство, время —  
№6 июнь 2009

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 "СЭЭМ".

г. Киев, ул. Бориспольская, 15.

тел./факс (8044) 425-12-54, 592-35-06



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

Издается при поддержке Международного Евразий-  
ского астрономического общества, Украинской астро-  
номической ассоциации, Национальной академии наук  
Украины, Национального космического агентства  
Украины, Информационно-аналитического центра  
Спейс-Информ, Аэрокосмического общества Украины



# СОДЕРЖАНИЕ

№6 (61) 2009

## Вселенная

### Эдвин Хаббл и его переменчивая постоянная 4

Юрий Ефремов

- Постоянная колеблется
- Сколько лет Вселенной
- На краю света

### ИНФОРМАЦИЯ, СООБЩЕНИЯ

GRB080319В:  
прицельный выстрел 10

Новый рекорд "дальнего зрения" 10

Следы молекул  
в спектре гамма-вспышки 11

LAMOST — китайский  
"царь-телескоп" 11

"Экзолуны" ждут  
первооткрывателей 12

Экзопланета меняет фазу  
Астрометрический метод  
"заработал" для экзопланет 13

### Последний визит к телескопу Hubble 14

## Солнечная система

### ИНФОРМАЦИЯ, СООБЩЕНИЯ

Миссия "Кагуя" завершилась  
падением на Луну 19

MSL получила имя 20

Сбой в работе  
марсианского зонда 20

Spirit: автопортрет  
при помощи микроскопа 21

Активность гейзеров Энцелада  
непостоянна 22

"Бабье лето" на Титане 22

Холмистые кольца Сатурна 23

## Космонавтика

### ИНФОРМАЦИЯ, СООБЩЕНИЯ

Новости космонавтики 24

### XXI век с приставкой «нано» 26

Юрий Свидиенко

- От большого — к малому
- Сегодняшний день
- Технологии будущего
- Космические роботы
- Фантастика на грани  
реальности

## Земля

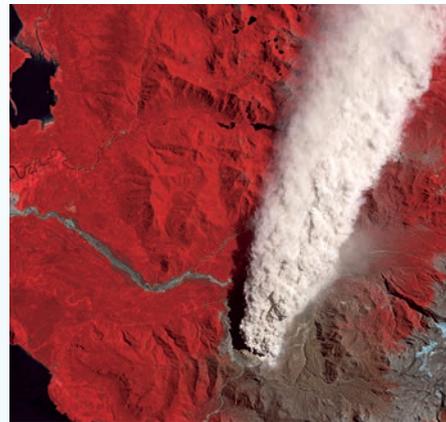
Марсианские пейзажи... на Земле 34

## Любительская астрономия

Главное затмение XXI века 36

Небесные события июля 39

Галерея любительской  
астрофотографии 42



# Эдвин Хаббл

## и его переменчивая постоянная<sup>1</sup>

**И**так, в промежутке между двумя мировыми войнами астрономы открыли и осмыслили непреложный факт: Вселенная, в которой мы живем, не ограничена нашей звездной системой — таких систем в ней на самом деле многие миллионы, они объединены в галактические скопления и сверхскопления, причем расстояние между этими элементами «вселенской паутины» постоянно увеличивается, за счет чего линии излучения в спектрах далеких галактик смещаются в более длинноволновую область. Это открытие имело одно любо-

пытное следствие: получалось, что в далеком прошлом вся материя Вселенной была сосредоточена в некоем малом объеме пространства, из которого начала расширяться под действием неизвестных пока сил. Насколько давно это произошло? Казалось бы, ответить на этот вопрос довольно просто: нужно определить расстояние до какой-нибудь галактики и разделить его на скорость, с которой она удаляется. Осталось только отыскать «линейку», способную измерять отрезки в сотни миллионов и миллиарды световых лет...

### Юрий Ефремов

д. ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник Государственного астрономического института им. П.К.Штернберга, МГУ, г.Москва

### Постоянная колеблется

Определение скорости расширения Вселенной остается одной из самых важных задач астрономии. Эдвину Хаббллу решать ее было намного сложнее, чем нашим современникам. У него были данные о красном смещении 29 галактик, не входящих в Местную группу<sup>2</sup> (в ее пределах относительные скорости невелики, а «эффект расширения» нивелируется взаимным притяжением). В этих галактиках были определены звездные величины самых ярких звезд, абсолютный блеск которых считался примерно одинаковым — следовательно, их видимый блеск прямо указывал на расстояние до них (поток излучения от объекта убывает обратно пропорционально квадрату расстоя-

ния<sup>3</sup>). Далее по величине красного смещения — частотного сдвига в спектрах объектов — определялось значение скорости, с которой они удаляются. Оказалось, что чем дальше находился объект, тем больше его скорость удаления, причем зависимость получалась линейной. В 1929 г. Хаббл получил значение постоянной, позже названной его именем и обозначаемой в формулах  $H_0$ : скорости «убегания» галактик возрастали на 535 км/с с каждым мегапарсеком (мегапарсек равен 3,26 млн. световых лет). Это означало, что объекты, находящиеся на одном и том же расстоянии в 100 млн. световых лет, удаляются от нас примерно с одинаковой скоростью — около 16,5 тыс. км/с, что соответствует

наблюдаемому красному смещению  $z = 0,055$ .

По мере развития методов наблюдений и совершенствования инструментов значение постоянной Хаббла уточнялось. В 1955 г. Хьюматсон (Milton Lasell Humason) с сотрудниками, используя новые данные о красном смещении и учтя некоторые поправки, получили  $H_0 = 180$ .

В 1958 г. Аллан Сендидж (Allan Rex Sandage) обнаружил в наблюдениях Хаббла серьезную ошибку: объекты, ранее считавшиеся яркими звездами, оказались в действительности эмиссионными газовыми туманностями. В двадцатые годы прошлого столетия в распоряжении астрономов имелись только фотопластинки, чувствительные к синим лучам, и Хаббл не имел возможности отличить изображения компактных областей ионизированного водорода (HII) от звезд, особенно в далеких галактиках. Даже в M31, несмотря на тщательные поиски, он не нашел ни одной эмиссионной туманности, хотя сейчас их там известно 981. Вероятно, поэтому возможность такой путаницы не приходила ему в голову. Первые подобные туманности в других галактиках сфотографировал Вальтер Бааде (Walter Baade), применявший пластинки, регистрирующие

<sup>3</sup> Видимый блеск измеряется в звездных величинах, причем увеличение блеска на одну величину (например, с 1 до 2<sup>m</sup>) соответствует уменьшению потока излучения в 2,512 ( $10^{0,4}$ ) раз. Абсолютная звездная величина — видимый блеск объекта, находящегося на стандартном расстоянии в 10 парсек от наблюдателя.

<sup>1</sup> Окончание. Начало см. ВПВ 5, 2009, стр. 4

<sup>2</sup> ВПВ 6, 2006, стр. 4. Галактики, не входящие в Местную группу (за несколькими исключениями), удалены от нас более чем на 10 млн. световых лет.



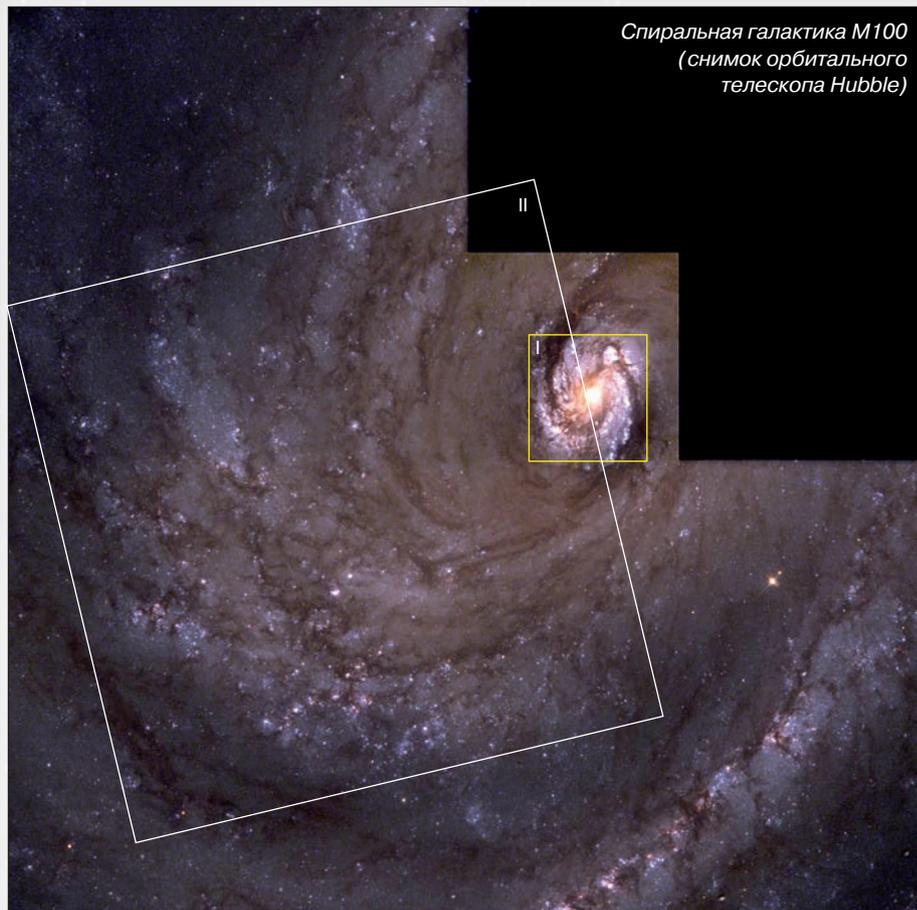
красные лучи, и светофильтры, «вырезающие» водородную линию  $H\alpha$ .

Проводя съемку галактики NGC 4321 (M100) в скоплении Девы в разных участках видимого спектра, Сендидж обнаружил, что крупнейшие области  $H\beta$  ярче самых ярких звезд на  $1,8^m$ , а суммарная ошибка принятых Хабблом величин составляет около  $4,0^m$  — это означало, что оценки расстояний до далеких галактик занижены в 6-7 раз!

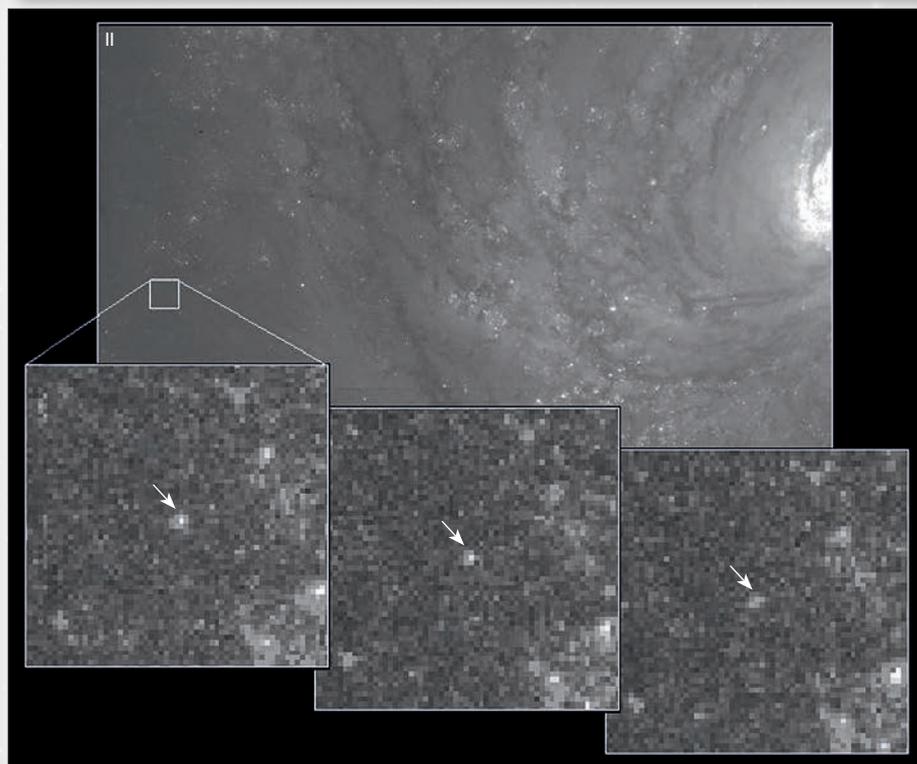
В итоге, по данным Сендиджа,  $H_0$  оказалась заключена в пределах 50-100 (км/с)/Мпк. Столь большой разброс возможных значений был обусловлен тем, что абсолютные величины ярчайших звезд в разных галактиках все же заметно отличаются, и расчеты, основанные на предположении об их равенстве, не обеспечивают приемлемой точности.

Позже, в 1968 г., тот же астроном вычислил постоянную Хаббла другим способом, позволившим расширить пределы шкалы расстояний неизмеримо дальше в глубины Вселенной.

Для определения удаленности обширной группы галактик в созвездии Девы, центральным и крупнейшим членом которой является гигантская эллиптическая галактика M87, Сендидж использовал расположенные в ней шаровые звездные скопления, состоящие из сотен тысяч звезд.<sup>4</sup> Он предположил, что характеристики самых больших из этих скоплений во всех галактиках примерно одинаковы. Зная абсолютный блеск ярчайшего шарового скопления Млечного Пути ( $\omega$  Центавра) и аналогичных объектов в ближайших к нам звездных системах, расстояние до которых известно, и сравнил его с видимым блеском самого яркого скопления в галактике



Спиральная галактика M100  
(снимок орбитального  
телескопа Hubble)



Одна из цефеид в периферийной области галактики M100

M87, можно рассчитать расстояние до нее. Похожим образом измерялась удаленность крупнейших галактик, входящих в состав других галактических скоплений.

А дальше уже несложно, измерив величину красного смещения и по-

строив ее зависимость от расстояния, найти постоянную Хаббла. Таким способом Сендидж в 1968 г. получил значение  $H_0 = 75$  (км/с)/Мпс, долгое время считавшееся наиболее достоверным и мало отличающееся от принятого в наши дни.

<sup>4</sup> ВПВ : 8, 2008, стр. 7



Галактика M87. Светлые точки — крупнейшие шаровые звездные скопления. Самый яркий объект на снимке — ядро галактики, которое предположительно содержит сверхмассивную черную дыру, испускающую высокоэнергетический выброс (джет), видимый слева от ядра.



♁ Центавра — самое яркое шаровое звездное скопление Млечного Пути.

Для определения значения  $H_0$  использовали разнообразные методы, на основе которых ученые делали различные выводы. Сендидж и Густав Тамман (Gustav Tammann) настаивали на том, что постоянная Хаббла с ошибкой примерно в 10% составляет 50 (км/с)/Мпс, тогда как Жерар де Вокулер (Gérard de Vaucouleurs) с той же погрешностью получал  $H_0 = 95...$

Большинство астрономов склонялось к тому, что значение постоянной

Хаббла заключено в пределах между 75 и 100; сторонники Сендиджа, считавшие такие оценки завышенными, оказались в меньшинстве.<sup>5</sup> Теперь их спор можно считать решенным, и произошло это в основном благодаря новым данным о флуктуациях реликтового фона, а также специальной программе наблюдений цефеид.

<sup>5</sup> «Компромиссное значение», чаще всего встречающееся в научной литературе, равно  $72 \pm 8$  (км/с)/Мпс

Для этой программы был задействован космический телескоп, носящий имя Эдвина Хаббла. На основании последних результатов его измерений ученые смогли в очередной раз уточнить значение  $H_0$ . Оно оказалось равным  $74,2 \pm 3,6$  км/с на мегапарсек ( $2,405 \pm 0,117 \times 10^{-18} \text{ с}^{-1}$ ), причем на этот раз удалось достичь вдвое большей относительной точности — порядка 5%.

## Сколько лет Вселенной

Будучи приведенной к системным единицам, размерность  $H_0$  превращается в «обратную секунду» — 1/с (секунду в минус первой степени). Следовательно, единица, деленная на  $H_0$ , представляет собой некий временной отрезок... и он является ни чем иным, как возрастом нашей Вселенной. С ним, в свою очередь, связана ее средняя плотность.

Экстраполируя «разбегание» галактик в прошлое, мы приходим к выводу, что когда-то вся материя во Вселенной была собрана в одной точке. Если ее расширение происходило с постоянной скоростью, то при  $H_0 = 50$  этот момент имел место 13-19 млрд. лет назад, а при  $H_0 = 100$  — 7-10 млрд. лет назад. Но во втором случае Вселенная оказывается «моложе» самых старых звезд, возраст которых определяется по скорости протекания ядерных реакций. Впрочем, в последнее время проблема потеряла свою остроту, поскольку теперь не подлежит сомнению тот факт, что расширение Вселенной протекало с неодинаковой скоростью. «Постоянная» Хаббла постоянна лишь в пространстве, но не во времени.

По недавним (2003 г.) измерениям неоднородности реликтового излучения, проведенным космическим аппаратом WMAP,<sup>6</sup> значение  $H_0$  лежит в диапазоне 68-75 (км/с)/Мпс, а возраст Вселенной соответственно равен  $13,7 \pm 0,2$  млрд. лет.

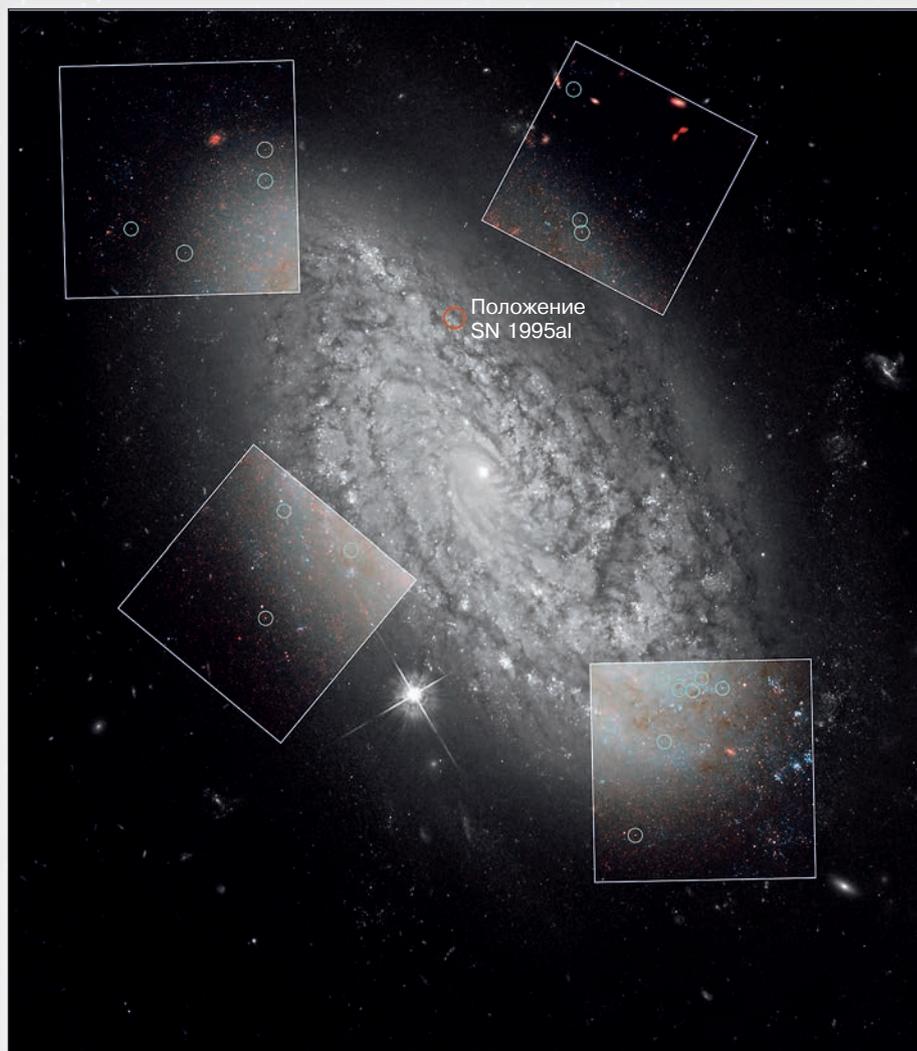
Исследования сверхновых типа Ia (SNIa) в далеких галактиках, первые результаты которых появились в 1998 г., стали началом новой революции в космологии. Использование их в качестве «стандартной свечи» для определения очень больших расстояний стало возможным благодаря

<sup>6</sup> ВПВ :9, 2005, стр. 11

Если Эдвин Хаббл определял по переменным звездам (цефеидам) расстояние до ближайших галактик, то космический телескоп его имени тем же методом измеряет удаленность звездных систем, находящихся от нас в десятки и сотни раз дальше. Сейчас ученые сосредоточились на исследованиях цефеид в галактиках, в которых прежде наблюдались сверхновые типа Ia — их вспышки также используются для определения масштабов Вселенной. Орбитальная обсерватория предоставила возможность согласовать обе шкалы расстояний и получить более точное значение постоянной Хаббла, что, в свою очередь, поможет лучше понять природу «темной энергии», ускоряющей вселенское расширение.

На снимке показана галактика NGC 3021, расположенная в 92 млн. световых лет от нас в созвездии Малого Льва. В 1995 г. в ней вспыхнула сверхновая звезда, получившая обозначение SN 1995al; ее положение отмечено красным кружком. Зелеными кружками обозначены известные в этой галактике цефеиды.

Всего было изучено 240 цефеид в семи звездных системах. Их блеск измерялся в ближней инфракрасной части спектра, в которой он изменяется наиболее заметно.

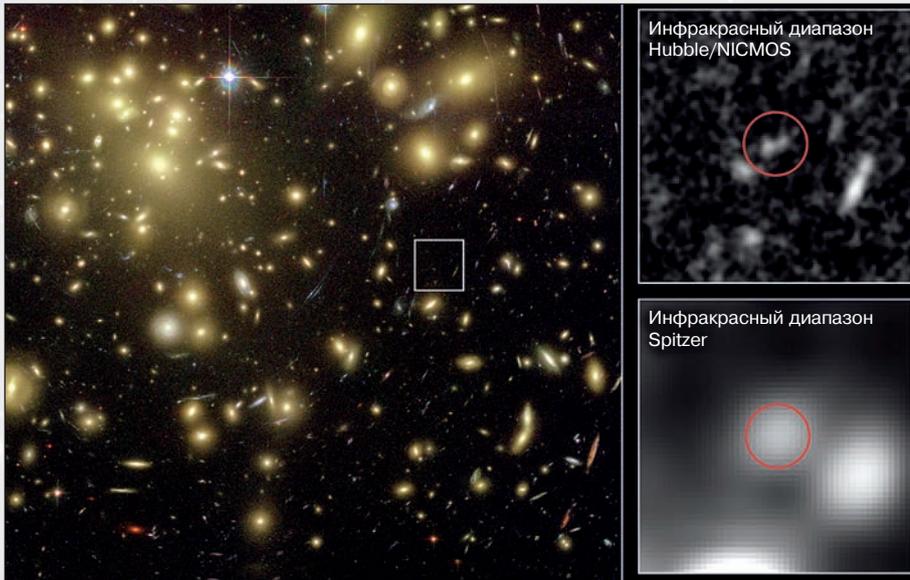


работам Ю.П.Псковского, выполненным еще в 1970-е годы. Равенство абсолютного блеска сверхновых этого типа в максимуме яркости объясняют тем, что они вспыхивают в тесных двойных системах, состоящих из «нормальной» звезды и сверхплотного белого карлика, на который постоянно перетекает вещество первого компонента. Когда масса карлика достигает предельного значения в 1,4 массы Солнца, происходит термоядерный взрыв, превращающий его в еще более плотный объект — нейтронную звезду. Поскольку вспышки сверхновых видны на расстояниях в миллиарды световых лет, астрономы получили возможность «заглянуть» в далекое прошлое Вселенной — и в результате они обнаружили, что ее расширение в настоящее время происходит с возрастающей скоростью. Этому эффекту уже предложено интересное объяснение, основанное на том, что среди не изученных пока свойств космического вакуума имеется так называемое «отрицательное давление», которое «подгоняет» разлет галактических скоплений.<sup>7</sup> Значение плотности энергии вакуума, определенное по данным наблюдений, необъяснимо в рамках существующих теорий и, вероятнее всего, многие представления современной физики будут пересмотрены.

