

ВПВ

№6 (72) 2010



ВСЕЛЕННАЯ **пространство * время**

Научно-популярный журнал

**Загадки активных
галактик**

**МКС построена,
Atlantis «уходит
на покой»**

**Трудный полет
23-й экспедиции**



4 1820094 1200010 00072

ТАКАHASHI

**Такахашаи
в Москве:**

+7 (925) 740-99-91

+7 (903) 720-16-15

takahashi@ultranet.ru



ИНТЕРНЕТ - МАГАЗИН
АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
ASTROSPACE

ТЕЛЕСКОПЫ И АКСЕССУАРЫ
ОТ ВЕДУЩИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ
CELESTRON SYNTA MEADE
WILLIAM OPTICS

WWW.ASTROSPACE.COM.UA



**Редакция рассылает
ВСЕ ИЗДАНИЕ 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.vselennaya.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 —
№6 июнь 2010

Зарегистрировано Государственным
комитетом телевидения
и радиовещания Украины.
Свидетельство КВ 7947 от 06.10.2003 г.
Тираж 8000 экз.

Ответственность за достоверность фактов
в публикуемых материалах несут
авторы статей

Ответственность за достоверность
информации в рекламе несут рекламодатели
Перепечатка или иное использование
материалов допускается только
с письменного согласия редакции.
При цитировании ссылка на журнал
обязательна.

Формат — 60x90/8

Отпечатано в типографии

ООО "СЭЭМ".

г. Киев, ул. Бориспольская, 15.

тел./факс (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

№6 (72) 2010

Вселенная

Загадки активных галактик 4

Елена Федорова

- История открытия: странные "звезды" и "туманности"
- Роль аккреции
- Сверхмассивные черные дыры
- Откуда берутся джеты
- Насколько "черны" черные дыры?
- "Дыра" или "нора"?
- Перспективы

ИНФОРМАЦИЯ, СООБЩЕНИЯ

- Черная дыра в М31 активизировалась 14
- Телескоп Herschel разглядел "зародыш" звезды-гиганта 14
- Радиотелескоп LOFAR получил детальные изображения квазара 15
- Сто тысяч квазаров от SDSS 15

Солнечная система

ИНФОРМАЦИЯ, СООБЩЕНИЯ

- Opportunity — новый межпланетный рекордсмен! 16
- Phoenix потерян окончательно 16
- Карбонаты в архивах ровера Spirit 17
- "Сокол" вернулся домой 18
- Возвращаемая миссия на Марс пройдет в три этапа 19
- Юпитер: "потерял" пояс... 20
- ...и получил еще один удар! 20
- Voyager 2: проблема передачи данных решена 21
- Juno обретает реальные очертания 21

Космонавтика

- МКС построена, Atlantis "уходит на покой" 22
- Японский "Рассвет" и солнечный парус 26

ИНФОРМАЦИЯ, СООБЩЕНИЯ

- Астрономы-любители разглядели на околоземной орбите секретный космический корабль 30
- "Большой Сокол": первый полет 31
- Начался эксперимент "Марс-500" 31

История космонавтики

- Трудный полет 23-й экспедиции 32
- Александр Железняков*
- Неприятности с самого начала
- Пожар на "Мире"
- Мимо цели
- Жарко, влажно, трудно дышать
- Столкновение
- До прилета следующего экипажа
- Жесткая посадка

Любительская астрономия

- Небесные события августа 37
- Sky Watcher 80 EQ1 40
- МАК 90 EQ1 40
- Александр Захаров*
- Год Астрономии: украинские успехи 41
- Книги 42

Уважаемые читатели! В апрельском номере нашего журнала на стр. 35 была помещена карта видимого пути кометы Темпеля 2 (10P/Tempel), составленная на основании неверных элементов орбиты. Исправленная карта приведена в текущем номере на стр. 39

