

ВПВ
№7 (73) 2010



ВСЕЛЕННАЯ *пространство ✨ время*

Научно-популярный журнал

**Нанострахи XXI века:
вымыслы и реальность**

**"Молодая" комета
летит к Земле**

**СУПЕРВУЛКАН:
темное прошлое или
мрачная перспектива?**



ТАКАHASHI

**Такахаши
в Москве:**

+7 (925) 740-99-91

+7 (903) 720-16-15

takahashi@ultranet.ru



ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН ТЕЛЕСКОПОВ И АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

ASTROSPACE

ТЕЛЕСКОПЫ И АКСЕССУАРЫ
ОТ ВЕДУЩИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ
SYNTA CELESTRON MEADE
WILLIAM OPTICS TAKAHASHI

WWW.ASTROSPACE.COM.UA

(066) 64 64 406

(099) 95 99 660



Редакция рассылает все изданные номера журнала почтой

Заказ на журналы можно оформить:

– по телефонам:

В Украине: (067) 501-21-61, (050) 960-46-94. В России: (495) 544-71-57, (499) 252-33-15

– на сайте www.vselepnaya.kiev.ua,

– письмом на адрес киевской или московской редакции.

При размещении заказа необходимо указать:

- ♦ номера журналов, которые вы хотите получить (обязательно указать год издания),
- ♦ их количество,
- ♦ фамилию имя и отчество, точный адрес и почтовый индекс,
- ♦ e-mail или номер телефона, по которому с Вами, в случае необходимости, можно связаться.

Журналы рассылаются без предоплаты наложенным платежом

Оплата производится при получении журналов на почтовом отделении.

Общая стоимость заказа будет состоять из суммарной стоимости журналов по указанным ценам и платы за почтовые услуги.

Информацию о наличии ретрономеров можно получить в киевской и московской редакциях по указанным выше телефонам.

Цены на журналы без учета
стоимости пересылки:

	в Украине	в России
2003-2004 гг.	2 грн.	30 руб.
2005	4 грн.	30 руб.
2006	5 грн.	40 руб.
2007	5 грн.	50 руб.
2008	6 грн.	60 руб.
2009	8 грн.	70 руб.
2010	8 грн.	70 руб.
с №3 2010	10 грн.	70 руб.

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

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. (050)960-46-94

e-mail: thplanet@iptelecom.net.ua

thplanet@i.kiev.ua

123242, г. Москва, ул.Заморенова, 9/6,

строение 2

тел.: (495) 544-71-57;

(499) 252-33-15

сайты: www.vselennaya.com

www.vselennaya.kiev.ua

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 — №7 июль 2010

Зарегистрировано Государственным комитетом телевидения и радиовещания Украины. Свидетельство KB 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 (044) 425-12-54, 592-35-06

**ВСЕЛЕННАЯ, пространство, время**

международный научно-популярный журнал по астрономии и космонавтике, рассчитанный на массового читателя

Издается при поддержке Международного Евразийского астрономического общества, Украинской астрономической ассоциации, Национальной академии наук Украины, Национального космического агентства Украины, Информационно-аналитического центра Спейс-Информ, Аэрокосмического общества Украины



СОДЕРЖАНИЕ

№7 (73) 2010

Нанострахы XXI века:**вымыслы и реальность**

О реальных и преувеличенных опасностях, ожидающих нас в ближайшем будущем в связи с развитием нанотехнологий

Юрий Свидиненко

➤ Молекулярное производство без изъянов

➤ Техногенные нанокатастрофы

➤ Биология 2.0

➤ Космические приложения

➤ Споры вокруг проекта

Cassini: рекордное сближение с Титаном

4 23

Rosetta исследует второй астероид

24

Что привез "Хаябуса"?

26

"Пришельцы" в Солнечной системе

26

Космонавтика**ИНФОРМАЦИЯ, СООБЩЕНИЯ**

Последние старты шаттлов снова отложены

27

Сотый старт к МКС

27

"Солярис" может заменить "Коронас-Фотон"

27

Земля

Супервулкан: темное прошлое или мрачная перспектива?

28

Андрей Клянчин

➤ Как извергается супервулкан?

➤ Последствия суперизвержений

16

ИНФОРМАЦИЯ, СООБЩЕНИЯ

Спи спокойно, Эйфьятлайокудль

17 34

Любительская астрономия

Sky Watcher MAK 102 EQ Auto Tracking и Celestron 4 GT-SA

35

"Молодая" комета летит к Земле

36

Владимир Манько

Небесные события сентября

38

Книги

42

Вселенная**ИНФОРМАЦИЯ, СООБЩЕНИЯ**

Водородный "пузырь" в соседней галактике

12

Евросоюз построит самый большой телескоп

14

Наилучший "портрет" ближайшей области

14

звездообразования

14

Звезда, "обкрадывающая" свою планету

16

Сверх-ураган на далекой планете

16

Вторая экзопланета "в движении"

17

Эпсилон Возничего:

завеса приоткрывается

18

Обсерватория Planck оправдала ожидания

19

Солнечная система**ИНФОРМАЦИЯ, СООБЩЕНИЯ**

Воды на Луне хватит надолго

20

Следы океанов в марсианских глубинах

21

Маленькие луны и "пропеллеры" в кольцах Сатурна

22

Нанострахи XXI века: вымыслы и реальность

О реальных и преувеличенных опасностях,
ожидающих нас в ближайшем будущем
в связи с развитием нанотехнологий¹

Несмотря на победное шествие нанотехнологий по планете, далеко не всех радует их проникновение в повседневную жизнь — наоборот, у многих оно вызывает беспокойство. Так повелось, что любые технические новинки общество чаще склонно рассматривать в мрачных тонах (даже автомобиль некогда называли возможной причиной массовых психических заболеваний). Что уж говорить о целой индустрии, работающей сразу в нескольких отраслях мировой экономики! В качестве более свежего примера можно привести сравнительно недавно начавшиеся споры о вреде генетически модифицированных организмов. Нанотехнологии же в глазах обывателя, мало знакомого с их современным состоянием — значительно более страшная угроза. «Серая слизь», речь о которой пойдет ниже — средоточие «нанотехнологического зла» — уже представляется чем-то реальным и даже неизбежным, как возникновение черной дыры в недрах Большого адронного коллайдера.

Что самое интересное, мировая общественность в эти мифы охотно верит. Конечно, рой нанороботов, вышедших из-под контроля, описанный в книге «Жертва» Майкла Крайтона, выглядит страшно, несмотря на то, что автор допустил немало чисто научных ошибок. Именно эта книга испугала британского принца Чарльза, который теперь является одним из главных противников развития нанотехнологий.

Конечно, любая быстроразвивающаяся технология пугает. Тем более — технология с таким большим потенциалом. Можно с уверенностью сказать, что нанотехнологии так же (а скорее — в значительно большей степени) изменят мир, как его в свое время изменила электрификация. В то далекое время, когда электричество было предметом лабораторных исследований, только отдельные фантасты (например, Жюль Верн) смогли более-менее точно описать будущие электрические машины,

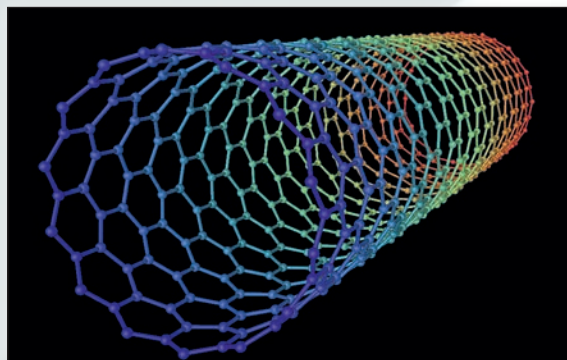
корабли, подводные лодки... С другой стороны, в заметно более «продвинутом» XX веке сложно найти писателя-фантаста, который смог бы предсказать появление таких обыденных ныне вещей, как Интернет и мобильная связь.

То же самое происходит в области прогнозов о судьбах человечества, пользующегося благами нанотехнологий. Преимущества, видимые невооруженным глазом, фантасты предсказали еще в 60-х годах прошлого столетия. А дальнейшее прикладное развитие молекулярного производства порождает те самые мифы и заблуждения, о которых будет сказано ниже. Особенно это касается наноробототехники и наномедицины.

На самом деле реальные угрозы не предаются массовой огласке. Причина этому проста — при должном контроле, если приложить усилия в нужном направлении, их можно обратить во благо. А «страшилку», по большому счету, можно сочинить на базе любой технической новинки.

На сегодняшний день нанотехнологиями принято называть совокупность способов изготовления структур с атомарной точностью. При этом неважно, какой технологический процесс разрабатывается — создание нового сверхтвердого покрытия для автомобиля или транзистора, состоящего из одной молекулы. Главное, что он управляет свойствами готового продукта на атомарном уровне. Как и большинство технологий, придуманных человеком, нанотехнологии являются попыткой повторить то, что уже давно реализовано природой, где функции наномашин выполняют ферменты — биологически активные вещества, целенаправленно извлекающие из окружающей среды молекулы субстрата и синтезирующие из них строго определенный конечный продукт, необходимый для функционирования живого организма. Но пока эффективность ферментов остается для специалистов пределом мечтаний.

Сейчас уже никого не удивит современными 2- и 4-ядерными компьютерными процессорами, но мало кто знает, что изготовлены они с применением 45-нанометрового техпроцесса, а в ближайших планах



Нанотрубка и фуллерен C60.

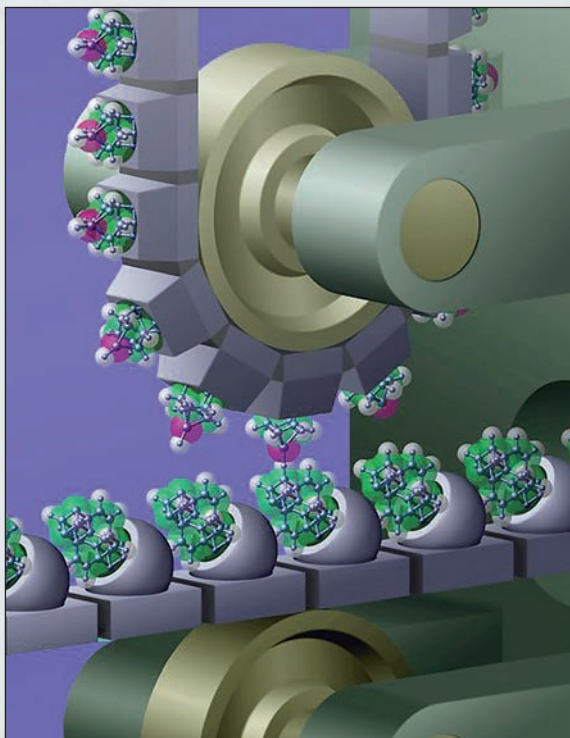
компания Intel — перейти на 15- и 8-нанометровый стандарт. Это значит, что размер одного транзистора будет меньше сотни атомов кислорода, «поставленных в ряд». Для лечения раковых опухолей уже применяются контрастные агенты, состоящие из наночастиц с «начинкой»². Большая часть красок и покрытий в аэрокосмической отрасли также используют самые последние достижения нанотехнологий — аэрогели, фуллерены, нанотрубки и т.д.

Молекулярное производство без изъянов

Сборка наноразмерных объектов — точный и трудоемкий процесс. Инженеры и ученые используют любые технологические лазейки для того, чтобы каждый раз создавать структуры все меньшего и меньшего размера, со все возрастающей точностью. Идеальный нанотехнологический инструмент — подобие руки робота, складывающей атом за атомом в заранее начерченную оператором структуру. Однако до подобного технологического чуда специалистам придется преодолеть не один размерный барьер. Мани-

¹ Обзор Юрия Свидиненко о перспективах и нынешнем состоянии нанотехнологий был опубликован в ВПВ №6, 2009, стр. 26-33

² <http://www.starenie.ru/tehnologii/nanotex.php>



Схематическое изображение предполагаемого конвейера для молекулярного производства — сборки объектов с атомарной точностью.

пулизовать атомами с помощью атомно-силовых микроскопов уже вполне научились, но каждая такая операция пока занимает слишком много времени.

На помощь исследователям приходят технологии, заимствованные из органической химии и молекулярной биологии: полимеризация, самосборка и ДНК-инженерия. Скорее всего, первые инструменты, с помощью которых можно будет собирать из атомов различные трехмерные

структуры, появятся не ранее 2015 г. — как и биотехнологические методы производства отдельных упорядоченных молекул и заранее спроектированных белков.

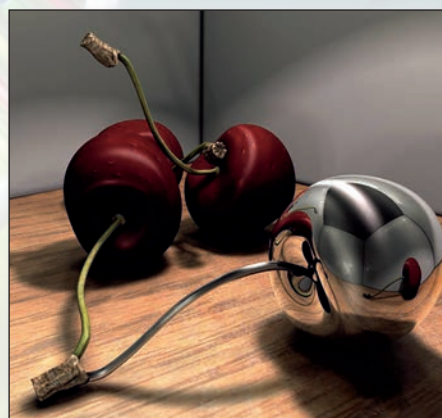
Большие надежды возлагаются на производство методом самосборки. Не исключено, что многие алмазоподобные (небиологические, основанные на процессах кристаллизации) и биологические наномашинки можно будет производить подобными методами с помощью энзимов или катализаторов. Но, опять же, исследования в этих областях только начинаются, хотя перспективы их применения видятся довольно широкими.

Как и в любом производстве, в нанотехнологиях никто не будет застрахован от брака готовой продукции. Но если отказал процессор домашнего компьютера — это еще не столь критично. А представьте себе сложную наноструктуру в составе имплантата, от которого зависит здоровье пациента! Тут производственный брак может кому-то стоить жизни...

Чтобы избежать подобных проблем, молекулярное производство должно быть контролируемым на всех его фазах. Модели подобных «молекулярных фабрик» уже существу-

ют. Автор наиболее перспективного проекта — Крис Феникс (Christopher Phoenix). Его нанофабрика может вполне заменить методы самосборки и полимеризации. Правда, для ее постройки нужен достаточно высокий уровень развития нанотехнологий.

Вообще нанофабрика — сложное устройство, способное по заданной программе «собирать» различные макроскопические объекты с атомарной точностью. При этом ее размеры таковы, что она легко уместится на рабочем столе. Требуется только загрузить нужный информационный файл («поатомное» описание производимой вещи) или нарисовать нужный объект самому, используя программное обеспече-



После генной модификации овощи и фрукты становятся вкуснее, крупнее, красивее, они менее подвержены болезням и атакам паразитов. Однако такие продукты могут оказаться не по вкусу не только червякам и другим «природным потребителям», но и человеку. И немалую роль при этом играет психологический фактор.

Глоссарий

Энзим или **фермент** (от лат. fermentum — дрожжи, закваска) — как правило, белковые молекулы или молекулы РНК (или их комплексы), ускоряющие (катализирующие) химические реакции в живых системах. Ферменты присутствуют во всех живых клетках и способствуют превращению одних веществ (субстратов) в другие (продукты). Ферменты выступают в роли катализаторов практически во всех процессах, протекающих в живых организмах — ими катализируется более 4000 разных биохимических реакций. Они играют важнейшую роль во всех процессах жизнедеятельности, направляя и регулируя обмен веществ.

Катализатор — химическое вещество, ускоряющее реакцию, но не входящее в

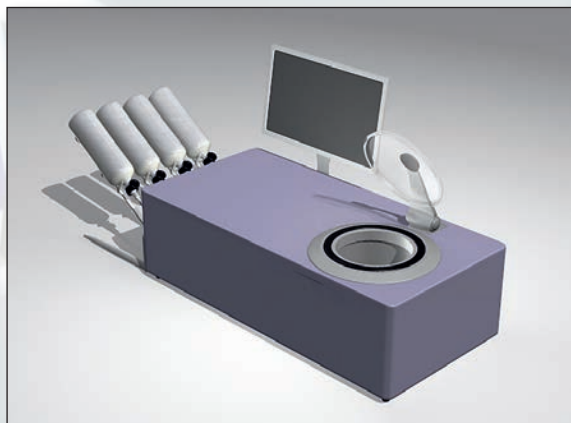
состав ее продуктов. Количество катализатора, в отличие от других веществ, участвующих в реакции, в конечном итоге не изменяется. Обеспечивая более быстрый путь протекания реакции, катализатор реагирует с исходным веществом, получившееся промежуточное соединение подвергается превращениям и в конце расщепляется на продукт и катализатор, который снова реагирует с исходным веществом. Этот каталитический цикл многократно (до миллиона раз) повторяется. Большинство катализаторов подвержены «старению» (их эффективность со временем снижается).

Аэрогели (от лат. aer — воздух и gelatus — замороженный) — класс материалов, представляющих собой гель, в котором жидкая фаза полностью замещена газообразной. Такие материалы обладают

рекордно низкой плотностью и демонстрируют ряд уникальных свойств: твердость, прозрачность, жаропрочность, чрезвычайно малую теплопроводность и т.д.

Фуллерены (букиболы) — соединения, молекулы которых представляют собой выпуклые замкнутые многогранники, составленные из четного числа атомов углерода. Первооткрывателям фуллеренов в 1996 г. была присуждена Нобелевская премия по химии.

Нанотрубки — протяженные цилиндрические структуры диаметром от одного до нескольких десятков нанометров и длиной до нескольких сантиметров, состоящие из одной или нескольких поверхностей, выложенных правильными шестиугольниками, в вершинах которых расположены атомы углерода, и заканчи-



Проект нанофабрики Криса Феникса.

Многие люди, имеющие поверхностное представление о современных производственных процессах, могут поверить в то, что ботинки или плазменные панели в нанозре будут производиться «тучей» нанороботов, собирающих их поатомно, и даже не задумаются о том, насколько неэффективным будет использование таких сложных устройств.

Действительно, для того, чтобы создать управляемый конгломерат из мобильных нанороботов, необходимо оснастить их рядом сенсоров, системой навигации, передвижения, мощным бортовым компьютером для управления всем этим.

Конечно, не исключено, что сборка вещей с помощью мобильных нанороботов в будущем станет реальностью. Однако можно с уверенностью сказать, что первые производственные структуры, изготавливающие вещи с атомарной точностью, будут выполнены по принципу нанофабрик — они заметно проще и надежнее «роя нанороботов».

ние нанофабрики. Можно даже изготовить копию ее самой!

Такая фабрика нуждается в постоянном наличии атомов — «сырья» для работы. Как только ее «хранилища» опустеют, производство закончится. А подготавливать атомарное «сырье» можно с помощью более простых устройств. Классические репликаторы — компоненты пресловутой «серой слизи» — подвижны и используют для постройки своих копий неподготовленное сырье, находящееся в окружающей среде. Нанофабрика же представляет собой репликатор, полностью зависящий от «внешнего поставщика».

При репликации изменения, сделанные в одной копии объекта, могут быть распространены на другие копии. Репликация ДНК — процесс, лежащий в основе деления клеток.

Но, как и все благие начинания, нанофабрику тоже можно использовать во вред — например, для создания оружия. Один из способов недопуще-

ния производства заведомо опасных продуктов состоит в том, что ее программное обеспечение будет содержать только проверенные безопасные схемы. Это можно представить следующим образом: где-то имеется центральная библиотека файлов, тщательно контролируемая экспертным сообществом. Нанофабрики связываются с ней, запрашивая продукт, указанный пользователем. Прием-передача информации защищены самыми совершенными методами криптографии. Пополнение библиотеки проводится под надзором специального консультативного совета. Так можно максимально защитить нанопроизводство от использования его во вред человечеству.

Техногенные нанокатастрофы

Итак, что же собой представляет вышеупомянутая «серая слизь»? В ее основе лежит технология саморепли-

кации. Самореплицирующаяся структура может производить собственные копии, построенные из того же материала, что и сам робот-репликатор.

Если не выходить за рамки такой технологии, молекулярное производство будет ограничено только микроскопическими продуктами. Для их конструирования необходимо наличие технологии создания реплицирующихся структур и управления ими.

Фундаментом теории самореплицирующихся структур является теория фон Ноймана (John von Neumann), созданная в 1940 г. Природа использует репликаторы повсеместно — как в отдельной клетке, так и при размножении многоклеточных организмов. Давно известны компьютерные программы, способные к репликации. Многие из них — в особенности «вирусные» программы — ведут себя подобно настоящим вирусам. Поэтому нет причин полагать, что искусственные самовоспроизводящиеся структуры создать невозможно.

вающиеся обычно полусферой, которая может рассматриваться как половина молекулы фуллерена.

Полимеризация (греч. polymeres — состоящий из многих частей) — процесс образования высокомолекулярного вещества (полимера) путем многократного присоединения молекул низкомолекулярного вещества (мономера, олигомера) к активным центрам в растущей молекуле полимера.

Самосборка — спонтанное упорядоченное объединение биополимеров, приводящее к образованию биологически важных структур: рибосом, цитоскелета, мембран, ферментных комплексов, вирусов и т. п. Не требует затрат энергии. Наиболее ярко выражена способность к самосборке у белковых молекул (нуклеиновые кислоты, углеводы и липиды также участвуют

в этом процессе). При объединении первыми «включаются» дальнедействующие электростатические силы, которые ориентируют сближающиеся молекулы, затем вступают в действие водородные и пр. взаимодействия, «работающие» на более близких расстояниях.

ДНК-инженерия (генная инженерия) — совокупность приемов, методов и технологий получения рекомбинантных РНК и ДНК, выделения генов из организма (клеток), осуществления манипуляций с генами и введения их в другие организмы. Служит для получения желаемых качеств изменяемого или генетически модифицированного организма (ГМО). В отличие от традиционной селекции, в ходе которой генотип подвергается изменениям лишь косвенно, генная инженерия позволяет

непосредственно вмешиваться в генетический аппарат, применяя технику молекулярного клонирования. Примерами ее применения являются получение новых ГМ-сортов зерновых культур, производство человеческого инсулина путем использования ГМ-бактерий, выведение новых пород экспериментальных мышей для научных исследований.

Репликация — механизм синхронизации содержимого нескольких копий объекта (например, содержимого базы данных), процесс, под которым понимается копирование данных с одного носителя на множество других и наоборот. При репликации изменения, сделанные в одной копии объекта, могут быть распространены на другие копии. Репликация ДНК — процесс, лежащий в основе деления клеток.

Для того, чтобы понять, как репликаторы могут из нескольких роботов микронных размеров превратиться, например, в орбитальные комплексы, необходимо обратиться к простой математике. Опираясь на модель фон Ноймана, можно сделать ряд интересных выводов. Если представить себе подобный репликатор как «конструктор», то при изготовлении третьего репликатора двумя другими процесс репликации будет происходить вдвое быстрее. Увеличивая количество нанороботов и специализируя их, мы получим сложную систему, репликация которой будет идти с еще более высокой скоростью.

Репликаторы могут быть простые и сложные. Простая система состоит из «руки» робота и контроллера, обрабатывающего входящие сигналы. Целая нанофабрика состоит из сотни и более молекулярных «заводов», производящих части наномашин (редукторы, моторы, дифференциалы, подшипники, и др.). Архитектура нанофабрики предполагает наличие транспортировочных конвейеров и манипуляторов для крупноузловой сборки.

Эрик Дрекслер в «Машинах Создания» описал систему репликаторов, вышедшую из-под контроля. Он назвал эту техногенную катастрофу «серой слизью». Представьте себе нанороботов, начавших из-за ошиб-

ки в программе разбирать все вокруг себя на атомы и тут же собирать из них собственные копии. В результате за два года (так, по крайней мере, предсказывает модель фон Ноймана) вся биосфера Земли может превратиться в месиво, состоящее из одних нанороботов. Мрачная перспектива. Тем более что этот процесс практически невозможно будет остановить.

Но для такого «произвола» нужна система «ассемблер-дисассемблер» (другими словами — «создатель-разрушитель»), объединенная в единичном нанороботе. Именно такие схемы задействованы в каждом живом организме (и практически в любом из них существует защита от чужих «самореplikаторов» — иммунная система). А если их не применять, то, естественно, ничего подобного не случится. Нанороботы будут работать по разделенной схеме: они не поставляют сами себе сырье, которое готовится в другом производственном цикле. То есть даже если репликаторов по какой-то причине постигнет сбой программы — они не успеют натворить много бед, быстро оставшись без «пищи».

Естественно, неконтролируемая репликация может быть вызвана умышленно. Но создать такое оружие массового поражения будет очень трудно. Не говоря уже о том, что контролировать разбушевавшихся нанороботов не смогут даже сами создатели наопакалипсиса.

Группа исследователей, в которую вошли специалисты NASA и нескольких исследовательских лабораторий, доказала: репликатор можно построить! При этом он будет не сложнее, чем процессор Pentium IV. С другой стороны, создать систему нанороботов, разрушающих все на своем пути, достаточно сложно — ее надо специально спроектировать. «По ошибке» никакая репликативная система не сможет привести к катастрофе.