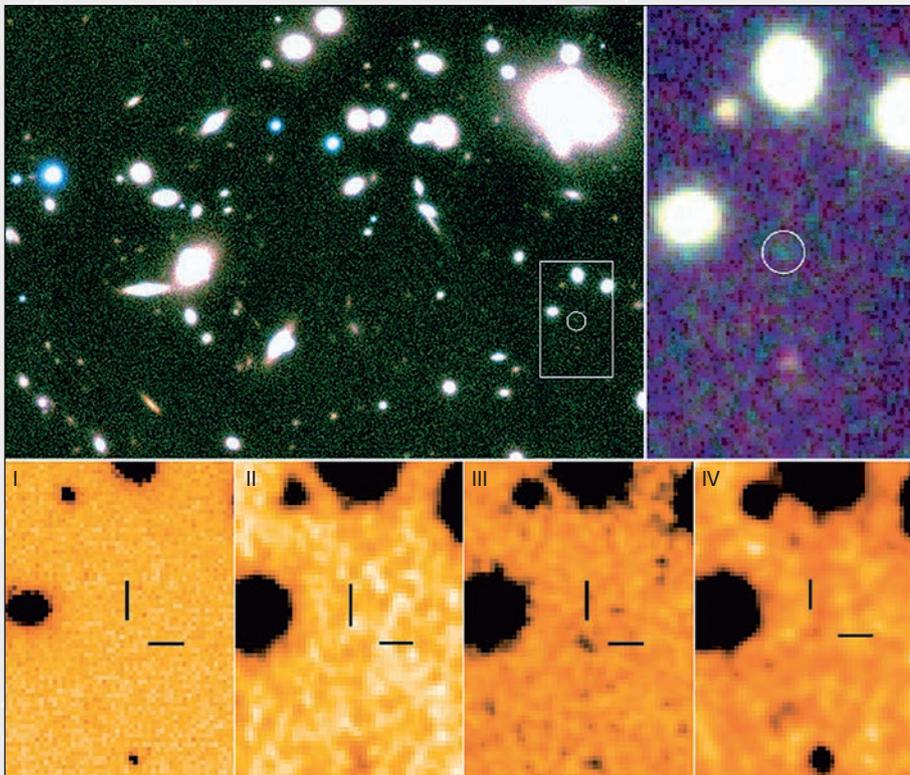


Значительным достижением на пути уточнения постоянной Хаббла стало измерение расстояния до галактики M106 (NGC 4258) в созвездии Большой Медведицы. Эта звездная система содержит в центре сверхплотный объект (предположительно черную дыру), вокруг которого с большой скоростью вращается газовый диск диаметром около двух световых лет, содержащий значительное количество молекул воды. Часть энергии диска высвобождается в форме так называемого «мазерного излучения» — в узких спектральных линиях микроволнового диапазона (ВРВ №6, 2006, стр. 41). Используя сеть крупнейших наземных радиотелескопов, расположенных на разных континентах и объединенных в массив со сверхдлинной базой (Very Long Baseline Array), астрономы провели сверхточные измерения видимого сдвига отдельных газовых сгустков — источников излучения — в процессе их вращения вокруг центра M106 за период с 1994 г. по настоящее время. Реально пройденные сгустками расстояния были рассчитаны, исходя из их линейных скоростей, измеренных по доплеровскому смещению спектральных линий. Соотнеся угловые и линейные величины, ученые получили расстояние до галактики — оно оказалось равно  $23,5 \pm 0,9$  млн. световых лет и позволило внести коррективы в шкалу расстояний, построенную по наблюдениям цефеид (согласно ей, M106 должна была бы находиться в 27-28 млн. световых лет от нашей Галактики).

<sup>7</sup> ВРВ №8, 2005, стр. 9; №10, 2005, стр. 8



Один из «рекордсменов дальности» — галактика A1689-zD1, видимая среди членов далекого галактического скопления A1689 в созвездии Девы. Она была открыта в 2008 г. совместными усилиями космических телескопов Hubble и Spitzer. Расстояние до A1689-zD1 (12,8 млрд. световых лет) вычислено по ее красному смещению  $z = 7,6$  (ВПВ №12, 2008, стр. 24).



Еще одна галактика с красным смещением больше 7 — Abell 1835 IR1916, открытая в 2004 г. при наблюдениях на Очень Большом Телескопе (VLT) Европейской Южной обсерватории в Чили. Первая часть обозначения — название галактического скопления, «сработавшего» в качестве гравитационной линзы. Лучше всего галактика видна на снимках, сделанных в инфракрасных лучах (III, IV).

С другой стороны, такое предположение объясняет парадокс, отмеченный Сэндиджем еще в 1972 г.: «вселенское разбегание» было открыто Хабблом по наблюдениям галактик, находящихся, казалось бы, слишком близко — неоднородность их распределения в пространстве, их движение, связанное со взаимным

гравитационным влиянием, должны были бы «замыть» общую картину. По мнению профессора Государственного астрономического института им. Штернберга А.Д. Чернина, данные, полученные И.Д. Караченцевым и его сотрудниками на 6-метровом телескопе САО РАН, подтверждают, что изотропное (равномерное по всем на-

правлениям) расширение Вселенной начинается очень близко от нас — сразу же за пределами Местной группы.

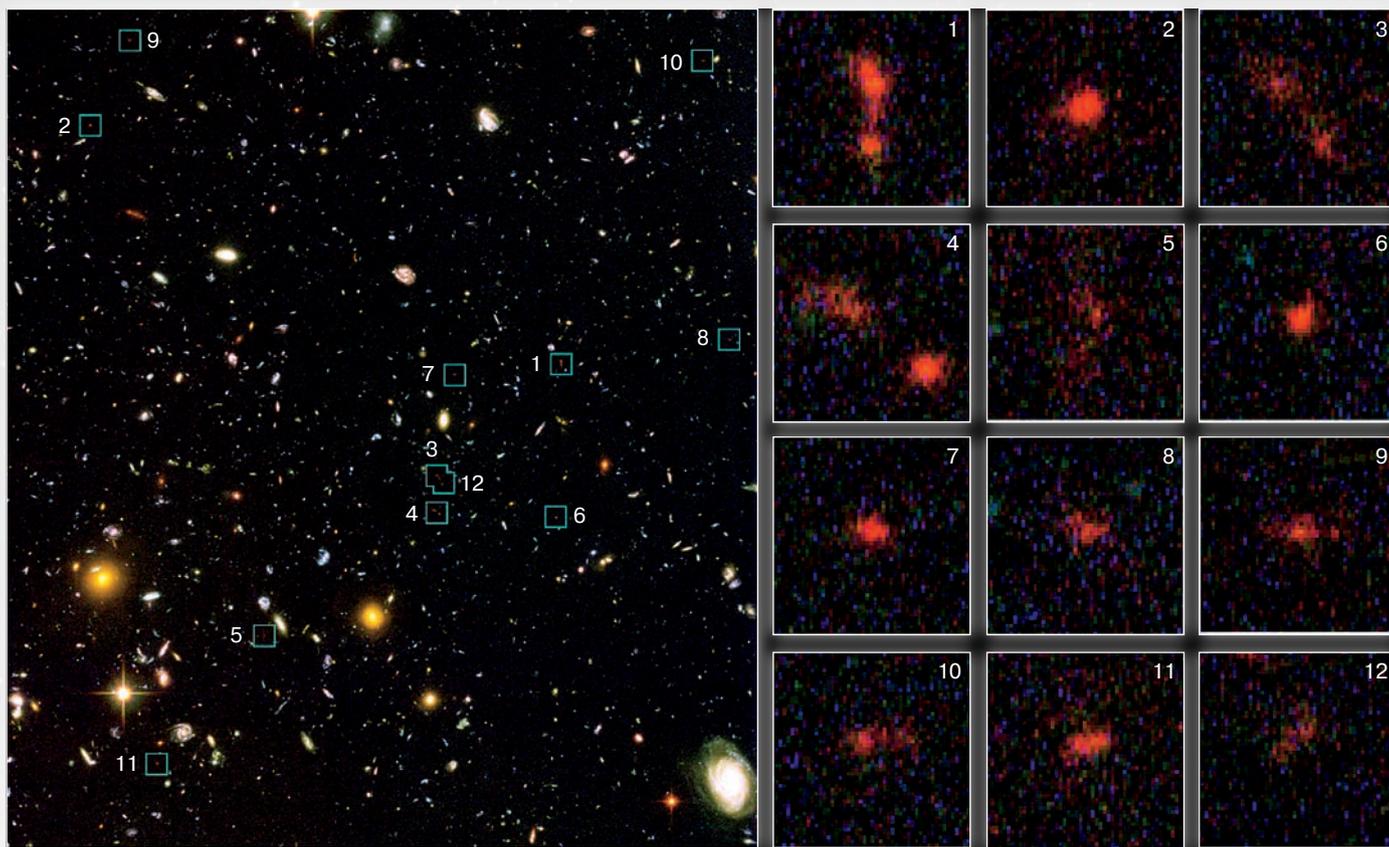
## На краю света

И в заключение — о результатах поисков объектов с максимально большим красным смещением. Для их обнаружения требовались крупнейшие телескопы и многочасовые экспозиции. Долгие годы и энтузиастов, и подходящих телескопов было меньше, чем пальцев на одной руке. С вводом в действие 2,5-метрового рефлектора Хьюмасаон смог в 1949 г. зарегистрировать красное смещение  $z = 0,20$  у галактики в скоплении Гидры. Свечение ночного неба долго не позволяло определить красное смещение более слабых и далеких галактик по линиям поглощения в их спектрах. По единственной эмиссионной линии Рудольф Минковский (Rudolph Minkowski) в 1960 г. обнаружил  $z = 0,46$  у радиогалактики 3C295 (визуальный блеск  $19,9^m$ ), долго оставшееся рекордным для галактик. В 1971 г. это значение было подтверждено по записи спектра 3C295 на 32-канальном спектрометре и сравнения его со стандартным спектром с нулевым смещением. На эту работу ушло 8 часов времени 5-метрового телескопа. В 1929 г. Хьюмасаону понадобилось 40 часов наблюдений на 2,5-метровом телескопе для определения красного смещения галактики, на восемь звездных величин более яркой.

В 1975 г. было найдено  $z = 0,637$  у радиогалактики 3C123 (видимый блеск  $21,7^m$ ) — то есть эта гигантская эллиптическая галактика находится на расстоянии около 8 млрд. световых лет. Затем Сэндидж и его сотрудники получили  $z = 0,53$  для радиогалактики 3C330. В 1981 г. у объектов 3C13 и 3C427 обнаружили  $z = 1,050$  и  $1,175$  соответственно.

Астрономия, на полвека позже физики, стала превращаться в Большую науку, где многочисленные коллективы работают на гигантских установках. Огромную роль в этом сыграло развитие электроники, приведшее к созданию эффективных светоприемников.

Один из первых масштабных обзоров значительной части небесной сферы проводился на Англо-Австралийском 4-метровом телескопе, для которого разработали устройство, позволяющее получать спектры всех объектов на участке неба размером



Ультрафиолетовое излучение сверхгигантских звезд первых галактик Вселенной, возникших меньше чем через миллиард лет после Большого Взрыва, для современных наземных (и околоземных) наблюдателей выглядит сместившимся в инфракрасный диапазон за счет космологического расширения. Более полутысячи таких экзотических объектов с красными смещениями  $z > 7$  обнаружено на «сверхглубоком» снимке космического телескопа Hubble, полученном совместно Усовершенствованной обзорной камерой (ACS) и Мультиобъектным спектрометром ближнего инфракрасного диапазона (NICMOS) в ходе экспозиции общей продолжительностью около миллиона секунд, разбитой на несколько фотосессий, состоявшихся между 24 сентября 2003 г. и 16 января 2004 г. (ВПВ №2, 2009, стр. 13).

четыре квадратных градуса. В ходе этого обзора было определено красное смещение для 250 тыс. галактик.

В Слоуновском цифровом обзоре неба (SDSS) участвуют 150 астрономов из 11 институтов. Для него на средства миллионера Альфреда Слоуна (Alfred Pritchard Sloan) был построен широкоугольный 3,5-метровый рефлектор, установленный на обсерватории Ачапе-Пойнт (штат Нью-Мексико). Среди первых «уловов» в 2001 г. нашелся квазар с красным смещением 6,28. Однако уже в следующем году этот рекорд был перекрыт, и «чемпионом» оказался не квазар, а галактика. Собственно, квазары являются галактиками с необычно ярким ядром, и их легче обнаружить на больших расстояниях. Зафиксировать красное смещение столь далекой «обычной» галактики удалось благодаря тому, что световой поток от нее усилен в 4,5 раза гравитационным линзированием.<sup>8</sup> Эта галактика, обозначенная HCM 6A, находится в одной минуте дуги от центра массивного галактического скопления

Abell 370 — его мощное гравитационное поле «послужило» линзой, фокусирующей излучение более далеких объектов. С помощью телескопа Keck-II (Мауна Кеа, Гавайи<sup>9</sup>) на длине волны 919 нм была найдена эмиссионная линия, которая почти наверняка является линией водорода Лайман-альфа (Lyman- $\alpha$ ), сдвинутой красным смещением  $z = 6,56$  из ультрафиолетовой области спектра. Это отождествление подтвердила рабочая группа соседнего японского 8-метрового телескопа Subaru: с его помощью удалось показать, что более далекие инфракрасные линии в тысячи раз слабее и, следовательно, они не могут относиться к излучению водорода — самого распространенного элемента, из которого в основном состоят звезды и межзвездный газ.

Из прочих достижений следовало бы упомянуть наблюдения одного из 8-метровых телескопов Южной Европейской обсерватории на горе Паранал в Чили. Снова использовался эффект гравитационной линзы —

искались слабые, видимые только в инфракрасной области, звездные системы возле центра богатого компактного галактического скопления Abell 1835. В спектре одного из таких объектов была найдена единственная сильная линия, отождествление которой с линией Лайман-альфа указывает на красное смещение  $z=10,0$ , соответствующее удаленности около 13 млрд. световых лет. Однако позже такое отождествление было признано ненадежным, и рекорд остался «незасчитанным». Последние оценки  $z$  для этой галактики ненамного превышают 7.

«Рекорды дальности» в астрономии бьются ежегодно, и «рекордсменами» все чаще становятся гамма-вспышки — мощные узконаправленные выбросы энергии, возникающие, по-видимому, при гибели древних сверхмассивных звезд в грандиозных взрывах сверхновых.<sup>10</sup> На данный момент эти явления — самый ценный источник информации о молодой Вселенной. ■

<sup>8</sup> ВПВ №7, 2006, стр. 18

<sup>9</sup> ВПВ №4, 2007, стр. 4

<sup>10</sup> ВПВ №10, 2006, стр. 28

## GRB080319B: прицельный выстрел

Гамма-вспышка GRB080319B, случившаяся, как видно из ее индекса, 19 марта прошлого года и случайно совпавшая с днем смерти английского писателя-фантаста Артура Кларка,<sup>1</sup> оказалась по многим параметрам исключительно интересным явлением. Кроме того, что она стала первым из подобных событий, которое можно было увидеть невооруженным глазом (а детектор ультрафиолетового и видимого диапазона космического телескопа Swift, который ее зарегистрировал, на некоторое время даже «ослеп»), эта вспышка, судя по всему, «отметилась» исключительно точной ориентацией потока излучения по отношению к Солнечной системе.

<sup>1</sup> ВПВ №6, 2008, стр. 27

Послесвечение вспышки наблюдалось в течение месяца многими наземными обсерваториями. Анализ полученных данных показал, что излучение GRB080319B состояло из двух компонент — узконаправленной и относительно более равномерно распределенной в пространстве, причем первая из них была «сосредоточена» в очень узком секторе (его телесный угол составил около половины видимой площади солнечного диска), и именно в нем 19 марта 2008 года совершенно случайно оказалась Земля. Обычно при гамма-вспышках регистрируется излучение более «широкоугольной» компоненты, интенсивность которой значительно ниже. Теперь исследователям придется серьезно пересмотреть имеющиеся теоретические модели этих явлений,

чтобы согласовать их с результатами наблюдений GRB080319B.

Источник необычной вспышки, согласно последним оценкам, находился от нас на расстоянии около 7,5 млрд. световых лет. Если бы столь мощный выброс энергии произошел в пределах нашей Галактики, он неизбежно отразился бы на состоянии земной атмосферы и, как следствие, на дальнейшей эволюции живых организмов (к которым относятся и люди). Однако руководитель рабочей группы телескопа Swift Дэвид Бэрроуз (David Burrows) счел своим долгом успокоить широкую общественность и заявил, что если в пределах Млечного Пути и были объекты, способные устроить подобный грандиозный «фейерверк» — они уже успели это сделать миллиарды лет назад, в эпоху «бурной молодости» нашей Вселенной.

## Новый рекорд «дальнего зрения»



Так в представлении художника выглядит гамма-вспышка GRB 090423.

В поисках объектов, затерянных в дальнем космосе, человечество продвинулось вглубь Вселенной еще на 100 млн. световых лет. Именно настолько дальше, чем известный до сих пор самый далекий объект — галактика A1689-zD1<sup>2</sup> — расположен от нас источник гамма-вспышки, наблюдавшейся 23 апреля нынешнего года и получившей обозначение GRB 090423.

Расстояние до источника превышает 13 млрд. световых лет — столь-

ко понадобилось его излучению, чтобы достичь окрестностей Земли. Это значит, что оно зародилось в то время, когда возраст Вселенной едва «перевалил» за 600 млн. лет. Вспышка была замечена в созвездии Льва космическим аппаратом Swift, специально предназначенным для регистрации подобных событий.<sup>3</sup> Продолжительность всплеска высокоэнергетического гамма-излучения составила 10 секунд. За ним последовало более длительное послесве-

чение в ультрафиолетовом и оптическом диапазонах, к наблюдениям которого подключились инструменты Европейской Южной обсерватории, в том числе Очень большой телескоп (VLT) на горе Сьерра Паранал. С его помощью удалось получить спектр источника и оценить величину его красного смещения (доплеровского сдвига спектральных линий, вызванного удалением объекта за счет расширения Вселенной<sup>4</sup>). Оно оказалось равно 8,2 — это больше всех встречавшихся ранее значений, не считая соответствующего показателя реликтового микроволнового фона.

Природа гамма-всплесков до сих пор не совсем понятна,<sup>5</sup> однако большинство астрономов согласны с тем, что это, по-видимому, грандиозные вспышки древних сверхгигантских звезд, происходящие в конце их «активной жизни».<sup>6</sup> Эти вспышки сыграли важную роль в дальнейшей эволюции Вселенной — они «снабдили» ее тяжелыми элементами, образовавшимися в ходе реакций термоядерного синтеза. Позже из них сформировались каменные планеты (в частности, такие, как наша Земля).

<sup>2</sup> ВПВ №12, 2008, стр. 24

<sup>3</sup> ВПВ №7, 2008, стр. 8

<sup>4</sup> ВПВ №9, 2005, стр. 8

<sup>5</sup> ВПВ №10, 2006, стр. 28

<sup>6</sup> ВПВ №10, 2005, стр. 11

## Следы молекул в спектре гамма-вспышки

Объединив усилия космической обсерватории Swift<sup>1</sup> (NASA) и одного из крупнейших наземных телескопов Кекс<sup>2</sup> на Гавайских островах, астрономы получили возможность идентифицировать отдельные молекулы в далекой галактике, в которой 7 июня 2008 г. произошел гамма-всплеск GRB 080607. Это открытие поможет понять некоторые неизвестные доселе детали процессов звездообразования в ранней Вселенной.

Составное 10-метровое зеркало рефлектора Кекс «нацелилось» на источник гамма-излучения через 15 минут после поступления сигнала от спутника Swift. Еще раньше к наблюдениям подключились автоматический инфракрасный телескоп Петерса (PAIRITEL, Mount Hopkins, Arizona) и телескоп KAIT Ликской обсерватории (Mount Hamilton, California). Благодаря этому ученым достоверно удалось зарегистрировать в спектре вспышки линии поглощения молекулярного водорода H<sub>2</sub> и монооксида углерода CO (угарного газа). Оба этих вещества в нашей и соседних

галактиках присутствуют в газовой-пылевой облаках, в которых активно идет формирование новых звезд.

Свет от источника вспышки шел к нам 11,5 млрд. лет, то есть это событие на самом деле произошло, когда Вселенной было «всего» 2,2 млрд. лет. Молекулярное облако, расположенное между источником и Солнечной системой, оказалось настолько плотным, что сквозь него к нам «пробилось» не более процента излучения видимого диапазона. Это обстоятельство помогло объяснить природу неоднократно наблюдавшихся «темных всплесков» — гамма-вспышек, у которых отсутствовало оптическое послесвечение. Тем не менее, GRB 080607 стал вторым по яркости всплеском за всю историю изучения этих явлений. Скорее всего, он сопровождал гравитационный коллапс гигантской звезды, возникшей из массивного газового



NASA/Swift/Stefan Immler

На этом изображении, переданном на Землю обсерваторией Swift, синим и зеленым цветом показаны данные детекторов оптического диапазона, красным цветом — изображение, полученное в рентгеновских лучах. Источник гамма-всплеска выглядит как розовая точка с красным ореолом.

сгустка и за несколько миллионов лет полностью израсходовавшей водородно-гелиевое термоядерное «горючее». Результатом коллапса с большой долей вероятности стала гипотетическая черная дыра.

universetoday

<sup>1</sup> ВПВ №7, 2008, стр. 10

<sup>2</sup> ВПВ №4, 2007, стр. 4

## LAMOST — китайский «царь-телескоп»

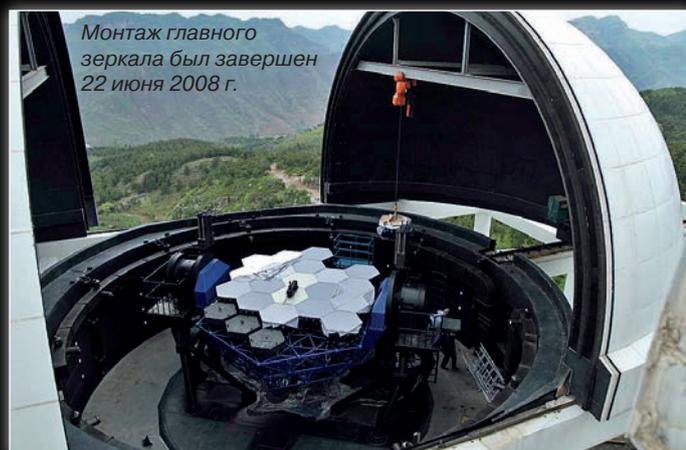
4 июня на базе наблюдений Национальной астрономической обсерватории Академии наук Китая в уезде Синлун государственная комиссия завершила приемку Большого мультиобъектного оптоволоконного спектроскопа (Large sky Area Multi-Object fiber Spectroscopic Telescope, LAMOST). В настоящее время этот

инструмент является крупнейшим в мире в своем классе. Диаметр его объектива составляет 4 м, а по высоте он равен 16-этажному дому. Это один из самых масштабных научных проектов, предпринятых в КНР: на него уже израсходовано 235 млн. юаней.

Новый спектроскоп будет работать в диапазоне волн от 370 до 900 нм, давая спектральное разрешение 0,25 нм. Он способен

одновременно регистрировать спектры 4 тыс. объектов с минимальным блеском 20<sup>m</sup> в поле зрения диаметром 5°. Сегментированное главное зеркало оснащено системой активной оптики. Уникальный инструмент самостоятельно разработан и построен китайскими специалистами и будет доступен всему астрономическому сообществу Китая.

По материалам <http://www.lamost.org>



Монтаж главного зеркала был завершен 22 июня 2008 г.



Телескоп LAMOST

## «Экзолуны» ждут первооткрывателей

После того, как космический телескоп Hubble и несколько мощных наземных инструментов получили первые непосредственные снимки планет, расположенных возле «нормальных» звезд (похожих по большинству параметров на Солнце),<sup>1</sup> астрономы быстро осознали, что теперь у них есть возможность продвинуться еще на шаг в изучении Вселенной и попытаться найти СПУТНИКИ экзопланет — объекты, о наблюдениях которых еще несколько лет назад не шло даже речи, хотя в их существовании, конечно же, никто не сомневался: ведь даже в Солнечной системе планета, не обладающая хотя бы одним спутником, является скорее исключением, подтверждающим правило.