Загадки активных галактик

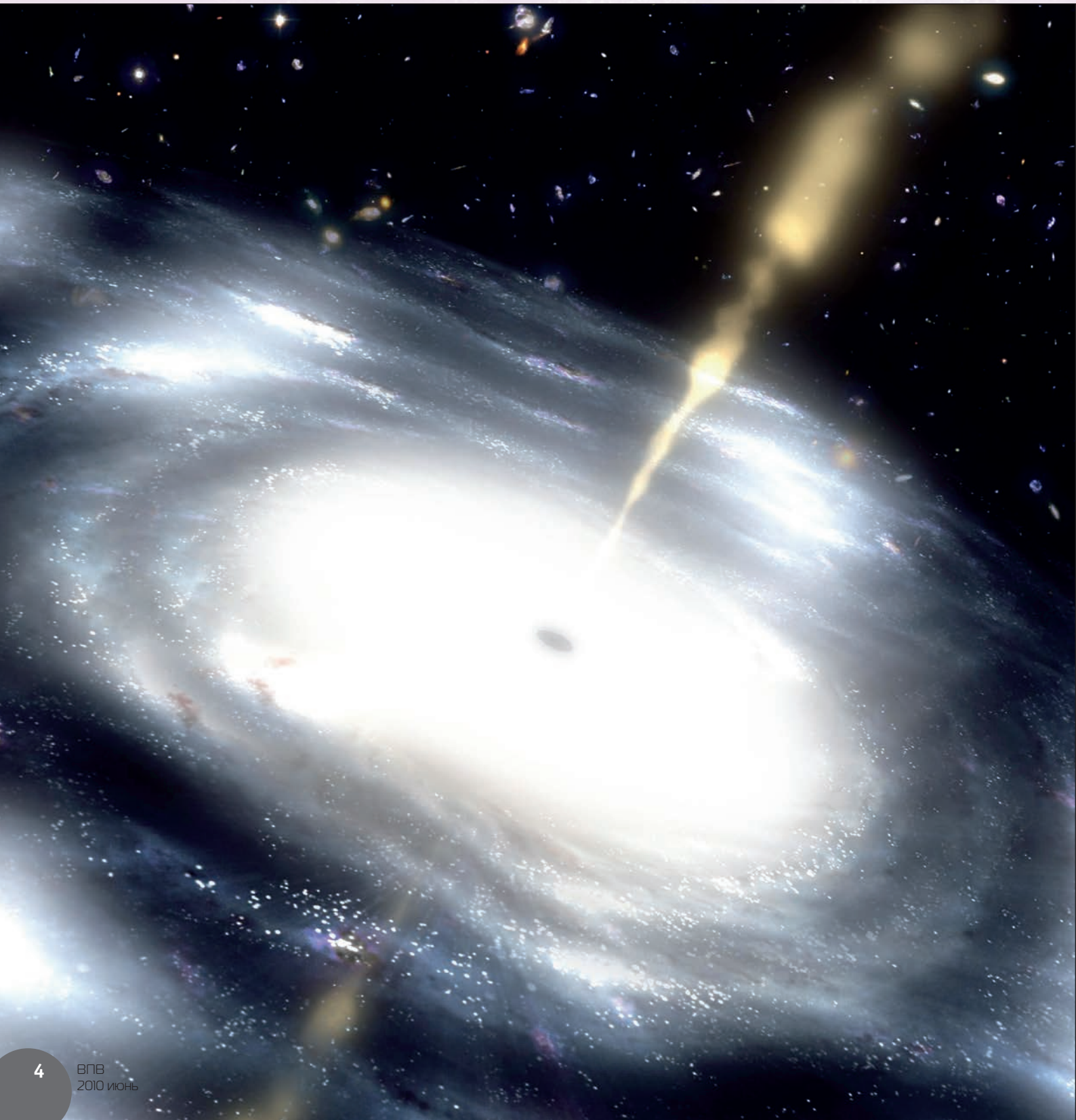
Елена Федорова, к.ф.-м.н.,
научный сотрудник астрономической
обсерватории КНУ, г. Киев

Активные галактики (АГ) — одни из самых интересных и загадочных объектов Вселенной. Благодаря многим особенностям, отличающим их от обычных, «нормальных» галактик, эти объекты являются своеобразными

«космическими лабораториями» для исследования свойств материи в условиях, недостижимых на Земле. Первая и главная из таких особенностей заключается в том, что процессы, происходящие в ядрах АГ, невозможно объяснить свойствами содержащихся в них звезд и газовой-пылевой туманности. Если в «нормальных», спокойных галактиках большая часть излучаемой

ими энергии вырабатывается звездами в ходе реакций термоядерного синтеза, то для генерации мощных энергопотоков от АГ его явно недостаточно.