Есть и еще одна хорошая новость: какими бы опасными ни были нанотехнологические нововведения — в любую наномашину можно встроить защитный

прионный регулятор, уничтожающий ее в случае отказа.

Прионы — это обычные белки, которые располагаются на поверхности нервных клеток. В нормальном состоянии их молекулы скручены определенным образом. Под воздействием высоких температур или ультрафиолетового излучения молекулы прионов могут внезапно изменить форму, «раскрутиться» и приобрести неправильную конфигурацию. Более того, они влияют на другие белки того же типа, наделяя их подобными свойствами. Структурные особенности прионов обеспечивают их высокую стабильность и способность к самовоспроизведению. Американские нейробиологи из команды Сьюзен Линдквист (Susan Lindquist) недавно установили, что прионы могут самостоятельно соединяться в сверхтонкие и очень прочные нити. Извлеченные из генетически модифицированных дрожжей, эти белки образовывали волокна длиной до нескольких миллиметров и диаметром около ста нанометров. Сама по себе белковая нить — диэлектрик. Чтобы она стала проводником электрического тока, ее покрывают тонким слоем золота. Оказалось, что такой проводник обладает гораздо меньшим сопротивлением, чем микропровода, используемые в современных интегральных микросхемах. Традиционными методами получить подобные «нанопроволочки» невозможно. Зато их удобно использовать как дополнительный элемент контроля в нанокomпьютерах и нанороботах. В случае отказа этих устройств можно будет уничтожить все электронные цепи, разрушив их с помощью ультрафиолетового или теплового излучения — подобно тому, как современные армии используют электромагнитный импульс для поражения электроники врага.

В космической отрасли безопасная наноробототехника и репликаторы облегчат создание сверхмалых кибернетических летательных аппаратов, которые можно будет использовать в качестве зондов. Также, вероятно, станет возможным построение автономных орбитальных комплексов на основе самореплицирующихся структур.

В настоящее время новая программа NASA сфокусирована в первую очередь на создании автономных бес-



Пока частицы «серой слизи» существуют только в воображении художников и писателей-фантастов.

пилотных кибернетических устройств для освоения Луны и Марса. Специалисты считают, что создание сверхмалых автономных систем откроет новое направление в освоении космоса и Солнечной системы.

Биология 2.0

Генная инженерия и молекулярная биология в конце прошлого века заложили тот фундамент, на котором сегодня создается новое направление — наномедицина. Пока еще нет нанороботов, способных ремонтировать клетки, но зато уже используются наночастицы, доставляющие лекарства к больным органам, и экспресс-анализаторы, способные за секунды провести анализ крови. Однако угрозы, связанные с быстрым развитием нанобиотехнологий, тоже существуют.

Главная из них связана с появлением на мировом рынке новых материалов, модифицированных с применением нанотехнологий. К примеру, в конце 2003 г. в продажу поступили джинсы фирмы NanoTex (произведенные совместно с компанией Lee Jeans), которые трудно испачкать и намочить, а если это и удалось, то снять загрязнение очень просто. Чудесные свойства ткани придают специально разработанные наночастицы Nano-Pel. Конечно, продукция прошла все необходимые испытания, но все же могут найтись люди с аллергией на эти наночастицы.

Гибкие мониторы, «встраиваемые» в одежду и предметы быта, тоже могут негативно влиять на человеческий организм. Некоторые компании собираются даже заменять такими мониторами традиционные обои в квартирах. Существует несколько различных типов этих приборов: FOLED, нанотрубчатые мониторы на органической основе и мониторы на основе квантовых точек. Разработка промышленных образцов двух последних типов займет больше времени. На рынке они появятся не ранее 2015 г. Как подействует на человека их слабое электромагнитное излучение, генерируемое в непосредственной близости от кожи — пока неизвестно.

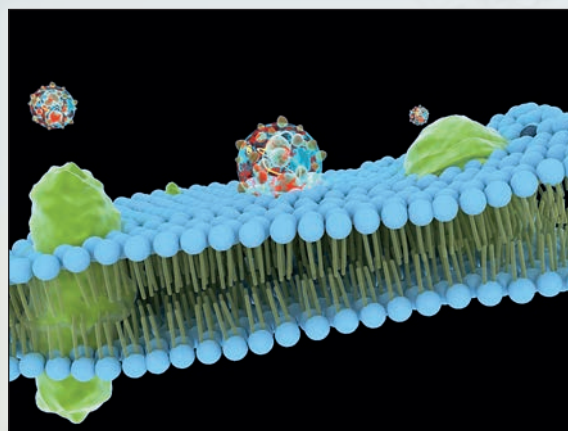
Меньше всего следует опасаться лекарств, улучшенных с помощью нанотехнологий. Их влияние на организм человека тщательно проверяется Всемирной организацией

здравоохранения (ВОЗ). Клинические тесты и проверки новых препаратов становятся все более длительными. Отчасти в этом повинен недавно обнаруженный токсичный эффект фуллеренов.

Долгое время эти молекулы считались идеальным средством для транспортировки лекарств непосредственно к больным клеткам. Для этого в полость фуллерена следует поместить молекулу лекарства, а его поверхность покрыть белковыми маркерами клеток-мишеней. У раковых клеток такие маркеры уже известны (CD 95, CD 98). Первые тесты провели на водяных блохах — дафниях, добавив фуллерены в десятилитровые резервуары с этими маленькими ракообразными. По прошествии 48 часов биологи заглянули в аквариум и обнаружили, что дафний стало меньше.

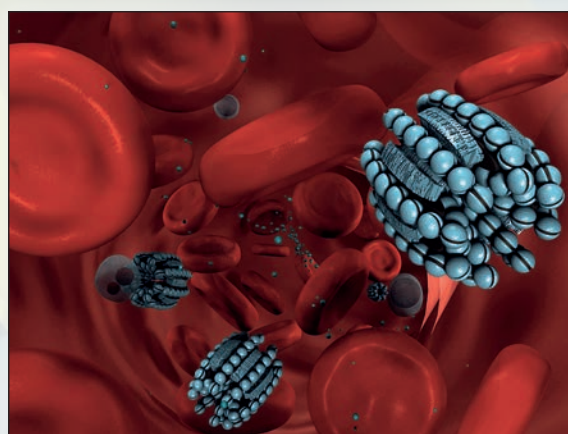
Исследователи вычислили, что при концентрации молекул 800 частей на миллиард умирает половина водяных блох. А когда ученые заменили дафний окунями и повторили опыт, у рыб обнаружили серьезные повреждения мембран мозговых клеток, количество которых в 17 раз превышало показатели контрольной группы, плававшей в обычной воде. Также выяснилось, что окуни, подвергнутые воздействию фуллерена C_{60} , в качестве иммунного ответа на воздействие наночастиц «включили» не наблюдавшиеся ранее защитные механизмы, пытались «отбиться» от инородных материалов.

Выявленный эффект делает фуллерены «умеренным ядом»: они немного более ядовиты, чем никель, но все же не так опасны, как химикалии типа бензапирена ($C_{20}H_{12}$), который содержится в сигаретном дыме и автомобильных выхлопах. Предполагается, что покрытие фуллеренов простыми молекулами может предотвратить нежелательное воздействие C_{60} . Возможно также, что при нанесении на фуллерены специаль-



Доставка лекарственных препаратов непосредственно через мембрану клетки.

Молекулярная капсула оснащена белками-маркерами, позволяющими легко прикрепиться к поверхности транспортных белков. Как только капсула попадает внутрь клетки, ее стенки разрушаются, высвобождая лекарство.



Нанороботы в крови человека.

Вполне возможно, что через несколько десятков лет такие устройства будут, в случае необходимости, циркулировать в кровеносной системе, уничтожая болезнетворные бактерии, излечивая генетические заболевания и «ремонтируя» отдельные клетки.

ных меток их токсичность снизится.

На самом деле первостепенной опасностью для пациента продолжает оставаться некомпетентность или халатность лечащего персонала. Конечно, быстрое действие человеческого мозга не сравнится с быстрым действием компьютеров нанороботов. Часто при ошибке врача уже бывает поздно что-либо предпринимать. Поэтому пациента в будущем собираются подключать к системе диагностики, которая способна постоянно отслеживать его состояние. Как только оно начнет ухудшаться, система автоматически пошлет нанороботам отключающий сигнал. Врач сможет проанализировать причину ухудшения состояния пациента и найти ошибку в своих действиях.

При этом надо заметить, что медицинские нанороботы не будут нуж-

даться в репликации вообще. ВОЗ — или ее будущий эквивалент — никогда не разрешит использовать нанороботы, способные к репликации *in vivo* (то есть в живом организме). Даже вообразив самые неожиданные обстоятельства, никто не хотел бы иметь внутри собственного тела что-либо, способное к самовоспроизведению. Впрочем, регулирующих законодательных актов на эту тему пока нет... в первую очередь потому, что создание хотя бы простейшего нанореplikатора — дело будущего.

Поэтому большинство исследований в области наномедицины сегодня направлены в основном на изучение биологической совместимости наноматериалов и тканей человеческого организма. В конце концов, выгода от потенциального нанотехнологического «улучшения» человека гораздо больше, чем вреда.

Космические приложения

Полностью автономные роботы-зонды внесли неоценимый вклад в исследования Солнечной системы. Естественно, тенденция все большей автоматизации и автономизации сохранится и в эру нанотехнологий. Насколько опасными могут быть исследовательские аппараты, сконструированные с учетом последних достижений нанотехнологий?

Как и любая технология, нанотехнология существенно расширяет возможности аэрокосмической промышленности. В перспективе исследовательские аппараты станут функциональнее, точнее, надежнее, автономнее. Скорее всего, изменения будут не революционными, а эволюционными — как это мы в настоящее время и наблюдаем.

Ближайшие «катастрофические» (причем не глобальные, а локальные) последствия могут быть связаны с проектом космического лифта, который в последние несколько лет приобретает все более конкретные очертания.

После стремительного развития технологии производства пучков углеродных нанотрубок создание непрерывного сверхпрочного троса — основы лифта — стало реальностью.

Естественно, чем ближе перспективы появления столь сложного устройства, тем сильнее некоторые ученые начинают сомневаться в его

надежности. Согласно оценкам ряда специалистов, нанотрубочный канат или лента, несмотря на высокую расчетную прочность, может не выдержать нагрузки.

В связи с возросшими опасениями доктор Эдвардс (Brad Edwards), являющийся в настоящее время руководителем разработки космического лифта, осуществляемой NASA, ответил на ряд вопросов, которые особенно интересуют общественность.

Что случится, если порвется лента?

Проектируемая лента будет вдвое жестче, чем необходимо. Математическое моделирование показало, что она может разорваться при скорости ветра 72 м/с, т.е. при 5-балльном ветре или урагане. Место для расположения наземной станции лифта выберут таким образом, чтобы исключить возможность ураганов и молний. Скорее всего, станция лифта будет расположена в океане.

И все же, что произойдет, если лента порвется? Большая ее часть улетит в космическое пространство, меньшая (нижняя) — упадет в океан, причем больше половины этой части сгорит в атмосфере.

Не загрязнит ли лента и ее несгоревшие остатки океан? Вряд ли, так как вес километра ленты — 7,5 кг. При падении с высоты лента разовьет скорость, сравнимую со скоростью раскрытой падающей газеты. Посторонний наблюдатель увидит, скорее всего, только яркую полосу через все небо (от сгоревшей ленты), а ее уцелевшие куски будут долго находиться во взвешенном состоянии в воздухе.

Наибольшую опасность представляют собой транспортируемые грузы, потерявшие связь с лифтом. Те из них, которые уже достигли целевых орбит, там и останутся. Те, которые только начали подъем, или приближающиеся к Земле в процессе спуска с орбиты — упадут вниз. Грузы, получившие достаточный импульс за счет вращения Земли, улетят в открытый космос.

Трос из нанотрубок: электрическая угроза?

У этой проблемы есть несколько аспектов. Ток в ленте космического лифта возникает за счет следующих факторов: электрических свойств земной атмосферы, «перекачивания» через лифт космической плазмы и постоянного пересечения лифтом силовых линий магнитного поля Земли.

Атмосфера нашей планеты содержит регионы с различной степенью наэлектризованности, которые все время находятся в движении. Они могут обеспечить разность потенциалов, но только на коротких дистанциях. Когда идет гроза и перемещение зарядов затрагивает большие расстояния, существует вероятность того, что молния повредит ленту лифта, но, как было сказано выше, конструкторы постараются выбрать место расположения базовой станции так, чтобы минимизировать такую возможность. Станцию разместят на плавучей платформе, поэтому лифт будет обладать «мобильностью» и сможет при необходимости передвигаться подальше от зоны шторма.

Заряды, связанные с космической плазмой, могут собираться на верхней станции лифта. Но возникающий при этом ток настолько мал, что его сложно сравнить даже с током от присоединения к противоположным концам ленты обычной батарейки. Малое количество зарядов позволяет пренебречь этой опасностью.

При пересечении магнитных полей проводником в нем возникает электрический ток. В данном случае лента неподвижна по отношению к магнитному полю Земли, которое к тому же не настолько напряженное, чтобы вызвать заметную электродвижущую силу. Во всяком случае, в современных телевизорах электрический ток, производимый за счет указанного механизма, практически отсутствует — иначе его бы уже научились эффективно использовать.

Будут ли космические объекты задевать ленту лифта?

Спутники, находящиеся на низкой околоземной орбите, действительно составят серьезную проблему. Чтобы лифт не сталкивался с различными объектами, предусматривается система активного уклонения. В среднем необходимо будет «пользоваться ее услугами» один раз в 14 часов. Для этого также необходимо разработать систему трассирования объектов, определяющую их траектории с точностью до 1 см. Ну и, конечно, строительство лифта стимулирует решение проблемы «космического мусора», который уже сейчас представляет опасность для низкоорбитальных аппаратов.³

³ ВПВ №6, 2006, стр. 8; №2, 2009, стр. 35

Споры вокруг проекта

Существует несколько концепций космического лифта. В некоторых из них предлагается свободный конец ленты присоединять к астероиду. Этим решается проблема противодействия и появляется возможность добычи на астероиде полезных ископаемых. В других проектах предлагается протянуть кабель диаметром от 10 до 30 м.

Несмотря на предварительные расчеты, сделанные специалистами, доктор Никола Пуньо из Политехнического института итальянского города Турина (Nicola Pugno, Politecnico di Torino) считает, что построить достаточно прочную ленту для создания космического лифта на основе нанотрубок невозможно. Свои доводы исследователь изложил в очередном выпуске журнала Nature.

Как утверждает д-р Пуньо, дефекты атомной структуры нанотрубок и многочисленные микрометеориты могут снизить прочность всей ленты длиной 100 тыс. км почти на 70%, а это означает полную катастрофу для всего сооружения.

Лабораторные тесты показали, что нанотрубки сами по себе обеспечивают прочность при механических напряжениях до 100 ГПа⁴ — это беспрецедентное значение для материала, созданного человеком. Для нормального функционирования космического лифта будет достаточно ленты, выдерживающей натяжение в 62 ГПа. Но если в нанотрубчатом волокне обнаружится атомарный дефект — например, в нанотрубке будет отсутствовать хотя бы один атом углерода — это снизит прочность всего троса уже на 30%. Такие дефекты в наноструктурах — не редкость: как показывают исследования, на один микрон длины нанотрубки приходится один дефект. Это значит, что налицо непредусмотренное снижение прочности ленты, которое приведет к катастрофе.

Д-р Пуньо разработал математическую модель, с помощью которой показал, что готовая лента с учетом всех видов дефектов будет выдерживать механическое напряжение около 30 ГПа. Итальянский ученый считает,

что даже если удастся синтезировать безупречные нанотрубки, вероятность того, что в ходе эксплуатации троса они окажутся повреждены микрометеоритами, все же слишком высока. Поэтому на вопрос, будет ли создан космический лифт с использованием современных технологий, д-р Пуньо однозначно ответил: «Это невозможно».

Другого мнения придерживается уже упоминавшийся д-р Эдвардс, руководитель проекта по созданию космического лифта. Недавние исследования пучков нанотрубок показали, что они выдерживают значительно большие нагрузки, чем одиночные трубки, и дефекты при этом не играют столь значительной роли. Сплетенные специальным образом волокна нанотрубок повышают прочность троса в несколько раз.

В заключение руководитель программы отметил, что результаты, полученные доктором Пуньо — не новость. Специалисты уже достаточно давно знают обо всех дефектах нанотрубок, и расчеты NASA учитывают эти неприятные обстоятельства.

Конечно, при проектировании столь сложных конструкций ошибки неизбежны, и это не связано с нанотехнологиями, генной инженерией, теориями

заговоров и глобальными корпорациями. За любой ошибкой стоит простая человеческая невнимательность — недавно мы могли в этом убедиться при запуске Большого адронного коллайдера. Проблема халатности извечна и совершенно не связана с каким-либо технологическим прорывом.

Но единственным действительно эффективным оружием против реальных нанопаностей может быть только всеобщая осведомленность. Если все население Земли будет понимать, что может произойти при неправильном обращении с нанотехнологиями (как это было с ядерным оружием в 50-х годах), то общество будет знать, чего на самом деле бояться и как себя вести в случае реальной угрозы.

Некоторые из описанных выше опасностей потребуют простых решений, некоторые — более сложных. Открытой остается проблема «недружественного» применения нанотехнологических достижений террористическими организациями и даже отдельными злоумышленниками. Конечно, для обеспечения стабильного развития нанотехнологий потребуются создание ряда всемирных организаций и принятие специальных законов. Предпосылки к этому закладываются уже сегодня.



Космический лифт — самое масштабное детище грядущей наноэры.

⁴ 100 ГПа = 10^{11} Па = 10^{11} Н/м². Человеческий волос имеет диаметр 0,05 мм (50 мкм) и при этом может выдержать вес 100-граммовой гири. Его прочность такая же, как у свинца. Нановолокно с аналогичным поперечным сечением выдержит 80 кг. Интересно, что за женскую косу, содержащую 200 тыс. волос, можно повесить груз весом 20 тонн.

Водородный «пузырь» в соседней галактике

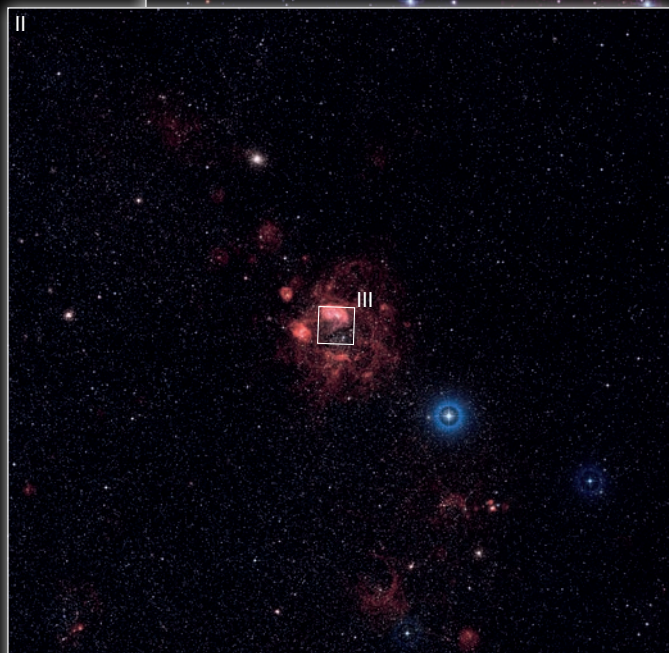
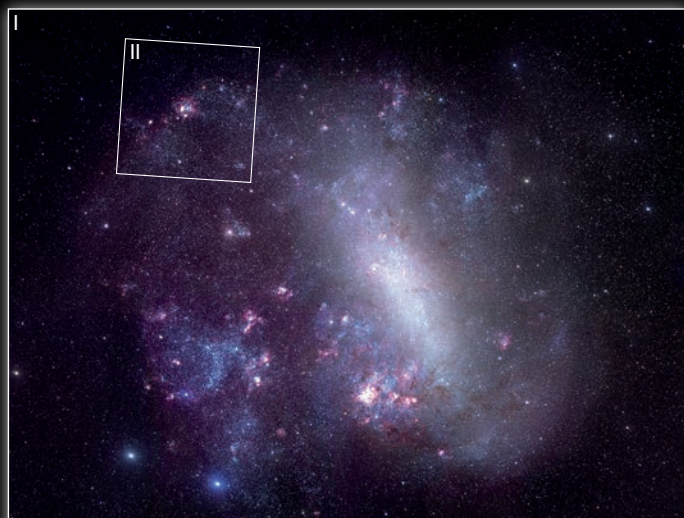
Космический телескоп Hubble продолжает исследовать Вселенную, используя новые, более совершенные инструменты, установленные на нем в ходе последней ремонтной миссии. Одной из последних его целей стало облако ионизированного водорода LHA 120-N 11 — чаще употребляется сокращенное обозначение N11 — в Большом Магеллановом Облаке (БМО), самом крупном спутнике Млечного Пути.

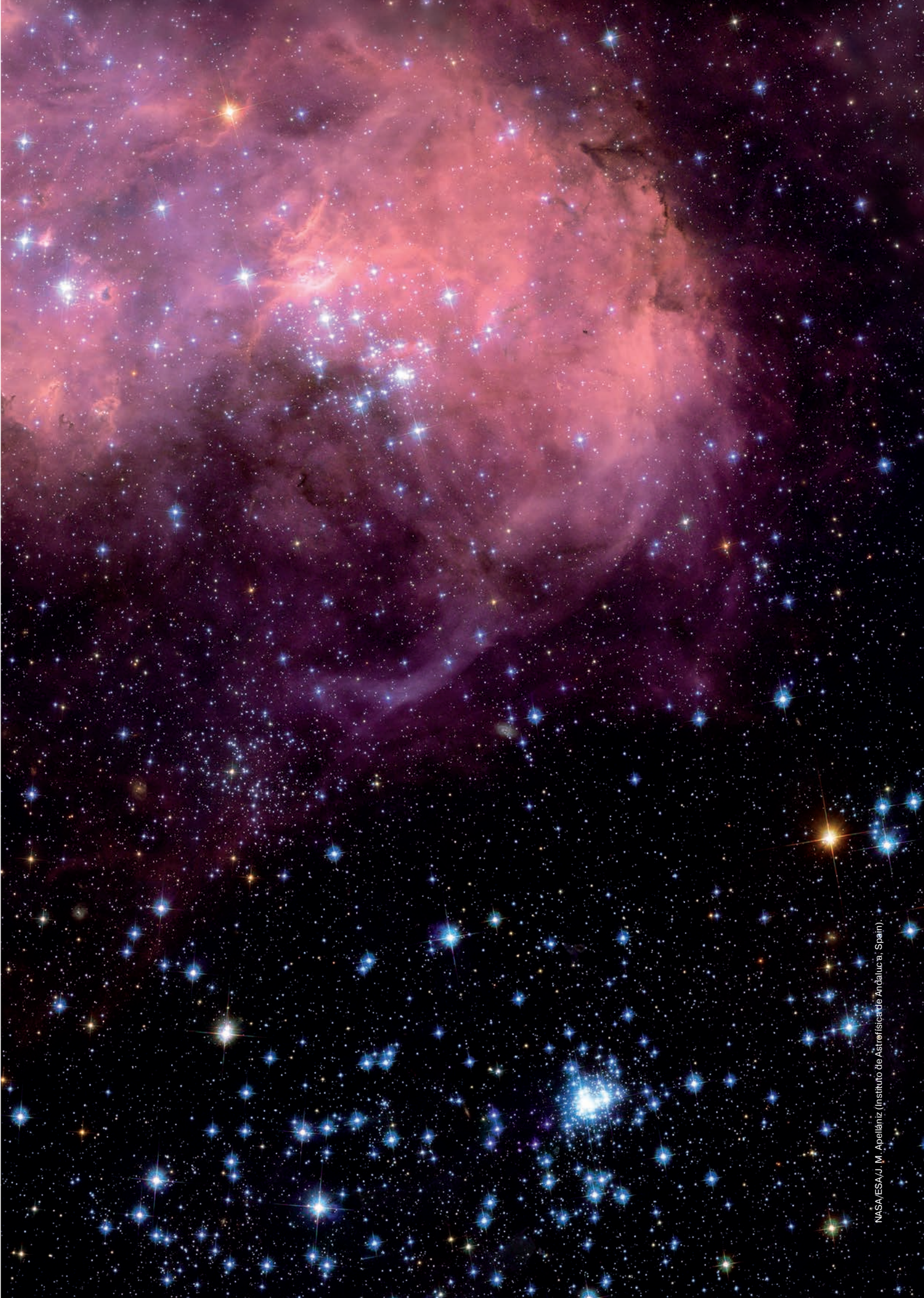
Это скопление нейтрального и ионизированного водорода — второе по размеру среди известных областей звездообразования в БМО, в котором таких «резервуаров» межзвездного газа присутствует необычно много. Их каталогизацией в 1956 г. занимался американский астроном Карл Хинайз (Karl Gordon Henize, 1926-1993), впоследствии участвовавший в предпоследнем космическом полете шаттла Challenger и погибший при восхождении на Эверест.