Искать их предлагается тем же способом, которым до недавнего времени искали экзопланеты: по возмущениям орбитального движения тела, вращающегося вокруг центральной звезды. Но если неравномерности движения самосвещающихся тел (звезд) регистрируются спектральными методами, то в случае «внесолнечных» планет вся надежда возлагается на сверхточные измерения периодов их вращения, которые легче всего реализовать для «транзитных» объектов, периодически

проходящих по диску своих светил. Впрочем, в ходе развития техники наблюдений наступит момент, когда астрономы смогут непосредственно получить спектры экзопланет и по доплеровскому смещению определять вариации их орбитальных скоростей, вызванных гравитационным воздействием невидимых спутников.

Экзолуны интересуют ученых в первую очередь потому, что некоторые из них могут иметь состав и физические характеристики, подобные земным. Из более чем 300 планет, открытых к настоящему времени в окрестностях иных звезд, почти три десятка расположены в «поясе жизни» — там, где имеются условия для существования жидкой воды. Однако все эти экзопланеты относятся к классу газовых гигантов, поэтому сложно предположить, что на них обитают живые организмы, похожие на земные. Но если у такого гиганта обнаружится достаточно крупный спутник — он сразу станет весьма перспективным объектом с точки зрения наличия на его поверхности органической жизни.

### *Источник:*

*Wobbly planets could reveal Earth-like moons. Science and Technology Facilities Council, Press Releases, 12 December 2008.*

## Экзопланета меняет фазу

Недавно орбитальная обсерватория Chandra «повторила» в рентгеновском диапазоне открытие Галилео Галилея, с помощью своего скромного инструмента сумевшего разрешить светлую полосу Млечного Пути на отдельные звезды.<sup>2</sup> Теперь голландским астрономам (именно в Голландии «появилась на свет» первая подзорная труба) удалось повторить «в межзвездных масштабах» еще одно открытие великого итальянского ученого. Как известно, в свое время он разглядел, что ближайшая к нам планета — Венера — проходит цикл смены фаз, похожих на лунные, и совершенно справедливо счел это очередным подтверждением гелиоцентрической модели Солнечной системы.

Изменение яркости планетоподобных спутников других звезд в инфракрасном диапазоне, связанное с их вращением вокруг центрального тела и соответственно с изменением их ориентации относительно наблюдателя, уже регистрировалось с помощью инструментов крупнейших наземных и космических обсерваторий. Но в той области спектра, к которой чувствителен человеческий глаз, поток излучения, отражаемый планетой, составляет доли процента от собственного излучения звезды, поэтому «эффект фазы» проявляется намного слабее. Чтобы его заметить, понадобилось исключительно острое «зрение» французского космического телескопа CoRoT, специально предназначенного для обнаружения небольших вариаций звездного блеска.<sup>3</sup> Еще в 2007 г. по результатам его наблюдений была открыта экзопланета, получившая обозначение CoRoT-Eco-1b.<sup>4</sup> Она вращается вокруг звезды, расположенной в полутора тысячах световых лет от Солнца в созвездии Единорога, по орбите радиусом около 5 млн. км (в 30 раз меньше среднего расстояния от Земли до Солнца) с периодом 36 часов, и постоянно повернута к ней одной стороной. Эта

<sup>1</sup> ВПВ №11, 2008, стр. 16

<sup>2</sup> ВПВ №5, 2009, стр. 13

<sup>3</sup> ВПВ №1, 2007, стр. 15

<sup>4</sup> ВПВ №5, 2007, стр. 16

сторона нагрета до температуры более 2000°C, за счет чего она излучает в видимом диапазоне не только отраженным, но и собственным светом. Именно он и проявился в суммарной яркости системы, минимальной в тот момент, когда планета проходит по диску светила, и постепенно увеличивающейся вплоть до момента, когда она с точки зрения земного наблюдателя начинает «заходить» за звезду.

CoRoT-Exo-1b на 3% тяжелее Юпитера и примерно в полтора раза превосходит его по диаметру. Однако,

судя по результатам анализа кривой блеска, по такому важному показателю, как отражающая способность (альbedo), эти небесные тела отличаются очень существенно: если крупнейшая планета Солнечной системы отражает больше половины падающего на нее видимого света, то у далекого горячего гиганта этот показатель не превышает 20%. По-видимому, в его атмосфере содержится большое количество темных аэрозолей, эффективно поглощающих излучение звезды. Ночная (неосвещенная) сторона экзопланеты

имеет температуру около 1200°C и в оптическом диапазоне не излучает вообще. Таким образом, «добавочная яркость», вносимая ее дневной стороной в совокупную яркость системы, изменяется по хорошо известным закономерностям. Ученые надеются, что аналогичный эффект им удастся обнаружить и в кривых блеска других звезд, имеющих экзопланеты.

*Источник:*

*The changing phases of extrasolar planet CoRoT-1b. Leiden Observatory, Leiden University — 8 Apr 2009.*

## Астрометрический метод «заработал» для экзопланет

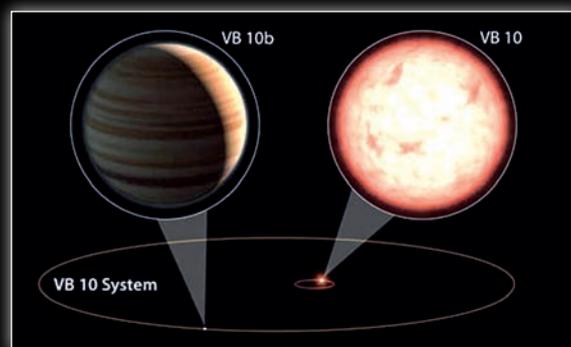
В 1844 г. немецкий астроном и математик Фридрих Бессель (Friedrich Bessel), заметив, что движение Сириуса на фоне более далеких звезд происходит не по прямой линии, а по синусоиде, предположил, что отклонение вызвано присутствием невидимого массивного спутника, вращающегося вместе с Сириусом вокруг общего центра масс. Эта догадка спустя 18 лет была подтверждена непосредственными наблюдениями, что доказало пригодность астрометрического метода для поисков достаточно массивных тел в окрестностях других звезд.<sup>1</sup>

Вскоре последовали предложения использовать этот же метод для поиска экзопланет. Правда, для того, чтобы звезда «отклонилась» на расстояние, регистрируемое наземными инструментами, она должна находиться не очень далеко от Солнца и иметь массивную планету, в несколько раз тяжелее Юпитера.

В середине XX века особые надежды в этом плане возлагались на звезду Барнарда — красный карлик с массой около одной шестой солнечной, самый близкий «звездный» объект северного полушария небесной сферы (он находится в 5,94 световых годах от нас и ежегодно приближается на 4,4 млрд. км). Голландский астроном Питер Ван де

Камп (Peter van de Kamp) провел несколько тысяч измерений ее положения на фотопластинках, полученных с помощью 76-сантиметрового телескопа Тоу на обсерватории Аллегени (Питтсбург, Пенсильвания), но техника того времени не дала однозначного ответа на вопрос, вращается ли вокруг этой звезды хоть одна планета,<sup>2</sup> и до сих пор он остается неразрешенным.

Однако эта неудача не остановила ученых, и они продолжали поиски «колебаний» звезд, применяя все более и более совершенные инструменты. О первом успехе отчиталась недавно группа исследователей из Лаборатории реактивного движения NASA, работавшая на 5-метровом рефлекторе Хэйла, который с 1948 по 1993 г. оставался самым мощным телескопом мира.<sup>3</sup> Они наблюдали звезду Gliese 752B (VB 10) в созвездии Орла, расположенную на расстоянии около 20 световых лет. Ее видимый блеск не достигает 17-й звездной величины, а масса оценивается менее чем в 8% солнечной — это одна из самых «легких» звезд, известных к настоящему времени. Спутник, получивший обозначение VB 10b, вращается вместе со звездой вокруг общего центра масс, при этом объекты разделяет расстоя-



На иллюстрации показаны сравнительные размеры звезды VB10 и ее планеты, а также траектории их движения вокруг общего центра масс.

ние в 50 млн. км (это немного больше среднего радиуса орбиты Меркурия), а полный оборот они завершают за 9 «наших» месяцев. Экзопланета, по предварительным оценкам, в 6,5 раз тяжелее Юпитера; в ней сосредоточено около 10% всей массы двойной системы. Интересно, что по диаметру она почти равна звезде.

Система Gliese 752B, по-видимому, сама по себе является спутником более яркого и массивного объекта — звезды Gliese 752A, которая также представляет собой красный карлик, примерно вдвое более легкий, чем Солнце. Его видимая яркость нерегулярно меняется в пределах от 9 до 9,5<sup>m</sup> (эти изменения астрономы объясняют наличием пятен на звездной поверхности — только не темных, как солнечные, а более светлых).

*Источник:*

*Discovery: Even Tiny Stars Have Planets. SPASE.com 28 May 2009.*

<sup>1</sup> Спутник Сириуса первым визуально наблюдал американский оптик Альвен Кларк (Alvan Graham Clark) 31 января 1862 г., во время испытаний нового телескопа — ВПВ №1, 2006, стр. 17

<sup>2</sup> ВПВ №2, 2007, стр. 5

<sup>3</sup> ВПВ №5, 2009, стр. 5

# Последний визит к телескопу Hubble

24 мая 2009 г. завершился полет многоразового корабля Atlantis по программе STS-125. Это была пятая по счету и последняя миссия по обслуживанию Космического телескопа Хаббла. Правда, в документах NASA она значится как HST-SM04 (Hubble Space Telescope Servicing Mission 04), т.е. четвертая сервисная миссия — третья экспедиция в свое время была разделена на два этапа: SM3A (декабрь 1999 г.) и SM3B (март 2002 г.).<sup>1</sup>

Шаттл с семью астронавтами на борту успешно стартовал 11 мая 2009 г. с космодрома на мысе Канаверал.<sup>2</sup> После выхода на орбиту был открыт грузовой отсек «челнока», развернуты антенны и активизирован робот-манипулятор. В ходе осмотра теплозащитного покрытия обнаружили царапины на передней части правого крыла шаттла, которые предположительно возникли на 106-й секунде после старта в результате удара небольшого куска изоляционного материала, отколовшегося от внешнего топливного бака. 12 мая телескоп подготовили к встрече с космическим кораблем: по команде с Земли была закрыта крышка диафрагмы, свернуты антенны, солнечные батареи сориентированы так, чтобы их не повредила реактивная струя двигателей шаттла.

13 мая в 17:13 UTC телескоп Hubble<sup>3</sup> был захвачен роботоманипулятором шаттла и через час зафиксирован на специально оборудованной в задней части грузового отсека вращающейся платформе. Чтобы оценить состояние поверхности и обнаружить возможные повреждения, которые могли возникнуть на корпусе уникального инструмента в результате столкновений с микрометеоритами или частицами космического мусора, астронавты произвели его детальную фотосъемку.

Первый выход в открытый космос состоялся 14 мая, на четвертый день полета. Выход осуществили Джон Грунсфелд (John Mace Grunsfeld), который свободно передвигался в грузовом отсеке шаттла, и Эндрю Фейстел (Andrew Jay Feustel), закрепившийся на «руке» роботоманипулятора. Манипулятором во время этого и всех последующих выходов управляла Меган Макартур (Katherine Megan McArthur).

Первым заданием была замена старой широкоугольной камеры (Wide Field Planetary Camera 2) на новую (Wide Field Camera 3). Операция по замене продолжалась почти три часа. Снятый с телескопа прибор астронавты упаковали в транспортный бокс, в котором «прибыла» новая камера. Специалисты Центра управления полетом по команде с Земли протестировали установленное оборудование и сообщили, что оно функционирует нормально.

Второе задание — замена частично вышедшего из строя компьютера обработки и передачи данных. Именно из-за отказа одного из двух каналов передачи данных полет шаттла Atlantis, первоначально запланированный на сентябрь 2008 г., был отсрочен на семь месяцев. Вдобавок астронавты начали установку захвата в нижней части корпуса. Этот захват используют в будущем для свода телескопа с орбиты.

Продолжительность первого выхода в космос составила 7 часов 20 минут, на 50 минут превысив запланированную.

На следующий день состоялся второй выход в открытое космическое пространство, который осуществили Майкл Массимино (Michael James Massimino) и Майкл Гуд (Michael Timothy Good). Теперь в грузовом отсеке находился Массимино, а Гуд был закреплен на манипуляторе. Они заменили шесть гироскопов стабилизации (3 блока по 2 гироскопа; для нормальной работы телескопа достаточно двух блоков гироскопов, а в критическом случае —

одного) и три аккумуляторных батареи. Старые аккумуляторы проработали в космосе 19 лет (с 1990 г.), за это время их емкость снизилась до половины первоначальной.

После того, как Гуд снял обшивку и открыл крепежные винты снаружи телескопа, Массимино через образовавшийся проход проник внутрь, отсоединил первый блок, состоящий из двух гироскопов, и через тот же проход передал этот блок Гуду. Совместными усилиями новый блок гироскопов был закреплен внутри и подсоединен к электрическим цепям. Эта операция была завершена спустя примерно два часа после начала работ в космосе.

Потом астронавты повторили те же операции со вторым блоком гироскопов. При этом они неожиданно столкнулись с проблемой: блок никак «не хотел» становиться на предназначенное место. Астронавты потратили много времени на попытки его установить, но это им не удалось, поэтому они решили поставить на это место третий блок.

Демонтировав последний блок гироскопов, Гуд и Массимино обнаружили, что новое устройство на его место снова-таки не становится. Было принято решение попытаться вместо него установить запасной блок, который имелся на борту шаттла Atlantis. Он был снят с телескопа во время сервисной миссии в 1999 г., отремонтирован и вновь отправлен в космос. Попытка увенчалась успехом — однако вероятность того, что он будет безотказно работать так же долго, как и два новых блока, значительно ниже.

Из-за проблем при замене блоков гироскопов астронавты на полтора часа выбились из графика и закончили установку в 17:40 UTC (координированного всемирного времени). Через 38 минут из центра управления сообщили, что все три блока находятся в рабочем состоянии.

Для замены пакета, состоящего из трех аккумуляторных батарей, требовалось 95 минут. Чтобы закончить

<sup>1</sup> ВПВ №10, 2008, стр. 9

<sup>2</sup> ВПВ №5, 2009, стр. 10

<sup>3</sup> Длина цилиндрического корпуса телескопа равна 13,3 м, «размах» солнечных батарей — 10,5 м



◀ Эндрю Фейстел, закрепленный на роботе-манипуляторе, выполняет операции по программе первого выхода в космос 14 мая.



▲ Меган Макартур управляет перемещением астронавта относительно корпуса телескопа, осуществляя визуальный контроль через иллюминатор кормовой палубы шаттла.

◀ Астронавт Майкл Гуд запечатлен 15 мая в процессе замены блоков гироскопов во время второго выхода в открытый космос.



эту работу, решено было продлить пребывание астронавтов в открытом космосе. В итоге продолжительность второй «прогулки» в космическом пространстве составила 7 часов 56 минут — почти на полтора часа больше, чем планировалось. Поскольку экипажу требовался отдых и время для подготовки к следующему выходу, руководство миссии распорядилось сдвинуть распорядок дня на один час. Поэтому шестой день полета вместо 8:31 UTC начался в 9 часов 31 минуту. Начало третьего выхода в космос также было сдвинуто на час.

В этот раз «за борт» вновь отправились Джон Грунсфелд и Эндрю Фейстел. Им предстояло снять с телескопа корректирующую оптическую систему (Corrective Optics Space Telescope Axial Replacement — COSTAR), установленную еще в 1993 г. для компенсации неточности формы главного зеркала, и вместо нее смонтировать новый спектрограф космического излучения (Cosmic Origins Spectrograph). Второе задание — ремонт Усовершенствованной обзорной камеры (Advanced Camera for Surveys — ACS). Она появилась на телескопе во время четвертой сервисной миссии в 2002 г. Через пять

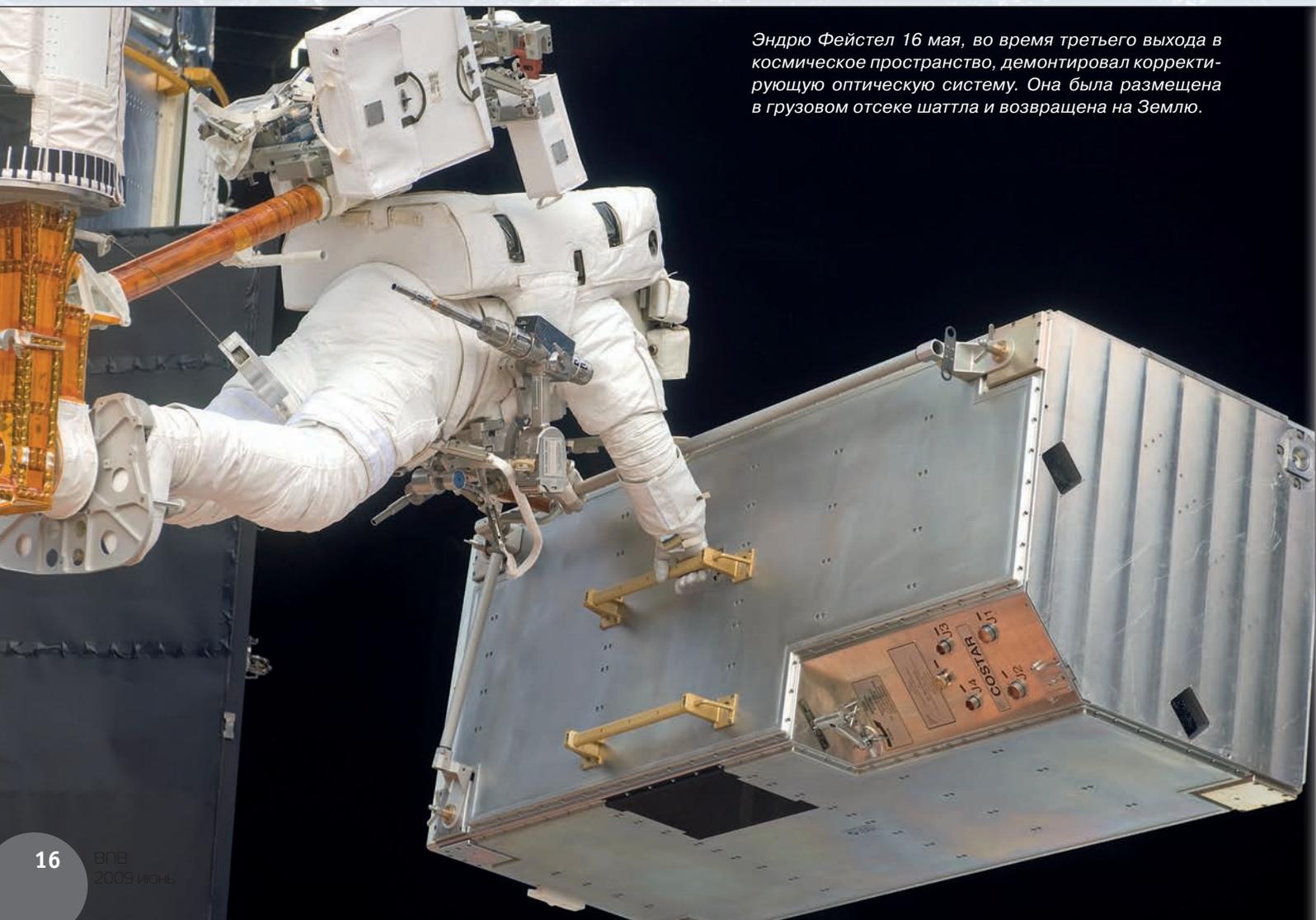
лет в системе управления этой камеры произошло короткое замыкание, и она вышла из строя. Астронавты заменили несколько электронных компонентов системы управления. Продолжительность выхода составила 6 часов 36 минут.

Тестирование камеры проводилось в ночь с 17 на 18 мая. Выяснилось, что ее работоспособность восстановлена не полностью. Отлажены только широкополосный канал и т.н. «солнечный слепой канал» (solar blind channel), а канал высокого разрешения не функционирует из-за проблемы с системой питания.

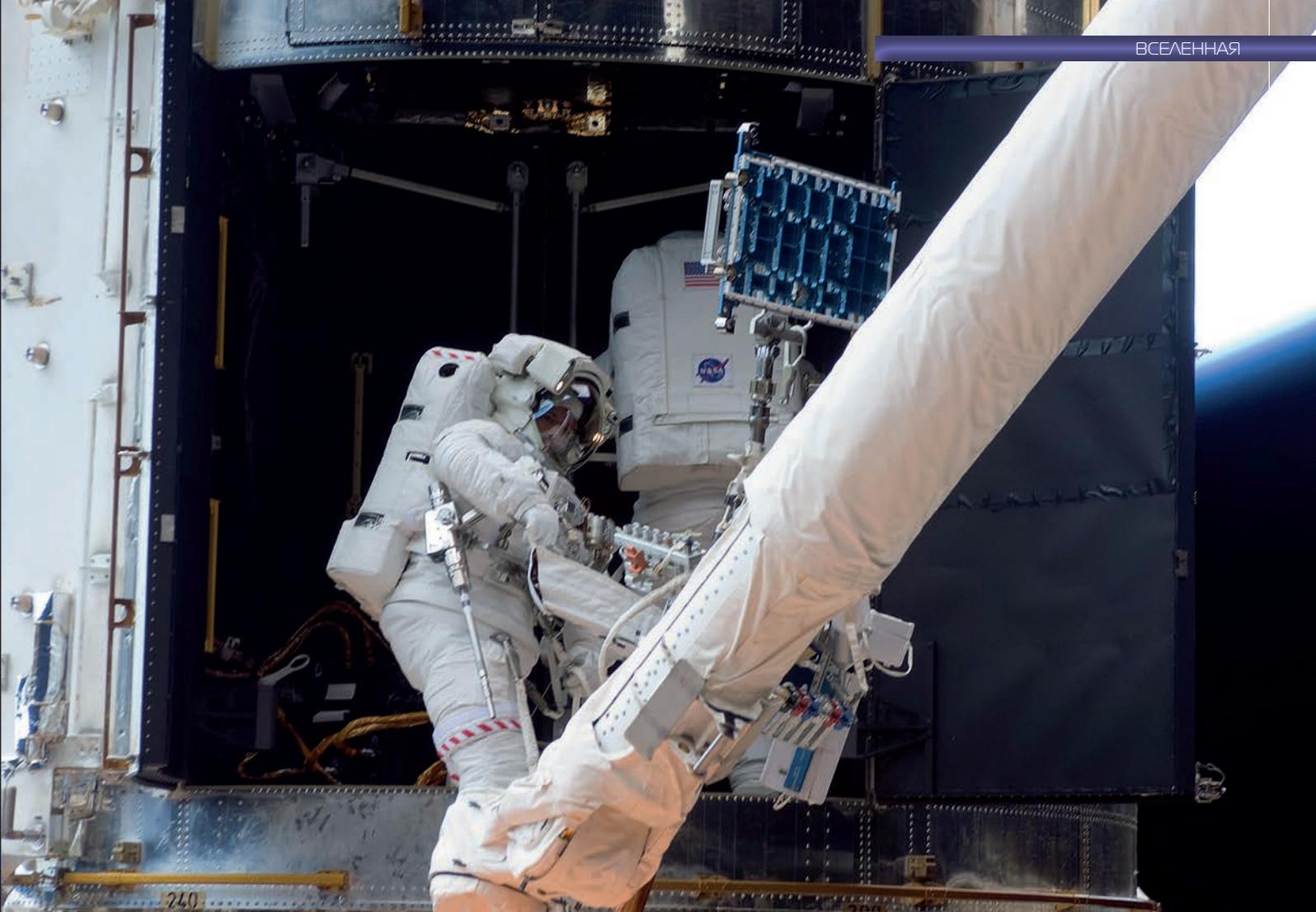
Во время четвертого выхода в космос Майкл Массимино и Майкл Гуд действовали по прежней схеме: первый передвигался в грузовом отсеке шаттла, второй — закрепился на роботе-манипуляторе. Теперь астронавты занимались ремонтом блока питания регистрирующего спектрографа (Space Telescope Imaging Spectrograph). Спектрограф был установлен в телескопе во время второй миссии по обслуживанию, в феврале 1997 г., а в августе 2004 г. вышел из строя блок питания этого прибора. Его наладка стала наиболее длительной и

трудоемкой операцией: Массимино должен был раскрутить 111 винтов, чтобы добраться до отказавшего блока, а чтобы его вскрыть, следовало снять с него ручку, закрепленную еще четырьмя винтами. Три винта поддались легко, а четвертый заклинило. Массимино прилагал максимум усилий, чтобы открутить его и, по-видимому, сорвал шлицы на головке винта. Попытки справиться с непослушной деталью с помощью всех подручных инструментов ни к чему не привели. В конце концов, применив силу, астронавт просто согнул неподатливую ручку и оторвал ее. Из-за этой неприятности оба Майкла на два часа выбились из графика. В конце работы вместо старой крышки с более чем 100 винтами они закрыли блок новой, которая крепится только двумя зажимами.