В настоящее время стала почти общепризнанной гипотеза о том, что в ядрах АГ находятся сверхмассивные черные дыры, а высокоэнергетическое излучение, возникающее при падении на них окружающего



вещества, как раз и обуславливает различие между активными и «спокойными» галактиками. Однако есть и другие гипотезы, объясняющие повышенную активность ядер АГ — не менее захватывающие и интересные.

История открытия: странные «звезды» и «туманности»

Первую активную галактику — M77 (NGC 1068), видимую в созвез-

дии Кита — открыл еще в 1780 г. известный французский наблюдатель Пьер Мешен (Pierre Méchain). Ее необычность была обнаружена сотрудником Ликской обсерватории (США) Эдвардом Фэтом (Edward Fath) в ходе изучения спектров «спиральных туманностей» — в то время еще не было известно, что они представляют собой звездные системы, подобные нашей Галактике — на 36-дюймовом телескопе-рефлекторе Кроссли в 1908 г. От других «туманностей» ее отличало наличие в спектре 6 ярких линий излучения, типичных для ионизированных элементов (водорода, кислорода и азота). Но поначалу M77 так и оставалась не более чем «необычным объектом». Атипичный, как тогда считалось, спектр «туманности» был подтвержден в 1917 г. сотрудником Лоуэлловской обсерватории Весто Слайфером (Vesto Melvin Slipher)¹, но, опять-таки, классифицирован этот объект в то время не был: представление о том, чем же являются в действительности подобные «туманности», еще не успело сформироваться. В 1926 г. Эдвин Хаббл (Edwin Powell Hubble)² обнаружил еще два таких объекта — NGC 4051 и NGC 4151. Спиральные звездные системы заняли свое место в создаваемой этим ученым классификации галактик — так называемом «камертоне Хаббла».³ Постепенно выяснилось, что светящаяся материя, которую можно наблюдать в галактиках, в основном входит в состав звезд. Звездные спектры к тому времени были уже хорошо известны, а спектр галактики как целого, таким образом, должен был представлять собой суммарный спектр излучения всех составляющих ее звезд.

Но для АГ эта закономерность нарушалась: кроме «звездной» составляющей, в их спектрах присутствовали и другие компоненты.

Различия между активными и обычными галактиками были описаны Карлом Сейфертом (Carl Keenan Seyfert) в 1943 г. на основе сравнения спектров 12 активных галактик, известных к тому времени, с «нормальными». После этого АГ стали называть «сейфертовскими галактиками». Эти различия заключаются в следующем:



Пьер Мешен

— большая часть излучения АГ исходит из центральной части или ее активного ядра (его светимость иногда в 10^{11} раз превышает светимость Солнца), которое излучает намного интенсивнее, чем центральные области нормальных галактик;

— АГ излучают в жестком рентгеновском и гамма-диапазоне, тогда как излучение «нормальных» галактик может достигать лишь мягкого рентгеновского диапазона;

— излучение активного ядра является синхротронным — это излучение заряженных частиц (электронов, протонов, ионов и др.), движущихся в магнитном поле;

— спектральные линии ионизированного вещества в активных ядрах галактик сильно расширены по сравнению с «нормальными» в результате высоких скоростей движения этого вещества.

В зависимости от ширины спектральных линий Сейферт ввел деление активных галактик на два типа: с сильно расширенными (I тип) и со слабо расширенными линиями (II тип).



Снимок M77, полученный Адамом Блоком (Adam Block) на 16-дюймовом телескопе обсерватории Китт Пик, США.

Галактика с активным ядром (иллюстрация).