N11, напоминающее по виду сахарную вату, продаваемую в местах массового отдыха, представляет собой газовый пузырь поперечником в тысячу световых лет, содержащий множество новорожденных звезд, причем некоторые из них имеют весьма внушительные размеры. Звезды эти не перемешаны хаотично, а распределены по разным участкам облака в зависимости от их спектрального класса, что дает возможность приблизительно восстановить последовательность процессов, имевших место в данной области. Вначале «появились на свет» звезды, расположенные в центре N11. Ударные волны и исходящее от них мощное излучение уплотняло внешние слои облака и приводило к возникновению газовых сгустков, из которых образовывались новые светила, провоцировавшие, в свою очередь, рождение звезд в еще более отдаленных областях. Можно констатировать, что на данный момент в этом регионе завершилось три этапа звездообразования.

В верхнем левом углу изображения заметны еще одни «звездные ясли» значительно меньших размеров — облако LHA N 120-11A, освещаемое изнутри рожденными в нем молодыми светилами. В нижней части снимка расположены горячие массивные звезды скопления NGC 1761. Сильнейшее ультрафиолетовое излучение, исходящее от них, расчистило окружающее межзвездное пространство от газа и пыли.

Большое Магелланово Облако — одна из ближайших к нам «космических лабораторий», на примере которой можно изучать процессы звездной эволюции. Вместе с более далеким Малым Магеллановым Облаком оно наблюдается невооруженным глазом в небе Южного полушария нашей планеты и давно знакомо его обитателям. Принято считать, что об этих спутниках нашей Галактики европейцам стало известно после того, как их заметили участники первого в истории кругосветного путешествия под командованием Фернандо Магеллана (Fernando de Magallanes), совершенного в 1519-22 гг. Однако это не совсем так. В Старом свете о них знали значительно раньше благодаря описаниям, сделанным персидским астрономом Абд аль-Рахманом в 964 г. и итальянским мореплавателем Америго Веспуччи (Amerigo Vespucci) в 1503 г.





Евросоюз построит самый большой телескоп

После рассмотрения пяти возможных вариантов специальная экспертная комиссия выбрала место для строительства 42-метрового Европейского Экстремально Большого телескопа (European Extremely Large Telescope — E-ELT). Первичное зеркало этого инструмента, вобравшего в себя все достижения современной науки, будет составлено из почти ты-

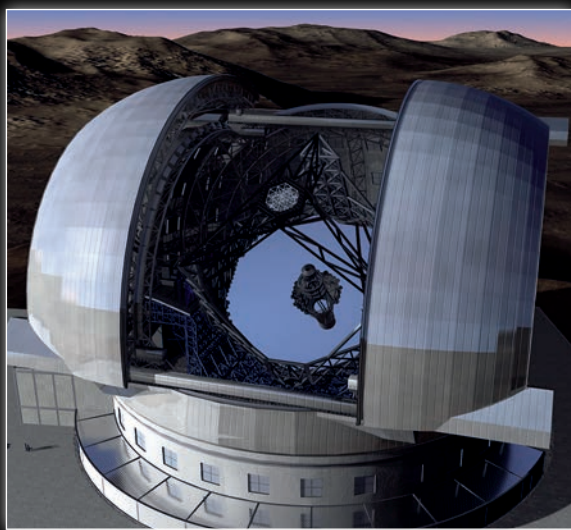
сячи шестиугольных сегментов размером 1,4 м и толщиной всего 5 см. Вторичное выпуклое зеркало должно иметь диаметр 6 м, что сравнимо с размерами главных зеркал крупнейших современных рефлекторов. Эти цифры почти в полтора раза превышают показатели американско-канадского Тридцатиметрового телескопа TMT,¹ который собираются установить на вершине Мауна Кеа острова Гавайи² в 2018 г. (два года назад к этому проекту присоединилась Япония). Кстати, на этот же год запланировано начало работ по строительству E-ELT.

Комиссия обратила особое внимание на область Серро Армазонес, расположенную недалеко от уже существующей станции Европейской Южной Обсерватории (ESO) на Серро Паранал и имеющую

благодаря этому в непосредственной близости всю необходимую инфраструктуру (в том числе транспортную), что значительно удешевит строительство. Более удачным из предложенных мест с этой точки зрения, пожалуй, является только вершина острова Ла Пальма, принадлежащего к Канарскому архипелагу — единственный из принятых к рассмотрению вариант, находящийся за пределами Чили. Однако там заметно хуже астроклимат и выше опасность землетрясений.

E-ELT будет оснащен системой адаптивной оптики, позволяющей свести к минимуму атмосферные искажения³ — без нее такой огромный инструмент, установленный на поверхности Земли, просто не сможет реализовать весь свой уникальный потенциал. Детекторы, установленные на телескопе, позволят вести наблюдения в оптическом, а также ближнем и среднем инфракрасном диапазоне.

По материалам ESO



Один из вариантов архитектурного решения башни E-ELT (иллюстрация)

¹ ВПВ №6, 2006, стр. 31

² ВПВ №4, 2007, стр. 4

³ ВПВ №4, 2007, стр. 12

Наилучший «портрет» ближайшей области звездообразования

Великолепный вид окрестностей звезды R Южной Короны был получен с помощью детектора широкого поля WFI (Wide Field Imager), установленного на 2,2-метровом рефлекторе обсерватории ESO в Ла Силья (Чили). На снимке запечатлены удивительные подробности одной из ближайших областей звездообразования, расположенной в 420 световых годах от Солнечной системы.

Итоговое изображение (I) составлено из 12 снимков, сделанных через красный, зеленый и голубой светофильтры. Его площадь примерно равна видимой площади диска полной Луны (сторона снимка на расстоянии скопления охватывает четыре световых года — это почти равно расстоянию от Солнца до Проксимы Центавра, ближайшей к нам звезды).

Газово-пылевой комплекс назван по обозначению сравнительно яркой молодой переменной звезды (видна чуть выше центра снимка), которая все еще окружена облаком газа, из которого она родилась.

Интенсивное излучение новорожденных звезд отражается либо поглощается газами, входящими в состав туманности, и переизлучается в характерных спектральных линиях. Эти процессы, определяемые физикой межзвездной среды и параметрами звезд, создают видимую цветовую гамму снимка. Голубой цвет имеют скопления пыли, отражающей звездный свет, почти не меняя его спектра. Красным светится водород, ионизированный лучистой энергией близлежащих горячих светил. Молодые звезды в комплексе R Южной Короны в боль-

шинстве своем по массе подобны нашему Солнцу и не испускают большого количества ультрафиолетового излучения. По этой причине вся туманность не имеет характерного красного цвета, наблюдаемого во многих других областях звездообразования.

Широкая темная полоса, тянущаяся от центра изображения к его левому нижнему углу — это огромное облако межзвездной пыли, заслоняющее от нас свет более далеких звезд. В этом облаке скрывается множество «звездных зародышей», исследования которых ведутся в других спектральных диапазонах (в первую очередь — в инфракрасном).

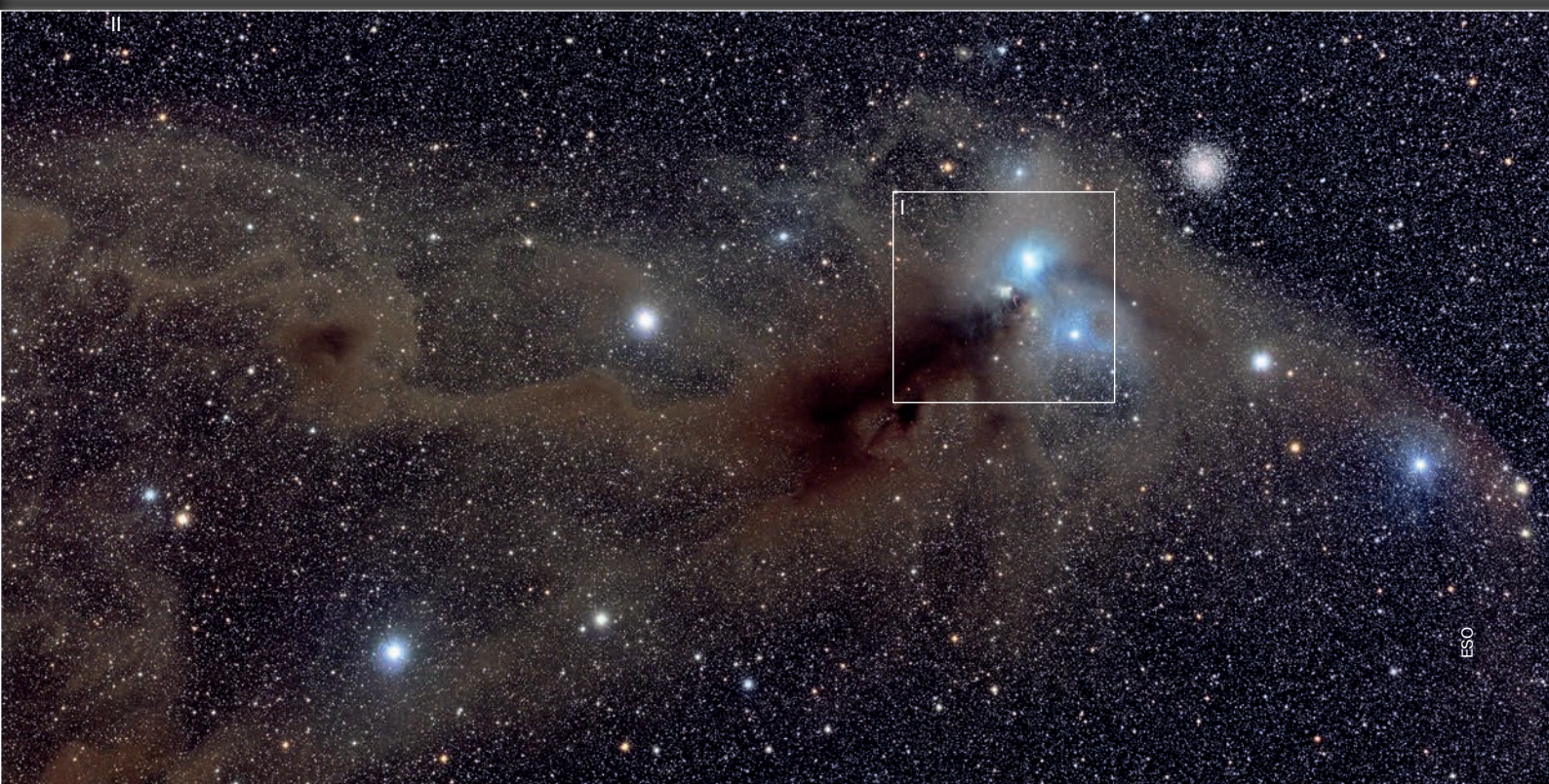
Туманность R Южной Короны не видна невооруженным глазом, однако созвездие, в котором она расположена, легко найти на небе Южного полушария — благодаря соседству с созвездием Стрельца и туманной полосой Млечного Пути.

По материалам ESO



Туманность
Р Южной Короны

ESO



ESO

Звезда, «обкрадывающая» свою планету

В ходе реализации британского проекта SuperWASP (SuperWide Area Search for Planets), предполагающего поиски экзопланет одновременно на большой площади небесной сферы, уже было обнаружено много интересных объектов. К такому же принадлежит и открытый в 2008 г. газовый гигант WASP 12b — одно из самых горячих планетоподобных тел, известных к настоящему времени. Он вращается вокруг похожей на Солнце звезды, видимой в созвездии Возничего и расположенной от нас на расстоянии около 600 световых лет, с периодом всего 26 часов. Масса WASP 12b, согласно вычислениям, на 40% больше юпитерианской, а средний радиус орбиты составляет всего 2 млн. км — это в 75 раз меньше соответствующего параметра Земли.

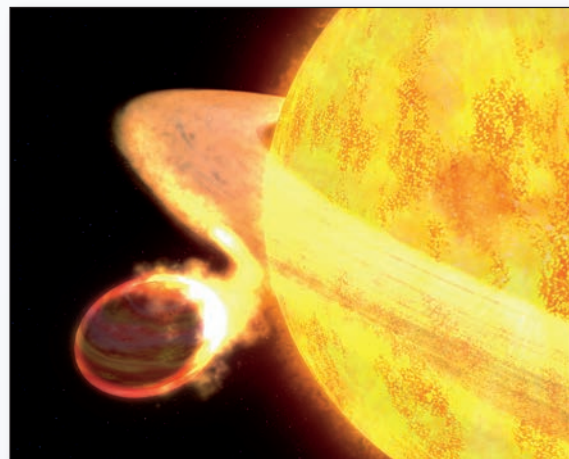
Благодаря столь малому расстоянию до центральной звезды газовый гигант имеет температуру почти 2000°C. Вдобавок он находится в интересных «взаимоотношениях» со своим светилом: оно постоянно «подпитывается» планетной атмосферой. На протяжении земного года с планеты на звезду перетекает $1,9 \times 10^{17}$ тонн вещества, что эквивалентно примерно одной десятиллионной части нашего Юпитера.

«Воровство» было разоблачено после анализа наблюдений в ультра-

фиолетовом диапазоне, проведенных спектрографом COS (Cosmic Origins Spectrograph) орбитального телескопа Hubble, установленным во время последней ремонтной экспедиции (миссия STS-125¹). Он зарегистрировал в спектре звезды линии поглощения магния, алюминия, олова и других сравнительно легколетучих металлов, причем эти линии становились более выразительными, когда между звездой и наблюдателем оказывалась WASP 12b (именно так — по периодическим «затмениям», вызываемым прохождением планеты по звездному диску — она и была обнаружена). Наиболее логичным выглядело предположение о том, что эти металлы изначально присутствовали именно в раскаленной планетной атмосфере, откуда «переселились» на центральное светило.

Следы элементов тяжелее кислорода в спектре планеты, находящейся за пределами Солнечной системы, наблюдались впервые. Несомненно, это связано с ее исключительно высокой температурой. По той же причине ее атмосфера ока-

¹ ВПВ №6, 2009, стр. 16



NASA/ESA/G. Bacon

Примерно так выглядит планета WASP-12b на орбите вокруг своей звезды (иллюстрация).

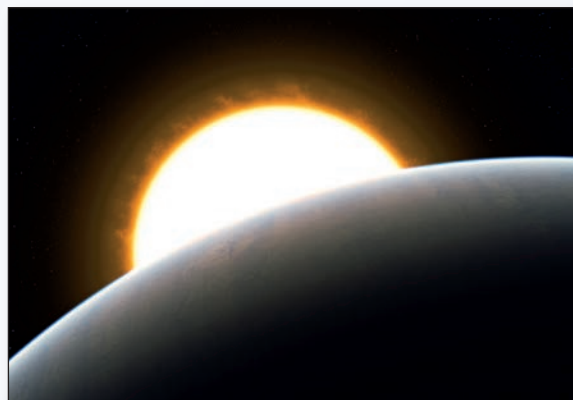
зывается настолько «раздута», что заполняет так называемую «полость Роша», окружающую экзопланету, и начинает перетекать в такую же полость вокруг центральной звезды.² Если перетекание и дальше будет происходить теми же темпами, через очень короткое по вселенским меркам время (порядка сотен тысяч лет) WASP 12b полностью лишится газовой оболочки. А примерно через 10 млн. лет ее орбитальное движение затормозится приливными силами, и она упадет на свою звезду.

Источник:

Hubble Finds a Star Eating a Planet, NASA Press Release 05.20.10.

² В системах двойных звезд подобные процессы известны уже достаточно давно — ВПВ №2, 2006, стр. 9

Сверх-ураган на далекой планете



ESO/L. Calçada

Результаты сверхточных измерений говорят о том, что в атмосфере планеты HD 209458b с чудовищными скоростями дуют ветра — со стороны невероятно разогретого полушария, постоянно обращенного к светилу, в сторону полушария, где царит вечная ночь.

Экзопланета HD 209458b, вращающаяся с периодом 3,5 суток вокруг звезды «солнечного типа» в созвездии Пегаса по орбите радиусом 6,7 млн. км (это в 22 раза меньше среднего расстояния от Земли до Солнца), стала первым подобным объектом, открытым методом транзита — по незначительному ослаблению света центральной звезды

во время прохождения планеты по ее диску.¹ Соответственно исследования этого объекта (первого из известных «горячих Юпитеров») в настоящее время продвинулись уже достаточно далеко.

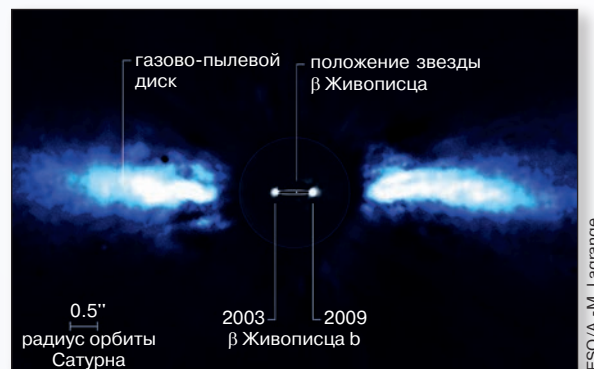
«Горячими Юпитерами» принято называть газовые гиганты, расположенные очень близко к центральной звезде и разогреваемые за счет этого до высоких температур — в случае HD 209458b, например, более чем до тысячи градусов Цельсия. Огромный поток энергии, щедро «проливающийся» на планету, теоретически должен вызывать в ее атмосфере мощные конвек-

¹ Эта планета вскоре после открытия получила неофициальное имя «Осирис» — ВПВ №4, 2004, стр. 10

Вторая экзопланета «в движении»

Звезда β Живописца, расположенная в 63 световых годах от Солнца и в 9 раз превосходящая его по светимости, стала одной из первых, вблизи которой инфракрасный телескоп IRAS¹ еще в 1983 г. обнаружил газово-пылевой диск. О том, что внутри него вращается массивная планета, астрономы догадывались уже давно: об этом свидетельствовал тот факт, что в центре диска существует свободное от пыли пространство, «расчищенное» гравитацией некоего компактного тела. В 2003 г. это тело даже вроде бы удалось зарегистрировать на снимках в ближнем ИК-диапазоне, полученных с помощью инструментов Европейской Южной обсерватории (ESO) в Чили. Дополнительные доказательства существования экзопланеты предоставил тремя годами позже космический телескоп Hubble: на присланных им

¹ ВПВ №9, 2009, стр. 7



изображениях было четко видно наличие не одного, а двух пылевых дисков, плоскости которых пересекаются под небольшим углом.² Главным аргументом «против» была отнюдь не молодость β Живописца — оценки ее возраста лежат в пределах 8-20 млн. лет. Ранее считалось, что за такой короткий период крупные планетоподобные тела возле звезды просто не успеют сформироваться.

В последующие годы сотрудники ESO проводили исследования β Живописца, используя систему адаптивной оптики NACO, установленную на Очень большом телескопе (VLT), и специальный коронограф, блокирующий яркий звездный диск, но делающий видимыми его ближайшие окрестности. Длительное время изображение «подозрительного» объекта на снимках отсутствовало, но осенью 2009 г. оно снова появилось — только уже с другой стороны звезды. Следовательно, планета за 6 лет совершила около половины оборота вокруг центрального тела, опять став доступной наблюдениям с Земли. По предварительным оценкам, пол-

² ВПВ №7, 2006, стр. 27

ный период ее обращения должен быть не менее 15 лет, а среднее расстояние до звезды равно 8-15 а.е., что сравнимо со средним радиусом орбиты Сатурна.

Первые непосредственные снимки планет вблизи других звезд были получены в 2008 г.,³ причем одна из них — газовый гигант, вращающийся вокруг яркой звезды Фомальгаут — была даже запечатлена «в динамике»,⁴ однако небольшой по сравнению с орбитальным периодом отрезок времени, в течение которого она наблюдается, пока не дает возможности уточнить ее физические параметры. Ранее экзопланеты обнаруживались исключительно косвенными методами (главным образом благодаря их гравитационному воздействию на центральную звезду, вызывающему изменение ее лучевой скорости и соответственно периодический сдвиг линий в ее спектре).

³ ВПВ №11, 2008, стр. 2; №11, 2008, стр. 16

⁴ ВПВ №11, 2008, стр. 17

тивные потоки. Это предположение было подтверждено в результате наблюдений, проведенных с помощью криогенного инфракрасного спектрографа высокого разрешения CRIRES (Cryogenic InfraRed Echelle Spectrograph), установленного на Очень большом телескопе Европейской Южной Обсерватории (VLT ESO).

Спектрограф с огромной точностью — около тысячной доли процента — измерял положение линий поглощения молекул угарного газа (монооксида углерода CO) в спектре звезды в то время, когда ее «затмевала» экзопланета. Линии оказались необычно сильно сдвинуты относительно расчетного положения благодаря эффекту Допле-

ра.² Это означало, что частицы вещества, поглощающего свет, движутся с большой скоростью вдоль луча зрения, то есть в атмосфере HD 209458b бушуют ветра, временами разгоняющиеся до 5-10 тыс. км/ч — земные ураганы по сравнению с ними выглядят легким бризом. Столь высокие скорости достигаются из-за огромной разницы между температурами освещенного и неосвещенного полушария планеты, всегда повернутой к своему светилу одной стороной.

² Эффект Доплера заключается в увеличении длины волн любой природы (в т.ч. электромагнитного излучения), если источник волн удаляется от наблюдателя, и уменьшении — если он приближается. ВПВ №12, 2006, стр. 6; №5, 2009, стр. 5

Вдобавок с помощью спектральных наблюдений астрономы убедились, что газовая оболочка HD 209458b содержит много соединений углерода, а следовательно, она похожа на атмосферы Юпитера и Сатурна. Соответственно можно предположить, что эти тела сформировались в ходе одинаковых эволюционных механизмов. Удалось также точно определить орбитальную скорость экзопланеты, что позволило вычислить ее массу — она составляет 190 масс Земли, что, в общем, типично для газового гиганта.

Источник:

VLT Detects First Superstorm on Exoplanet. ESO Press Release, 23 June 2010.

Эпсилон Возничего: завеса приоткрывается

NASA/JPL-Caltech

Данные, полученные космическим телескопом Spitzer и массивом радиотелескопов CHARA, приблизили астрономов к разгадке тайны переменной звезды Алмааз (ϵ Возничего), блеск которой каждые 27 лет падает почти на одну звездную величину и остается таким примерно полтора года, после чего снова возвращается к прежнему значению.¹ С момента открытия переменности этого объекта прошло уже почти 200 лет, но только сейчас ученые могут предложить его модель, хорошо согласующуюся с результатами наблюдений.

Модель, включающая в себя две звезды, одна из которых окружена полупрозрачным пылевым диском, признана вполне рациональной, однако до сих пор не были понятны многие ее детали. В частности, получалось, что главным компонентом системы является желтый гигант класса F, в 20 раз более тяжелый, чем Солнце, а вокруг него вращается вдвое более легкий белый гигант спектрального класса B5V, находящийся в центре затмевающего диска. Но в такую «конструкцию» плохо вписывалась орбитальная динамика системы — затмения в ней должны были бы происходить чаще. Частично снимающее это противоречие предположение о том, что в центре диска находится черная дыра, опровергалось тем фактом, что в подобной ситуации неизбежно должна иметь место аккре-

ция вещества (падение на центральное тело с выделением большого количества энергии), сопровождающаяся излучением в рентгеновском диапазоне, чего на самом деле не наблюдается.

Используя радиоинтерферометр высокого разрешения CHARA (Center for High Angular Resolution Astronomy), астрономы достоверно установили, что звезда класса В в системе действительно присутствует и окружена тороидальным облаком пыли. Интересным оказалось другое: именно эта звезда (ее масса в 5–6 раз больше солнечной) является самым массивным компонентом ϵ Возничего. Вокруг нее, в свою очередь, вращается более яркий компонент — супергигант класса F, который всего вдвое превышает наше светило по массе, но зато примерно в 300 превосходит его по диаметру. Если бы он оказался на месте Солнца, то поглотил бы все внутренние планеты до Марса включительно. Такие объекты называют «умирающими звездами»: они находятся на последних стадиях своей активной эволюции — далее следует превращение в белый карлик и сброс внешних оболочек, образующих впоследствии планетарную туманность.² Каждые 27 лет супергигант «прячется» за пылевой диск, вращающийся вокруг более тяжелого компонента. Этот диск, в свою очередь, «рассмотрел» инфракрасный телескоп Spitzer,³ причем полученная им информация позволила не

просто зарегистрировать слабое излучение облака межзвездной пыли, но и определить его размеры: оказалось, что наибольший радиус тора примерно в полтора раза больше среднего радиуса орбиты Юпитера. Но при своих солидных «габаритах» диск содержит сравнительно немного вещества — его масса не достигает одной десятой части массы Земли.