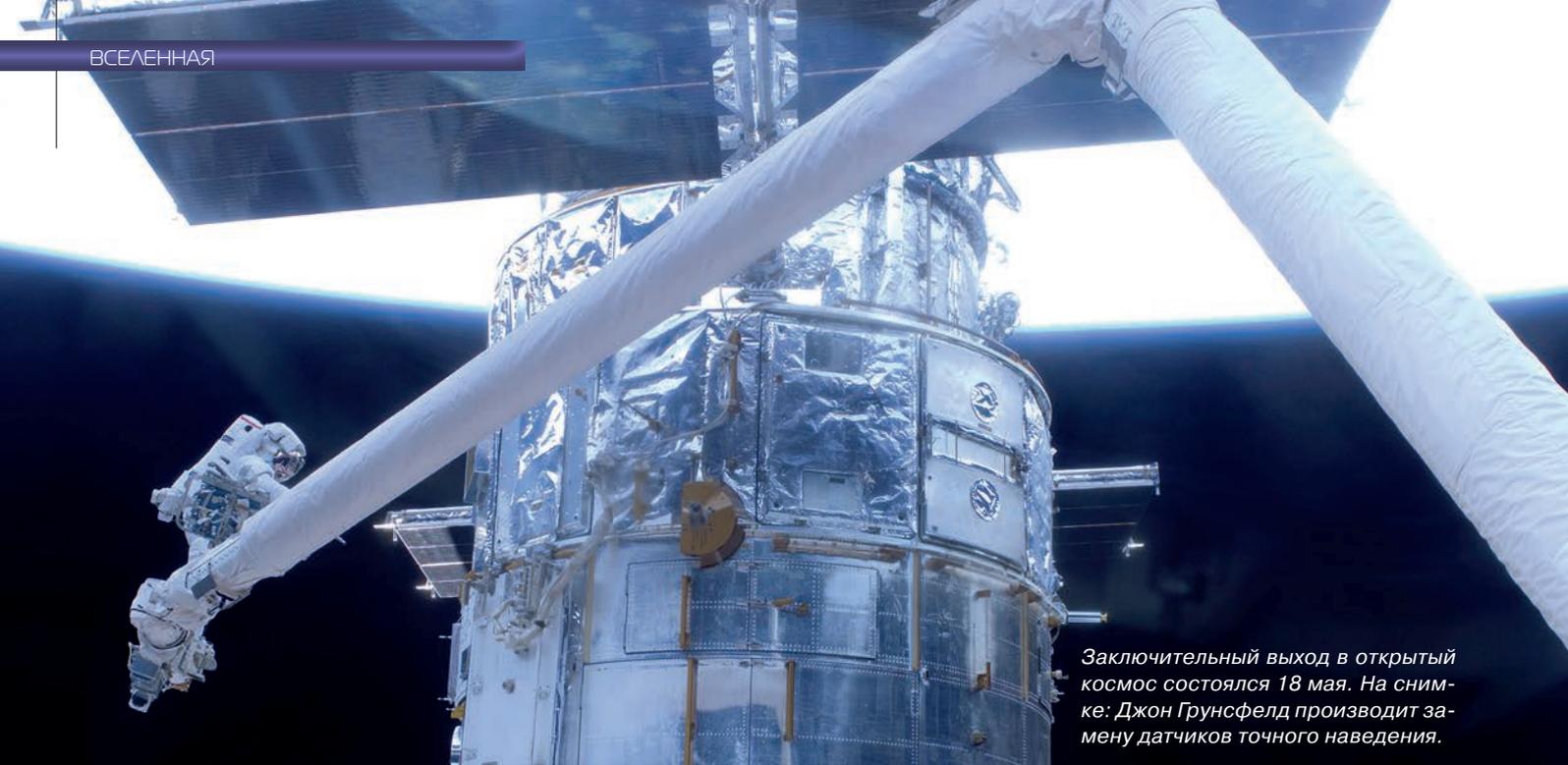
Еще одним заданием была установка новой теплоизоляционной панели (New Outer Blanket Layer) на одном из отсеков телескопа. Но из-за потери времени на ремонт регистрирующего спектрографа это задание решили отложить до следующего выхода в открытый космос. Продолжительность четвертого выхода составила 8 часов 2 минуты.



*Эндрю Фейстел 16 мая, во время третьего выхода в космическое пространство, демонтировал корректирующую оптическую систему. Она была размещена в грузовом отсеке шаттла и возвращена на Землю.*



17 мая, во время четвертого выхода в космос, Майкл Гуд, закрепленный на манипуляторе, занимался ремонтом блока питания регистрирующего спектрографа (снимок вверху). Астронавт Майкл Массимино в это время находился в грузовом отсеке шаттла (снимок внизу).



Заключительный выход в открытый космос состоялся 18 мая. На снимке: Джон Грунсфелд производит замену датчиков точного наведения.

18 мая состоялся пятый, последний выход в открытый космос. Третий раз в течение полета надел скафандр Грунсфелд — участник двух предыдущих экспедиций к телескопу Hubble — и «новичок» Фейстел. Им предстояло заменить второй пакет аккумуляторных батарей, датчик точного наведения (Fine Guidance Sensor) и установить, если позволит время, три теплоизоляционных панели. На этот раз астронавты «поменялись ролями»: Грунсфелд работал закрепленным на роботе-манипуляторе, а Фейстел свободно перемещался в грузовом отсеке шаттла. Продолжительность выхода составила 7 часов 2 минуты. В общей сложности в рамках миссии HST-SM04 астронавты провели за пределами космического корабля 36 часов 56 минут.<sup>4</sup>

Все поставленные перед участниками миссии задания были выполнены. Не удалось лишь восстановить работоспособность канала высокого разрешения камеры ACS. Специалисты отмечают, что этот канал ответственен за передачу менее 15 % данных. Также вместо одной новой пары гироскопов стабилизации установлена «старая» (отремонтированная). Все остальное оборудование подключено без проблем, проведены все запланированные ремонтные работы. По оценкам специалистов, сделанным в начале года (до сервисной

миссии), орбитальная обсерватория к концу 2010 г. полностью выработала бы свой ресурс. После проведенного обслуживания она должна нормально функционировать еще, как минимум, пять лет, а по самым оптимистичным оценкам — сможет продолжать свою работу в течение следующего десятилетия.

19 мая телескоп Hubble отсоединили от шаттла Atlantis и отправили в свободный полет. В течение лета специалисты Космического центра им. Годдарда проведут серию тестов и калибровок вновь установленных и отремонтированных приборов. Первые снимки, сделанные «обновленным» телескопом, будут переданы на Землю в начале сентября.

20 мая у экипажа был день отдыха. Подозревая, что возвращение придется отложить на более поздний срок, с целью экономии ресурсов корабля астронавты переключили часть его систем и приборов в энергосберегающий режим. Предосторожность оказалась нелишней: из-за плохой погоды во Флориде запланированная на 22 мая посадка не состоялась. Приземление на базе Эдвардс было нежелательным из-за задержки на десять суток подготовки к следующему полету и дополнительных расходов (около 1,8 млн. долларов) на перевозку шаттла из Калифорнии во Флориду, поэтому он оставался на орбите, пока имела надежда приземлиться на «родном» космодроме. Но в итоге посадки в Калифорнии избежать не удалось.

24 мая в 15:39 UTC Atlantis коснулся взлетно-посадочной полосы RW22 военной-воздушной базы Эдвардс. Продолжительность миссии STS-125 составила 12 суток 21 час 37 минут.

...Когда разрабатывалась программа четырех «Больших обсерваторий» NASA, предполагалось, что все они будут выводиться в космос и обслуживаться шаттлами. Но затем планы изменились. Кроме космического телескопа имени Хаббла, в «ремонтпригодном» варианте была выполнена только Комптоновская гамма-обсерватория CGRO (Compton Gamma-Ray Observatory),<sup>5</sup> но полеты к ней так и не состоялись. Ее безжалостно утопили 4 июня 2000 г. после того, как отказал один из гироскопов и появилась угроза выхода из строя второго (всего на CGRO стояло 3 гироскопа). Обслуживание рентгеновской обсерватории Chandra, находящейся на околоземной орбите, конструктивно не предусмотрено; последний из «великолепной четверки» — инфракрасный телескоп Spitzer — недавно успешно завершил основную часть наблюдательной программы<sup>6</sup> и продолжает удаляться от нашей планеты. К концу года расстояние до него превысит 90 млн. км, что почти в 250 раз больше среднего радиуса лунной орбиты. Пилотируемые полеты в такой глубокий космос пока технически невозможны.

Дмитрий Rogozin  
(по материалам NASA)

<sup>4</sup> В ходе всех пяти экспедиций по обслуживанию телескопа Hubble было выполнено 23 выхода в открытый космос, суммарная продолжительность которых составила около 166 часов.

<sup>5</sup> ВПВ - 7, 2008, стр. 7

<sup>6</sup> ВПВ - 5, 2009, стр. 15

# Миссия «Кагуя» завершилась падением на Луну

Японский космический аппарат «Кагуя», с ноября 2007 г. проводивший подробные исследования нашего естественного спутника, 10 июня в 18:25 UTC совершил управляемое столкновение с лунной поверхностью. Зонд массой 2914 кг врезался в нее по касательной (под углом около  $1^\circ$ ) со скоростью почти 1,8 км/с. Место падения с примерными селенографическими координатами  $65,5^\circ$  ю.ш.,  $80,4^\circ$  в.д. — между кратерами Жиль (Gill) и Векслер (Wexler), расположенными к юго-западу от Моря Южного (Mare Australe) — было выбрано таким образом, чтобы оно находилось на темной части той стороны Луны, которая видна с Земли. За столкновением наблюдали сотрудники Англо-австралийской обсерватории (Anglo-Australian Observatory) в Новом Южном Уэльсе. После «прибытия» основного аппарата японской лунной миссии общая масса искусственных объектов на поверхности нашего естественного спутника достигла 176 тонн 68 кг.

«Кагуя» была запущена 14 сентября 2007 г. и 4 октября вышла на окололунную орбиту.<sup>1</sup> За период с 30 декабря 2007 г. по 30 ноября 2008 г. высотомером LATL, установленным на борту зонда, выполнено около 11 млн. измерений — на два порядка больше, чем в ходе любого из проводившихся ранее исследований. По этим данным построена топографическая модель Луны с пространственным разрешением  $0,5^\circ$  при радиальной ошибке порядка 4 м. Удалось установить, что самой высокой точкой лунной поверхности является южный вал бассейна Дирихле-Джексона ( $158,64^\circ$  з.д.,  $5,44^\circ$  с.ш., высота относительно среднего уровня 10,75 км), а самой низкой — дно кратера Антониади ( $172,58^\circ$  з.д.,  $70,43^\circ$  ю.ш., глубина 9,06 км). Обе «экстремальные» точки находятся на обратной стороне Луны; разность их расстояний от лунного центра составляет 19,81 км, что существенно превышает предыдущие оценки. Уточнен также средний радиус Луны, который оказался равен 1737,15 км (экваториальный — 1738,64 км, полярный — 1735,66 км).

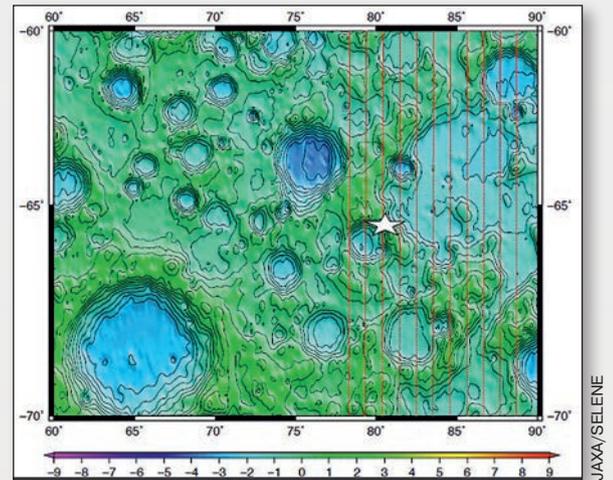
Результаты миссии «Кагуя» позволили составить топографическую карту лунной поверхности с разрешением около 15 км и сделать выводы о прекращении вулканической активности Луны 2,84 млрд. лет назад. Зонд «Кагуя» стал первым аппаратом, заглянувшим на дно кратера Шеклтон, где ученые до сих пор надеются найти залежи вечного льда.

Японским специалистам удалось также существенно улучшить модель лунного гравитационного поля. В периоды, когда «Кагуя» заходила за диск Луны и становилась невидимой для наземных средств слежения, необходимые данные о ее положении и скорости передавались спутником-ретранслятором «Окина» (RStar), отделенным от основного аппарата в октябре 2007 г. Субспутник

врезался в лунную поверхность 12 февраля 2009 г.<sup>2</sup>

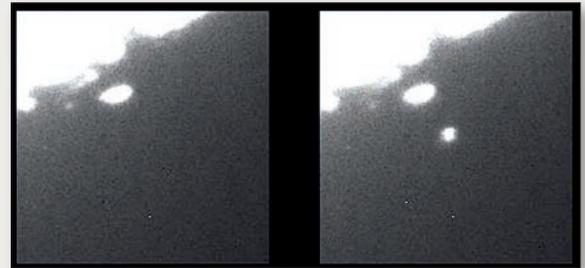
JAXA

<sup>2</sup> ВПВ №3, 2009, стр. 20



▲ На топографической карте Луны отмечено место падения космического аппарата. Вертикальные линии в правой части изображения отмечают не освещенную Солнцем поверхность.

▼ Последовательные снимки, сделанные на 3,9-метровом Англо-австралийском телескопе, зарегистрировали вспышку, сопровождавшую падение на лунную поверхность японского зонда «Кагуя». Продолжительность экспозиции каждого кадра — 1 с, промежуток между экспозициями — 0,6 с.



Jeremy Bailey/University of New South Wales/Steve Lee/Anglo-Australian Observatory



ESA/SMART-1/Space-X (Space Exploration Institute), image mosaic: ESA (B. Gieger and B. Foing)

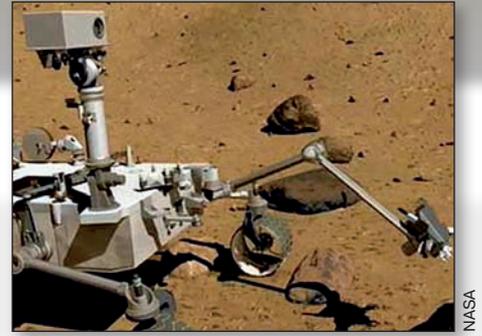
<sup>1</sup> ВПВ №10, 2007, стр. 14

## MSL получила имя

**М**арсоход Mars Science Laboratory, запуск которого намечен на 2011 г., получил собственное имя Curiosity, что в переводе означает «любопытность» или «любопытство». Специальная комиссия NASA провела общенациональный конкурс среди школьников. По почте и интернету было получено более 9000 вариантов названия. После долгих обсуждений самым удачным признали предложение двенадцатилетней школьницы Клары Ма (Clara Ma) из города Линекса, штат Канзас.

Школьники присылали не просто слова-названия, а писали эссе, в которых объясняли, почему они предлагают тот или иной вариант. «Любопытность, словно неугасимый огонь, горит в каждом человеке, — написала Клара Ма в своем эссе. — Любопытность — великая сила. Без нее мы бы никогда не стали такими, какие мы есть сейчас».

Curiosity станет самым крупным и самым сложным аппаратом из всех, что когда-либо отправлялись к Мар-



NASA

су. Он позволит людям узнать о наличии условий для существования на Красной планете микроорганизмов, а также сможет непосредственно распознать признаки жизни в марсианском грунте.

## Сбой в работе марсианского зонда

**Н**а зонде Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) произошел сбой: 3 июня 2009 г. его бортовой компьютер неожиданно перезагрузился и перешел в безопасный режим. Аналогичная перезагрузка произошла 23 февраля 2009 г., когда аппарат вышел из строя более чем на неделю. Инженеры NASA пришли к выводу, что причиной перезагрузки стали

космические лучи, которые вызвали скачок напряжения в электронике. Подобные сбои за время работы зонда на орбите Марса происходили уже несколько раз.

Специалисты NASA занимались восстановлением работоспособности в несколько этапов: 6 июня была восстановлена работа компьютера, а 9 июня заработали инструменты

зонда. В настоящее время MRO возобновил работу по изучению Красной планеты.

В декабре 2008 г. основная часть миссии Mars Reconnaissance Orbiter была завершена. При этом специалисты NASA надеются на то, что аппарат проработает еще несколько лет. За то время, которое зонд MRO провел на ареоцентрической орбите, он передал на Землю более 83,6 терабит информации, т.е. больше, чем все предыдущие миссии вместе взятые.



## Spirit: автопортрет при помощи микроскопа

Ровер Spirit сфотографировал грунт, находящийся у него под днищем. Для этого мобильная лаборатория использовала микроскоп, установленный на ее манипуляторе. Снимки днища необходимы для того, чтобы вызволить Spirit из песка, в котором он завяз в мае этого года, к исходу 1889-го сола (марсианских суток). Это самое серьезное происшествие, случившееся с марсоходами за все время их работы на Красной планете. Пять колес ровера оказались засыпаны грунтом почти наполовину (шестое колесо сломалось еще в 2006 г.). Аппарат накренился на 14° по отношению к поверхности.

У марсохода Spirit нет фотокамеры, которая способна «дотянуться» до его днища. Микроскоп, закрепленный



NASA/JPL/USGS

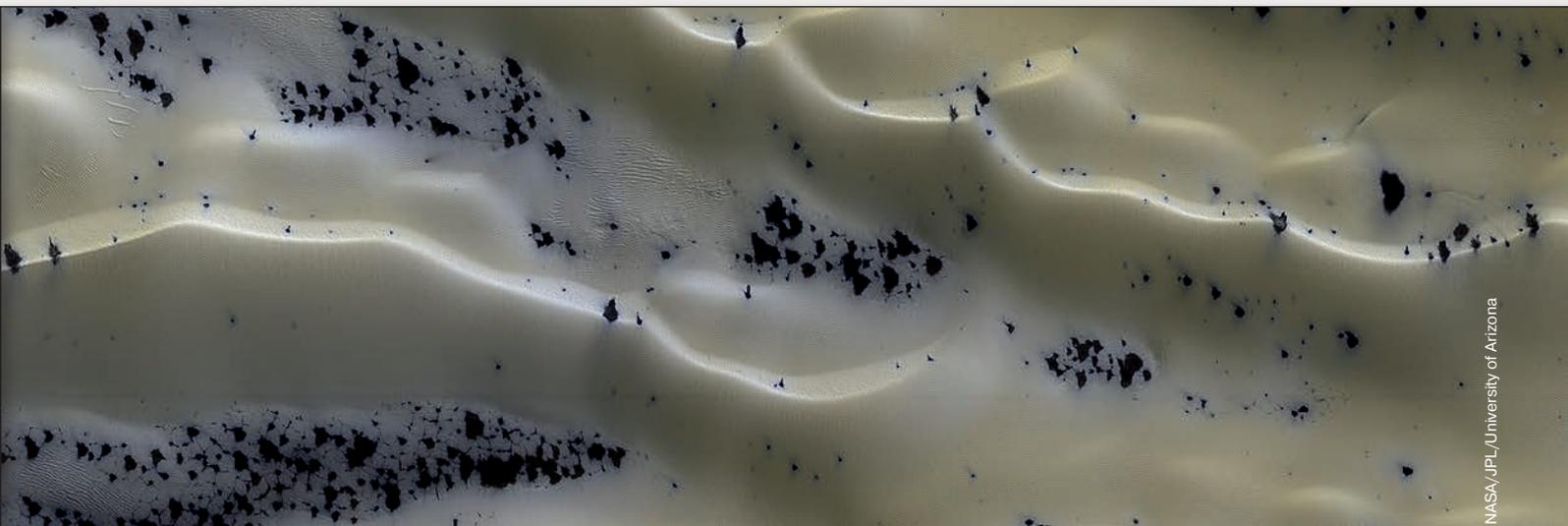
на манипуляторе, можно расположить так, чтобы увидеть, как именно застрял аппарат. Ранее ученые уже протестировали микроскоп в качестве фотоаппарата на Opportunity — «близнеце» ровера Spirit. Фотографии получаются размытыми, однако с их помощью вполне можно оценить ситуацию.

Имелись подозрения, что Spirit плотно «сел на брюхо» — может быть, даже зацепился за камень. На снимках видно, что это не так: между днищем

и грунтом заметен просвет. В кадр, правда, попало некое возвышение, похожее на маленькую пирамидку. Ее весьма острая вершина упирается в днище. Однако, по мнению экспертов, она, скорее всего, сложена из сыпучего материала и помехи для движения представлять не может. Параллельно специалисты проверяют различные стратегии высвобождения аппарата, работая с его «двойником» на Земле, и ждут снимков, полученных с разных точек и под разными углами.

*I — Дюны в марсианском кратере Ричардсон (Richardson), укрытые слоем твердой углекислоты, накопившейся за зиму, постепенно освобождаются от нее с наступлением весны. Углекислый газ в больших количествах сублимируется, заметно повышая давление разреженной атмосферы соседней планеты. Первые «проталины» образуются на местах, где подо льдом были укрыты более темные породы — они быстрее прогреваются Солнцем. Этот снимок сделан космическим аппаратом MRO 19 января 2009 г. Центр снятого участка лежит вблизи точки с координатами 72° ю.ш., 180° в.д. Высота Солнца над местным горизонтом в момент съемки была равна 14°.*

*II — Седиментация (отложение осадочных пород) в формировании рельефа Марса сыграло ненамного меньшую роль, чем в геологической истории нашей планеты. По чередованию слоев таких пород специалист может «прочитать» отдельные страницы этой истории, уходящей вглубь на миллиарды лет. В этом плане для исследователей Красной планеты особый интерес представляют области, неоднократно затоплявшиеся морем, а потом снова «выходившие на сушу». К ним относится, в частности, регион Сирены (Sirenum Region), сфотографированный MRO 8 января 2009 г.; его примерные координаты — 26° ю.ш., 200° в.д. Солнце во время съемки находилось в 27° над горизонтом.*



NASA/JPL/University of Arizona



NASA/JPL/University of Arizona

## Активность гейзеров Энцелада непостоянна

Криовулканическая активность 500-километрового сатурнианского спутника Энцелада, вероятно всего, является не постоянным, а периодическим явлением. Такой вывод следует из новой гипотезы, которую предложил Норманн Слип (Norman Sleep) на встрече Американского геофизического общества, проходившей в Торонто.

Знаменитые гейзеры на Энцеладе, извергающие ледяные частицы и водяной пар с примесями органических веществ, были открыты в 2005 г. космическим аппаратом Cassini.<sup>1</sup> Ученые до сих пор не выработали единой гипотезы, объясняющей их происхождение. Самая распространенная версия предполагает, что выбросы «питает» океан, скрытый под замерзшей поверхностью спутника. На большой глубине воду поддерживает в жидком состоянии неизвестный пока источник тепла, мощность которого, согласно последним оценкам, достигает 15 гигаватт — примерно столько же тепловой и электрической энергии генерирует крупнейшая в Европе Запорожская атомная электростанция. Если такой уровень активности оставался постоянным на протяжении всей истории Энцелада, этот спутник должен был бы к настоящему моменту потерять около 20% своей массы, причем такое «похудение» неизбежно отразилось бы на ре-

льефе его поверхности, чего на самом деле не наблюдается.