¹ ВПВ №5, 2009, стр. 5

² ВПВ №5, 2009, стр. 4

³ ВПВ №3, 2005, стр. 6

Некоторые АГ оказались также источниками мощного радиоизлучения. Первая такая галактика была обнаружена в 1946 г. в созвездии Лебедя — она получила обозначение «Лебедь А». Через два года астрономы нашли еще две похожих системы в созвездиях Девы и Центавра. Оптические свойства радиогалактик практически не отличаются от свойств «обычных» сейфертов, однако в радиодиапазоне видны два или три источника излучения: центральный совпадает с ядром, а один или два других расположены на значительном расстоянии по бокам. Эти источники получили название «радиолупестков» или «радиолепестков». Как правило, они мощнее центрального источника и связаны с такой особенностью радиогалактик, как струи газа, или джеты (от английского слова «jet» — «струя»), бьющие из галактического ядра в одну или две противоположные стороны.

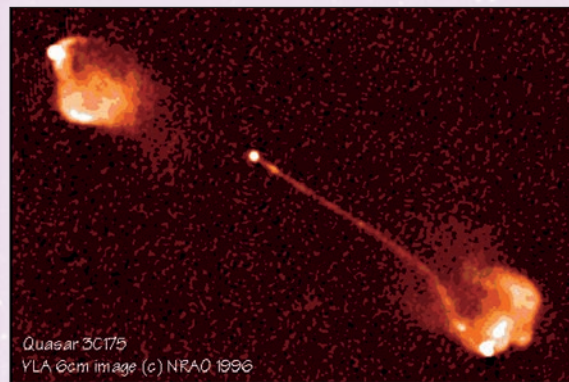
Светимость активного ядра может достигать и еще больших значений — например, у квазаров она в сотни раз выше (вообще-то четкой грани между квазарами и сейфертами нет: самые яркие сейферты и самые слабые квазары имеют близкую абсолютную светимость). Первый квазар, 3С 48, был обнаружен в конце 1950-х гг. Аланом Сендиджем (Allan Rex Sandage) и Томасом Метьюзом (Thomas Matthews) при первом радиообзоре неба. Выглядел он как мощный радиоисточник, который в оптическом диапазоне идентифицировался со слабо светящимся точечным объектом. Из-за своих «звездобразных» размеров подобные объекты получили название QUASi stellar radio source (quasar) — «квазизвездный радиоисточник». В 1963 г., когда было известно уже 5 квазаров, голландский астроном Мартен Шмидт (Maarten Schmidt) показал, что линии в их спектрах сильно смещены в сторону более длинных волн, что свидетельствовало о больших скоростях удаления от нашей Галактики и значительных расстояниях до этих объектов. Таким образом, квазары оказались подобны радиогалактикам, только они имели более высокую светимость.

Обзор неба в оптическом и ультрафиолетовом диапазонах, проведенный в 1964-65 гг. Сендиджем с сотрудниками на 100-дюймовом

телескопе обсерватории Маунт Вильсон (США), показал, что существуют объекты, идентичные квазарам, но практически не проявляющие себя в радиодиапазоне. Эти объекты назвали «квазагами» (от англ. «quasag» — QUASi stellar Galaxy). На один квазар приходится примерно 20 квазагов. Впрочем, широкого распространения термин «квазаг» не получил: в настоящее время чаще употребляются названия «радиогромкий квазар» (по отношению к «классическому» квазару, обладающему мощным радиоизлучением) или «радиотихий квазар» (по отношению к его «скромному» собрату). В 1968 г. класс активных галактик был пополнен новым типом — Мартен Шмидт идентифицировал считавшийся ранее неправильной переменной звездой нашей Галактики объект ВЛ Ящерицы как яркий переменный радиоисточник в центре «чужой» эллиптической галактики. Этот тип активных ядер отличается от других отсутствием эмиссионных линий в спектре. Иногда их называют также «сейфертами типа 0», но чаще — «блазарами» (от обозначения их «прародителя»). Еще одна отличительная черта блазаров — они не бывают «радиотихими». По остальным характеристикам они подобны квазарам и радиогалактикам.

Спектры квазаров идентичны спектрам радиогалактик и сейфертов, за исключением того, что в них наблюдаются более значительные красные смещения. Кроме того, абсолютный блеск квазаров оказывается в среднем в десятки или сотни раз выше.