Несмотря на заметный прогресс в понимании устройства системы ϵ Возничего, много вопросов до сих пор остаются открытыми. Например, ученых интересует состав частиц пыли и их средний размер, степень их нагрева в зависимости от расстояния до центральной звезды и ее гигантского спутника, неравномерность распределения пыли в пространстве (из-за которой затмения Алмаза каждый раз продолжаются разное время). Впрочем, нынешний период «потемнения» необычной звезды закончится только в следующем году; вдобавок современная техника позволяет подробно исследовать ее и в промежутках между затмениями, причем такие наблюдения, несомненно, будут иметь самостоятельную научную ценность. Следует добавить, что свои нынешние выводы специалисты сделали не только на основании данных, полученных большими профессиональными инструментами, но и с привлечением многочисленных любительских снимков и оценок блеска.

¹ ВПВ №1, 2010, стр. 18

² ВПВ №5, 2005, стр. 6; №5, 2008, стр. 9

³ ВПВ №10, 2009, стр. 4

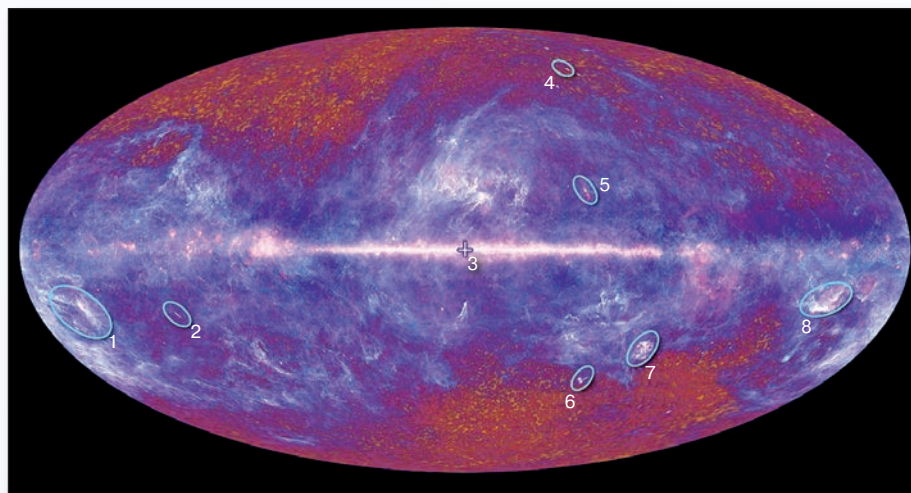
Обсерватория Planck оправдала ожидания

Европейский космический телескоп Planck закончил свой первый полный обзор неба в микроволновом диапазоне. После запуска 14 мая 2009 г. ракетой-носителем Ariane 5¹ он достиг окрестностей лагранжевой точки L₂ системы Солнце-Земля,² наиболее удобной для выполнения его научной программы.

По результатам годовой работы телескопа создано представленное здесь изображение всей небесной сферы, в так называемой проекции Мольвейде,³ охватывающее как самые дальние уголки Вселенной, так и ближайшие, по космическим меркам, области нашей Галактики, окутанные паутиной газово-пылевых облаков. Огромное количество полученной новой информации скрывает множество настоящих сокровищ для астрономов.

Диск Млечного Пути, в плоскости которого мы находимся, пересекает изображение яркой горизонтальной полосой. Огромные клочковатые облака холодной пыли, «населяющие» нашу Галактику и ее окрестности, представлены в голубом цвете. В этой пылевой среде присутствует множество невидимых в оптическом диапазоне очагов звездообразования. С помощью телескопа Planck уже идентифицировано большое количество отдельных светил, которые стоят на пороге рождения или только что «зажглись». Изучение пылевой составляющей Млечного Пути представляет огромный интерес еще и потому, что из нее формируются планетоподобные тела, по составу похожие на Землю.

Этот аспект миссии Planck, несомненно, важен сам по себе, однако главная цель, для которой телескоп был отправлен в космос — исследование реликтового микроволнового излучения, оставшегося со времен Большого взрыва, когда горячее вещество Вселенной, постепенно остывая, стало прозрачным для электромагнитных квантов. Пятнистый красный фон, частично скрытый голубой «паутиной», как раз и несет в себе наиболее ценную



ESA/LFI & HFI Consortia

Полное изображение небесной сферы, полученное обсерваторией Planck за 12 месяцев наблюдений в широком диапазоне электромагнитного спектра — от 30 до 857 ГГц.

На высоких галактических широтах (особенно в верхней части панорамы) заметны слабые вариации температуры реликтового микроволнового фона, отражающие неоднородности распределения вещества в молодой Вселенной. Значительную часть изображения занимает диффузное излучение межзвездного газа и пыли. Яркое свечение облаков холодной пыли в этих диапазонах длин волн делает хорошо видимыми некоторые соседние галактики — Большое и Малое Магеллановы Облака, а также Туманность Андромеды (короткий серебристый штрих в левой части, снизу от главной плоскости Млечного Пути).

- 1 — комплекс газово-пылевых облаков в Персее; 2 — Туманность Андромеды (M31); 3 — центр нашей галактики Млечный Путь; 4 — 3C273 — квазар в созвездии Девы; 5 — радиогалактика Центавр А; 6 — Малое Магелланово Облако; 7 — Большое Магелланово Облако; 8 — комплекс газово-пылевых облаков в Орионе

информацию. Это первый свет Вселенной, «пролившийся» примерно 13,3 млрд. лет назад — в те времена, когда еще не существовало звезд. Астрофизиков интересуют неоднородности этого излучения, содержащие очень много информации о ранних стадиях эволюции нашего мира, когда малейшие флуктуации плотности вещества определили ту крупномасштабную структуру Вселенной (распределение в пространстве галактик и их скоплений), которую мы наблюдаем сегодня.⁴ Поэтому излучение шлейфов галактической пыли в последующем будет удалено цифровой обработкой, чтобы микроволновый фон на заключительном изображении предстал перед учеными во всей своей красе.

Полученный по итогам первого обзора результат — лишь грубый набросок той картины, которую будут иметь в своем распоряжении астрономы после завершения мис-

сии. Как пояснил научный руководитель проекта Ян Таубер (Jan Tauber), уже имеющиеся данные позволяют подтвердить некоторые открытия, сделанные на основании данных «предшественника» телескопа Planck — зонда WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe).⁵ С более высоким разрешением отснято загадочное «холодное пятно» — довольно крупная аномалия. «Ее легко заметить на изображениях, которые мы только что опубликовали, — констатировал Таубер. — Теперь совершенно ясно, что это реально существующий объект».

До 2012 г. исследователи планируют выполнить еще три полных обзора неба, в результате чего распределение реликтового излучения будет измерено с рекордным угловым разрешением (до 10") и точностью 10⁻⁶ по температуре реликтовых квантов, что значительно превышает достижения предыдущих миссий.

¹ ВПВ №5, 2009, стр. 2

² ВПВ №3, 2009, стр. 30

³ ВПВ №5, 2010, стр. 9

⁴ ВПВ №4, 2010, стр. 4; №5, 2010, стр. 4

⁵ ВПВ №5, 2010, стр. 6

Воды на Луне хватит надолго

Прибор Mini-SAR (миниатюрный радар с синтетической апертурой), установленный Американским аэрокосмическим агентством NASA на индийском луннике «Чандраян-1»,¹ зарегистрировал вблизи северного полюса Луны более 40 кратеров, содержащих водяной лед. Размеры кратеров составляют от 2 до 15 км. Их дно никогда не освещается Солнцем, и там царит вечный холод, препятствующий испарению воды в космическое пространство. По предварительным оценкам, в северной полярной области естественного спутника Земли может залежать до 600 млн. тонн льда, чего вполне достаточно для функционирования долговременной обитаемой лунной базы.

Содержание замерзшей воды в грунте определялось по степени круговой поляризации радиоволн отраженного сигнала. Радиолуч, посылаемый к поверхности Луны, уже был предварительно поляри-

зован, и «в нормальных условиях» отражался от нее с хаотически ориентированной плоскостью поляризации. Другая ситуация складывалась при отражении от относительно «свежих» выбросов породы из молодых ударных кратеров: возвращающийся луч в значительной степени был поляризован в направлении, противоположном исходному. Этот эффект должен дополнительно усиливаться, если породы содержат заметное количество льда.

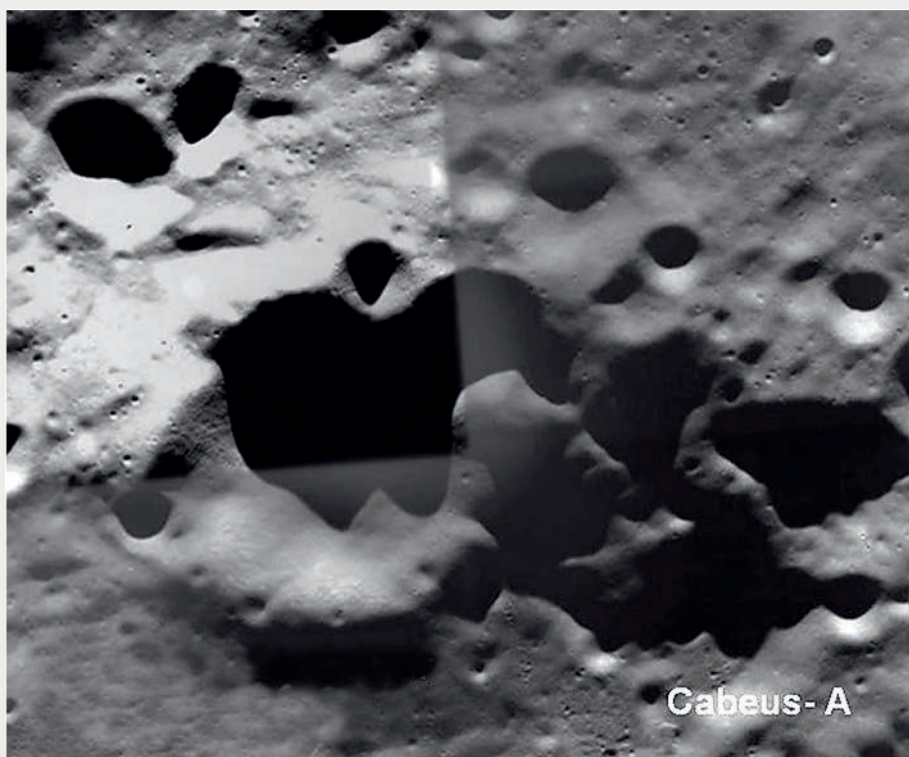
В основном сильными поляризующими свойствами обладает лунный грунт в окрестностях и внутри молодых ударных образований. Однако в полярной области сигнал, отраженный от кратерного дна, часто был поляризован значительно сильнее, чем отраженный от поверхности за пределами кратера, «укрытой» материалом выбросов. Единственным разумным объяснением может быть тот факт, что в глубине имеется дополнительное количество «поляризатора» — то есть водяного

льда. Современные представления о процессах планетообразования исключают возможность того, что он остался там со времен формирования Луны: когда она была горячей, ее слабая гравитация не могла удержать молекулы воды от «убегания» из лунного поля тяготения (значительная их часть позже «переселилась» на более тяжелую Землю). По-видимому, уже после остывания нашего естественного спутника холодные глубины приполярных кратеров «пополнялись» льдом за счет намерзания водяного пара, возникающего при падении комет, или адсорбции из межпланетного пространства, где вода присутствует, например, как продукт испарения тех же кометных ядер. Может иметь место и следующий процесс, ранее предсказанный теоретически: протоны, испускаемые Солнцем (так называемый «солнечный ветер»), сталкиваясь с частицами лунного грунта, реагируют с содержащимися в нем атомами кислорода, образуя воду. Часть этой воды остается на Луне, сконденсировавшись опять-таки на самых холодных участках ее поверхности.

Руководитель исследований Пол Спудис из хьюстонского Института Луны и планет (Paul Spudis, Lunar and Planetary Institute, Houston, Texas) весьма воодушевлен полученными результатами: по его словам, если бы найденные ледяные залежи были использованы только для производства кислородно-водородного ракетного топлива, его хватило бы на обеспечение ежедневных пусков системы Space Shuttle на протяжении более двух тысяч лет. Следовательно, полеты на Луну после создания необходимых производственных мощностей не будут такими энергозатратными, как миссии Apollo: отпадает необходимость везти с собой запас горючего «на обратную дорогу». Вдобавок дальнейшие исследования лунного льда прольют свет на много непонятных моментов эволюции Солнечной системы.

Источник:

Paul Rincon/BBC News



Этот снимок кратера Кабей А, расположенного вблизи южного лунного полюса, получен европейским космическим аппаратом SMART-1. Дно кратера не освещается Солнцем, и температура его поверхности никогда не превышает -240°C — это одно из самых холодных мест Солнечной системы. Именно сюда 9 октября 2009 г. в ходе эксперимента по обнаружению залежей водяного льда рухнул американский зонд LCROSS (ВПВ №11, 2009, стр. 19).

Следы океанов в марсианских глубинах

Европейский аппарат Mars Express¹ и американский Mars Reconnaissance Orbiter² (MRO) представили ученым очередные доказательства того, что нынешнее северное полушарие Красной планеты в прошлом было почти полностью затоплено водой. Ранее присутствие воды отмечалось главным образом в южном полушарии, где она оставила многочисленные следы в виде речных русел, песчаных наносов и слоистых отложений,³ а также повлияла на его минеральный состав, характеризующийся обилием глин и так называемых филлосиликатов, образующихся только в присутствии жидкой воды.

Приборы обоих космических аппаратов зарегистрировали глинистые минералы также на северных марсиан-

ских равнинах. Правда, там они чаще всего находятся не на поверхности, а под слоем вулканических пород, и поэтому обнаруживаются только на дне ударных кратеров, возникших при падении на соседнюю планету астероидов и комет. Впервые эта информация была получена спектрометром OMEGA, установленным на европейском спутнике. С ней хорошо согласовывались данные спектрометра CRISM (Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer for Mars), которым оборудован MRO. Этот инструмент исследовал более 90 кратеров, расположенных в низменностях северного полушария, и в 9 случаях достоверно «разглядел» присутствие искомых глин. Их открытие говорит о том, что миллиарды лет назад весь Марс был достаточно влажным, а какая-то его часть наверняка представляла собой обширный океан.⁴

Вдобавок структура северных равнин позволила исследователям заглянуть в далекое прошлое планеты. Судя по всему, эти равнины образовались после столкновения Марса с крупным астероидоподобным телом, и только потом были затоплены водой. С другой стороны, вулканические породы «укрыли» донные осадки уже после того, как высохли марсианские водоемы. Поскольку активный вулканизм на Красной планете прекратился около 2 млрд. лет назад,⁵ это значительно сужает промежуток времени, на протяжении которого на ней могла существовать жизнь, подобная земной. Впрочем, в отдельных областях Марса жидкая вода присутствовала еще достаточно долго, но условия там в это время явно были слишком жесткими даже для простейших одноклеточных организмов.

¹ ВПВ №10, 2006, стр. 8; №9, 2009, стр. 21

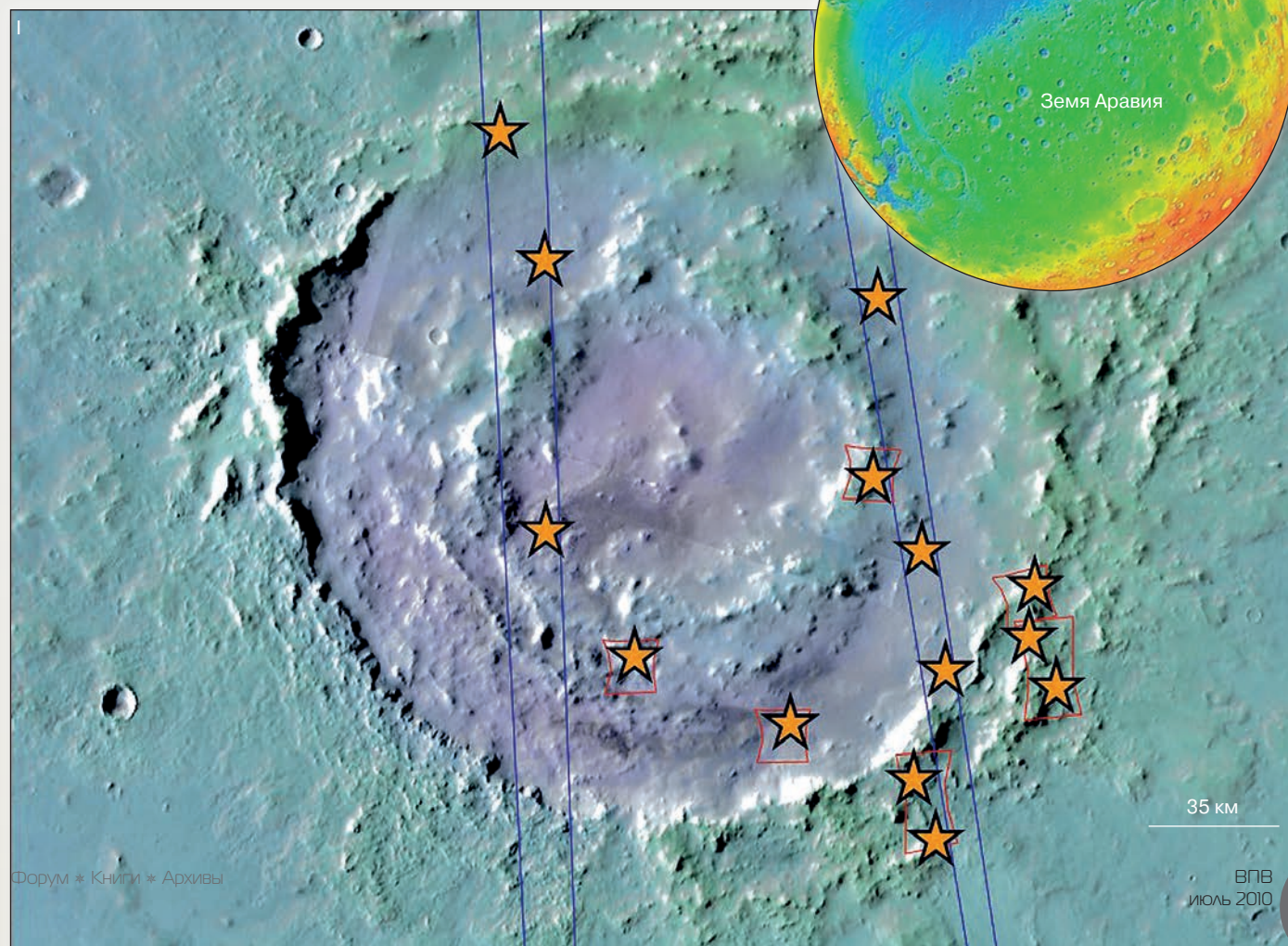
² ВПВ №10, 2006, стр. 11

³ ВПВ №10, 2005, стр. 16; №7, 2007, стр. 14

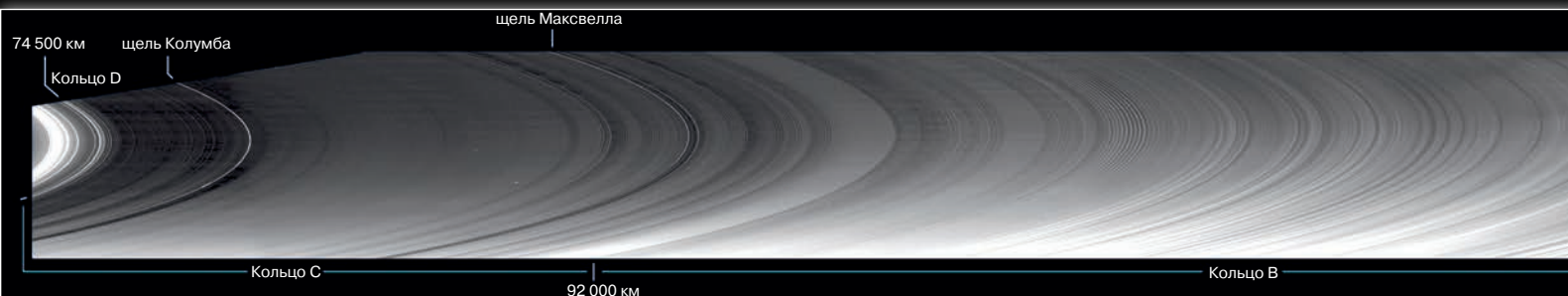
⁴ ВПВ №7, 2007, стр. 12

⁵ ВПВ №1, 2008, стр. 15

Дно 235-километрового кратера Лию (Lyot) — один из 9 регионов северного марсианского полушария, где обнаружены глинистые минералы (в местах, отмеченных звездочками), отложения которых возникли в древние времена и позже были засыпаны вулканическими породами. Правда, по некоторым данным, жидкая вода существовала здесь еще долгое время после того, как остальной Марс «высох» (ВПВ №5, 2009, стр. 30). Синими линиями обозначены участки, исследованные спектрометром OMEGA, красными контурами — спектрометром CRISM.



MOLA Science Team, NASA



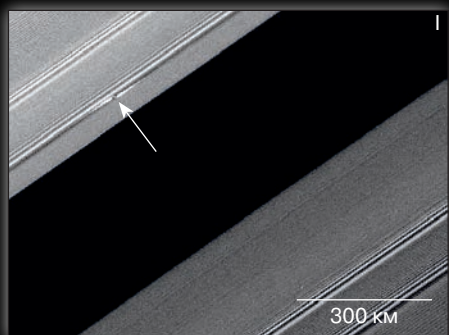
Маленькие луны и «пропеллеры» в кольцах Сатурна

Специалисты NASA, используя снимки, переданные космическим аппаратом Cassini, исследовали новый класс спутников Сатурна, образующих характерные пропеллерообразные структуры в более-менее однородной «ткани» колец. Удалось также уточнить орбиты индивидуальных объектов. Полученные результаты опубликованы 8 июля в журнале *Astrophysical Journal Letters*.

«Двухлопастные пропеллеры» были впервые обнаружены в 2006 г.¹

¹ ВПВ №4, 2006, стр. 24

Пропеллерообразные структуры, запечатленные Cassini со стороны неосвещенной (I) и освещенной Солнцем (II) поверхности колец. Эти структуры создаются маленькими сатурнианскими лунами («moonlet»), которые невозможно различить на снимках.



в так называемом «пропеллерном поясе» в середине кольца A. Они обязаны своим появлением новому классу малоразмерных сатурнианских лун, для которых придумали неофициальное название «moonlet». Они ненамного крупнее частиц кольца, но, тем не менее, уже способны освобождать от них пространство в своих непосредственных окрестностях. С другой стороны, эти спутники (их количество оценивается миллионами) недостаточно велики, чтобы очистить для себя целый замкнутый «просвет» в кольце, как это сделали Пан или Дафна.²

Собственно «пропеллеры» имеют длину порядка нескольких тысяч километров и ширину в десятки километров. Спутники «выталкивают» материал кольца примерно на 500 м выше и ниже его главной плоскости, толщина которой, как правило, не превышает 10 м. Специалисты-планетологи сходятся во мнении, что подобные процессы имели место

² ВПВ №6, 2009, стр. 23

Самый подробный снимок Дафны, полученный 5 июля 2010 г. и отправленный на Землю 6 июля.

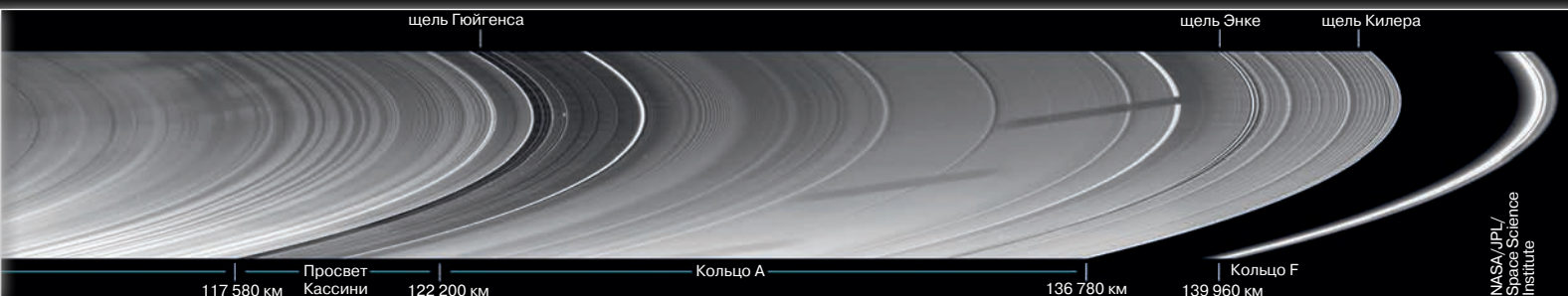


во времена «молодости» Солнечной системы, когда из газово-пылевого протопланетного диска начали формироваться первые компактные тела (вначале это были почти исключительно небольшие протокометы).