Согласно гипотезе Слива, появлению гейзеров способствует гравитационное взаимодействие с другой сатурнианской луной — Дионой (ее средний диаметр равен 1123 км).<sup>2</sup> Вероятно, большую часть своей жизни Энцелад пребывает в «замороженном» состоянии. Из-за притяжения Дионы его орбита постепенно становится более вытянутой. Результатом изменения орбиты становится более высокая амплитуда колебаний силы приливного воздействия Сатурна. При этом покрывающая поверхность спутника ледяная кора трескается и высвободившаяся энергия деформации вызывает испарение льда, мелкие частицы которого выносятся паром на поверхность.<sup>3</sup> С течением времени из-за изменения орбитальных параметров влияние Дионы ослабевает, Энцелад переходит на орбиту, более близкую к окружности, и «успокаивается». Такой цикл в его истории, по-видимому, повторялся неоднократно, и сейчас мы как раз являемся свидетелями «максимума активности». Возможно, похожие процессы могут быть ответственны и за обнаруженный недавно значительно более слабый криовулканизм Дионы.<sup>4</sup>

Если новая гипотеза подтвердится, шансы на то, что в недрах Энцелада удастся в будущем обнаружить какие-либо формы жизни, резко упадут. Наличие жидкого океана и постоянного источника тепла на спутнике обнадеживало ученых. Если же в фазе «спокойствия» он замерзает полностью — вероятность того, что некие живые организмы могут выжить в таких условиях, крайне мала.

*New Scientist*

<sup>1</sup> ВПВ №8, 2005, стр. 21; №9, 2005, стр. 24; №4, 2008, стр. 10

<sup>2</sup> ВПВ №11, 2005, стр. 24

<sup>3</sup> ВПВ №2, 2009, стр. 24

<sup>4</sup> ВПВ №7, 2007, стр. 22

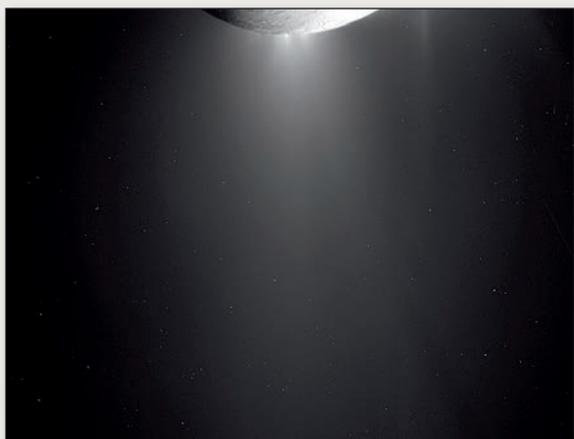
## «Бабье лето» на Титане

Атмосфера крупнейшего сатурнианского спутника Титана — очень интересный объект для исследований: все остальные тела Солнечной системы, обладающие плотными газовыми оболочками, значительно массивнее него. Главный метод изучения свойств титанианской атмосферы — наблюдения за динамикой облаков. По способу формирования и «манере» передвижения облака Титана похожи на своих земных «собратьев».

Рабочая группа проекта Cassini (NASA-ESA) проводила мониторинг атмосферы Титана в течение трех с половиной лет (с июля 2004 по декабрь 2007 г.). За это время удалось зарегистрировать более 200 облачных образований. В целом они ведут себя в согласии с существующими моделями глобальной циркуляции. Единственное отличие — их медлительность: несмотря на то, что лето в южном полушарии спутника фактически закончилось, там еще присутствует значительное количество облаков.<sup>5</sup>

По мнению Себастиана Родригеса (Sebastien Rodriguez), работающего совместно с группой Cassini по изучению топографических особенностей Титана, структура облачного покрова не находится в строгой зависимости от смены времен года, как предполагалось ранее. Летом наблюдалось огромное количество облаков в южном полушарии. В соответствии с прогнозами, ожидалось, что к моменту равноденствия, приходящегося на август 2009 г., облака полностью исчезнут. Согласно модели циркуляции атмосферы Титана процессы рассеивания облачных масс должны были начаться еще в 2005 г. Однако, Cassini все еще наблюдал большое их количество в средних широтах и в экваториальных областях в конце 2007 г., и очень похоже на то, что какое-то их количество сохранится и ранней осенью. Все это очень напоминает наше

<sup>5</sup> Каждый сезон на Титане длится 7,5 земных лет.

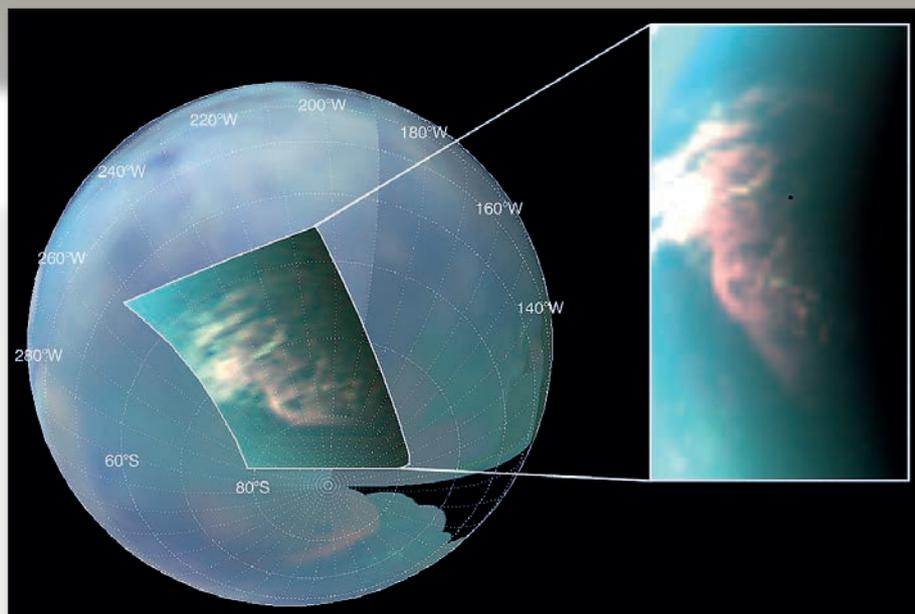


"бабье лето", хотя механизмы этих явлений радикально отличаются.

На Земле имеют место «осенние аномалии», проявляющиеся в виде теплой и сухой погоды, когда области низкого давления оказываются заблокированными в том полушарии, которое в это время «отворачивается» от Солнца. Конец лета и начало осени на Титане ожидается не только теплым (относительно средней температуры его поверхности, равной 93,7 К или  $-179,5^{\circ}\text{C}$ ), но и влажным.

«Медлительность» процессов в азотно-метановой атмосфере отчасти объясняется удаленностью Сатурна — планета-гигант и ее спутники находятся почти в 10 раз дальше от Солнца, чем Земля, и получают от него примерно в 100 раз меньше энергии.

Космический аппарат Cassini 6 июня 2009 г. совершил 56-й пролет вблизи крупнейшей сатурнианской луны. В ходе своей миссии, продленной до осени 2010 г., он про-



В инфракрасном диапазоне виден большой облачный массив в южном полярном регионе Титана. Снимок получен космическим аппаратом Cassini 26 марта 2007 г.

должит изучать долговременные изменения, происходящие на Сатурне, а также в системе его колец и спутников.

*Источник:*  
Cassini finds Titan's clouds hang on to summer. NASA/JPL NEWS RELEASE — June 3, 2009.

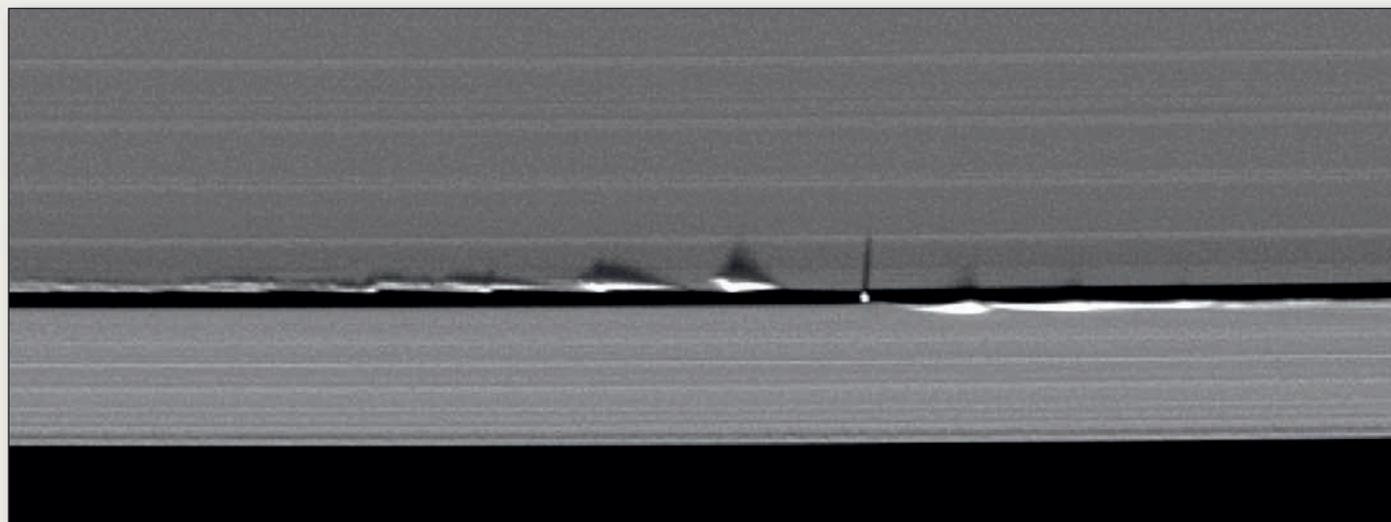
## Холмистые кольца Сатурна

Внутри самого внешнего из ярких сатурнианских колец, обозначенного буквой А, движется крохотный спутник планеты-гиганта Дафна диаметром 8 км. Под действием ее гравитации в кольце образовался просвет шириной 42 км, названный в честь американского астронома Джеймса Килера (James Edward Keeler). Влияние Дафны вызывает образование на краях просвета «холмов» высотой от полукилометра до полутора километров, что в 50-150 раз превышает толщину колец. Кос-

мический аппарат Cassini сфотографировал эти «холмы» и длинные тени, отбрасываемые ими на кольца, которые получаются благодаря тому, что плоскость колец в настоящее время приближается к направлению на Солнце — такая конфигурация складывается дважды за оборот Сатурна, то есть приблизительно один раз в 15 земных лет.

Предположения о существовании таких объемных структур высказывались и ранее — основаниями для них стали математические модели и бо-

лее ранние снимки Cassini, на которых были заметны волнообразные возмущения частиц кольца на обеих сторонах просвета. По их величине удалось оценить массу Дафны (около 85 млрд. тонн). «Холмы» возникают благодаря тому, что спутник движется не точно в плоскости колец, а периодически отклоняется от нее на 17 км в ту и другую сторону. Средний радиус его орбиты равен 136 505 км, период обращения — 14 часов 15,5 минут. Тень от Дафны на кольцах — самая длинная из всех теней, видимых на снимке.



## Авиакосмический салон «Ле Бурже-2009»

С 15 по 21 июня в парижском пригороде Ле Бурже прошел 48-й Международный авиакосмический салон «Ле Бурже-2009». Одна из крупнейших авиационных выставок мира в этом году отметила свой столетний юбилей: первый показ достижений в области авиастроения состоялся в Париже в 1909 г.

В 1914-18 гг. проведение салонов было прервано Первой мировой войной. В 1919 г. форум открылся вновь. Общая его направленность была такой же, как сейчас: демонстрация последних достижений в области авиастроения и в смежных отраслях. Правда, коммерческая составляющая в то время практически отсутствовала. После 1919 г. выставка вновь закрылась на несколько лет — разоренной войной Европе было не до авиационных новинок. В 1924 г.

салон возобновил работу с иной периодичностью (раз в два года). Следующий большой перерыв был снова вызван войной, на этот раз — Второй мировой. Демонстрация новинок авиатехники возобновилась в 1946 г., а в 1951 г. основной выставочной площадкой становится аэродром Ле Бурже.

Как обычно, авиасалон проходил в два этапа. Первые четыре дня были отданы бизнесу — в эти дни в рамках салона проходят различные презентации, деловые форумы, переговоры, официальные заключения сделок, подготовленных заранее. С пятницы по воскресенье выставка была открыта для широкой публики.

Несмотря на мировой финансо-



вый кризис, количество участников, представлявших 48 стран, превысило цифры двухлетней давности и оказалось рекордным. Впрочем, привезти на выставку «живую» технику в период финансовых проблем решились далеко не все предприятия. Организаторы салона признают, что летная часть представлена в меньшем по сравнению с 2007 г. объеме.

## Запуск «Союза» с Куру отложен

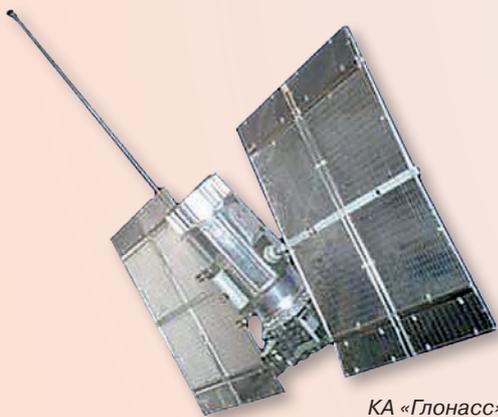
Первый старт российской ракеты-носителя «Союз-СТ» с космодрома Куру во Французской Гвиане, запланированный на декабрь 2009 г., отложен на начало 2010 г. Об этом заявил глава Европейского

космического агентства Жан-Жак Дорден (Jean-Jacques Dordain, ESA). Задержку он связал с неготовностью мобильной башни обслуживания стартового комплекса, подобной которой ранее не существовало ни

на Байконуре, ни в Плесецке. Эту информацию подтвердил глава Федерального космического агентства «Роскосмос» Анатолий Перминов. Теперь, по словам руководителя ESA, запуск «Союза-СТ» состоится в первые недели 2010 г.

ИТАР-ТАСС

## Российско-украинское космическое сотрудничество



КА «Глонасс»

10 июня 2009 г. в Москве прошло 7-е заседание российско-украинской Подкомиссии по

вопросам сотрудничества в сфере космической промышленности. Делегации космических агентств на переговорах возглавляли Генеральный директор Национального космического агентства Украины (НКАУ) Александр Алексеевич Зинченко и руководитель Федерального космического агентства «Роскосмос» Анатолий Николаевич Перминов. В рамках заседания были рассмотрены вопросы выполнения программы сотрудничества в сфере исследования и использования космического пространства на 2007-2011 гг. Стороны отметили, что российско-украинское сотрудничество в космосе имеет все

условия для взаимного и успешного развития. Достигнуты договоренности о продолжении совместных работ по реализации приоритетного проекта создание глобальной навигационной спутниковой системы Российской Федерации и Украины с использованием российских искусственных спутников Земли ГЛОНАСС и других глобальных спутниковых навигационных систем, а также в рамках научных космических проектов, совместных экспериментов на российском сегменте МКС и по сотрудничеству в разработке систем дистанционного зондирования Земли.

Спейс-Информ

## NASA лишило Марс особого статуса

Американское аэрокосмическое агентство решило прекратить приоритетное финансирование марсианских миссий. Об изменении политики ведомства сообщает

Nature News. Отныне программы изучения Красной планеты будут конкурировать за финансирование с другими проектами на равных условиях. Долгое время исследо-

вания Марса были одним из самых важных направлений деятельности агентства.

Новости  
космонавтики

## Иностранные инвестиции в строительство космодрома «Восточный»

Строительство космодрома «Восточный» в Амурской области может быть частично профинансировано иностранными инвесторами, считает глава «Роскосмоса» Анатолий Перминов. По его словам, иностранные вложения в это предприятие вполне возможны, если речь не идет о разработке ракеты-носителя, создании стартового оборудования и специальных систем. По всем остальным направлениям сотрудничества

«Роскосмос» готов работать со всеми, кто проявит заинтересованность в проекте. Отвечая на вопрос, не повлияет ли финансовый кризис на планы строительства космодрома, А.Перминов подчеркнул, что пока никаких изменений в планах нет.

Глава российского космического агентства не исключает участия украинских предприятий в создании нового российского космодрома. Комментируя подписанное 11 июня

в Москве соглашение о расширении сотрудничества двух стран в области космоса, А.Перминов отметил, что Россия и Украина активно взаимодействуют в ряде международных коммерческих проектов — в частности, в проекте «Морской старт» для запусков спутников с морской платформы используются различные модификации российско-украинской ракеты «Зенит».

*Спейс-Информ*

## «Марсолет» достиг орбиты Красной планеты

Условный 105-суточный полет международного экипажа «марсолета», проходящий в Институте микробиологических проблем РАН,<sup>1</sup> с 9 июня перешел на третий, завершающий этап, в ходе которого будет имитироваться пребывание на марсианской орбите в условиях полного отсутствия телефонной связи с «бортом». Об этом сообщил технический руководитель проекта «Марс-500» Евгений Демин. Теперь «космонавты» смогут общаться с Землей только по электронной почте, причем ответы на свои вопросы они будут получать не ранее, чем через 40 минут после от-

правки сообщения — это время соответствует удвоенной задержке радиосигнала при наибольшем расстоянии между Землей и Марсом.

«В целом системы корабля работают нормально, на первых двух этапах у экипажа появились кое-какие замечания, которые мы будем анализировать, чтобы исключить сбои при проведении основного, 520-суточного этапа эксперимента "Марс-500"», — сказал Демин.

В течение первых двух этапов условного путешествия к Красной планете «космонавты» провели более 70



Камбуз «марсолета»

научных экспериментов, разработанных учеными из России, США и стран Европы. Экипаж из шести добровольцев покинет свой «космический дом» 14 июля, а основной этап программы продолжительностью 520 суток начнется в конце 2009 — начале 2010 г.

*Новости космонавтики*

<sup>1</sup> ВПВ №4, 2009, стр. 17

## Эксплуатацию МКС продлят до 2025 г.

Европейские, американские и японские партнеры России по эксплуатации Международной космической станции (МКС) предлагают продлить время ее работы на орбите вплоть до 2025 г., т.е. на 10 лет дольше проектного срока. Об этом сообщил глава «Роскосмоса» Анатолий Перминов на Международном авиакосмическом салоне «Ле Бурже-2009». Он отметил, что партнеры из ESA заинтересованы использовать европейский модуль Columbus, доставленный на МКС 11 февраля 2008 г.,<sup>2</sup>

по крайней мере, 10 лет (это плановый ресурс модуля, хотя он может прослужить вдвое дольше). Новый европейский грузовой космический корабль ATV, совершивший испытательный полет к МКС в марте 2008 г.,<sup>3</sup> планируют запустить в серийное производство. Он сможет доставлять грузы на станцию, как минимум, раз в полгода. Кроме того, ESA приступило к созданию нового пилотируемого

<sup>2</sup> ВПВ №3, 2008, стр. 30

<sup>3</sup> ВПВ №3, 2008, стр. 33; №4, 2008, стр. 8

космического корабля, на испытания и доработку которого нужно еще не менее 10 лет.

Японский исследовательский модуль Kibo в составе МКС еще до конца не собран, эта работа будет завершена только в 2009 г. Эксплуатация модуля начнется в декабре текущего года. Затем японские специалисты намерены создать собственный беспилотный корабль для доставки грузов на орбиту, поэтому станция им также нужна еще не менее 10 лет.

Российский сегмент МКС планируют достроить к 2015 г.

*Новости космонавтики*

## Румыны хотят запустить зонд к Луне с воздушного шара

Румынская некоммерческая организация ARCA объявила о том, что собирается запустить зонд к Луне при помощи воздушного шара. Ракета с зондом Naas на стратостате поднимется на высоту 18 км, после

чего отделится от него и начнет полет в космос.

Проект претендует на получение приза, учрежденного компанией

<sup>4</sup> ВПВ №10, 2007, стр. 16

Google.<sup>4</sup> Первая команда конструкторов, которая сумеет до конца 2012 г. посадить свой аппарат на Луну, получит 20 млн. долларов США, причем участвовать в конкурсе могут только частные компании.

# XXI ВЕК С ПРИСТАВКОЙ «НАНО»

О перспективах развития и современном состоянии нанотехнологий

**Юрий Свидиненко**  
ведущий аналитик компании  
Nanotechnology News Network,  
Украина

## От большого — к малому

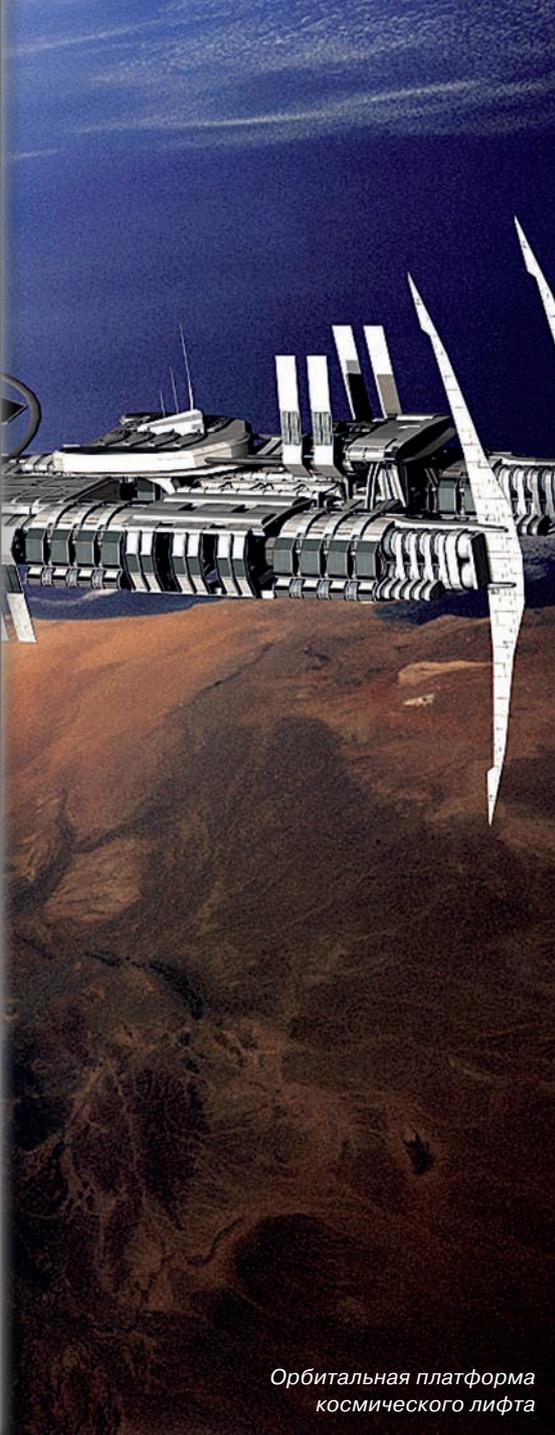
В последнее время бытует мнение, будто квантовая механика, теория относительности и биохимия слишком сложны для восприятия, и без специального обучения нельзя составить представление об этих науках, да и вообще просто понять — зачем они нужны и какие цели преследует мировое научное сообщество, расходуя немалые деньги на исследования в этих областях. К примеру, об опасностях,

исходящих от Большого адронного коллайдера, могут рассказать почти все, но при этом лишь немногие знают, зачем его строили и какие жизненно важные физические теории хотят проверить с его помощью.

Практически то же самое можно сказать и о нанотехнологиях (приставка «нано» используется в системе измерений для обозначения одной миллиардной —  $10^{-9}$ ; нанометр — миллиардная часть метра или же миллионная часть миллиметра). Из сплава наук, обеспечившего возникновение новых передовых технологий, сделали новую «научную моду». При этом кажется, что нанотехнологии «работают» где-то очень далеко, в бе-

лых чистых лабораториях, и просто так разобраться в них невозможно — хотя они уже несколько лет живут рядом с нами. Например, в 45-нм процессорах Core2Duo, стоящих на многих домашних компьютерах.