Орбита Cassini пролегает слишком далеко от «пропеллерного пояса», чтобы на снимках можно было различить сами спутники, поэтому их диаметр оценивается по гравитационному влиянию на частицы колец — в большинстве случаев он не достигает 1 км. Согласно подсчетам, приведенным в нескольких научных работах, в более удаленной от Сатурна области кольца A расположены десятки «пропеллеров». 11 из них были зарегистрированы в период с 2005 по 2009 г. Один, получивший имя «Блерио» в честь знаменитого французского авиатора начала XX века Луи Блерио (Louis Bleriot), замечен более чем на сотне снимков. Это впервые позволило отследить орбитальные параметры объектов кольца на протяжении многих лет. За четыре года они заметно изменились, но ученые пока не могут назвать причину этого. Вероятнее всего, на движение «малых лун» влияют столкновения с мелкими частицами колец. Не стоит также исключать и гравитационное воздействие более крупных внешних спутников.

6 июля аппарат Cassini передал лучший снимок спутника Дафны, «ответственного» за образование узкой щели во внешней области кольца A. Неполное совпадение плоскости колец и орбиты спутника в сочетании с различиями орбитальных периодов создают своеобразную зубчатую структуру на внутренней кромке кольца, хорошо видимую на снимке. Дафна имеет диаметр 9 км, ширина щели Килера (Keeler Gap), внутри которой она движется, достигает 42 км.

По материалам NASA



Панорама колец Сатурна, составленная из 15 снимков, сделанных в период равноденствия, позволила ученым не только по-новому взглянуть на природу уже известных явлений, но и открыть немало новых. «Волны» в самом широком кольце В, сфотографированные зондом Cassini еще в самом начале его работы в системе планеты, прекрасно различимы на данной панораме. Вблизи ее центра хорошо заметны детали, о которых было известно со времен наземных наблюдений, но астрономы долго не хотели верить в их существование. Это масштабные радиальные структуры («спицы»), состоящие из мелких частиц, «висящих» над плоскостью колец.

Во время сатурнианского равноденствия кольца расположены ребром по отношению к Солнцу и лучи света освещают их под очень острым углом, поэтому некоторые участки широкого просвета Кассини, обычно прозрачного (темного), на этом снимке выглядят яркими дугами. По той же причине «заполнился» и казавшийся ранее пустым просвет Энке в кольце А. За время съемки панорамы на кольцах трижды оставила свой «отпечаток» Диона — четвертый по величине спутник Сатурна — в виде сильно вытянутой тени.

Снимки, из которых составлена мозаика, были сделаны 10 августа 2009 г. в видимом свете узкоугольной камерой космического аппарата Cassini с расстояния 868 тыс. км. Масштаб изображения — 5 км на пиксель. Следующее равноденствие на «окольцованной планете» наступит только через 14 лет.

Cassini: рекордное сближение с Титаном

Свой 71-й пролет возле Титана — самого крупного спутника планеты Сатурн¹ — американская межпланетная станция Cassini совершила на беспрецедентно малом расстоянии, пройдя в 880 км от его поверхности. Впервые космический аппарат оказался ниже границы ионосферы этого небесного тела, немного «не достав» до верхних слоев его атмосферы. Такой сложный маневр был проведен для того, чтобы попытаться установить, обладает ли Титан собственным магнитным полем, наличие которого могло бы указывать на существование под ледяной корой спутника обширных океанов соленой воды.²

Атмосфера Титана имеет толщину около 400 км (выше простирается только сильно разреженная водородная «корона») и содержит несколько слоев углеводородного «смога», из-за чего этот спутник является единственным подобным объектом Солнечной системы, поверхность которого невозможно наблюдать в оптическом диапазоне. Ионосфера Титана имеет более сложную структуру, чем земная. Ее основная часть располагается на высоте 1200 км — выше этой границы в пространстве доминирует мощное магнитное поле Сатурна (среднее расстояние между планетой и спутником равно 1 млн. 222 тыс. км, или 20,3 сатурнианских радиусов). Неожиданностью стало открытие второго — нижнего — слоя титанианской ионосферы, лежащего между отметками 40 и 140 км с максимумом электропроводности на высоте 60 км.

Прежние пролеты Cassini происходили на высотах больше 950 км и не выявили у спутника заметного магнитного поля. При 71-м сближении, состоявшемся 21 июня,³ траектория зонда пересекла область, почти полностью огражденную от магнитосферы Сатурна, и приборы межпланетной станции теоретически могли обнаружить даже слабую «подпись» собственной магнитосферы Титана. О результатах расшифровки полученной в ходе эксперимента научной информации ученые обещают отчитаться в ближайшее время.

По материалам NASA

Этот снимок Титана получен зондом Cassini в октябре 2009 г. с расстояния 145 тыс. км.



¹ ВПВ №1, 2005, стр. 20

⁴ ВПВ №4, 2008, стр. 12

³ В программе миссии Cassini этот пролет имеет индекс «T70»

Rosetta исследует второй астероид

10 июля 2010 г. в 18 часов 10 минут по центральноевропейскому летнему времени (16:10 UTC) научно-исследовательский зонд Rosetta, стартовавший 2 марта 2004 г. к комете Чурюмова-Герасименко (67P/Churyumov-Gerasimenko),¹ пролетел на расстоянии 3162 км от астероида 21 Лютеция (21 Lutetia). Относительная скорость зонда в момент сближения составила около 15 км/с. От Земли его и астероид отделяло 3,04 а.е. (455 млн. км).

Европейское космическое агентство (ESA) организовало публичную трансляцию полученных во время пролета изображений в Интернете и на гигантском экране, установленном в парижском Городке науки. Комментировали происходящее ведущие астрономы ESA.

Среди данных, переданных аппаратом Rosetta — более 400 снимков, сделанных камерой OSIRIS. Лучшие кадры имеют разрешение до 60 м на пиксель. На зонде установлено большое количество высокоточного и высокочувствительного оборудования — в частности, спектрометры и радиотелескоп, а также автоматические лаборатории для анализа микрочастиц. Как подчеркивают специалисты ESA, добытая им информация станет ценным вкладом в изучение проблем, связанных с эволюцией Солнечной системы.

Астероид Лютеция представляет собой объект неправильной формы размерами 120×100×90 км (эти значения будут уточняться в процессе обработки снимков), на котором различимы несколько крупных кратеров. Ось его вращения, как у планеты Уран, лежит почти в плоскости орбиты. Ученые надеются, что новые данные помогут им разобраться в вопросах происхождения этого объекта, поскольку классифицировать его по результатам наземных телескопических наблюдений оказалось невозможно. Весьма вероятно, что он относится к «примитивным» телам, мало изменившимся с момента образования. В основном это так

называемые астероиды типа С — к нему принадлежит более 75% малых планет.² Их состав нам известен благодаря самому распространенному классу метеоритов (углистых хондритов), содержащих сравнительно мало элементов с атомным весом больше, чем у кремния. С другой стороны, некоторые наблюдения демонстрируют наличие на поверхности Лютеции признаков металлов, что дало бы возможность отнести ее к типу М (металлические астероиды с высоким содержанием никеля и железа). Не исключено, что она является фрагментом более крупного тела, расколовшегося при космическом столкновении.³

Лютецию открыл 15 ноября 1852 г. немецкий астроном-любитель и художник Герман Голдшмидт (Hermann Mayer Salomon Goldschmidt), проживший большую часть жизни во Франции, с балкона своего парижского дома на улице Ансьен Комеди. Имя астероида происходит от названия древнего по-

селения, находившегося на месте современного Парижа. Это уже второй объект, исследованный зондом Rosetta по пути к своей главной цели — первым был астероид Штейнс (2867 Šteins), мимо которого аппарат 5 сентября 2008 г. пролетел на расстоянии 800 км.⁴ Кроме того, еще раньше Rosetta осуществила четыре гравитационных маневра — три в поле тяготения Земли⁵ и один в окрестностях Марса.⁶

До настоящего времени самым крупным малым телом Солнечной системы, с которым сближался какой-либо рукотворный аппарат, был астероид Матильда (253 Mathilde): 27 июня 1997 г. в 1200 км от него прошел американский зонд NEAR-Shoemaker.⁷ Размеры Матильды — 66×48×46 км.

Новые данные о Лютеции будут представлены в конце сентября этого года в Риме на конференции европейских планетологов, объединенных сетью Europlanet.

⁴ ВПВ №10, 2008, стр. 22

⁵ ВПВ №4, 2005, стр. 25; №12, 2007, стр. 20

⁶ ВПВ №3, 2007, стр. 10

⁷ ВПВ №1, 2008, стр. 27



ESA 2010 MPS for OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA/RSSD/INTA/UPM/DASP/IDA

¹ Первоначально целью миссии должна была стать комета Виртанена (46P/Wirtanen) — ВПВ №2, 2004, стр. 14



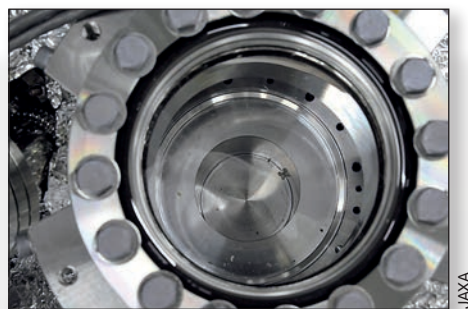
*Лутетия с расстояния около 3200 км.
Разрешение — 60 м на пиксель.*

Что привез «Хаябуса»?

Спускаемый аппарат японского зонда «Хаябуса», благополучно вернувшийся на Землю 13 июня 2010 г. после феерически невезучего путешествия к астероиду Итокава (25143 Itokawa) и обратно,¹ прилетел не «с пустыми руками». Специалисты японского агентства по исследованиям космоса JAXA начали открывать контейнер с образцами 24 июня. На его крышке был найден десяток частиц диаметром около 1 мм, видимых

невооруженным глазом. Помимо этих десяти крупинок, при помощи электронного микроскопа исследователи обнаружили две частицы размером чуть больше десяти микрон. Возможно также, что в контейнере есть и более мелкие частицы. Как полагают ученые, их анализ будет возможен при диаметре хотя бы 5 мкм (0,005 мм). С другой стороны, высказываются опасения, что во время запуска зонда в мае 2003 г.² контейнер, пред-

назначенный для сбора астероидного вещества, был открыт, и его могло загрязнить вещество вполне земного происхождения.



Исследователи пока не могут однозначно утверждать, что частицы, найденные в контейнере, прибыли с астероида Итокава.

¹ ВПВ №6, 2010, стр. 18

² ВПВ №3, 2009, стр. 33

«Пришельцы» в Солнечной системе

Внепрестанных поисках «пришельцев» из других звездных систем ученые обнаружили еще одно доказательство того, что кометы — и без того самые необычные члены «солнечной семьи» — вполне могут претендовать на эту роль. Точнее говоря, обширное облако Эпика-Оорта, из которого к нам время от времени прилетают «хвостатые звезды», представляет собой смесь «чужих» и «своих» объектов с вероятным преобладанием первых. Ранее подозрения в «чужеродности» высказывались относительно ярких комет Хякутаке (C/1996B2 Hyakutake) и Хэйла-Боппа (C/1995O1 Hale-Bopp), возвращающихся к Солнцу раз в не-

сколько тысяч лет; недавно выяснилось, что таковыми могут быть и объекты на совсем короткопериодических орбитах (96P/Machholz³).

Картина стала выглядеть интереснее после анализа компьютерной модели эволюции Солнечной системы, созданной сотрудниками американского Юго-западного исследовательского института (Southwest Research Institute, San Antonio, Texas), канадского Университета Квинс (Queen's University, Kingston, Ontario) и французской Обсерватории Лазурного берега (Observatoire de la Cote d'Azur). Сейчас

³ ВПВ №12, 2007, стр.

ученые почти не сомневаются в том, что наше светило сформировалось в составе достаточно плотного рассеянного звездного скопления.⁴ Такие скопления во множестве наблюдаются в областях звездообразования в нашей и других галактиках.⁵ Модель показывает, что первыми в них должны были возникнуть горячие массивные звезды, сразу начавшие своим мощным излучением «разбрасывать» в разные стороны окружающие их протопланетные туманности (фактически те же «кометные резервуары»).

Во времена молодости нашего светила его «родительское» скопление было значительно компактнее, поэтому солнечной гравитацией было захвачено множество рассеивающихся в пространстве кометоподобных тел, ранее принадлежавших другим звездным системам. Этим объясняется тот факт, что масса облака Эпика-Оорта, оцененная на основании подсчета частоты появления новых комет, получается больше, чем предсказывают модели, не учитывающие механизм «захвата».

После окончательного распада «звездных яслей» Солнце уже не могло так свободно обмениваться веществом с другими звездами, ранее находившимися к нему намного ближе. В настоящее время «свежие» чужеродные кометы в нашем кометном облаке практически не появляются, так как их большие относительные скорости позволяют им избежать «пленения» солнечной гравитацией.



Возможно, эта «хвостатая гостья» — комета Макнота (C/2006 P1 McNaught) — миллиарды лет назад «переселилась» к нам из окрестностей другой звезды.

⁴ ВПВ №8, 2008, стр. 7; ⁵ ВПВ №11, 2008, стр. 4

Последние старты шаттлов снова отложены

NASA официально объявило о переносе на более поздние сроки двух оставшихся запусков космических «челноков», в ходе которых на Международную космическую станцию будут доставлены запасные части, а также грузовой модуль Leonardo — он войдет в состав МКС в качестве склада. Этот модуль должен отправиться в космос на борту Discovery во время его последнего полета.

На переносе стартов настояли специалисты, занимающиеся подготовкой шаттлов к полетам: им потребовалось больше времени для того, чтобы привести в порядок все отправляемое на орбиту оборудование.¹ Модуль Leonardo использовали в ходе нескольких последних экспедиций в качестве контейнера, который пристыковывался к МКС, после чего астронавты и космонавты переносили грузы из него на станцию.² Теперь же Leonardo переоборудуют таким образом, чтобы он стал ее частью.

Согласно новому графику стартов, Discovery полетит к орбитальному комплексу 1 ноября (первоначально его запуск был запланирован на середину сентября). Последним из американских многоразовых кораблей в космос отправится Endeavour — вместо ноября это произойдет только 26 февраля 2011 г. Для старта выбрано наиболее удобное «окно» между моментами стыковки с МКС российских пилотируемых «Союзов», беспилотных «Прогрессов» и возможным полетом второго европейского грузового корабля.

Между тем руководство NASA заявило, что по-прежнему рассматривает вариант «сверхпланового» старта шаттла с сокращенным экипажем (для этой миссии предполагают задействовать Atlantis), но соответствующее решение будет принято лишь к августу, когда окончательно определится ситуация с двумя официальными запусками.

¹ ВПВ №5, 2010, стр. 27

² ВПВ №12, 2008, стр. 13

«Солярис» может заменить «Коронас-Фотон»

Программа работы единственного российского научного спутника — солнечной обсерватории «Коронас-Фотон», вышедшей из строя в декабре

Сотый старт к МКС

Юбилейный, сотый по счету запуск по программе полетов к Международной космической станции состоялся 16 июня 2010 г. в 1 час 35 минут по московскому времени (15 июня в 21:35 GMT). На околоземную орбиту ракетой-носителем «Союз-ФГ», стартовавшей с космодрома Байконур, был выведен пилотируемый корабль «Союз ТМА-19». Командир корабля — российский космонавт Федор Юрчихин, бортинженеры — американские астронавты Шеннон Уокер (Shannon Walker) и Дуглас Уилок (Douglas Wheelock). 17 июня в 22:21 GMT корабль успешно состыковался со станцией. Он причалил к агрегатному отсеку служебного модуля «Звезда». Процесс сближения и стыковки проводился в автоматическом режиме под контролем специалистов Центра управления полетами и экипажа. После окончания штатных операций космонавт и астронавты перешли на борт МКС, где их встретили Александр Скворцов, Михаил Корниенко и Треиси Колдвелл-Дайсон (Tracy Caldwell Dyson). Таким образом, экипаж МКС снова увеличился до шести человек. В его составе теперь трое граждан Российской Федерации и трое представителей США.

28 июня «Союз ТМА-19» был перестыкован с агрегатного отсека модуля «Звезда» на исследовательский модуль «Рассвет», доставленный недавно шаттлом Atlantis.³ За несколько часов до расстыковки экипаж (Юрчихин, Уокер, Уилок) перешел в корабль и закрыл люки. Операции по отводу «Союза» от МКС, ее облету и после-

³ Это единственный российский модуль МКС, доставленный на орбиту американским шаттлом — ВПВ №6, 2010, стр. 23

прошлого года⁴ — была официально закрыта 30 июня. Об этом сообщил информагентству «Новости» Сергей Кузин, заведующий Лабораторией рентгеновской астрономии Солнца Физического института имени Лебедева (ФИАН), участвовавшей в разработке аппарата. Между тем, по данным других источников, секция «Солнеч-

⁴ ВПВ №1, 2010, стр. 10



«Союз ТМА-19» пристыкован к «Рассвету».

дующей стыковке выполнял командир корабля Федор Юрчихин с использованием системы ручного управления. Систему автоматического сближения и стыковки на российском модуле активизируют после выхода в открытый космос, запланированный на конец июля, после чего «Союзы» будут пристыковываться к нему в автоматическом режиме.

К освободившемуся стыковочному узлу «Звезды» 4 июля причалил грузовой корабль «Прогресс М-06М», старт которого состоялся 30 июня в 19:35 по московскому времени (15:35 GMT). Первоначально эта стыковка была запланирована на 2 июля, однако в тот день при отработке режима автоматического сближения «грузовика» со станцией на расстоянии около двух километров его бортовой компьютер сформировал команду на запрет дальнейших динамических операций. «Прогресс М-06М» был отведен на безопасную позицию для осуществления повторной попытки стыковки, завершившейся успешно. Он доставил на МКС более 2600 кг различных грузов, в числе которых — топливо для двигательной установки станции, запасы сжатого кислорода, продукты питания, вода, научная аппаратура, дополнительное оборудование для российского и американского сегментов, а также посылки для экипажа.

ная система» Совета по космосу Российской Академии Наук в конце марта рекомендовала включить в Федеральную космическую программу проект новой солнечной обсерватории «Солярис». Головной научной организацией, ответственной за формирование комплекса научной аппаратуры, снова должен стать ФИАН. Запуск новой обсерватории предварительно назначен на 2015 г.

СУПЕРВУЛКАН: темное прошлое или мрачная перспектива?

В.П.В. В.Полов

*Как писатели-фантасты, так и вполне серьезные специалисты написали уже немало сценариев гибели человеческой цивилизации. Большинство из них — мировую ядерную войну, глобальную экологическую катастрофу и даже падение на Землю «залетного» астероида — вполне реально предотвратить согласованными усилиями всего человечества. Но есть в природе и такие угрозы, над которыми человек пока не властен. Более того: в отличие от уже упомянутых сценариев, они уже имели место в действительности, становясь причиной полного вымирания тысяч биологических видов и вплотную подводя популяцию *Homo sapiens* к порогу исчезновения. И эти угрозы таятся в буквальном смысле у нас под ногами.*

Андрей Клянчин

Несмотря на все ощутимые неудобства, доставляемые вулканами тем, кто живет с ними «по соседству», люди все равно селятся у подножий огнедышащих гор: ценность извергаемых из глубин минералов, горячих целебных источников и прочих «побочных эффектов» тако-

го соседства зачастую превосходит более-менее предсказуемые опасности, сопровождающие проявления вулканической активности. В периоды «спокойствия» специалисты не прекращают изучение вулканов, ищут пути свести к минимуму неприятные последствия их извержений. В настоящее время вулканологические обсерватории существуют во многих странах, в которых расположены

вулканы, хотя бы даже давно не извергавшиеся. Результатом их работы, а также исследований в смежных отраслях науки, стало открытие геологических формаций, намного более опасных и, к сожалению, практически неподконтрольных человеку. К таковым в первую очередь относятся супервулканы.

В отличие от вулкана, супервулкан способен произвести извержение

Глоссарий

Рифт — протяженная впадина в земной коре, образующаяся в месте ее разрыва в результате растяжения или продольного сдвига.

Вулканический туф — осадочная горная порода, состоящая из вулканического пепла, вулканических бомб и обломков породы, выброшенных во время извержения вулкана и впоследствии уплотнившихся.

Дацит — магматическая вулканическая порода с высоким содержанием силикатов.

Тефра (от греч. *тефра* — пепел) — собирательный термин для отложений вулканического пепла.

Зона субдукции — область, где океаническая кора погружается в мантию. С зонами субдукции связаны большинство землетрясений и множество вулканов.

для щитовых вулканов лавовых потоков. Результатом суперизвержения становится быстрое высвобождение огромных объемов раскаленной, насыщенной газами магмы из глубокой магматической камеры. Выброшенные породы отлагаются на обширных территориях в виде пирокластических материалов — пепла, пемзы, вулканических бомб.

По международной шкале VЕI взрыву супервулкана присвоена самая высокая — восьмая — степень интенсивности.

Как извергается супервулкан?

Супервулканы, как правило, располагаются в зоне субдукции — там, где при столкновении литосферных плит океаническая плита пододвигается под континентальную или под островные дуги — и иногда в зоне рифта. В процессе развития и извержения вулкана с образованием оседающе-поднимающейся кальдеры выделяют 4 стадии.

Первая стадия. Над уходящей вглубь и нагревающейся океанической плитой магма частично расплавляется и поднимается вверх, к основанию континентальной плиты, где постепенно скапливается. В конечном итоге начинает плавиться и вышележащая континентальная кора — слагающие ее породы имеют более низкую точку плавления, чем нижележащие породы. Образуется магматическая камера, заполненная расплавом, обогащенным силикатами.

Вторая стадия. Происходит вспучивание, набухание и растрескивание поверхности — по мере того, как относительно неглубокая верхняя магматическая камера заполняется магмой из нижней полости, сформированной в основании континентальной коры на первой стадии. В верхней камере скапливается сили-

катная магма с относительно низкой температурой плавления. Там продолжает повышаться содержание силикатов, происходят химические превращения. В самом верху камеры при этом накапливаются менее плотные летучие вещества — различные газы (в первую очередь углекислый), водяной пар.

Третья стадия. Увеличившаяся в объеме магма приподнимает вышележащую кору. В верхней части коры образуются трещины и разломы в форме дуг concentрических колец. Они быстро распространяются вниз, соединяясь с верхней магматической камерой. Расширяющиеся газы в магме создают огромный объем пенистой жидкости. Смесь магмы и горячих газов быстро поднимается по трещинам и выходит на поверхность в виде фонтанов раскаленной пены. Она быстро остывает, затвердевает и в форме хлопьев пепла, нагретого до 1000°C, выбрасывается высоко в атмосферу. Постоянно дующие стратосферные ветры разносят этот пепел практически по всей планете. Темные облака минеральных частиц висят над огромными площадями поверхности Земли, «укрывая» иногда значительные части континентов. В это время большой объем плотной лавы, вспененной расширяющимся газом, вырывается из жерла и переливается через края кратера, двигаясь с большой скоростью, зависящей от свойств лавы и наклона поверхности. На пути этого потока не остается ничего живого.

После опустошения магматической камеры примерно на 10% от первоначального объема кровля кальдеры проваливается, «выдавливая» дополнительные количества лавы и пепла, выбрасывая куски вулканических пород. Обрушение может спровоцировать несколько повторных извержений (более слабых).

Четвертая стадия. Извержение

пепла, газа и лавы в поистине гигантских объемах — порядка сотен и тысяч кубических километров. Такое событие не может не отразиться на окружающей среде в глобальном масштабе. Для него придумали термин «суперизвержение». За период существования современного человечества ничего даже отдаленно подобного на нашей планете не происходило.

По форме супервулкан не похож на обычные вулканы. Он представляет собой не конус, а кальдеру — провал, остающийся на месте магматического резервуара после его опустошения. Размер кальдеры может достигать десятков и сотен километров. Извержение супервулкана имеет взрывной характер. При нем почти никогда не возникает типичных

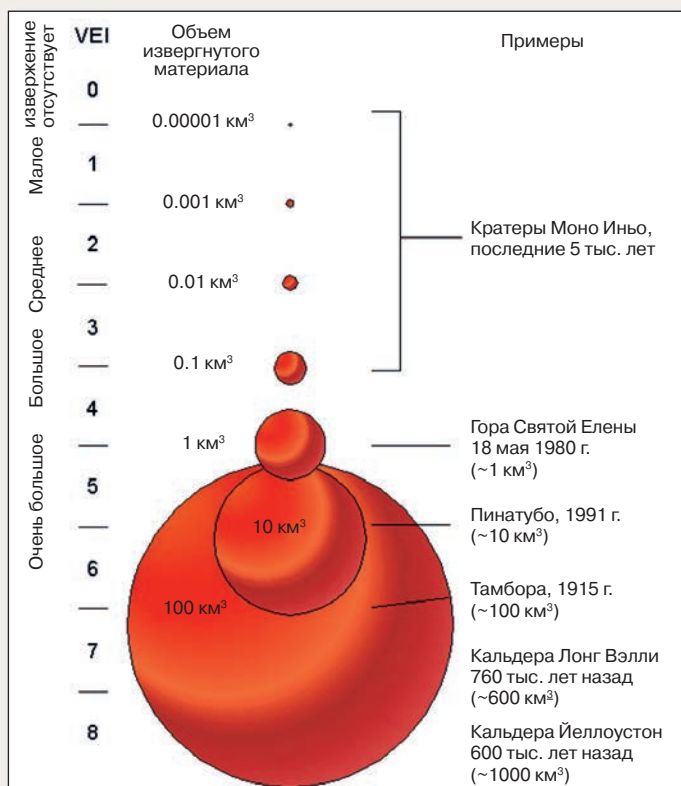
супервулкана прекращается, на земной поверхности возникает впадина — кальдера, расположенная над частично опустошенной магматической камерой. Уровень дна кальдеры постепенно повышается, так как магма продолжает двигаться из глубин Земли, снова заполняя камеру. В условиях влажного климата кальдеры затапливаются дождевыми или подземными водами, образуя озера. В их окрестностях обычно много минеральных источников (как правило, горячих).

Извержения супервулкана периодически повторяются, причем общая закономерность такова: чем реже они происходят — тем они мощнее.

Последствия суперизвержений

Как уже было сказано, даже самые древние письмены не донесли до нас сведений о возможных извержениях супервулканов или хотя бы их последствиях (впрочем, некоторые исследователи склонны считать таковыми описание «казней египетских» в библейских текстах). Восстановить

В настоящее время вулканологи пользуются специальной шкалой, называемой «индексом вулканической эксплозивности» (Volcanic Explosivity Index — VEI), разработанной в 1982 г. Крисом Ньюэллом из Геологической службы США и Стивом Селфом из Университета Гавайских островов (Chris Newhall, U.S. Geological Survey; Stephen Self, University of Hawai'i), по которой самое слабое извержение имеет индекс 0, самое сильное — 8. Аналогичная шкала применяется для оценки магнитуды землетрясений.



картину грандиозных катастроф позволяют археологические раскопки.

...Тот факт, что озеро Тоба на острове Суматра в Индонезии — не просто озеро, а вулканическая кальдера, был обнаружен голландским геологом Ван Баммеленом (Reinout Willem van Bemmelen), опубликовавшим в 1949 г. книгу «Геология Индонезии». Он обнаружил, что озеро окружено широким слоем ингимбритовых скал, представляющих собой спаянный туф, и сделал вывод, что оно сформировалось в результате сильного извержения огромного вулкана в далеком прошлом.

Исследованием кальдеры Тоба на протяжении следующих десятилетий занимались не только геологи, но и ученые самых разных специальностей из нескольких стран мира. Их работы показали, что кальдера, которую занимает озеро, образовалась в результате не одного, а четырех взрывных извержений. Эти исследования включали в

себя датировку возраста и стратиграфические анализы проб слежавшегося пепла с каждого из четырех вулканических участков, а также томографический анализ времени пробега продольных сейсмических волн для определения трехмерной послойной структуры участков кальдеры.

Первое суперизвержение Тобы произошло в южной половине комплекса примерно 800 тыс. лет назад. Оно образовало кальдеру Порси.



VEI	Высота выброса	Объем извергнутого материала	Пример	Примечания
0	<100 м	>1000 м³	Килауэа	
1	100-1000 м	>10,000 м³	Стромболи	
2	1-5 км	>1 млн. м³	Галерас 1992	
3	3-15 км	>10 млн. м³	Невадо-дель-Руис 1985	
4	10-25 км	>100 млн. м³	Галунггунг 1822	При извержении погибло 4000 человек.
5	>25 км	>1 км³	Гора Святой Елены 1980	При извержении погибло 57 человек.
6	>25 км	>10 км³	Кракатау 1883	Погибло 36 000 человек, в основном при цунами на побережье о. Ява
7	>25 км	>100 км³	Тамбора 1815	Погибло 12 000 человек при извержении и позже во всем мире еще 80 000 от неурожая и голода в ходе т.н. "Года без лета"
8	>25 км	>1000 км³	Тоба 73 000 лет назад	Погибли все люди на Земле, за исключением нескольких тысяч выживших



Извержение вулкана Пинатубо 12 июня 1991 г. — самое сильное из всех, произошедших на Земле в течение прошлого столетия.

Объем извергнутого тогда материала достиг примерно 193 км^3 . Это был известный туф, в котором позже нашли кварц. В литературе его называют «старым туфом Тобы» (СТТ).

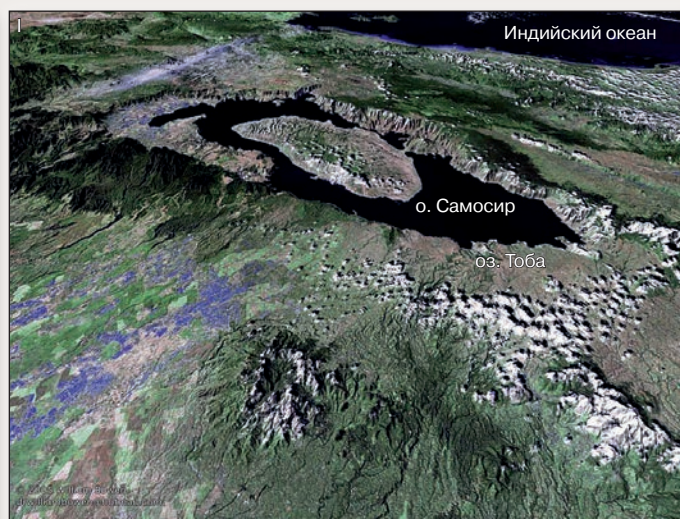
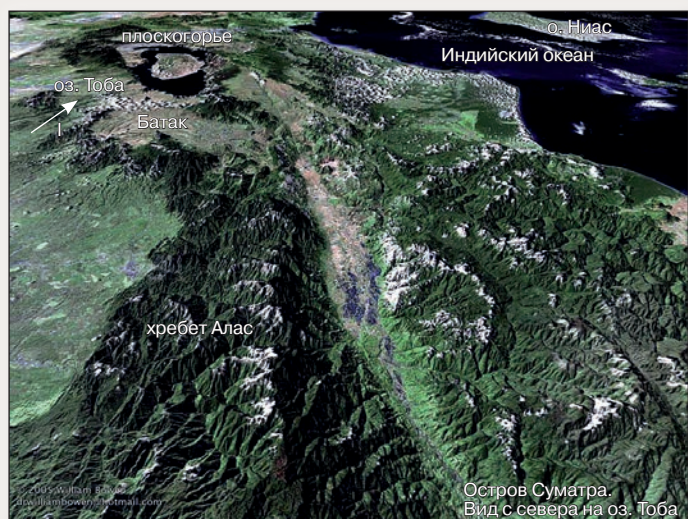
Полмиллиона лет назад активность переместилась в северную часть региона: там произошло извержение содержащей кварц породы, называемой «средним туфом Тобы» (СрТТ). Предположительно объем его выбросов составил 22 км^3 , а магнитуда достигла 6 баллов, что было значительно меньше, чем мощность супервулкана, взрыв которого последовал позже. На месте этого извержения сейчас находится кальдера Харангаол. Возможно, оно исходило из той же кальдеры, которая произвела харангаольский дацитовый туф (ХДТ) 1,2 млн. лет

назад. Наконец, 74 тыс. лет назад состоялось суперизвержение Тобы: на ружу вырвались породы объемом более тысячи кубических километров, сформировавшие «младший туф Тобы» (МТТ). Южная часть образовавшейся кальдеры получила имя «кальдера Сибадунг». Геологи расходятся во мнениях относительно ее северной границы. Некоторые ученые считают, что эта кальдера простирается на запад и включает в себя область ХДТ; другие полагают, что она следует вдоль границы острова Самосир, но дальше на север не простирается.

Часть исследователей утверждает, что период покоя между последовательными извержениями Тобы составлял в среднем 340-430 тыс. лет. Но следует принять во внимание то, что этот период установлен на основании статистически не-

большой выборки, а потому не может быть использован при расчете времени следующего извержения супервулкана.

Вулкан Тоба имеет самую большую на нашей планете кальдеру поднимающегося типа, размеры которой составляют 100 км в длину и 28 км в ширину. После последнего извержения магма снова начала подниматься в частично опустошенную камеру, из-за чего ее «крышка» стала выгибаться вверх, к поверхности озера: так образовались остров Самосир и полуостров Уицан к востоку от него. Отложения озерных осадков на Самосире показывают, что он уже поднялся по меньшей мере на 450 м. При площади 390 км^2 он является самым большим островом внутри другого острова (Суматры) и четвертым по величине озерным островом в мире. Судя по всему, магматиче-





Карта-схема озера Тоба. 1 — кальдера Харанггаол (образовалась 500 тыс. лет назад, СрТТ); 2 — кальдера Порси (800 тыс. лет назад, СТТ); 3 — кальдера Сибадунг (74 тыс. лет назад, ММТ).

ская камера здесь залегает сравнительно неглубоко.

На Суматре действует сеть из 40 сейсмических станций. Она зафиксировала примерно 1500 локальных землетрясений, связанных с Суматрианским разломом, проходящим вдоль озера Тоба.

Наиболее масштабное катастрофическое событие — суперизвержение МТТ, случившееся примерно 74 тыс. лет назад — существенно повлияло на окружающую среду и жизнь человека. Вулкан Тоба оставил после себя множество геологических следов, которые ученые собирали достаточно долго, прежде чем смогли себе представить и осознать всю масштабность этого явления. Исследования гляциолога Грега Зилински (Gregory Zilinsky) показали, что в ледовом керне, добытом в Гренландии, содержится серная кислота, связанная с суперизвержением Тобы. Ее концентрация чрезвычайно высока. Количество серной кислоты, выброшенной в атмосферу во время извержения, было в 25 раз больше, чем ее попало в окружающую среду за всю промышленную эру. Гренландская проба льда доказывала, что 75 тыс. лет назад на Земле случилось нечто поистине катастрофическое, но не говорила ни о природе события, ни о том, где именно оно произошло.

Извержение супервулкана вызвало глобальное изменение климата на Земле. Майкл Рампино (Michael

Rampino), эксперт-вулканолог, изучающий керны осадочных пород с океанского дна за тысячи километров от Гренландии и составляющий по этим данным климатическую историю Земли, наткнулся на свидетельство внезапного падения океанских температур примерно 73-75 тыс. лет назад. Его анализ был основан на относительном содержании двух изотопов кислорода в раковинах мельчайших океанических созданий — фораминифер. По нему удалось посчитать величину и скорость падения температуры, которая за несколько сотен лет опустилась на 5,5°C. Ответ

на вопрос, где именно произошло событие, будет получен в другом исследовании, и ученые приблизились к ответу на вопрос, что же это было. Свидетельство указывало на вулканическое извержение невиданных масштабов.

В 1990 г. исследователь отложений четвертичного периода Джон Вестгейт из Торонтского университета (John Westgate, University of Toronto), специализирующийся на датировке изверженных пород, побывав в окрестностях Тобы, собрал образцы пепла и тефры, после чего определил их химический состав, сравнивая с похожими образцами, найденными в самых различных уголках Земли. Выяснилось, что пепел одинакового состава, совпадающего с продуктами извержения Тобы, оказался «разбросан» на расстоянии 6-7 тыс. км от «источника», датированного Вестгейтом эпохой, отстоящей от нашего времени на 75 тыс. лет.

Последний ключ к разгадке тайны древней катастрофы предоставили исследования геологии региона озера Тоба и батиметрические (глубинные) промеры самого озера. Если в «обычных» озерах утесы поднимаются из воды на десятки метров, а дно понижается постепенно от берегов к центру, то в случае Тобы этого не наблюдается: уже недалеко от берега исследователи зарегистрировали глубину 175 м. На крутых береговых утесах были об-

наружены разбросанные камни, характерные для вулканического извержения. Это свидетельствовало о невероятном объеме изверженной магмы — в сотни раз большем, чем в других вулканических районах.

Подводя итоги многочисленных исследований, ученые выяснили, что объем извергнутого супервулканом материала достиг 1078 км³, в том числе 772 км³ пирокластических отложений и 300 км³ пепла. Облако изверженных частиц поднялось на высоту 32 км, попав в стратосферу. Выпадение пепла в Индийский океан продолжалось две недели. Средняя скорость извержения составляла 8 млн. тонн магмы в секунду. Оценки объема аэрозолей серной кислоты, образованных после суперизвержения, колеблются в пределах от 1000 до 5000 мегатонн.

Пирокластические потоки распространялись на площади от 96 до 200 км². Они состояли из обломочного вулканического материала, разбрасываемого извергнутыми газами вокруг кратера и уничтожающего практически все на своем пути. Эти потоки движутся очень быстро — иногда со скоростью более 100 км/ч. Их температура может превышать 200°C — такого нагрева не выдерживает ни один многоклеточный организм. Даже вблизи потоков люди и животные могут погибнуть или получить серьезные травмы от ожогов и вдыхания раскаленных газов и пепла.

Во время суперизвержения пепел распространился на территории Южной и Юго-Восточной Азии, над акваториями Тихого и Индийского океанов. Толщина слоя вулканических отложений в этих местах составляет не менее 15 см, а в одном из центральных районов Индии она достигает 6 м. Возможно, эти отложения были принесены водой или ветром. Наиболее характерная толщина слоев — 30-40 см. Недавно они были найдены в Аравийском и Южно-Китайском морях.

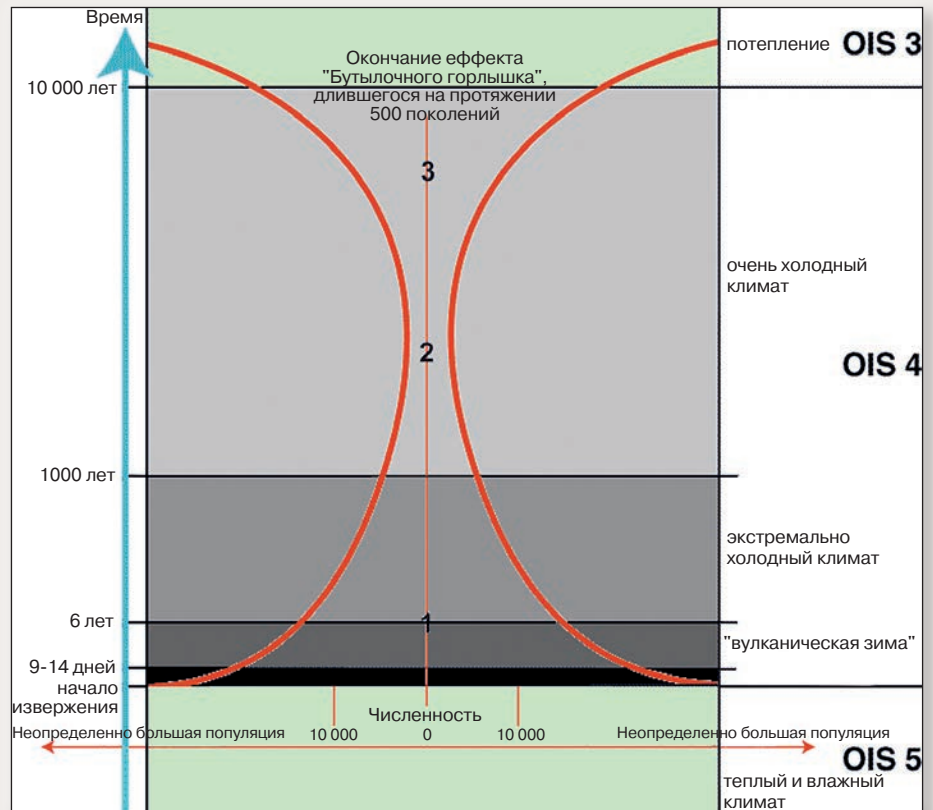
Вулкан Тоба изверг примерно в 300 раз больше пепла, чем вулкан Тамбора на острове Сумбава в Индонезии. Общая его масса достигла 20 тыс. мегатонн. Выброс массивных объемов пыли и серных аэрозолей в стратосферу вызвал «вулканическую зиму» (это название ввели в оборот Майкл Рампино и Стэнли Эмброуз в 2000 г.).

Аэрозольное облако Тобы послужило причиной продолжительного периода глобального похолодания на 2,7–5°C. В тропических широтах оно проявилось в понижении температуры почти до точки замерзания воды, а в средних широтах наступили длительные морозы. При этом фотосинтез в растениях на большей части планеты прекратился полностью, и они погибли. Для того, чтобы растительность восстановилась в прежнем объеме, должно было пройти несколько десятилетий и даже сотен лет.

В 2006 г. американский геофизик Илья Биндеман (Ilya Bindeman) проанализировал результаты исследования геохимии изотопа кислорода ¹⁸O в стратосферном аэрозоле, осевшем на частицах пепла, и пришел к выводу, что суперизвержение вызвало также временное разрушение озонового слоя и увеличение потока доходящего до поверхности Земли смертоносного ультрафиолетового излучения. Рампино и Эмброуз отмечали в своем докладе, что извержение Тобы совпадает с тем временем, когда, согласно генетическим исследованиям, популяция людей пострадала от эффекта «бутылочного горлышка» и по некоторым подсчетам сократилась всего до трех тысяч особей, после чего на планете началось распространение современного человека.

Как предполагают ученые, в результате суперизвержения вымерли неандертальцы, жившие в Азии, Африке и Европе в период с 400 тыс. до 120 тыс. лет до нашей эры, и одновременно в связи с вулканической зимой исчезло множество видов животных и растений. Гипотеза «катастрофы Тобы», выдвинутая профессором Стэнли Эмброузом из отделения антропологии Иллинойского университета (Stanley Ambrose, University Of Illinois), гласит, что последствия извержения, состоявшегося 74 тыс. лет назад, как раз и привели к глобальному похолоданию и популяционному «бутылочному горлышку». Эмброуз утверждает, что низкая численность человеческой популяции держалась на протяжении тысячи лет, пришедшихся на самый холодный период «вулканической зимы». Многие ученые поддерживают эту гипотезу.

Возможно ли повторение суперизвержения Тобы? Сейчас уже мож-



«Бутылочное горлышко» (bottleneck) — стадия развития популяции, на которой происходит резкое уменьшение ее численности почти до полного вымирания. Это явление может быть связано с глобальным изменением климата, падением астероида или другим катастрофическим событием, при этом биологический вид или его генетическая линия почти вырождается.

Никто в точности не знает, что же произошло с популяцией Homo Sapiens после извержения Тобы. Достоверно известно, что человеческий род был на грани вымирания. Но какая численность людей была на момент извержения, какой фактор в наибольшей степени повлиял на увеличение смертности, через сколько лет после этого катаклизма человек научился выживать и падение численности прекратилось, сколько наших сородичей сумело выжить и положило начало возрождению рода человеческого?..

На основании всех имеющихся данных ученые могут сделать весьма достоверные оценки.

На рисунке обозначено:

1. Резкое сокращение численности: голод, холод, эпидемии... В этот период Homo Sapiens, проявляя изобретательность и находчивость, разрабатывает новые технологии добычи пищи, изготовления одежды, поиска убежищ и т.д.
2. Очень немногочисленные группы, благодаря вновь приобретенным навыкам, все-таки находят способы пережить условия экстремально холода — скорее всего, в защищенных местах глубоко под землей.
3. Численность Homo Sapiens, приспособившихся к сложнейшим условиям, постепенно начинает увеличиваться.

OIS5 — климат теплый и влажный (130-73 тыс. лет назад)

OIS4 — климат экстремально холодный и засушливый (73-63 тыс. лет назад)

OIS3 — потепление климата (63-45 тыс. лет назад)

но с большой долей вероятности утверждать, что период покоя этого вулкана длится несколько сотен тысяч лет, что в несколько раз превышает время, отделяющее нас от последней вызванной им катастрофы. Поэтому еще как минимум 100 тыс. лет мы можем спать спокойно — если человечество и погибнет в течение этого времени, то по другим причинам.

С другой стороны, признаки активности в кальдерах говорят о том, что вулканическая система еще «жива» и ждет своего часа. Вдоль острова

Суматра проходит зона субдукции, в которой Индийско-Австралийская плита «подныривает» под островные дуги, то есть под Евразийскую плиту. Здесь находится сейсмически и вулканически активный район, в котором ежегодно происходит 2000-3000 землетрясений различной интенсивности, в числе которых 2-3 сильных. Раскаленная магма, поднимающаяся из глубин Земли, продолжает накапливаться в вулканическом очаге под озером Тоба...

(Продолжение в следующем номере)

Спи спокойно, Эйяфьятлайокудль

Исландский вулкан Эйяфьятлайокудль (Eyjafjallajökull), начавший извергаться 21 марта,¹ снизил свою активность настолько, что ситуации присвоен «зеленый уровень», говорится в сообщении британских метеорологов. Извержение, сопровождавшееся выбросами пепла, завершилось 23 мая, однако мониторинг вулкана продолжается. К настоящему моменту истечение лавы из его жерла также прекратилось, к небу поднимается только белый пар.

Частицы вулканического пепла, выброшенные Эйяфьятлайокудлем, были настолько крохотными, что воздушные потоки легко переносили их на огромные расстояния. Весной преобладающее направление ветров над Северной Атлантикой — западное, поэтому основная масса пепла оказалась над европейскими странами. Неразличимые невооруженным глазом, пылинки представляли серьезную помеху авиасообщениям: сталкиваясь на большой скорости с лопастями турбокомпрессоров, они «работали» как абразивный порошок, и через несколько часов полета в запыленном воздухе двигатели самолета могли выйти из строя.

По оценкам компании Airbus, закрытие воздушного пространства Европы из-за извержения вулкана в Исландии нанесло мировой экономике ущерб в 5 млрд. долларов США. По подсчетам экспертов, за неделю с 15 по 21 апреля в Европе было выполнено почти на 100 тысяч (53%) рейсов меньше по сравнению с предыдущей неделей. Чистые убытки сектора авиаперевозок достигли \$2,2 млрд., потери пассажиров, не сумевших вовремя вылететь к месту назначения, оцениваются в \$1,6 млрд.

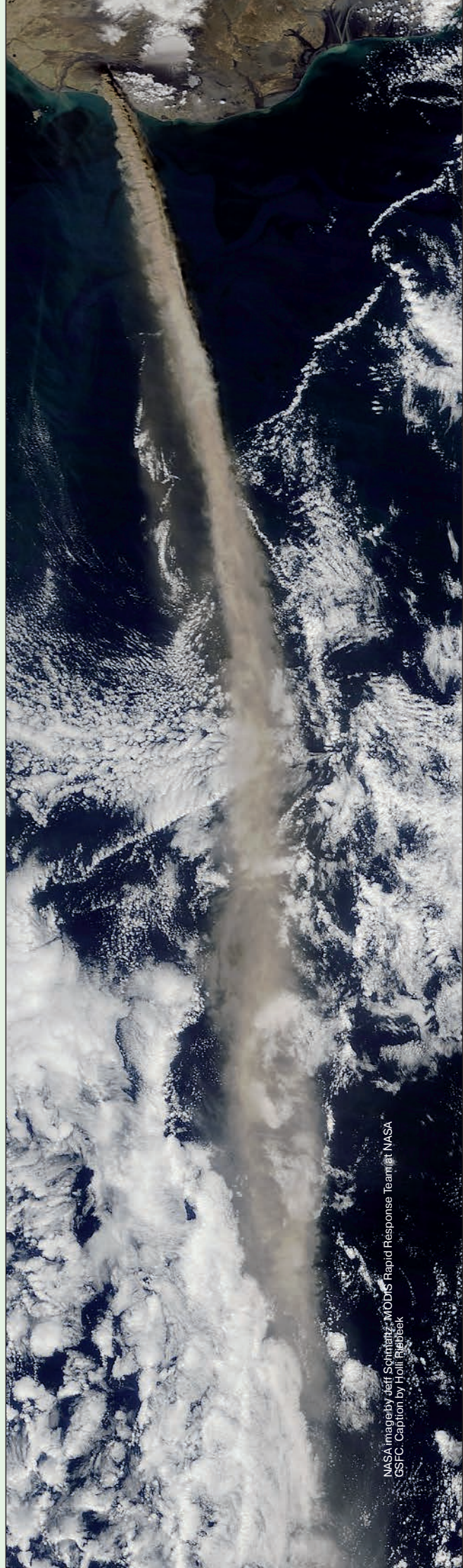
За первую неделю «вулканического кризиса», когда европейское воздушное пространство было практически полностью закрыто, убытки стран Америки составили \$957 млн., Азии — \$517 млн., Европы — \$2632 млн., Ближнего Востока — \$591 млн. Исследование, проведенное компанией Oxford Economics, составляющей экономические прогнозы, показало, что этот период обернулся для мировой экономики потерей 4,7 млрд. долларов глобального ВВП. Последующая отмена порядка пяти тысяч рейсов в период до 24 мая добавила к этой сумме еще 5%. Это лишний раз говорит о том, насколько чувствительна современная технологическая цивилизация ко всевозможным естественным катаклизмам.