На самом деле в нанотехнологиях нет ничего сложного. «В переводе» на обычный язык — это создание материалов и структур с атомной точностью по заранее заданному шаблону. То есть, если мы хотим сделать, к примеру, «идеальный транзистор», то лучше всего будет его заранее «начертить», а затем с помощью наноманипулятора, позволяющего оперировать отдельными атомами, «выложить» в реальном пространстве.



Орбитальная платформа  
космического лифта

Сразу уточним, что подобные технологии будут доступны как минимум через десяток лет, но уже сегодня ученые доподлинно знают, каким должен быть этот наноманипулятор и что можно будет получить с его помощью. Вершина мощи нанотехнологий — завод, объединяющий миллионы таких манипуляторов, который, в принципе, может создать «поатомно» любую вещь по заранее заданным «чертежам».

И это не научная фантастика, а вполне реальные прогнозы. В 1989 г. Дону Эйглеру (Donald Mark Eigler), специалисту компании IBM, впервые удалось с помощью сканирующего туннельного микроскопа, оперируя отдельными атомами,

составить аббревиатуру «I-B-M» из 35 атомов ксенона, что стало мировым рекордом самого миниатюрного корпоративного логотипа.

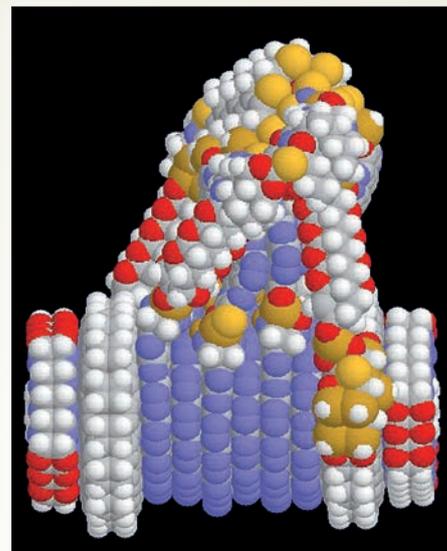
А если быть совсем точным, то следует сказать, что наиболее опытный нанотехнолог — природа. Биологи до сих пор удивляются работе простейших молекулярных машин — ферментов, которые филигранно манипулируют химическими соединениями, обеспечивая протекание процессов жизнедеятельности.

В наши дни на исследования в области нанотехнологий в разных странах мира выделяются миллионы долларов. Неудивительно, что сегодня это «модное» направление в науке, каким когда-то была ядерная физика. Но, кроме общей распространенности, нанотехнологии стали связующей нитью между такими разными отраслями науки, как биотехнология, микроэлектроника и химическая физика. При этом достижения ученых не ограничиваются исследованиями. Уже сегодня нанотехнология работает на благо людей.

## Сегодняшний день

Электроника, электроника и еще раз электроника... Сегодня это практически «девиз» нанотехнологов всего мира. Поскольку каждый год появляются все более и более быстрые и компактные процессоры, ученые и инженеры пытаются заглянуть за край возможностей кремниевой электроники, и делают это с помощью нанотехнологий. Уже созданы транзисторы, представляющие собой одну-единственную сложную молекулу. Причем сегодняшнее путешествие в микромир не ограничивается «грубой силой» миниатюризации. Исследователи упорно ищут альтернативные пути.

Квантовые компьютеры — всего лишь одно из дополнительных направлений развития вычислительных устройств будущего. Нанотехнологии позволяют создавать невиданные по сложности трехмерные чипы, в которых транзисторы и прочие элементы располагаются не на плоскости, а в пространстве, что существен-



*Справедливость нанотехнологического подхода доказывается самой природой: ферменты — это молекулярные машины, работающие внутри клетки, производя манипуляции с молекулами и даже фрагментами ДНК. Ученые стремятся добиться той же простоты и элегантности, присущей живой природе в проведении контролируемого построения макроскопических объектов из отдельных атомов.*

но увеличивает вычислительную мощность, сокращая при этом размеры процессора.

Использование углеродных нанотрубок в составе микроэлектронных устройств — последнее направление, уверенно перемещающееся из лабораторий к рынку (как любят выражаться нанотехнологи). Транзисторы, изготовленные на базе одной-единственной нанотрубки, могут заменить аналоги в компактных накопителях данных наподобие «флэш-памяти».

В области медицины и биотехнологий разработаны новые мощные диагностические средства, а также практически универсальные наноматериалы, которые представляют собой частицы, содержащие молекулы лекарственных препаратов. Как только такие «бомбы замедленного действия» попадают в кровь человека, они проникают в ткани, а затем, прикрепляясь к клеткам строго определенного типа, внедряются в них, высвобождая лекарство. Сейчас ведутся опыты по использованию этой технологии при химиотерапии раковых заболеваний.

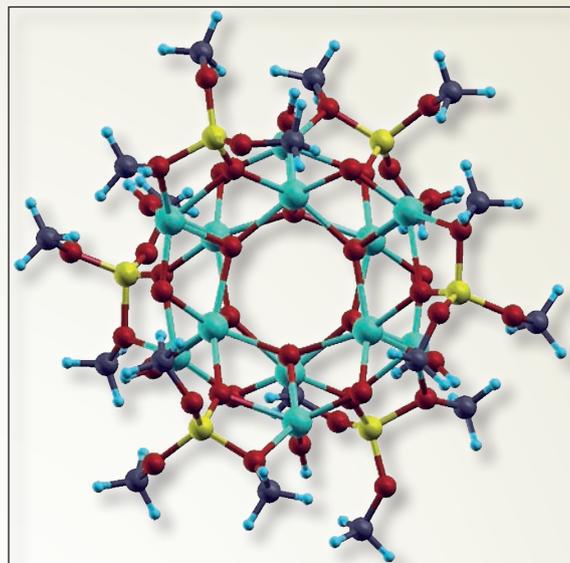
Коммерчески успешные наноматериалы уже «нашли свое место» в легкой промышленности, причём

многие покупатели не знают, что, к примеру, одежда для профессионального экстремального спорта содержит утеплительные аэрогели, полученные с помощью нанотехнологий.

## Технологии будущего

Из-за того, что нанотехнологии — в силу своей универсальности — могут быть задействованы практически во всех современных производствах, их прогресс становится заметным сразу, особенно тем, кто внимательно следит за их развитием. И это касается не только бытовой коммерческой электроники — в стороне от них по понятным причинам не может оказаться такая высокотехнологичная отрасль, как аэрокосмическая. Использование наноматериалов уже заложено в амбициозном проекте многоэтажного космического корабля Skylon.

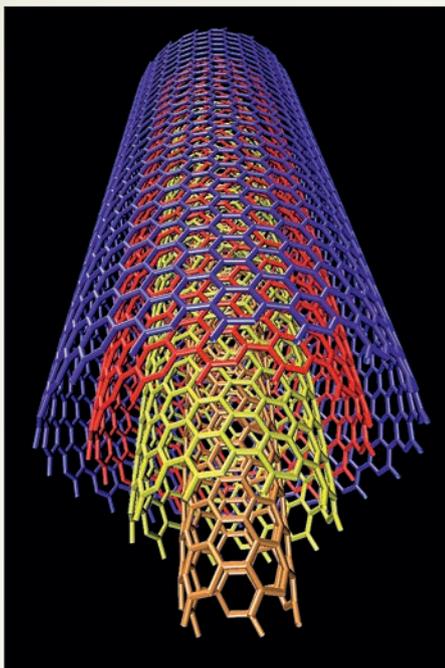
Этот супершаттл должен доставлять на околоземную орбиту 12 тонн груза. При этом Skylon не будет нуждаться ни во внешних баках и ускорителях, ни в первых и вторых ракетных ступенях, ни в каких-либо самолетах-разгонщиках — он от начала и до конца полета на сто процентов самостоятелен и самодостаточен, и более того: как при разбеге по взлетной полосе, так и при наборе высоты, как при дальнейшем разгоне до орбитальной скорости, так и при маневрирующем полете в атмосфере по возвращении на Землю — британский «челнок» будет оперировать одними и теми же двигателями.



Адресная доставка лекарств к большим клеткам позволяет медикаментам попадать только в больные органы, избегая здоровые, которым эти лекарства могут нанести вред. Решение этой проблемы подразумевает создание своеобразного «транспорта» для лекарств в виде наночастиц. На схеме — модель такой «транспортной молекулы», содержащей в центре полость для удержания наночастиц оксида гадолиния. Различными цветами показаны атомы углерода, водорода, кислорода, азота и серы.

Ракетно-космический самолет Skylon в качестве горючего для реактивных двигателей будет использовать жидкий водород. Вплоть до скорости 5,5М, которую он разовьет на высоте около 26 км, двигатель будет работать в обычном «самолетном» турбореактивном режиме, используя как окислитель атмосферный кислород, после чего переключится на бортовой запас жидкого кислорода. В беспилотном режиме Skylon сможет выводить на низкую околоземную орбиту и возвращать на Землю до 12 тонн груза или перевозить до 40 пассажиров. Для его запуска и последующей посадки не потребуются никаких одноразовых систем и блоков (наподобие твердотопливных ускорителей или отделяющегося теплозащитного покрытия).

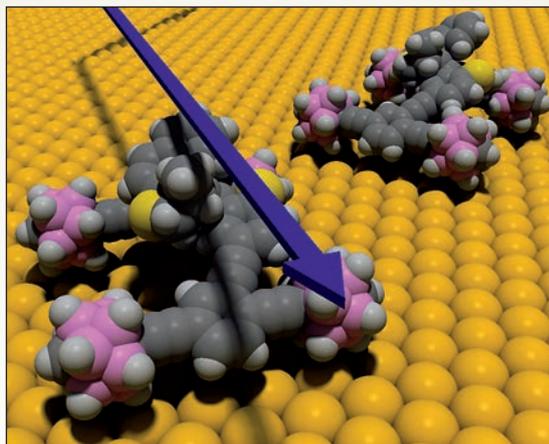




Многослойные углеродные нанотрубки — по сути дела, матрешки, состоящие из вложенных друг в друга однослойных нанотрубок. Благодаря этому их прочность существенно возрастает. Они представляют собой просто идеальный материал для троса «космического лифта». Единственное затруднение состоит в сложности производства непрерывных нанотрубок большой (метровой) длины, но ученые уверены, что это препятствие преодолимо.

Европейское Космическое Агентство (ESA) уже выделило английской компании Reaction Engines на разработку корабля Skylon один миллион евро, и, как надеются инженеры, через десять лет его первый образец поднимется в воздух.

Одним из ключевых компонентов нового космического аппарата станет гибридный двигатель



«Первый прорыв в наносистемах — миниатюрный автомобиль с колесами-фуллеренами — показал, что мобильные нанороботы — уже не фантастическая утопия, а вполне реальное направление развития нанотехнологий в ближайшем будущем. Нанотехнологии, способные собирать макроскопические вещи из отдельных молекул, не обойдутся без «транспортного звена», и пусть наноавтомобиль еще далек от совершенства (ученые пока не могут эффективно управлять его движением) — первые шаги в наноробототехнике уже сделаны.

SABRE, способный работать как в вакууме, так и в атмосфере, используя в качестве окислителя «заборный» кислород. В данном случае проблемой является быстрое охлаждение воздуха, поступающего в двигатель при полете на гиперзвуковых скоростях, до криогенных температур. Для ее решения разработан высокоэффективный теплообменник, рабочие поверхности которого существенно увеличены за счет нанесения на них наноструктур.

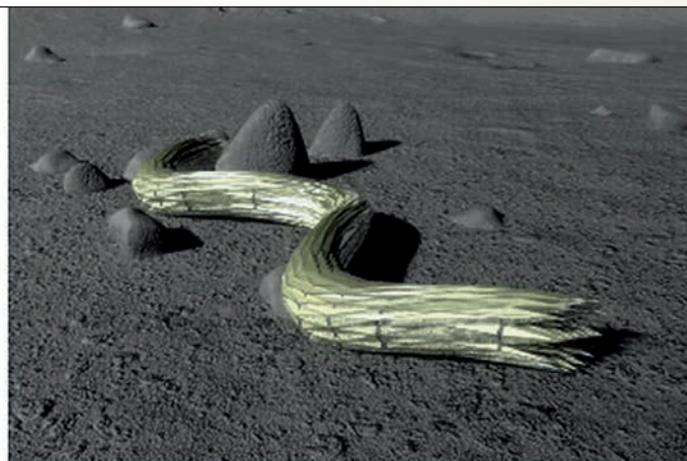
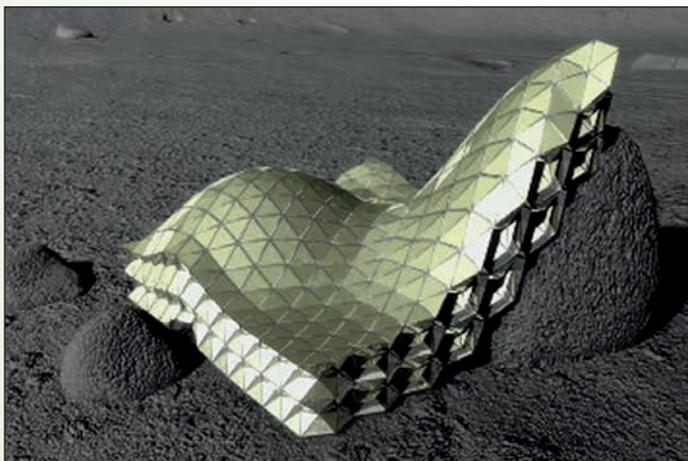
Наружная оболочка Skylon также выполнена с использованием нанотехнологий. Композитный углепластиковый корпус покрыт керамическим слоем толщиной всего 0,5 мм. При этом керамика пронизана порами нанометровых размеров, что существенно повышает ее термостойкость и пластичность. Она крепится к корпусу на упругих поддерживающих связях, позволяющих ей «дышать» (расширяться) при нагревании во время прохождения атмосферы

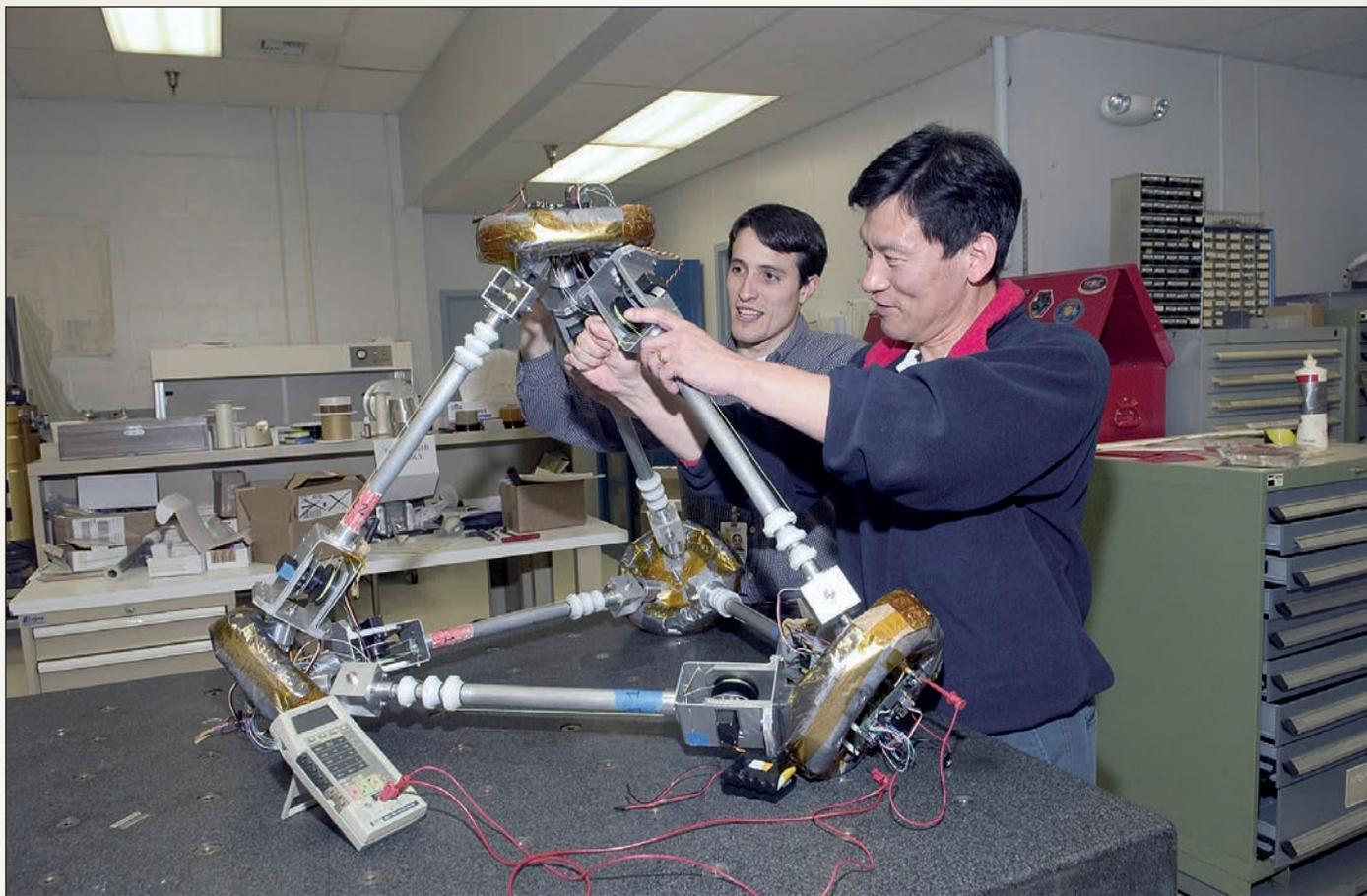
после завершения космического рейса.

Топливные элементы — перспективные источники электроэнергии для космических аппаратов — пока что мало распространены, но в ближайшем будущем они станут гораздо эффективнее за счет нанокатализа. Как оказалось, некоторые вещества в наноразмерном диапазоне имеют ряд особенных каталитических свойств. Например, из наночастиц можно сделать «ловушки» для водорода, эффективно связывающие большие его количества и позволяющие обойтись без тяжелых баллонов для хранения этого газа под высоким давлением. Все идет к тому, что энергетика ближайших 10-20 лет будет тесно связана с хранением и транспортировкой водорода, а платиновые наночастицы, используемые в «ловушках», позволят производить эти операции наиболее безопасным способом.

Прогресс в робототехнике сметится в область наноразмеров.

Так называемый «многозвенный» или «фрактальный» робот — идеальный разведчик. В зависимости от рельефа местности его составляющие (миниатюрные триподы) принимают решение о том, какую форму принять всему устройству. Например, в песках или пыльном грунте лучше всего быть «змеей», а в топкой или вязкой среде — расплаться в «блин».





Для манипулирования отдельными атомами нужны роботы, созданные с атомарной точностью, и зачастую не превосходящие размерами бактерию. Первые шаги, сделанные в этом направлении в наше время, дают все поводы надеяться на скорое появление сложных наносистем. Год назад ученые из университета Райса создали наименьшую в мире движущуюся систему — наномашину, которая ездит, как настоящая легковая машина. Это просто большая молекула, состоящая из трехсот атомов. Она похожа на машину только наличием четырех «колес» и способом передвижения. Колесами служат фуллерены — четыре сферических молекулы  $C_{60}$ , «прикрепленные» химическими связями к «каркасу».

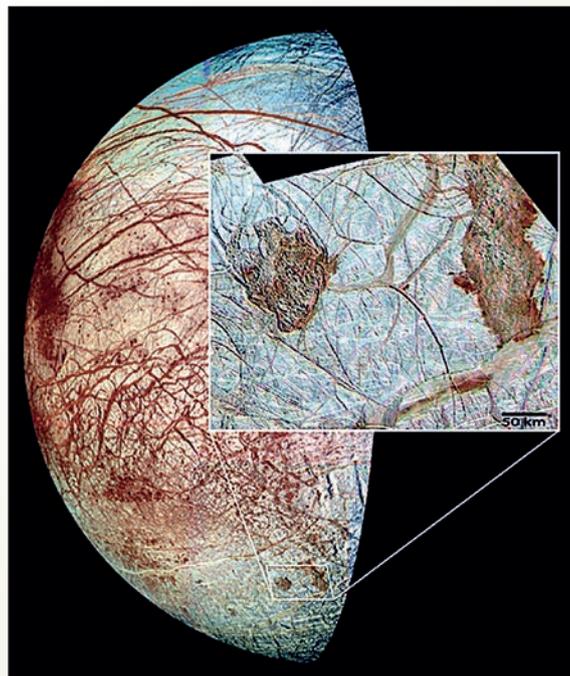
Ширина «наноавтомобиля» — 4 нанометра, что чуть больше толщины молекулы ДНК. Исследователи придумали оригинальный метод «заправки» наномшины: они нагрели ее до  $200^{\circ}C$ , что вызвало вращение фуллеренов на химических связях, соединяющих их с «рамой». В результате наносистема пришла в движение и смогла катиться по плоской золотой поверхности.

*Пока нет возможности создать триподы микронных размеров, но их макроскопические аналоги проходят проверку на функциональность в крайне сложных условиях — в Антарктике и в пустынях. Как показывают предварительные испытания, модульные роботы будут вполне успешны при освоении планет Солнечной Системы из-за своей гибкости и приспособляемости к различным условиям.*

Благодаря достижениям кибернетики, геной инженерии и биотехнологий обретет большую эффективность медицина. Сегодня все чаще можно услышать о роботах, проводящих операции под наблюдением хирургов. Близи к реальности предсказания авторов фантастических рассказов, в которых миниатюрный робот-хирург проникает в тело

человека, причиняя минимальные повреждения здоровым тканям и эффективно «расправляясь» с больными. Такого робота можно будет ввести в кровеносную си-

*Есть ли жизнь под ледяной корой Европы? На этом спутнике Юпитера найдены океаны воды, содержащей органические примеси. Ученые считают, что там имеются наилучшие в Солнечной системе условия для появления внеземной жизни. Европа — четвертый по величине спутник Юпитера. Недавно с помощью космического телескопа Hubble у нее была открыта разреженная атмосфера, состоящая из кислорода.*



стему как обычную вакцину, а затем, по команде врача, в нужном месте он «соберется» и проведет операцию.

Можно с уверенностью сказать, что в ближайшем будущем нанотехнологии станут такой же распространенной вещью, какой сегодня является электричество.

## Космические роботы

Представьте себе такую картину: лет через сорок-пятьдесят к Луне подлетает автоматический зонд, от которого отделяется спускаемый модуль и опускается на лунную поверхность. Затем там он «раскатывается в блин», способный ползать по поверхности и выполнять кучу полезной работы: проводить разведку на местности, добывать минералы, строить лунные базы и многое другое.

Так вот: это не сценарий очередного фантастического фильма, а вполне реальная разработка ученых из NASA. «Робота-амебу» американские специалисты считают помощником  $\square$  1 в исследованиях Луны и добыче полезных ресурсов. Проект NASA называется «Автономные нанотехнологические рои» (Autonomous Nanotechnology Swarms — ANTS) и разрабатывается с 1996 г. в космическом центре

Годдарда совместно с исследовательским центром Лэнгли.

В частности, там уже построили робота TETwalker — «ходока тетраэдрического», который служит прототипом микроэлемента будущей нанотехнологической «амебы». TETwalker представляет собой пирамиду из шести стержней, соединенных узлами. В каждом узле находится электроника и электродвигатели, способные в широких пределах менять длину стержней. Правильным тетраэдром робот является только в состоянии покоя. Когда он «хочет попутешествовать» — он меняет свою форму так, что центр тяжести выносится за пределы опоры. Тут же следует опрокидывание на бок, но, поскольку все стороны машины совершенно равнозначны, никакого «падения» на самом деле нет.

Так робот и двигается. Узлы в вершинах пирамид могут нести камеры и сенсоры — в общем, перед нами работающий прототип робота для исследования других планет, правда, в единичном экземпляре и не такой маленький, как будущий элемент ANTS. Но если каждый тетраэдр дополнить стыковочным механизмом — мириады подобных машин смогут образовывать ту самую «амебу», меняющую форму в зависимости от условий,

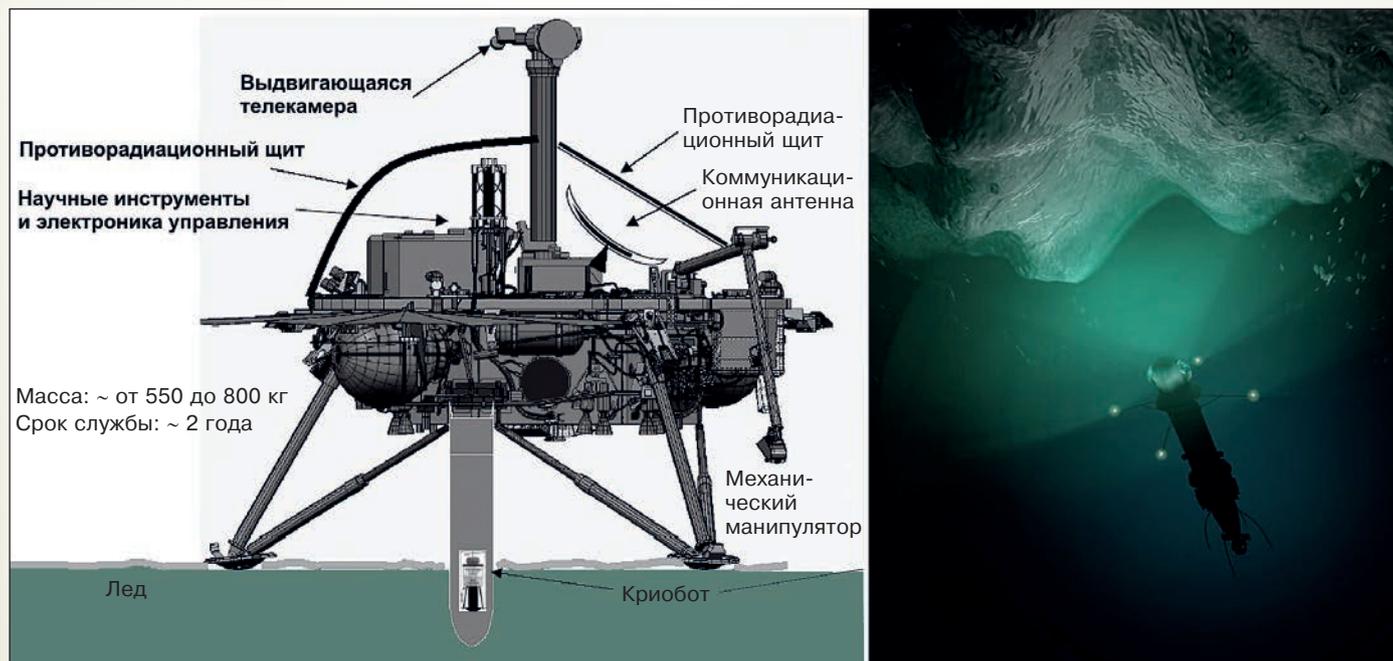
а также заживляющую пробоины в самой себе. Миниатюрные и сравнительно простые процессоры таких модулей способны объединяться в единый компьютер, предположительно обладающий свойствами нейронной сети, что позволит существенно облегчить работу исследователей при освоении небесного тела.

Авторы проекта предлагают называть такие корабли-роботы «роями», хотя, учитывая, что их элементы будут соединены между собой, больше подошло бы определение «многоклеточный организм».

Как только человечество начнет более активно «обживать» просторы нашей Солнечной системы, автоматические зонды будут становиться все более и более самостоятельными. При этом им необязательно иметь размеры знаменитых марсоходов Spirit и Opportunity. Нанотехнологии позволят создать 20-30-сантиметровых роботов, по функциональности не уступающих нынешним марсианским аналогам, а во многом даже их превосходящих.

Куда направят свои «наностопы» новые космические разведчики? Например, к Юпитеру и его самому интересному спутнику — маленькой луне Европе, полно-

NASA планирует запустить «подводного исследователя» к одному из ледяных спутников Юпитера (Европа, Ганимед) или Сатурна (Титан, Энцелад) между 2015 и 2020 г. Разработка этого аппарата еще не вошла в серьезную проектную стадию, поэтому его вид и компоновка может измениться. Пока приоритетной целью считается Европа.





стью покрытой обычным льдом, под которым находится жидкая вода, подогретая энергией приливного взаимодействия с тремя остальными крупными спутниками планеты-гиганта.<sup>1</sup> Среди планетологов бытует мнение, что в этой воде может существовать примитивная жизнь: бактерии, простейшие (что-то типа амёб и инфузорий) и, возможно, водоросли. Доподлинно это неизвестно, так как данных, полученных зондом Galileo,<sup>2</sup> в 1996-1999 гг. неоднократно пролетавшим вблизи Европы, оказалось недостаточно, а следующая экспедиция в систему Юпитера не предусматривает столь подробного изучения его спутников.<sup>3</sup>

Автоматический зонд, в принципе, может выполнить эту трудную задачу — совершить мягкую посадку на лед, просверлить в нем лунку и запустить в недра европейского океана робота-субмарину. Для успешного проведения миссии аппарат планируют оснастить специальной системой искусственно-

*Прототипов космического лифта создано уже достаточно много, но, к сожалению, все они находятся в проектной стадии. Отдельные модели «вагонеток» тестируют на ежегодных соревнованиях NASA, проводящихся с 2005 г., но явных «конструктивных лидеров» еще нет. В 2011 г. будет сделан выбор наиболее подходящего проекта.*

го интеллекта, которая позволит сократить количество навигационных ошибок и принимать решения в нештатных ситуациях.

До сих пор достоверно неизвестно, насколько мощный лед покрывает Европу. По сегодняшним оценкам толщина ледяного панциря заключена в пределах от пяти до ста километров. Вероятнее всего, его средняя толщина составляет около 25 км. Естественно, находясь на орбите вокруг спутника, киберпосланец должен самостоятельно найти самое тонкое место, чтобы успешно доставить мини-субмарину во внутренний океан.

Сейчас подобные роботы проходят тренировки по бурению на Земле. Ледники, покрывающие антарктическое озеро Восток, по многим параметрам сходны с ледяной поверхностью спутника Юпитера, поэтому тренироваться гидроботы будут именно там. Старт «европейской» миссии намечается на 2015-2020 гг., так что

через десяток лет ученые, возможно, получат больше информации о состоянии и «населенности» океана Европы.

## Фантастика на грани реальности

Стремительный рост населения нашей планеты в XXI веке неизбежно приведет к необходимости размещения в околоземном космическом пространстве и на Луне заводов и поселений. Винниками перенаселения станут, конечно, не китайцы, которых в этом почему-то наиболее склонны подозревать остальные народы. Биотехнологии, генетика и наномедицина медленно, но верно увеличат средний возраст человека до ста лет. А в XXII веке можно смело говорить о радикальном продлении человеческой жизни (по самым смелым заверениям экспертов — до трехсот лет и более). Естественно, когда на Земле станет совсем тесно, придется

<sup>1</sup> ВПВ №3, 2005, стр. 15

<sup>2</sup> ВПВ №1, 2006, стр. 31; №10, 2007, стр. 25

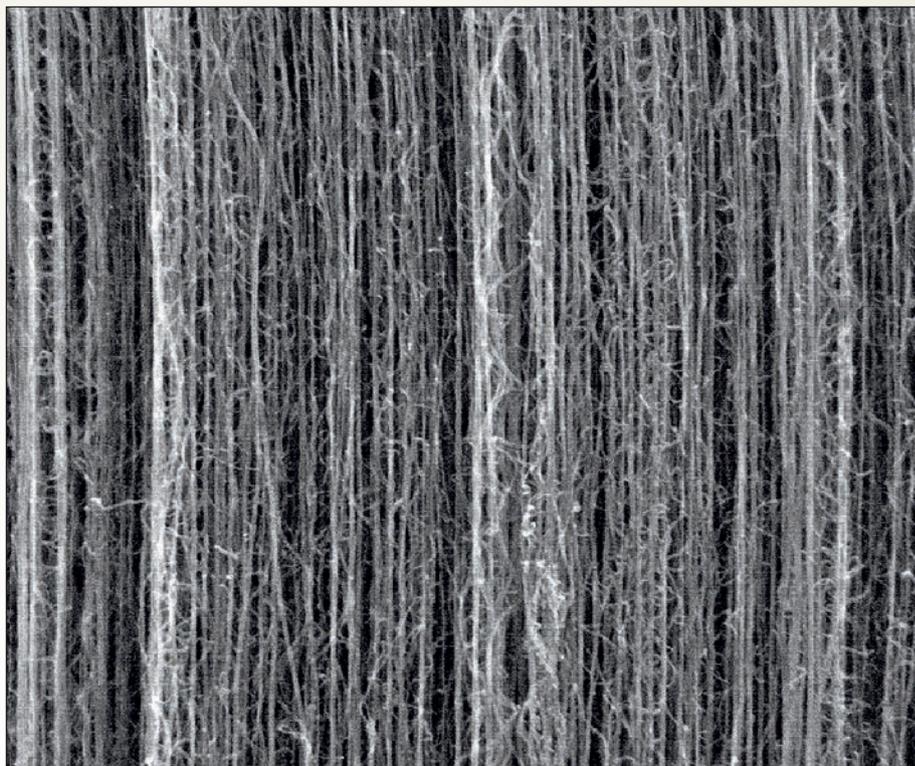
<sup>3</sup> ВПВ №12, 2007, стр. 18; №12, 2008, стр. 14

думать об основании долговременных космических колоний.

Но сегодня наладить регулярное и малозатратное (а следовательно — недорогое) сообщение даже с Международной космической станцией достаточно сложно. Эту проблему в свое время предвидели многие ученые прошлого, идеи которых с появлением нанотехнологий получают второе дыхание. Так, например, идея космического лифта, предложенная Циолковским, может стать первой вполне реальной регулярной транспортной магистралью «Земля-Космос».

Космический лифт — это лента, один конец которой присоединен к земной поверхности в районе экватора, а другой находится в космосе, на высоте около 100 тыс. км. На такой высоте центробежная сила, обеспечиваемая вращением Земли, компенсирует силу гравитационного притяжения. Таким образом, лента постоянно будет находиться в натянутом состоянии. Космическая капсула, содержащая полезный груз, передвигается вдоль ленты. Для начального разгона капсулы потребуется усилие, но по мере приближения к «конечной станции» ее, наоборот, придется тормозить (запасая выделяющуюся энергию для обеспечения возвращения на Землю) — или же отсоединить от лифта, отправив в открытый космос. Скорость капсулы при этом превысит вторую космическую на данном геоцентрическом расстоянии, и будет достаточной для того, чтобы начать путешествие к Марсу и другим планетам. Таким образом, межпланетный перелет осуществится в основном за счет кинетической энергии вращения нашей планеты. По предварительным оценкам, грузоподъемность такого лифта может достигать 100 тонн, что кардинально увеличит грузопоток на трассе «Земля-орбита-Земля» при существенном снижении затрат.

Правда, если бы не быстрое развитие нанотехнологий и открытие нанотрубок, концепция космического лифта не продвинулась бы дальше научной фантастики. Надо сказать, что этой



*Пока не удалось создать достаточно длинные нанотрубки, исследователи пытаются из коротких отрезков соткать «пряжу», по прочности не уступающую стали, но в то же время очень легкую и гибкую. Для соединения отдельных нанотрубок планируют использовать полимеры, белки, другие наночастицы.*

идее уже больше ста лет. Константин Циолковский впервые сформулировал ее в 1895 г. Самым прочным материалом в то время была сталь, но для строительства «лестницы в небо» она оказалась слишком тяжела.

Ситуация изменилась с открытием в 1991 г. углеродных нанотрубок. Они прочнее стали в 100 раз. Этого достаточно для того, чтобы служить основой ленты, по которой будет двигаться лифт. Теоретически нанотрубки в 3–5 раз прочнее, чем необходимо для его постройки. В последнее время наблюдается стабильный прогресс в области их производства, поэтому есть все основания надеяться на скорое появление сверхпрочных материалов из нанотрубок, а через 20 лет — и прототипов космического лифта.

В наш век экспоненциального развития технологий и почти ежедневных научно-технических открытий сложно удивляться новинкам прогресса — мы обычно принимаем их «как должное». Но нанотехнологии в корне отличаются от любого «разового» изобретения: они, как паутина, окутывают практически все от-

ветвления технологического дерева. Любой продукт ближайшего будущего практически немыслим без их применения. И, естественно, аэрокосмическая отрасль получит мощный толчок, обогатившись целым комплексом инноваций, используемых при конструировании пилотируемых кораблей, автоматических межпланетных станций, средств связи или систем жизнеобеспечения космонавтов.

Обо всех возможностях нанотехнологий нельзя написать в одной статье, поэтому приведенные выше примеры — всего лишь верхушка огромного технологического здания, заложенного в прошлом веке и стремительно растущего в наши дни. ■

[www.nanonewsnet.ru](http://www.nanonewsnet.ru) — первое российское on-line издание, посвященное вопросам нанотехнологий. Основано в 2004 г. Является лидером в русскоязычном сегменте Интернета по данной тематике. Главное направление — информационно-аналитическая и просветительская деятельность в области нанотехнологий.

На сайте всегда можно найти самые свежие новости о последних достижениях науки и технологии, а также статьи, просто и понятно объясняющие тайны наномира.

# Марсианские пейзажи... на Земле

Космические снимки «песчаного моря» Марзук, расположенного на севере пустыни Сахара вблизи границы Туниса и Ливии (примерные координаты 24,5° с.ш. 12° в.д.), очень похожи на фотографии, которые присылают автоматические станции, работающие на околомарсианской орбите. Во многих засушливых районах Земли ветер и песок становятся более существенными факторами формирования рельефа — именно такая картина наблюдается на Марсе в течение последних двух с лишним млрд. лет. Неудивительно, что ландшафты, возникшие

под действием сходных процессов, выглядят очень похожими.

На изображении, полученном с борта Международной космической станции 20 декабря 2008 г., видны огромные песчаные дюны (по-арабски они называются «драа», что значит «рука»). Их могучие «спины» покрыты системой дюн меньших размеров, делящихся на три типа: меридиональные — вытянутые вдоль направления «север-юг»; поперечные — более мелкие и искривленные; звездообразные — состоящие из нескольких длинных холмов, сходящихся к высокому центральному пику.

Между «драа» расположены обширные низменности с удивительно гладким дном, почти лишенным песка.

Чем меньше размер дюны, тем сильнее она подвержена действию ветра. Изучив систему «драа», специалисты пришли к выводу, что в то время, когда она сформировалась, преобладающее направление ветров в регионе заметно отличалось от наблюдаемого сейчас.

...Окрестности чилийского вулкана Чайтен (снимок справа) демонстрируют пример того, как могла бы выглядеть Красная планета в те эпохи, когда на ее поверхности существовала жидкая вода и проявлялась вулканическая активность. На протяжении 9 тыс. лет Чайтен не подавал признаков жизни, но в мае прошлого года неожиданно «проснулся». 19 января 2009 г. произошел взрыв вулканического купола, сопровождавшийся выбросом горячих газов и огромного количества пепла, усыпавшего местность в радиусе нескольких десятков километров.

Благодаря художественной литературе, красный цвет у большинства землян прочно ассоциируется с Марсом. В данном случае этим цветом окрашено как раз то, чего на Марсе нет — а именно растительность, не пострадавшая от извержения. Так она выглядит на снимках радиометра теплового излучения и отражения (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer — ASTER) американского спутника Terra. Виден также широкий белый шлейф вулканической пыли, относимый ветром к северо-северо-востоку от кратера вулкана. Справа (восточнее) заметны голубые вкрапления ледников.

О том, что на нашей планете все же местами обитают разумные существа, на этом снимке свидетельствуют прямоугольные кварталы городка Чайтен, расположенного в устье реки Рио-Бланко на побережье тихоокеанского залива Корковадо.



II



# Главное затмение XXI века

Все, кто хоть раз в жизни наблюдал полное солнечное затмение, несомненно, согласятся с тем, что это — самое впечатляющее зрелище из всех, которые может предоставить нам небо. К тому же оно имеет одно очень важное свойство: астрономы давно научились с большой точностью рассчитывать, где и когда оно произойдет, и единственный фактор, до сих пор плохо поддающийся учету — чистота неба в предполагаемом месте наблюдений.

Комплекс явлений, сопровождающих затмения, интересен и необычен сам по себе, и не в последнюю очередь его воздействие на очевидцев определяется временем, в течение

которого его можно наблюдать. Здесь наблюдатели сталкиваются с неприятными следствиями небесной механики: полная фаза солнечного затмения редко длится больше трех минут, к тому же эта длительность еще и меняется в ходе движения лунной тени по земной поверхности и для каждого конкретного случая зависит от взаимного расположения Луны, Земли и Солнца.

Орбита, по которой движется наша планета, не идеально круглая: в перигелии мы находимся к Солнцу на 1,67% ближе среднего расстояния, в афелии — на столько же дальше. В небесной механике эта величина, только выраженная не в процентах, а в долях единицы, называется «эксцентриситетом» и показывает степень эллиптичности орбиты небесно-

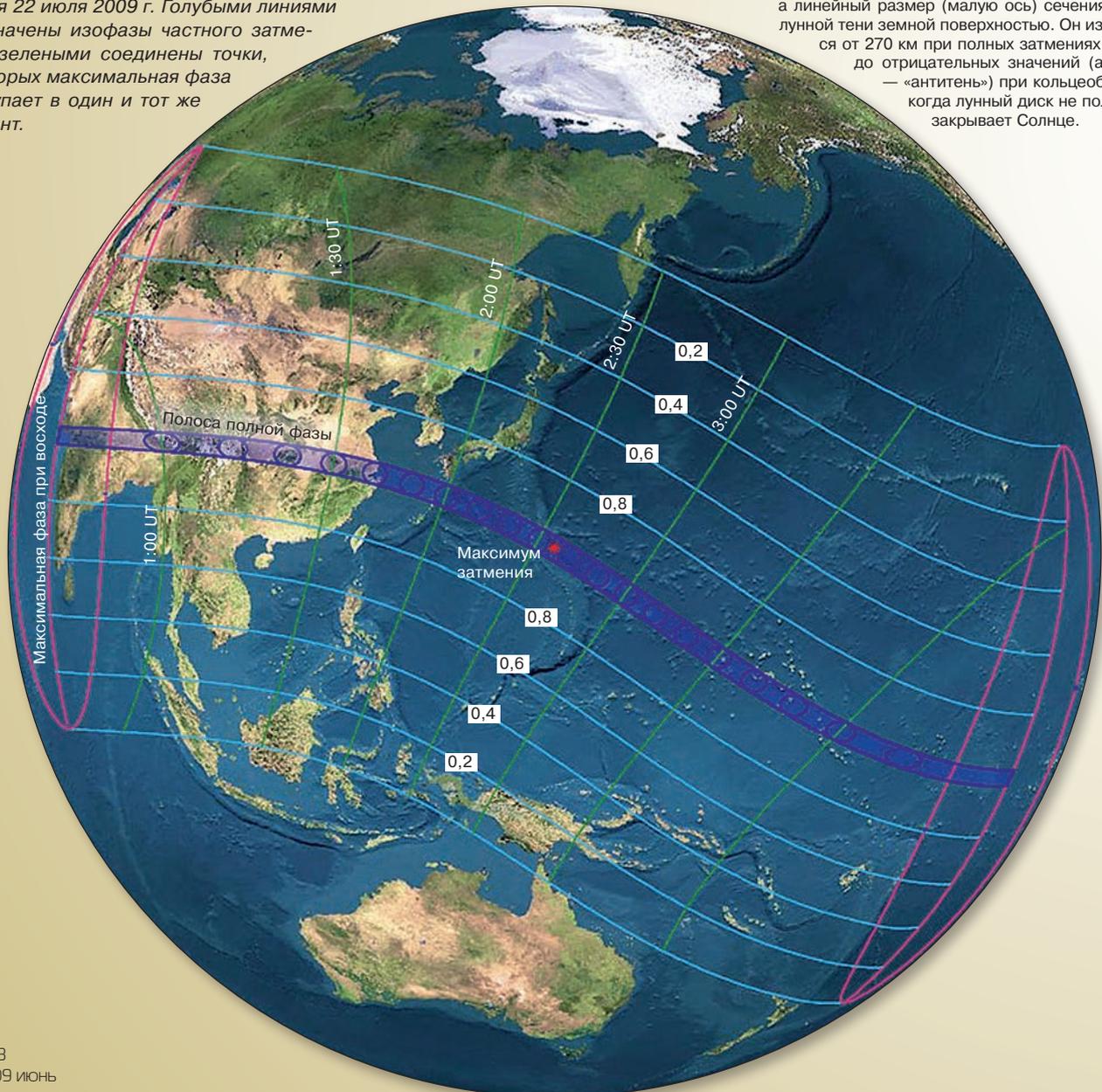
го тела (у круговых орбит она равна нулю, у параболических — единице).

На те же 1,67% от среднего значения меняется и видимый диаметр солнечного диска (от 31'28" до 32'31"). Вытянутость лунной орбиты еще более заметна: «лик Луны» во время прохождения перигея имеет поперечник более 33 угловых минут, а в апогее уменьшается до 29. Нетрудно понять, что самые продолжительные солнечные затмения наблюдаются тогда, когда «наибольшая» Луна закрывает «наименьшее» Солнце.<sup>1</sup>

Но не следует забывать и про третьего «участника» затмения — Землю, которая сама по себе вращается вокруг своей оси. Линейная скорость

*Путь лунной тени и полутени по земной поверхности во время солнечного затмения 22 июля 2009 г. Голубыми линиями обозначены изофазы частного затмения, зелеными соединены точки, в которых максимальная фаза наступает в один и тот же момент.*

<sup>1</sup> В реальности при подсчете длительности центральной фазы солнечного затмения лучше рассматривать не видимые диаметры Солнца и Луны, а линейный размер (малую ось) сечения конуса лунной тени земной поверхностью. Он изменяется от 270 км при полных затмениях (umbra) до отрицательных значений (antumbra — «антитень») при кольцеобразных, когда лунный диск не полностью закрывает Солнце.



Частные фазы полного солнечного затмения 22 июля 2009 г.

конкретной точки земной поверхности зависит от географической широты и максимальна на экваторе, где он равна 465,12 м/с — это больше скорости звука в воздухе! Лунная тень, в свою очередь, перемещается примерно с той же скоростью, с которой наш естественный спутник движется по своей орбите — около километра в секунду (более 1100 м/с, если Луна расположена вблизи перигея) — с запада на восток, в направлении вращения Земли. И если тень проходит вблизи экватора, наземный наблюдатель получает счастливую возможность «побывать» внутри нее немного дольше — за счет того, что его «подвезет» на себе наша планета.

Не будем рассматривать искусственные попытки «догнать» пятно лунной тени на сверхзвуковых самолетах — они предпринимались неоднократно и вполне удачно, но все же наблюдения сквозь иллюминатор не идут ни в какое сравнение с простым чистым небом. При идеальном совпадении всех перечисленных условий длительность полного солнечного затмения на поверхности Земли может достичь 7 минут 40 секунд. Такого совпадения не зарегистрировано в прошлом (насколько в него позволяют «углубиться» современные знания в области небесной механики) и никогда не случится в будущем. Наиболее близким к идеалу будет затмение 16 июля 2186 г. — его максимальная продолжительность составит 7 мин. 29 сек.

22 июля 2009 г. обстоятельства затмения сложатся намного менее удачным образом. С одной стороны, за 6 часов до соединения с Солнцем Луна пройдет в 357464 км от центра нашей планеты — это самый «низкий» перигей в текущем году.<sup>2</sup> Но гелиоцентрическое расстояние Земли к этой дате уже будет заметно меньше максимального (афелий наша планета в этом году проходит 4 июля), вдобавок к экватору лунная тень приблизится «в стороне» от линии, соединяющей земной и солнечный центры, то есть эффективно «скомпенсировать» скорость тени вращение Земли не сможет.

Поэтому максимально возможная продолжительность затмения 22 июля составит 6 минут 39 секунд. На

<sup>2</sup> Эксцентриситет лунной орбиты — и соответственно расстояние от Луны до Земли в перигее — постоянно меняется, в основном под действием гравитационных возмущений со стороны Солнца.