Европейские авиакомпании готовят совместный иск в связи с убытками, понесенными в апреле вследствие запретов на полеты. Они намерены добиться выплаты компенсаций от Европейского агентства по безопасности полетов, отвечающего за воздушное сообщение. По словам директора британского авиаперевозчика Easy Jet Энди Харрисона (Andrew Harrison), потери составили от 50 до 75 млн. евро. Более половины из этой суммы ушло на обеспечение пассажиров питанием и размещение их в гостиницах. Ранее требования выплаты компенсаций предъявило руководство крупнейшей немецкой авиакомпании Lufthansa.

По данным главы Oxford Economics Адриана Купера (Adrian Cooper), от извержения финансово пострадали не только пассажиры и авиакомпании. Кризис также косвенно затронул торговлю, инвестиции, туризм и производство. Последствия кризиса ощутили на себе и те, чья деятельность связана с товарами, которые перевозятся воздушным транспортом.

¹ ВПВ №3, 2010, стр. 34

На снимке, сделанном 11 мая спектрометриком среднего разрешения MODIS американского спутника Aqua, хорошо заметен протяженный пепельный шлейф, протянувшийся от вулкана Эйяфьятлайокудль на юго-юго-восток.



NASA image by Jeff Schmiedt, MODIS Rapid Response Team at NASA GSFC. Caption by Hollie Ribbeck

Sky Watcher MAK 102 EQ Auto Tracking и Celestron 4 GT-SA

Synta Sky Watcher 102 EQ AT и Celestron 4 GT-SA — катодиоптрические телескопы системы Максудова-Кассегрена с диаметром главного зеркала 102 мм, установленные на моторизированных монтировках. Оба телескопа имеют небольшой вес, компактны и одинаково мощны. Кроме того, эти модели имеют систему автоматического слежения за объектами со встроенной памятью.

Транспортировка. Телескопы оснащены монтировками с мощными сервомоторами, снабженными пультом с памятью: у Synta она рассчитана на 6 объектов (монтировка альтазимутального типа), база Celestron «вмещает» 4 тыс. объектов (монтировка экваториально-азимутального типа). Следует отметить, что вес монтировок существенно отличается: Celestron в сборе весит 10 кг (несмотря на то, что его тренога стальная и имеет полочку для аксессуаров), Synta с алюминиевой треногой — почти в полтора раза больше. Мощные треноги придают им устойчивость и эффективно гасят вибрации. Первый из инструментов оборудован системой самонаведения на объекты, второй придется «нацеливать» вручную, после чего вводить объект в память.

Что можно увидеть в такой инструмент? Телескопы Максудова-Кассегрена со 102-мм объективом демонстрируют много небесных красот. Они пригодны также для начинающих любителей астрофото. Такие телескопы подходят для наблюдений двойных звезд с разделением 1,3-1,5 угловых секунд, при хороших условиях (отсутствии засветки неба) в них легко видны звезды 12-й величины. Также неплохо в них смотрятся шаровые и рассеянные звездные скопления, газовые туманности в созвездиях Ориона, Стрельца, Лиры, сравнительно яркие галактики (Туманность Андромеды и Треугольника, «пара» M81-82, многие объекты галактического скопления Девы), ярчайшие объекты каталога NGC. У самых ярких и крупных объектов можно различить детали, но

большинство все же остается более или менее четкими туманными пятнами.

Телескопы хорошо подходят и для наблюдений планет. На ближайшей соседке Земли — Луне — при хороших атмосферных условиях видны кратеры диаметром до 4 км. Полярные шапки Марса откроются взору только при идеальных условиях наблюдений; еще сложнее (но также реально) рассмотреть на соседней планете облака и пылевые бури — конечно, если таковые там есть в наличии, что случается не всегда. В кольцах Сатурна изредка могут быть видны «спицы». Больше подробностей продемонстрирует Юпитер, у его галилеевых спутников четко заметны маленькие диски. Объекты более удаленные (Нептун, Уран) будут видны как тусклые диски без деталей.

Эквивалентный фокус Synta MAK 102 составляет 1300 мм, со штатным окуляром (фокусное расстояние 10 мм, посадочное отверстие 1,25") его увеличение будет равно 130× и соответственно 52× — с 25-миллиметровым окуляром. Celestron 4 GT-SA с 25-мм штатным окуляром даст увеличение 53×, а с 10-миллиметровым — 133×, поскольку фокусное расстояние этой модели равно 1325 мм. В общем эта характеристика у данных инструментов различается несущественно.

Телескопы имеют универсальные искатели: Synta — оптический 6×30, Celestron — Star Pointer (типа «red-dot»).

Какая модель лучше? Оба телескопа достаточно мощные и позволяют увидеть немало интересного, однако Celestron 4 GT-SA выигрывает благодаря меньшему весу и «умной» монтировке. Данная модель уже давно зарекомендовала себя на рынке. Synta MAK 102 EQ Auto Tracking появилась сравнительно недавно, ее можно считать вполне удачной новинкой. По такому важному параметру, как цена, указанные инструменты почти не отличаются.

Александр Захаров



**Приобрести
данные,
а также другие
модели
телескопов
можно
в интернет-
магазине
«Astrospace»
Адрес сайта:
WWW.
ASTROSPACE.
COM.UA**

«Молодая» комета летит к Земле

Владимир Манько, журнал
«Вселенная, пространство, время»

Кометы — «живые ископаемые» Солнечной системы. Их существо с момента возникновения протопланетной туманности подверглось трансформации в наименьшей степени.¹ Более того, некоторые ядра комет, оказывается, вобрали в себя материю, заметно более древнюю, чем Солнце и его «семейство» — судя по всему, ее частицы долетели к нам из окрестностей других звезд, сформировавшихся ранее.² Поэтому изучение этих объектов всеми доступными способами представляет особый интерес для науки.

Астрономы условно относят конкретную комету к категории «молодых» или «старых» в зависимости от того, сколько раз (и до какого расстояния) она сближалась с Солнцем. Именно в ходе таких сближений «хвостатые звезды» претерпевают основные изменения. Под действием солнечных лучей они нагреваются, содержащиеся в их ядрах летучие вещества начинают испаряться, образуя газовую оболочку (кому) и характерный кометный хвост, который, правда, возникает значительно реже и на сравнительно малых гелиоцентрических расстояниях. Дальнейшая судьба кометы зависит от того, каким исходно являлось соотношение ее летучей и «пылевой» компоненты. Если последней имелось много — ядро через какое-то время окончательно «высохнет», потеряв способность образовывать кому, и

превратится в небольшое астероидо-подобное тело (так объясняют происхождение астероида 3200 Phaethon и связанного с ним метеорного потока Геминид³). Если же нелетучих веществ недостаточно, чтобы они могли «удержаться» в виде компактного объекта за счет собственной гравитации — их «расшвыряет» в пространстве потоками испаряющихся газов, а ядро в итоге полностью разрушится, распавшись на множество частей. Таким образом еще в XIX веке прекратила существование комета Биелы (3D/Biela), так уже на наших глазах распадается комета Швассмана-Вахмана 3 (73P/Schwassmann-Wachmann 3), сближаясь с Солнцем и Землей в 2006 г.⁴

Но на смену «умирающим» кометам постоянно поступают «свежие». Сейчас ученые сходятся во мнении, что они прилетают во внутренние области Солнечной системы из обширного облака Эпика-Оорта,⁵ представляющего собой сферический слой с внутренним радиусом в пару сотен и внешним — порядка тысяч астрономических единиц.⁶ В центре этой гигантской сферы расположено Солнце. Кометоподобные тела могут пребывать в этом «резервуаре» миллиарды лет, но под действием притяжения соседних звезд (или друг друга) они время от времени изменяют свои траектории и устремляются к нашему светилу. Здесь они подвергаются гравитационным возмущениям со стороны планет-гигантов (главным

образом Юпитера) и иногда оказываются на орбитах с относительно небольшим периодом обращения.

Нечто подобное несколько десятков тысяч лет назад произошло с полуторакилометровой глыбой грязного льда, известной ныне под названием «комета Хартли 2» (103P/Hartley). Какое-то время она двигалась по вытянутой орбите с афелием (наиболее удаленной от Солнца точкой) порядка 7 а.е., что примерно на треть больше среднего радиуса юпитерианской орбиты. Ее перигелий располагался в области внутренней границы пояса астероидов, то есть комета не приближалась к Солнцу менее чем на 2 а.е. (300 млн. км), совершая один оборот вокруг него более чем за 9 лет. Но в 1947 г. она «неосторожно» прошла сравнительно недалеко — на расстоянии 0,225 а.е. — от Юпитера. Этого хватило, чтобы ее перигелий уменьшился до 1,62 а.е. (242 млн. км), а период обращения при этом сократился почти на полтора года. «Решающим» стало свидание с крупнейшей планетой, состоявшееся 28 апреля 1971 г., когда 103P/Hartley пролетела от нее всего в 0,085 а.е. (12,7 млн. км). После этого комета получила возможность сближаться не только с Солнцем, но и с Землей — ее перигелий уменьшился до 0,9 а.е. (135 млн. км), а ее орбитальный период с тех пор ненамного превышает 6 лет.

Однако прошло еще целых полтора десятилетия, прежде чем 15 марта 1986 г. комета «попала» на фотопластинку, отснятую сотрудником австралийской обсерватории Сайдинг Спринг Малколмом Хартли (Malcolm Hartley, Siding Spring Observatory).

¹ ВПВ №2, 2006, стр. 16

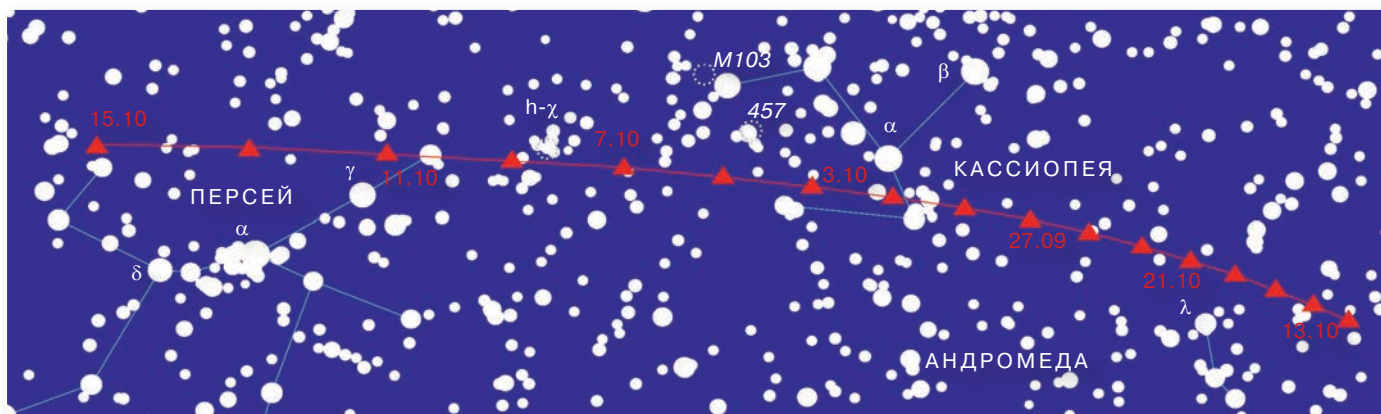
² ВПВ №5, 2009, стр. 13

³ ВПВ №11, 2005, стр. 41

⁴ ВПВ №4, 2006, стр. 20; №5, 2006, стр. 40

⁵ ВПВ №1, 2010, стр. 9

⁶ 1 астрономическая единица (а.е.) равна среднему радиусу орбиты Земли — 149 597 870 км



Видимый путь кометы Хартли 2 с середины сентября по середину октября 2010 г.

Этот астроном к тому моменту уже успел «отметиться» открытием одной (100P/Hartley 1) и переоткрытием двух потерянных ранее короткопериодических комет (79P/du Toit-Hartley, 80P/Peters-Hartley), каждая из которых теперь имеет в своем обозначении его фамилию. Всего «на счету» Хартли к настоящему времени числится 10 комет.

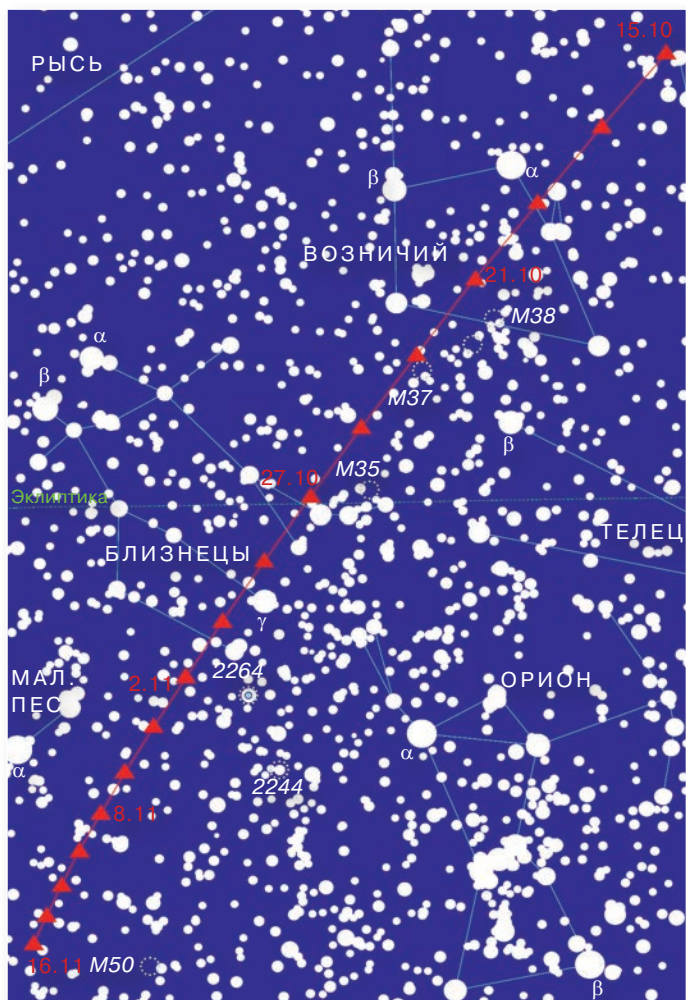
Из-за небольших размеров 103P/Hartley в большинстве своих возвращений к Солнцу представляет собой объект со сравнительно скромным видимым блеском (впрочем, в появлениях 1991 и 1997-1998 гг. она была вполне доступна любительским телескопам). Но в этом году ее пролет окажется особенно удачным с точки зрения наземных наблюдателей: 20 октября, за неделю до прохождения перигелия, комета сблизится с нашей планетой до расстояния 0,1207 а.е., или же 18 млн. км. Ее интегральная яркость при этом будет соответствовать звезде 5-й величины, и на чистом темном небе, вдали от городских огней, «хвостатую гостью» можно попытаться разглядеть невооруженным глазом. К сожалению, во второй половине октября в наблюдения «вмешается» Луна (28 октября в 14 часов по всемирному времени угловое расстояние между ней и кометой окажется меньше 2°), поэтому основную часть наблюдательной программы лучше запланировать на первую половину месяца — к тому же в это время выше вероятность хорошей погоды, а комета будет двигаться по созвездиям, которые в наших широтах поднимаются почти в зенит. Ее видимый путь в нынешнем появлении протекает в окрестностях

многих интересных небесных объектов. 20 сентября она окажется в полуградусе от рассеянного звездного скопления NGC 7686 в созвездии Андромеды, 2 октября — в градусе южнее туманности NGC 281 «Пакман» (созвездие Кассиопеи), 8 октября комета пройдет по южному краю «двойного скопления» η - χ Персея,⁷ 15 октября — совсем рядом с рассеянными скоплениями NGC 1528 и 1545,⁸ 18 октября ее будет отделять всего полградуса от переменной звезды ϵ Возничего,⁹ в ночь с 21 на 22 октября она будет видна вблизи рассеянных скоплений M36 и M38, 23 октября — менее чем в градусе от M37, 26 октября — в 3° от яркого рассеянного скопления M35 в созвездии Близнецов, 2 ноября комета будет находиться примерно в 4° от красивой газовой туманности «Конус» (NGC 2264), а 28 ноября пролетит между звездными скоплениями M46 и M47. Ближе к концу года 103P/Hartley «переселится» в созвездие Большого Пса, ее блеск снизится до 9,5^m, и она по-прежнему будет видна в средних широтах Северного полушария (правда, уже достаточно низко над южным горизонтом).

Следует, конечно, уточнить, что «молодость» этой кометы достаточно условна — все-таки она уже неоднократно имела возможность «навещать» внутренние области Солнечной системы. Но ее сближения с Солнцем, имевшие место до середины прошлого века, по-видимому, не успели существенным образом повлиять на ее состав: кометное ядро на обозримом промежутке времени проявляет заметную активность, и можно сказать, что оно все еще содержит много летучих веществ. Поэтому наблюдения данного объекта в текущем появлении представляют особую ценность для науки. На комету хотя бы ненадолго «нацелятся» крупнейшие астрономические инструменты мира и, конечно же, космические телескопы. Ее ближайшие окрестности в ходе миссии EPOXI посетит космический аппарат Deep Impact,¹⁰ 5 лет назад производивший съемку другой «хвостатой звезды» с близкого расстояния (4 июля 2005 г. он доставил зонд Impactor к комете 9P/Tempel¹¹).

Более тесных сближений кометы Хартли с нашей планетой в текущем столетии не ожидается. Через 55 лет — 13 ноября 2065 г. — она пройдет от Земли примерно вдвое дальше, чем в этом году (на расстоянии 0,268 а.е.); все остальные ее появления окажутся еще менее благоприятными. Поэтому не упускайте редкой возможности «познакомиться поближе» с этим интересным объектом Солнечной системы. Для первого знакомства будет вполне достаточно выехать на одну-две ясных ночи куда-нибудь за город, «вооружившись» хотя бы небольшим биноклем. Найти комету можно, воспользовавшись прилагаемой поисковой картой, где ее положения на небесной сфере указаны по состоянию на 0^h всемирного времени указанных дат.¹² Вероятнее всего, она будет выглядеть как большое туманное пятно с более яркой сердцевинкой, вытянутое вдоль направления на Солнце. За несколько часов должно вполне отчетливо «проявиться» его смещение относительно звезд.

Удачных вам наблюдений!



Видимый путь кометы Хартли 2 с середины октября по середину ноября 2010 г.

⁷ ВПВ №2, 2010, стр. 34; ⁸ ВПВ №8, 2008, стр. 34

⁹ ВПВ №1, 2010, стр. 18; ¹⁰ ВПВ №1, 2008, стр. 22

¹¹ ВПВ №7, 2005, стр. 2; №10, 2005, стр. 27

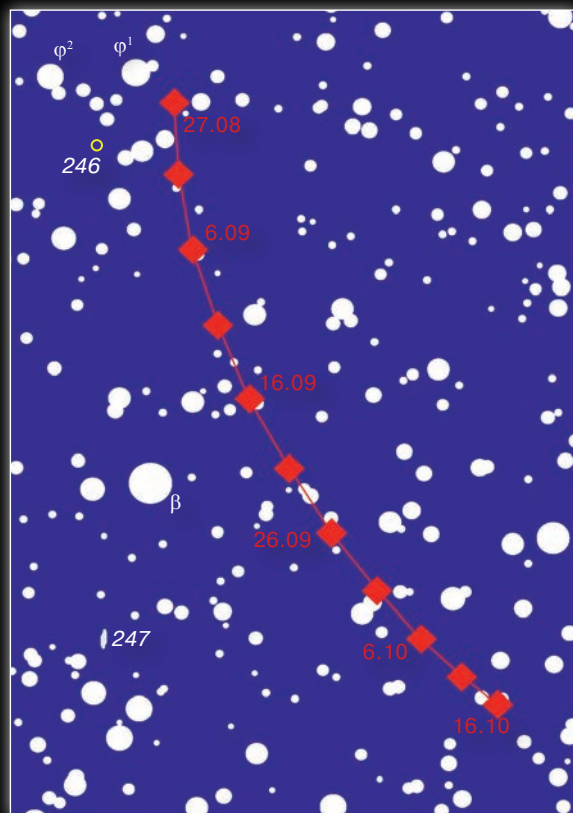
¹² Всемирное время (UT) на 3 часа отстает от киевского и на 4 — от московского летнего времени

Небесные события сентября

Четыре осенних астероида.

Первый месяц осени 2010 г. «вмещает» в себя противостояния сразу четырех малых планет, которые в максимуме блеска будут ярче 10-й звездной величины. Это Флора (8 Flora, оппозиция 11 сентября, блеск 8,2^m), Летиция (39 Laetitia, оппозиция 14 сентября, 9,1^m), Геба (6 Hebe, оппозиция 21 сентября, 7,7^m) и Папагена (471 Paragena, оппозиция 26 сентября, 9,7^m).¹ Все они сейчас находятся на близких к Солнцу участках своих орбит (Геба и Летиция пройдут перигелий менее чем через 2 месяца после оппозиции, Флора и Папагена — почти через 4 месяца), и условия для их наблюдений достаточно благоприятны. Три из упомянутых астероидов имеют почти одинаковый средний диаметр (140-150 км), и только Геба значительно крупнее: она представляет собой тело неправильной формы размером 205×185×170 км.

¹ Поисковая карта для астероида Папагена будет напечатана в следующем номере журнала



Видимый путь малой планеты Геба (6 Hebe) по созвездию Кита в сентябре-октябре 2010 г.

Астероидные оккультации.

Перед рассветом 3 сентября малая планета Австрия (136 Austria) закрывает звезду HIP 5732 (8,0^m) в зодиакальном созвездии Рыб. Максимальная продолжительность оккультации достигнет 7 секунд. Центральная линия полосы наиболее вероятного покрытия проходит вблизи городов Москва, Орел, Черкассы, Одесса, Варна.

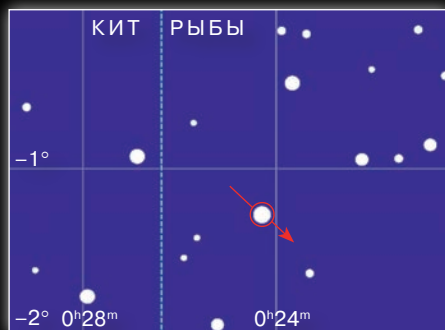
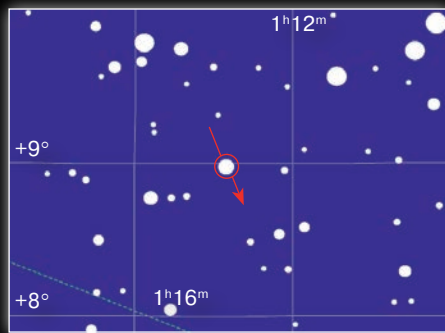
В похожих условиях будет наблюдаться оккультация астероидом Пруденция (474 Prudentia) звезды HIP 1927 (8,5^m), также относящейся к созвездию Рыб. Продлится она не дольше 5 секунд. «Тень» малой планеты с большой долей вероятности накроет Великий Новгород, польский город Краков, а также несколько европейских столиц — Вильнюс, Загреб, Рим.

Достаточно удобным для наблюдений окажется покрытие звезды ГYC 6313-138 (9,0^m, созвездие Стрельца) астероидом Армения (780 Armenia), видимое вечером 12 сентября. Вблизи центра полосы вероятного покрытия, длительность которого может достичь 12

секунд, находятся города Таллинн, Борисов, Киев, Херсон.