Страна	Город	Первый контакт	Момент макс. фазы	$\Phi_m^{**}$	$h_m^{**}$	Последний контакт
Афганистан	Кабул	—	1:00:38	0.599	6	1:51:05
Бангладеш	Дакка	23:59:19*	0:57:59	0.930	76	2:03:51
Бирма	Рангун	0:01:39	0:59:49	0.655	24	2:05:41
Вьетнам	Ханой	0:06:31	1:11:51	0.731	36	2:26:08
Индия	Бомбей	—	0:52:08	0.961	2	1:48:56
	Дели	—	0:56:38	0.852	9	1:54:38
	Калькутта	23:58:49*	0:56:24	0.911	17	2:00:58
Казахстан	Алматы	0:23:28	1:07:47	0.426	15	1:54:55
	Астана	0:45:54	1:16:20	0.177	14	1:48:05
Киргизстан	Бишкек	0:23:54	1:07:18	0.417	14	1:53:22
Китай	Ланьчжоу	0:11:45	1:15:19	0.829	36	2:25:29
	Гонконг	0:14:31	1:25:48	0.749	47	2:46:01
	Пекин	0:25:15	1:32:21	0.730	49	2:44:37
	Фуцжоу	0:19:57	1:35:37	0.879	54	2:59:05
Монголия	Улан-Батор	0:32:47	1:26:24	0.458	39	2:23:15
Непал	Катманду	0:01:11	0:57:44	0.962	75	2:00:32
Пакистан	Исламабад	—	1:00:55	0.676	9	1:54:30
Российская Федерация	Новосибирск	0:52:00	1:21:30	0.152	23	1:53:20
	Иркутск	0:43:33	1:29:07	0.316	37	2:17:15
	Владивосток	0:49:55	1:56:53	0.570	61	3:05:57
Сингапур		0:40:52	1:11:25	0.096	29	1:43:56
Таджикистан	Душанбе	0:19:41	1:03:45	0.482	7	1:50:41
Узбекистан	Ташкент	0:24:00	1:06:00	0.412	9	1:50:27
Филиппины	Манила	0:33:01	1:43:58	0.493	57	3:01:52
Шри-Ланка	Коломбо	—	0:50:33	0.401	3	1:42:12
Южная Корея	Сеул	0:34:56	1:48:28	0.785	61	3:05:50
Япония	Фукуока	0:37:37	1:56:04	0.898	66	3:17:50
	Осака	0:47:00	2:05:32	0.822	71	3:25:27
	Токио	0:55:39	2:13:00	0.747	73	3:30:19

\* Моменты, относящиеся к 21 июля 2009 г. (по всемирному времени)

\*\*  $h_m$  — высота Солнца над горизонтом в момент максимальной фазы (градусы),  $\Phi_m$  — ее величина в долях диаметра солнечного диска

самом деле это очень даже немало — в любом случае «более полного» солнечного затмения в текущем столетии мы не увидим. Однако тем, кто предпочитает наблюдать это редкое явление на суше, следует помнить еще об одном неприятном обстоятельстве: точка с координатами 24°13,2' с.ш. и 144°07,0' в.д., в которой длительность полной фазы достигнет максимума, лежит в водах Тихого океана. Если же говорить о «твердой земле» — дольше всего в тени Луны будет находиться небольшой островок Китаяо Джима. Там затмение продлится на 5 секунд меньше.

Более 6 минут солнечная корона будет сиять над островами Токара, входящими в японский архипелаг Рюкю — они расположены южнее острова Кюсю, третьего по величине среди основных островов Японии. Буквально на краю полосы полной

фазы окажется японский космический центр Танегасима.

Если же говорить не об островах, а о материковой суше — больше всех повезет жителям китайского города Чиншанвей (в 60 км южнее Шанхая) и лежащего к юго-западу от него 30-километрового участка побережья залива Ханчжоу: для них Солнце полностью скроется за Луной на 5 минут 54 секунды. В городе Ханчжоу полное затмение продлится 5 минут 20 секунд, примерно столько же — в южной части Шанхая, в северной — около 4,5 минут.

В тех местностях, где лунная тень начнет (закончит) свой путь по земному шару, скорость движения ее пятна из-за большого наклона оси тени к поверхности Земли окажется воистину космической — более 9 км/с. Правда, и само пятно будет представлять собой эллипс, сильно вытянутый в ши-

ротном направлении. Но все равно продолжительность полной фазы в начале и конце полосы не достигнет даже половины максимальной: например, в городе Сурат, лежащем как раз на пересечении ее центральной линии с побережьем залива Хамбат (к северу от Бомбея), она составит 3 минуты 14 секунд при высоте Солнца над горизонтом около 3°.

Перемещаясь дальше на восток, эллипс тени постепенно «округляется», но ее скорость убывает быстрее, а потому длительность полного затмения на центральной линии увеличивается. Растет и ширина полосы — в том месте, где лунная тень около 1:00 UT «накроет» почти всю территорию королевства Бутан, она достигнет 224 км. Незадолго до этого в южных районах Непала и в северной части Бангладеш солнечная корона будет видна на протяжении почти четырех минут. «Зацепив» по ходу самый северный участок территории Бирмы (Мьянмы), полоса затмения углубится в Китай, где, несмотря на максимальную в пределах континента продолжительность явления, ожидаются менее удачные условия для его наблюдений из-за более высокой вероятности облачной погоды. Впрочем, наличие густой дорожной сети ближе к тихоокеанскому побережью позволит «охотникам за лунной тенью» оперативно передвинуться в сторону ближайшей местности, где Солнце не закрыто тучами.

**Обстоятельства солнечного затмения 22 июня для некоторых пунктов полосы полной фазы**

Страна	Город	Начало частного затмения	Начало полного затмения	Окончание полного затмения	Окончание частного затмения	Продолжительность полной фазы	Высота Солнца над горизонтом
Бутан	Тимпху	0:00:55	0:58:02	1:00:54	2:04:50	2m52s	20°
Индия	Сурат	—	0:51:18	0:54:33	1:49:52	3m14s	3°
	Индор	—	0:51:57	0:55:03	1:51:49	3m05s	6°
	Бхопал	—	0:52:15	0:55:24	1:52:52	3m09s	7°
	Варанаси	0:00:04	0:54:15	0:57:16	1:57:35	3m01s	13°
	Патна	23:59:58*	0:54:40	0:58:24	1:59:30	3m44s	15°
Китай	Чэнду	0:07:06	1:11:11	1:14:26	2:26:23	3m16s	36°
	Чунцин	0:08:00	1:13:16	1:17:22	2:30:51	4m06s	39°
	Энши	0:10:22	1:16:39	1:21:45	2:36:08	5m05s	42°
	Ухань	0:14:55	1:24:00	1:29:25	2:46:17	5m25s	48°
	Ханчжоу	0:21:26	1:34:17	1:39:36	2:59:23	5m19s	55°
	Шанхай	0:23:26	1:36:48	1:41:49	3:01:38	5m00s	57°

Когда на Земле в следующий раз произойдет затмение большой продолжительности? Каждые 18 лет и 10-11 дней солнечные и лунные затмения повторяются в похожих конфигурациях<sup>3</sup> (с точки зрения Земли «в целом»; условия их видимости в конкретной точке земной поверхности существенно различаются). Этот период называют «сарос», а последовательность повторяющихся затмений — серией. Серия, к которой принадлежит явление, наступающее 22 июля

(ей присвоен условный номер 136), «подарила» землянам самое длительное полное затмение минувшего века — 20 июня 1955 г. Солнце скрылось за Луной на 7 минут 8 секунд. После этого наибольшая продолжительность полной фазы от сароса к саросу начала сокращаться: 11 июля 1991 г. она была уже меньше семи минут, а 2 августа 2027 г. в северной и северо-восточной Африке (и на Аравийском полуострове) она «не дотянет» и до шести с половиной. Последнее полное затмение этой серии состоится 13 мая 2496 г. в пределах Северного полярного круга и продлится минуту с небольшим.

Частные фазы затмения 22 июля 2009 г. — Солнце, закрытое Луной не полностью — будут видны более чем на половине территории Азии и почти на всех островах Океании. Для жителей северной оконечности австралийского материка наш естественный спутник после полудня (около 3:25 UT) закроет солнечный диск на 4% его диаметра. В самой восточной части Африки и на небольшом участке Европы к северу от Каспийского моря при восходе Солнца также можно наблюдать «неглубокие» частные фазы затмения, которое закончится буквально в течение нескольких минут. Лунная полутьма полностью «накроет» две самые населенные страны планеты, и можно ожидать, что в этом году будет побит рекорд количества людей, увидевших солнечное затмение («действующий» рекорд был установлен 10 лет назад — 11 августа 1999 г.).

<sup>3</sup> ВПВ - 5, 2008, стр. 26



Д.Ардашев

# Небесные события августа

**Психея** — «астероид месяца». 6 августа малая планета Психея (Psyche) окажется в противостоянии Солнцу. Весь месяц она будет видна в созвездии Козерога (в 10-12° западнее Юпитера), а ее блеск не превзойдет 9-ю звездную величину. Открыл Психею в 1852 г. итальянский астроном Аннибале де Гаспарис (Annibale de Gasparis). Это самый большой металлический астероид: его средний диаметр — 185 км.

**«Двойная оппозиция» планет-гигантов.** Юпитер и Нептун пройдут конфигурацию противостояния последовательно, с интервалом в трое суток. Это значит, что в течение некоторого времени оба газовых гиганта, а также Земля и Солнце будут находиться почти на одной прямой. Планеты видны всю ночь, кульминируя около местной полуночи примерно в 25° над горизонтом (для 50-го градуса северной широты). Огромный и более близкий к Солнцу Юпитер сияет в 15 тыс. раз ярче далекого Нептуна. Луна сблизится с планетами в ночь с 6 на 7 августа.

Благодаря постепенному приближению Земли к плоскости юпитерианского экватора в августе начинается эпоха взаимных затмений и покрытий галилеевых спутников Юпитера.<sup>1</sup> Утром 27 августа около 4:17-4:18 UT (7 часов 17-18 минут по киевскому летнему времени) на большей части территории Европы будет наблюдат-

ся оккультация звезды 13-й величины спутником Нептуна Тритоном<sup>2</sup> (13,5<sup>m</sup>).

**Персеиды и Цигниды.** Среди нескольких метеорных потоков, украшающих «падающими звездами» августовское небо, выделяются два наиболее интенсивных. Первый из них, связанный с известной периодической кометой 109P/Swift-Tuttle, характеризуется довольно широким максимумом, во время которого наблюдается более 50 метеоров в час<sup>3</sup> (пик активности ожидается 13 августа, но возможны и вторичные пики — раньше и позже основного). Через неделю наступает максимум второго потока, имеющего радиант в созвездии Лебедя. Его «родительская комета» неизвестна. Зенитное часовое число в период максимума, совпадающего в этом году с новолунием, может достигать 20.

**Меркурий в вечерних сумерках.** Самая маленькая планета в конце августа будет видна по вечерам невысоко над западным горизонтом. Этот период ее видимости не относится к благоприятным — как и во время осенних восточных элонгаций, интервал между концом гражданских сумерек и заходом Меркурия за горизонт для наблюдателей на 50° с.ш. не превысит 15 минут. 17 августа произойдет соединение планеты с Сатурном, «прячущимся» в солнечных лучах. Вечером 21 августа недалеко от этих небесных тел окажется тонкий серп молодой Луны.

<sup>2</sup> ВПВ 9, 2008, стр. 15

<sup>3</sup> Последний раз эта комета сближалась с Землей и Солнцем в конце 1992 г. — ВПВ 7, 2005, стр. 40

<sup>1</sup> ВПВ 1, 2006, стр. 30



Юго-восточная часть неба перед рассветом в середине августа для наблюдателей на 50° с.ш.

## Календарь астрономических событий (август 2009 г.)

- 1 Максимум блеска долгопериодической переменной звезды Т Цефея (5,2<sup>m</sup>)
- 3-4 22:35-0:30 Юпитер (-2,7<sup>m</sup>) закрывает звезду 45 Козерога (5,9<sup>m</sup>)
- 4 1<sup>h</sup> Луна (Ф = 0,96) в апогее (в 406026 км от центра Земли)  
Максимум блеска долгопериодической переменной звезды R Девы (6,1<sup>m</sup>)
- 6 0:55 Полнолуние. Частичное полутеневое лунное затмение  
Астероид Психея (16 Psyche, 9,2<sup>m</sup>) в противостоянии, в 1,687 а.е. (252,3 млн. км) от Земли  
19<sup>h</sup> Луна (Ф = 0,99) в 2° севернее Юпитера
- 7 0<sup>h</sup> Луна в 2° севернее Нептуна (7,8<sup>m</sup>)
- 9 13<sup>h</sup> Луна (Ф = 0,89) в 4° севернее Урана (5,8<sup>m</sup>)  
13-14<sup>h</sup> Луна закрывает звезду λ Рыб (4,5<sup>m</sup>) для наблюдателей Центральной Сибири и восточного Казахстана.
- 10 18:40-18:50 Спутник Юпитера Ио (4,8<sup>m</sup>) закрывает Европу (5,1<sup>m</sup>)
- 13 Максимум активности метеорного потока Персеиды (около 50 метеоров в час; радиант: α = 3<sup>h</sup>07<sup>m</sup>, δ = 58°)  
18:55 Луна в фазе последней четверти
- 14 14<sup>h</sup> Луна (Ф = 0,52) закрывает звезду ε Овна (4,6<sup>m</sup>). Явление видно на Дальнем Востоке  
18<sup>h</sup> Юпитер (-2,7<sup>m</sup>) в противостоянии
- 16 2<sup>h</sup> Луна (Ф = 0,25) в 2° севернее Марса (1,0<sup>m</sup>)  
16:50-17:30 Спутник Юпитера Ио (4,8<sup>m</sup>) частично закрывает Ганимед (4,5<sup>m</sup>). Явление видно почти на всей территории РФ (кроме северо-запада европейской части), в восточной половине Украины, в Закавказье и в Центральной Азии.
- 17 6<sup>h</sup> Меркурий (0,1<sup>m</sup>) в 3° южнее Сатурна (1,1<sup>m</sup>)  
20<sup>h</sup> Луна (Ф = 0,10) в 1° севернее Венеры (-4,0<sup>m</sup>)  
21<sup>h</sup> Нептун в противостоянии
- 19 5<sup>h</sup> Луна (Ф = 0,02) в перигее (в 359641 км от центра Земли)
- 20 10:01 Новолуние  
Максимум активности метеорного потока Цигниды (10-20 метеоров в час; радиант: α = 19<sup>h</sup>20<sup>m</sup>, δ = 55°)
- 22 1<sup>h</sup> Луна (Ф = 0,04) в 6° южнее Сатурна  
8<sup>h</sup> Луна (Ф = 0,06) в 4° южнее Меркурия (0,2<sup>m</sup>)
- 24 7<sup>h</sup> Луна (Ф = 0,20) в 3° южнее Спика (α Девы, 1,0<sup>m</sup>)  
16<sup>h</sup> Меркурий (0,3<sup>m</sup>) в наибольшей восточной элонгации (27°22')
- 27 11:42 Луна в фазе первой четверти
- 31 11<sup>h</sup> Луна (Ф = 0,85) в апогее (в 405267 км от центра Земли)

Время всемирное (UT)

	Полнолуние	00:55 UT	6 августа
	Последняя четверть	18:55 UT	13 августа
	Новолуние	10:01 UT	20 августа
	Первая четверть	11:42 UT	27 августа

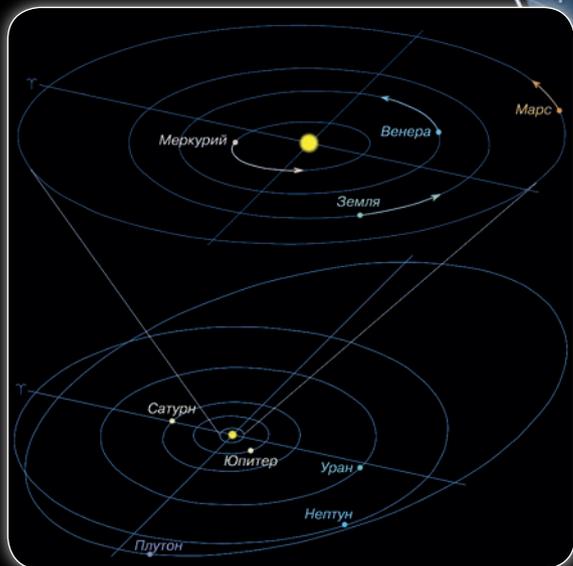
Вид неба на 50° северной широты:  
 1 августа — в 0 часов;  
 15 августа — в 23 часа;  
 30 августа — в 22 часа  
 местного летнего времени

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

Условные обозначения:

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

Положение планет на орбитах  
 в августе 2009 г.



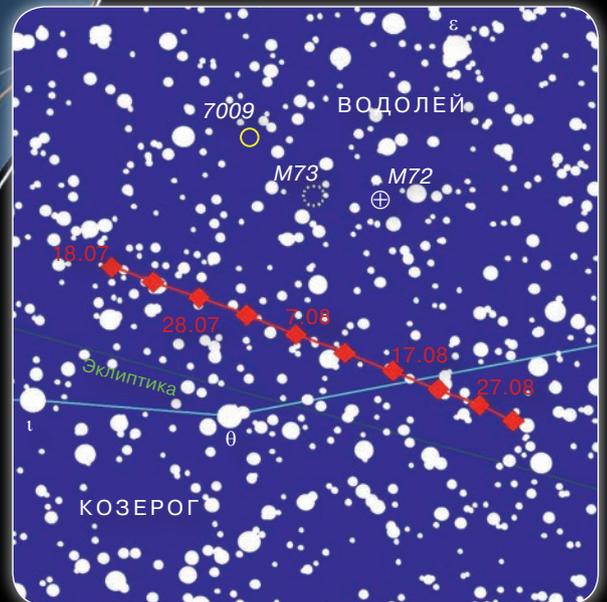
▲ Иллюстрации  
 Дмитрия Ардашева

**Видимость планет:**

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



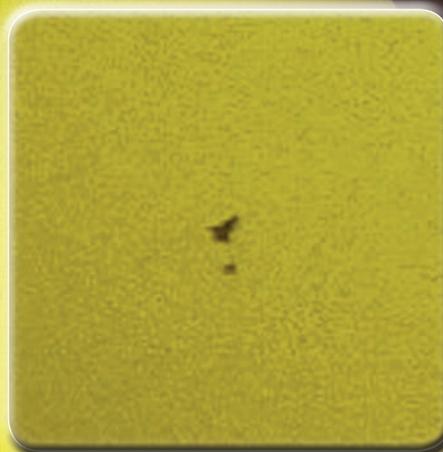
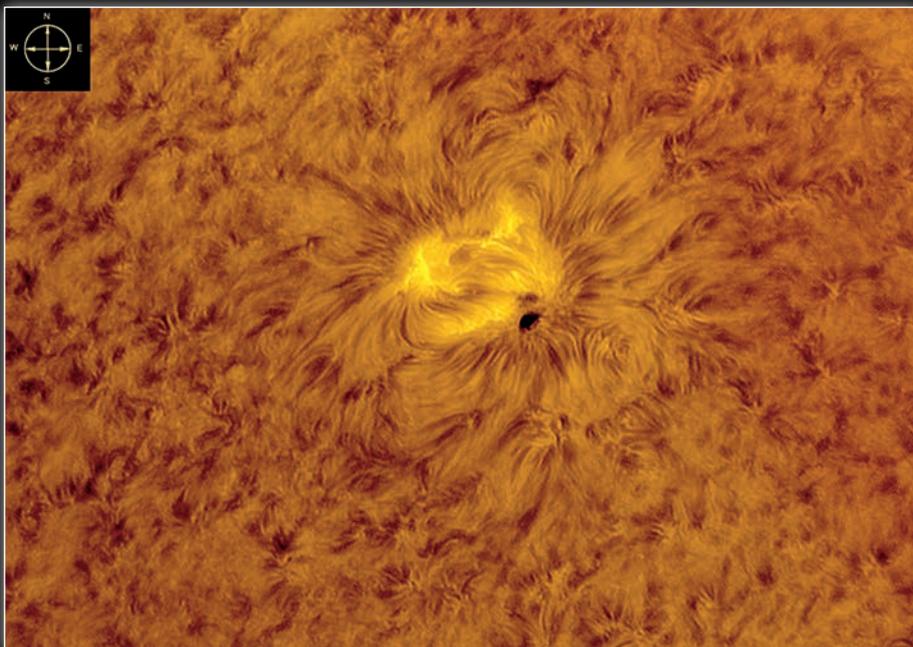
Видимый путь малой планеты Психея (16 Psyche) в июле-августе 2009 г.



# Галерея любительской астрофотографии

➤ Активная область в солнечной хромосфере, сфотографированная 1 июня Алексеем Прудниковым (Москва) в спектральной линии H $\alpha$ . Оптическая система составлена из телескопов Coronado PST и ТАЛ-100, эквивалентный фокус 2,6 м. Камера DMK 31AU.

✓ 13 мая 2009 г. французский астрофотограф Тьерри Лего (Thierry Legault) запечатлел пролет на фоне солнечного диска многоцветного корабля Atlantis вскоре после того, как он состыковался с орбитальным телескопом Hubble. Фотографирование производилось с территории Космического центра им. Кеннеди (Флорида, США). Рефрактор Takahashi TOA-130, фотоаппарат Canon 5D. Выдержка 1/8000 секунды при ISO 100. С другими работами этого автора можно ознакомиться на сайте <http://www.astrosurf.com/legault>



# ТАКАHASHI



**Такахашаи  
в Москве:**

+7 (925) 740-99-91

+7 (903) 720-16-15

[takahashi@ultranet.ru](mailto:takahashi@ultranet.ru)

**Уважаемые Читатели!**

**НА НАШЕМ НОВОМ САЙТЕ**  
[www.wselennaya.com](http://www.wselennaya.com)

**ВЫ НАЙДЕТЕ**

- ☞ Информацию о выходе свежего номера
- ☞ Последние новости астрономии и космонавтики
- ☞ Анонсы статей последних номеров
- ☞ Много другой информации

**АРХИВ РЕТРОНОМЕРОВ**

В формате .pdf вы можете бесплатно скачать все номера, изданные с 2003 по 2007 гг. включительно.

Мы продолжаем работать над наполнением наших сайтов.

*Редакция*

**ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСНАЯ  
КАМПАНИЯ**

**на второе полугодие 2009 г.**

Наши подписные индексы:

**В Украине**

**91147** в "Каталозі видань України,

II півріччя 2009 р."

**В России**

**46525** – в каталоге "Роспечать"

**12908** – в каталоге "Пресса России"

**24524** – в каталоге "Почта России" (агентство "МАП")

Более детальная информация размещена на нашем сайте в разделе "Как подписать"  
<http://wselennaya.com/content/view/44/97/>

**Здесь помогают выбрать телескоп!!!**



**Телескопы,  
бинокли**



**Сопутствующие  
товары**



**Книги, диски  
журналы**



**Аксессуары**

**TELESCOPE.RU**

старейший астрономический интернет-магазин России!  
Москва, ул. Бол. Грузинская, д.36а стр. 5а  
[www.telescope.ru](http://www.telescope.ru), тел. (495) 254-30-61, 544-71-57

**Центр “СПЕЙС-ИНФОРМ” представляет  
новый фотоальбом Национального космического агентства Украины  
“УКРАИНА КОСМИЧЕСКАЯ”.**  
*(на украинском и английском языках)*



Впервые в подарочном иллюстрированном издании собраны уникальные фотоматериалы:

- о выдающихся людях, жизнь и деятельность которых связана с Украиной: первых ракетчиках и теоретиках космонавтики, конструкторах ракетно-космической техники, руководителях предприятий и организаторах ракетно-космической промышленности, руководителях испытаний ракетно-космической техники и подготовки космонавтов, космонавтах – выходцах с украинской земли;
- по истории становления и развития ракетно-космической отрасли в Украине;
- о космической деятельности Украины сегодня;
- по перспективным космическим проектам.

По вопросам приобретения фотоальбома обращаться :  
Тел.: +38 044 254-01-40, +38 044 254-01-90  
E-mail: [info@space.com.ua](mailto:info@space.com.ua) [www.space.com.ua](http://www.space.com.ua)