Непродолжительную — порядка полутора секунд — оккультацию сравнительно яркой звезды HIP 112168 (6,8^m, созвездие Водолея) астероидом Дункан (2753 Duncan) 15 сентября имеют шанс увидеть жители юга Приморского края и Сахалина — там в это время будет уже глубокая ночь.

Утренняя видимость Меркурия. Во второй половине сентября ближайшая к Солнцу планета вступает в период утренней видимости, благоприятный для наблюдателей Северного полушария. Несмотря на то, что ее максимальная элонгация, наступающая меньше чем за двое суток до прохожде-



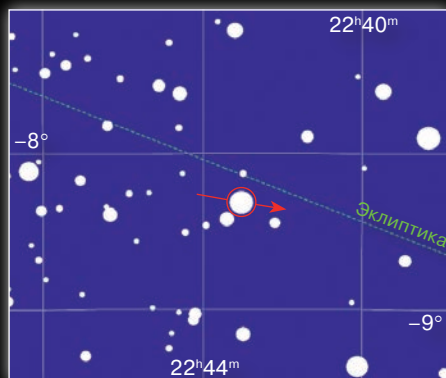
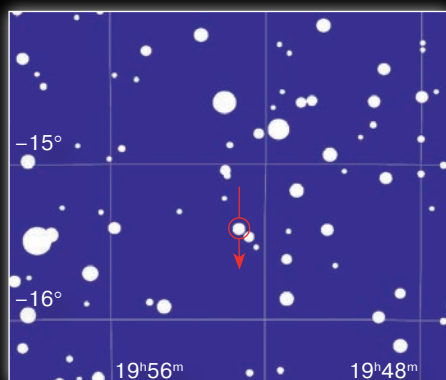
Вверху: оккультация звезды HIP 5732 ($\alpha = 1^h 13^m 42^s$, $\delta = 8^\circ 58' 28''$) астероидом Австрия (136 Austria) 3 сентября. Внизу: оккультация звезды HIP 1927 ($\alpha = 0^h 24^m 18^s$, $\delta = -1^\circ 14' 29''$) астероидом Пруденция (474 Prudentia) 5 сентября. Координаты звезд даны на эпоху 2000.0. Детали явлений — в тексте и календаре.

ния планетой перигелия, не превышает 18°, перед рассветом Меркурий будет подниматься довольно высоко над восточным горизонтом, а промежуток между восходом планеты и ее исчезновением на фоне сумерек на 50° с.ш. достигнет почти 70 минут.

Юпитер и Уран: «общая» оппозиция. 20 сентября самый тяжелый и самый легкий газовый гигант окажутся почти точно на одной линии с Солнцем, и тогда же вблизи этой условной линии пройдет Земля. Такое «совместное противостояние» внешних планет — достаточно редкое явление. На небе они расположатся менее чем в градусе друг от друга, хотя на самом деле их будет разделять более 15 а.е. (2,25 млрд. км).

Максимум родоначальницы «мирида». В конце сентября достигнет наибольшего блеска звезда Мира (о Кита) — самая яркая представительница класса долгопериодических переменных. Это один из наиболее удобных для наблюдений ее максимумов за последние годы.

Календарь астрономических событий (сентябрь 2010 г.)



Вверху: оккультация звезды ТУС 6313-138 ($\alpha = 19^{\text{h}}52^{\text{m}}44^{\text{s}}$, $\delta = -15^{\circ}24'57''$) астероидом Армения (780 Armenia) 12 сентября. Внизу: оккультация звезды HIP 112168 ($\alpha = 22^{\text{h}}43^{\text{m}}03^{\text{s}}$, $\delta = -8^{\circ}18'41''$) астероидом Дункан (2753 Duncan) 15 сентября. Координаты звезд даны на эпоху 2000.0. Детали явлений — в тексте и календаре.

- 1 17:22 Луна в фазе последней четверти. Максимум блеска долгопериодической переменной звезды R Рака (6,1^m)
- 3 0:40-0:50 Малая планета Австрия (136 Austria) закрывает звезду HIP 5732 (8,0^m) в созвездии Рыб
- 5 18^h Меркурий в нижнем соединении, в 4° южнее Солнца
- 5 1:12-1:15 Малая планета Пруденция (474 Prudentia) закрывает звезду HIP 1927 (8,5^m) в созвездии Рыб
- 7 8^h Луна ($\Phi = 0,02$) в 5° южнее Регула (α Льва, 1,3^m)
- 8 4^h Луна ($\Phi = 0,00$) в перигее (в 357191 км от центра Земли)
- 8 10:30 Новолуние
- 9 18^h Луна ($\Phi = 0,03$) в 8° южнее Сатурна (1,0^m)
- 11 0^h Луна ($\Phi = 0,10$) в 3° южнее Спикки (α Девы, 1,0^m)
- 11 4^h Луна ($\Phi = 0,11$) в 5° южнее Марса (1,5^m)
- 11 12^h Луна ($\Phi = 0,14$) в 1° южнее Венеры (4,5^m)
- 11 Малая планета Флора (8 Flora, 8,2^m) в противостоянии, в 0,943 а.е. (141,1 млн. км) от Земли
- 12 3^h Меркурий (1,5^m) проходит конфигурацию стояния
- 12 16:58-17:00 Малая планета Армения (780 Armenia) закрывает звезду ТУС 6313-138 (9,0^m) в созвездии Стрельца
- 14 6^h Луна ($\Phi = 0,40$) в 1° севернее Антареса (α Скорпиона, 1,0^m)
- 14 Малая планета Летиция (39 Laetitia, 9,1^m) в противостоянии, в 1,454 а.е. (217,5 млн. км) от Земли
- 15 5:50 Луна в фазе первой четверти
- 15 13:50-13:52 Астероид Дункан (2753 Duncan) закрывает звезду HIP 112168 (6,8^m) в созвездии Водолея
- 17-19^h Луна ($\Phi = 0,82$) закрывает звезду ρ Козерога (4,8^m). Явление видно в северо-

- 19 западной части Европы, к северу от линии Белград-Киев-Москва
- 18^h Меркурий ($-0,3^{\text{m}}$) в наибольшей западной элонгации (в $17^{\circ}52'$ от Солнца)
- 20 13^h Луна ($\Phi = 0,93$) в 3° севернее Нептуна (7,8^m)
- 21 8^h Луна ($\Phi = 0,96$) в апогее (в 406167 км от центра Земли)
- 12^h Юпитер ($-2,8^{\text{m}}$) в противостоянии
- 17^h Уран (5,7^m) в противостоянии
- Малая планета Геба (6 Hebe, 7,7^m) в противостоянии, в 0,976 а.е. (146 млн. км) от Земли
- 22 18-20^h Луна ($\Phi = 1,00$) закрывает звезду κ Рыб (4,9^m) для наблюдателей Закавказья и юга Центральной Азии
- Максимум блеска долгопериодической переменной Миры (о Кита, 3,0^m)
- 23 7^h Луна в 6° севернее Юпитера ($-2,8^{\text{m}}$)
- 8^h Луна в 5° севернее Урана (5,7^m)
- 9:17 Полнолуние
- 25 Максимум блеска долгопериодической переменной R Треугольника (5,4^m)
- Максимум блеска долгопериодической переменной R Волопаса (6,2^m)
- 26 Малая планета Папагена (471 Paragena, 9,7^m) в противостоянии, в 1,346 а.е. (202 млн. км) от Земли
- 27 14-16^h Луна ($\Phi = 0,84$) закрывает звезду ζ Овна (4,8^m). Явление видно в восточной части Европы, на юге азиатской части РФ, в Казахстане и Центральной Азии
- 30 14-15^h Луна ($\Phi = 0,55$) закрывает звезду 1 Близнецов (4,2^m) для наблюдателей северо-восточной половины Азии
- 18^h Сатурн в верхнем соединении, в 2° севернее Солнца
- 22-23^h Луна ($\Phi = 0,52$) закрывает звезду μ Близнецов (2,8^m) для наблюдателей крайнего севера Европы

Время всемирное (UT)



Каменные истуканы острова Пасхи любуются солнечной короной... Любитель астрономии Хуан Карлос Касадо (Juan Carlos Casado) сделал этот снимок во время полного затмения Солнца 11 июля 2010 г. (ВПВ №5, 2010, стр. 37). Подробнее об этом интересном явлении мы расскажем в одном из следующих номеров нашего журнала.

	Последняя четверть	17:22 UT	1 сентября
	Новолуние	10:30 UT	8 сентября
	Первая четверть	05:50 UT	15 сентября
	Полнолуние	09:17 UT	23 сентября

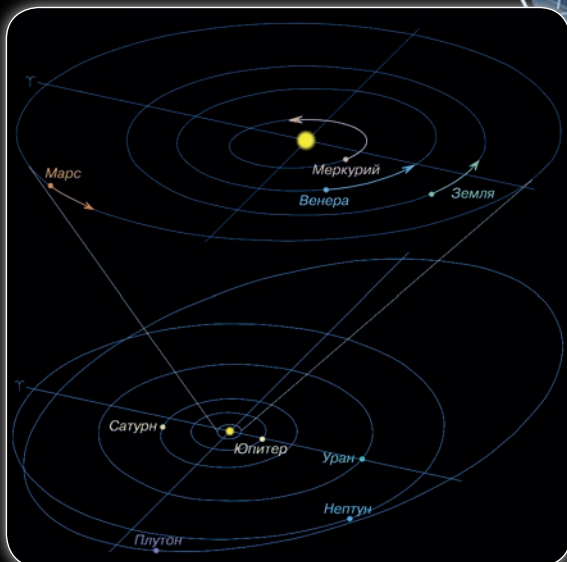
Вид неба на 50° северной широты:
1 сентября — в 0 часов летнего времени;
15 сентября — в 23 часа летнего времени;
30 сентября — в 22 часа летнего времени

Положения Луны даны на 20^h
всемирного времени указанных дат

Условные обозначения:

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

Положения планет на орбитах
в сентябре 2010 г.

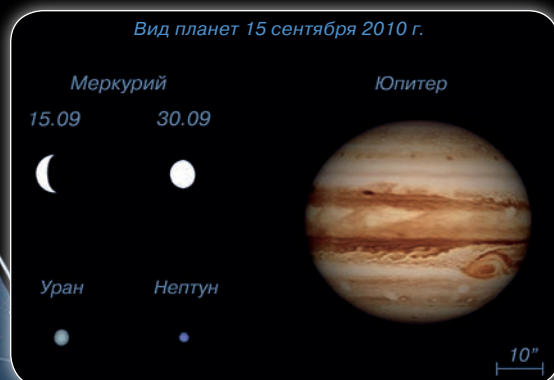


Иллюстрации
Дмитрия Ардашева

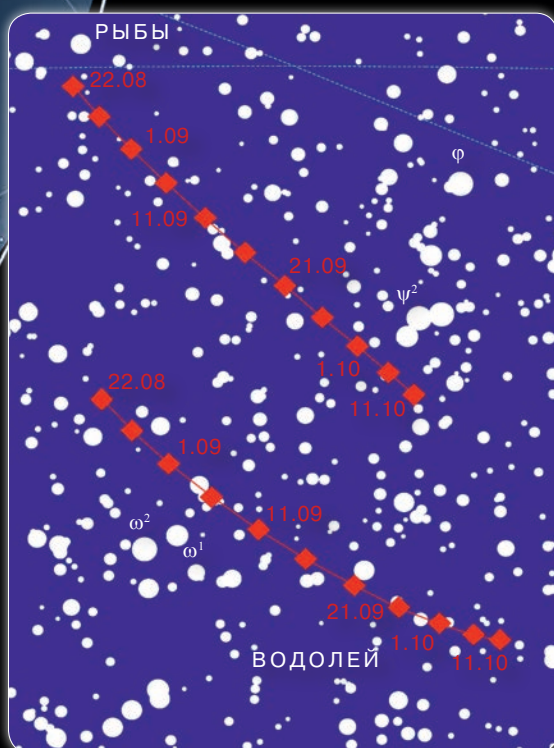
Видимость планет:

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

Вид планет 15 сентября 2010 г.



Видимый путь малых планет
 Флора (8 Flora, внизу)
 и Летиция (39 Laetitia, вверху)
 в августе-октябре 2010 г.



УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Представляем вам книги на астрономическую тематику

Индекс, автор, название, аннотация		Цена, грн.
НОВЫЕ КНИГИ		
	Индекс-Г012. Гамов Г., Стерн М. Мистер Томпкинс в Стране Чудес В данную книгу включены два научно-популярных произведения известного американского физика и популяризатора науки - повесть "Мистер Томпкинс в Стране Чудес", не без юмора повествующая о приключениях скромного банковского служащего в удивительном мире теории относительности, и повесть "Мистер Томпкинс исследует атом", в живой и непринужденной форме знакомящая читателя с процессами, происходящими внутри атома и атомного ядра.	45,00
	Г013. Ичас М., Гамов Г. Мистер Томпкинс внутри самого себя. Приключения в новой биологии В последней книге замечательной трилогии о мистере Томпкинсе, которую Георгий Гамов написал в соавторстве с известным биологом Мартинасом Ичасом, авторы с присущим им блеском и остроумием заставляют своего героя пережить невероятные приключения внутри своего собственного организма, раскрывая перед читателем захватывающую картину достижений биологической науки.	60,00
	Г018. Гриб А.А. Основные представления современной космологии В настоящем учебном пособии изложены основные представления современной релятивистской космологии. После краткого рассмотрения принципов специальной и общей теории относительности, лежащих в основе современной космологии, обсуждаются свойства черных дыр, темной материи и космологической постоянной, а также стандартная модель, основанная на моделях Фридмана расширяющейся Вселенной; затронуты проблема сингулярности и антропный принцип в космологии.	60,00
	Д070. Дубкова С. Книга о Луне В книге рассказывается об истории изучения Луны, объяснены особенности движения нашего спутника и влияние его на Землю. Описан физический мир Луны, освещены все экспедиции пилотируемых кораблей системы "Аполлон" и работа экипажей, совершивших посадку на Луну, описано влияние нашей космической соседки на земную жизнь и непосредственно на людей.	60,00
	Д071. Дубкова С. Солнце в интерьере галактики Этот том "Фамильных тайн Солнечной системы" посвящен четырехсотлетней истории исследований планет, но главное его содержание - рассказы о Солнце, нашей прекрасной звезде. Вам предстоит узнать последние новости с фронта поисков внеземного разума, новейшие теории происхождения Солнечной системы в свете данных, полученных за последние тридцать лет.	100,00
	М040. Михайлов В. Н. Закон всемирного тяготения В третьем, переработанном издании книги по-прежнему доказательно формулируется уточняющий закон всемирного тяготения. Кроме того, книга дополнена описанием эксперимента, который подтверждает этот новый закон. Книга предназначена для аспирантов, студентов, учителей и всех, кто интересуется гравитацией и астрономией.	52,00
	П031. Попова А.П. Астрономия в образах и цифрах Настоящее пособие предназначено для учащихся 8-11 классов общеобразовательных учреждений естественно-математического профиля. Основная задача курса - показать возможность междисциплинарной интеграции астрономии, математики и физики.	52,00
	С037. Сурдин В.Г. Звезды Третья книга из серии "Астрономия и астрофизика" содержит обзор современных представлений о звездах. Рассказано о названиях созвездий и именах звезд, о возможности их наблюдения ночью и днем, об основных характеристиках звезд и их классификации. Основное внимание уделено природе звезд: их внутреннему строению, источникам энергии, происхождению и эволюции.	149,00
	С038. Сурдин В.Г. Солнечная система Вторая книга серии "Астрономия и астрофизика" содержит обзор текущего состояния изучения планет и малых тел Солнечной системы. Обсуждаются основные результаты, полученные в наземной и космической планетной астрономии. Приведены современные данные о планетах, их спутниках, кометах, астероидах и метеоритах.	132,00
	С039. Сурдин В.Г. Пятая сила Среди четырех фундаментальных сил природы - гравитационной, электромагнитной, сильной и слабой ядерной, приливной силы нет. Тем не менее, вызванные приливыми силами эффекты влияют на движение планет, звезд и галактик, расположение созвездий, на погоду, навигацию, на рост растений и эволюцию биосферы.	32,00
	С040. Сурдин В.Г. Астрономические задачи с решениями В книге собрано около 430 задач по астрономии с подробными решениями.	77,00
	С041. Сурдин В.Г. "Путешествия к Луне: Наблюдения, экспедиции, исследования, открытия" Книга рассказывает о Луне: о ее наблюдениях с помощью телескопа, об изучении ее поверхности и недр автоматическими аппаратами и о пилотируемых экспедициях астронавтов по программе Apollo. Приведены исторические и научные данные о Луне, фотографии и карты ее поверхности, описание космических аппаратов и детальный рассказ об экспедициях. Обсуждаются возможности изучения Луны научными и любительскими средствами, перспективы ее освоения.	163,00
	Т011. Тарасов Л.В. Окружающий мир-5: звезды и атомы. В просторы космоса (Вселенная). Ч.5-1 Экспериментальный учебник по интегративному предмету «Окружающий мир» для учащихся 5-го класса написан в соответствии с принципами новой общеобразовательной модели «Экология и диалектика».	86,00
	Т030. Терещиж В.Ю. Современные оптические телескопы В течение четверти века суммарная площадь зеркал всех астрономических телескопов, работающих в оптическом спектральном диапазоне, возросла почти в 10 раз. Современные инструменты позволяют получить более детальные изображения объектов, чем их предшественники, в частности, преодолен "атмосферный барьер" качества изображений.	51,00
	Ш080. Шильман М.Х. Теория шаровой расширяющейся Вселенной. Природа времени, движения и материи Рассмотрена модель Вселенной (близкая к модели Фридмана-Эйнштейна) в виде трехмерной гиперповерхности шара в чисто евклидовом четырехмерном континууме. Дан анализ ограничений принципа эквивалентности Эйнштейна, найдено новое решение космологических уравнений.	45,00
	Я040. Янчилина Ф. По ту сторону звезд. Что начинается там, где заканчивается Вселенная? В книге в живой и увлекательной форме рассказывается о самых тонких и сложных проблемах космологии и физики микромира. Книга написана так, что, с одной стороны, она будет интересна специалистам, а с другой стороны — понятна и доступна читателям без физико-математического образования и даже школьникам.	45,00

Эти книги вы можете

В УКРАИНЕ

- по телефонам: (093) 990-47-28; (050) 960-46-94
- На сайте журнала <http://wselennaya.com/>
- по электронным адресам: uverse@wselennaya.com; uverse@gmail.com; thplanet@iptelecom.net.ua

- в Интернет-магазине <http://astro.space.ua/> в разделе «Литература»
- по почте на адрес редакции: 02097, г. Киев, ул. Милославская, 31-б, к.53.

Индекс, автор, название	Цена, грн.
Индекс-A010. Азимов А. Язык науки.	32,00
Индекс-A020. Амнуэль П.Р. Далекие маяки Вселенной.	86,00
Индекс-B010. Бааде В. Эволюция звезд и галактик.	42,00
Индекс-B010. Владимирский Б.М., Темурьянц Н. А., Мартынюк В.С. Космическая погода и наша жизнь	70,00
Индекс-B020. Воронцов-Вельяминов Б. А., Страут Е. К. Астрономия. 11 класс.	70,00
Индекс-G010. Гамов Г.А. Мистер Томпкинс исследует атом.	39,00
Индекс-G011. Гамов Г.А. Моя мировая линия: Неформальная автобиография.	30,00
Индекс-G020. Грин Б. Ткань космоса. Пространство, время и текстура реальности.	168,00
Индекс-G021. Грин Б. Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории.	106,00
Индекс-D010. Дивари Н.Б. Зодиакальный Свет.	30,00
Индекс-E010. Ефремов Ю.Н. Вглубь Вселенной.	56,00
Индекс-E011. Ефремов Ю.Н. Звездные острова.	85,00
Индекс-E012. Ефремов Ю.Н. Млечный Путь.	30,00
Индекс-Z010. Засов А.В., Кононович Э.В. Астрономия. Учебное пособие.	150,00
Индекс-K010. Кононович Э.В., Мороз В.И. Общий курс астрономии.	123,00
Индекс-K011. Кононович Э.В. Солнце — дневная звезда.	50,00
Индекс-K020. Куликовский П.Г. Справочник любителя астрономии.	168,00
Индекс-L010. Левитан Е.П. Физика Вселенной: экскурс в проблему.	50,00
Индекс-L020. Липунов В.М. В мире двойных звезд.	56,00
Индекс-M010. Масликов С. Ю. Дракон, пожирающий Солнце.	85,00
Индекс-P010. Перельман Я.И. Занимательная астрономия.	50,00
Индекс-P020. Попов С.Б., Прохоров М.Е. Звезды: жизнь после смерти.	25,00
Индекс-P030. Попова А.П. Занимательная астрономия.	56,00
Индекс-R010. Рубин С.Г. Устройство нашей Вселенной.	90,00
Индекс-R020. Руденко В. Поиск гравитационных волн.	25,00
Индекс-S010. Сажин М.В. Современная космология в популярном изложении.	39,00
Индекс-S020. Сороченко Р.Л., Гордон М.А. Рекомбинационные радиолнии. Физика и астрономия.	99,00
Индекс-S030. Сурдин В.Г. Астрономия: Век XXI.	271,00
Индекс-S031. Сурдин В.Г. Астрология и наука.	25,00
Индекс-S032. Сурдин В.Г. Марс. Великое противостояние.	74,00
Индекс-S033. Сурдин В.Г. Небо и телескоп.	149,00
Индекс-S034. Гусев Е.Б., Сурдин В.Г. Расширяя границы Вселенной.	41,00
Индекс-S035. Сурдин В.Г. Неуловимая планета.	25,00
Индекс-S036. Сурдин В.Г. НЛО: записки астронома.	25,00
Индекс-T010. Тарасов Л. В. Вселенная в просторах космоса: Книга для школьников... и не только.	68,00
Индекс-U010. Ульмшнайдер П. Разумная жизнь во Вселенной.	215,00
Индекс-X010. Халезов Ю.В. Планеты и эволюция звезд. Новая гипотеза происхождения Солнечной системы.	37,00
Индекс-X020. Хван М.П. Неистовая Вселенная: От Большого взрыва до ускоренного расширения, от кварков до суперструн.	84,00
Индекс-Ц010. Цесевич В.П. О времени и о себе. Воспоминания и документы.	30,00
Индекс-Ч010. Черепашук А.М. Черные дыры во Вселенной.	25,00
Индекс-Ч011. Черепашук А.М., Чернин А.Д. Вселенная, жизнь, черные дыры.	104,00
Индекс-Ч020. Чернин А.Д. Звезды и физика.	34,00
Индекс-Ч021. Чернин А.Д. Космология: Большой взрыв.	25,00
Индекс-Ш010. Шварцшильд М. Строение и эволюция звезд.	95,00
Индекс-Ш020. Шингарева К. Б., Краснопевцева Б. В. Солнечная система. Астрономия. Атлас.	88,00
Индекс-Ш030. Шкловский И.С. Вселенная. Жизнь. Разум.	99,00
Индекс-Ш040. Шевченко М. Ю., Угольников О. С. авт.-сост. Школьный астрономический календарь на 2009/2010 учебный год.	30,00
Индекс-Ю010. Юревич В.А. Астрономия доколумбовой Америки. Серия «Академия фундаментальных исследований: история астрономии».	52,00

заказать в нашей редакции:

В РОССИИ

- по телефонам: (495) 544-71-57; (499) 252-33-15
- по электронному адресу: elena@astrofest.ru
- в Интернет-магазинах
<http://www.sky-watcher.ru/shop/> в разделе
«Книги, журналы, сопутствующие товары»

- <http://www.telescope.ru/> в разделе «Литература»
- по почте на адрес редакции:
123242, г. Москва, ул. Замооронова, 9/6, строение 2.

7-й Міжнародний авіаційно-космічний салон «АВІАСВІТ-XXI»



30 вересня - 04 жовтня 2010 р.
Україна, с.м.т. Гостомель,
аеродром «Київ-Антонов»



Запрошуємо Вас взяти участь у нашому авіасалоні



Державна корпорація «Вектор»
Україна, 04080, м. Київ,
вул. Фрунзе, 19-20

tel.: (044) 462-53-67, 455-71-31, 455-93-90
tel./fax: (044) 462-53-67, 462-53-64
E-mail: info@aviasvit.com.ua <http://aviasvit.com.ua>

«VECTOR» State Corporation
04080, Ukraine,
19-20, Frunze str., Kyiv

ЛАСКАВО ПРОСИМО! WELCOME!

Фото: А. Broadfoot, О. Белякова и АНТК «АНТОНОВ»