В 90-е годы наблюдения большого количества квазаров с помощью телескопа Hubble показали, что они находятся в центрах массивных (чаще всего эллиптических) галактик. Таким образом, родственность квазаров, сейфертов и радиогалактик была окончательно установлена. Разница в красных смещениях между ними указывает на различия в возрасте объектов: чем дальше они находятся — тем больше времени требуется свету, чтобы дойти от объекта до Земли, тем, соответственно, моложе был данный объект, когда



Радиоизображение квазара 3С 175, полученное антенным массивом VLA на длине волны 6 см. Видны яркие излучающие области в центре и на концах «радиолепестков».

испускал излучение, которое мы наблюдаем сегодня. Проще говоря, квазаги и квазары — это более молодые сейферты или радиогалактики. Или наоборот: сейферты и радиогалактики — это квазары, «успокоившиеся с возрастом», постепенно исчерпавшие запас «топлива» для своего сверхмощного «генератора энергии».

Как же представляет современная наука такой «генератор» в ядре активной галактики?

Роль аккреции

Происхождение синхротронного излучения активных ядер было объяснено в 1964 г. советскими астрофизиками Яковом Зельдовичем, Игорем Новиковым и независимо — Эдвином ЗалпETERом из Корнельского университета (Edwin Ernest Salpeter, Cornell University, Ithaca, New York). Они предположили, что это излучение возникает благодаря дисковой аккреции, то есть падению вещества (плазмы) на массивный центральный объект — черную дыру⁴ (по массе в 10^6 - 10^9 раз превосходящую Солнце). Аккреция бывает дисковой, когда падающее вещество образует относительно тонкий, но плотный слой в плоскости экватора центрального объекта (аккреционный диск), и сферической, когда оно более или менее равномерно заполняет всю область вокруг него (образуя так называемую «корону»).

В первом случае вещество не только падает к центру, но и участвует во вращении диска, поэтому частицы вещества движутся по спиралевид-

⁴ ВПВ №6, 2005, стр. 6

ным траекториям. Взаимодействуя с магнитным полем, заряженные частицы испускают т.н. синхротронное излучение, впервые наблюдавшееся в 1946 г. на ускорителе ионов (синхротроне) в лаборатории компании General Electric. Синхротронная природа спектров активных ядер галактик на сегодняшний день точно установлена, однако источник магнитного поля все еще является предметом дискуссий: возможно, это сам аккреционный диск, либо же центральный массивный объект, или нечто другое...

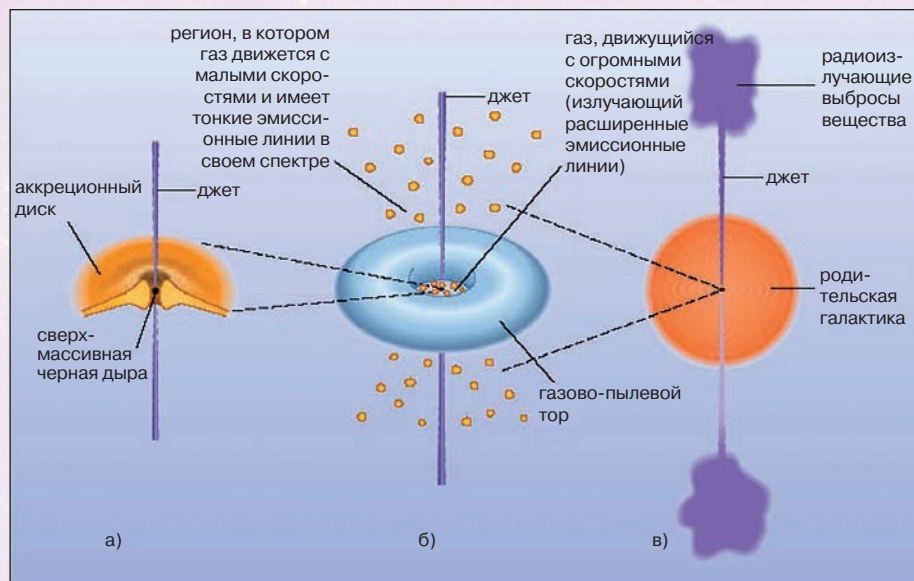
При сферической аккреции вещество падает на притягивающее тело по вертикали, не вращаясь. В ядрах АГ сосуществуют обе аккреционные составляющие — более плотный диск и менее плотная сферическая корона. Она намного горячее и разреженнее, чем диск. В то же время скорости движения

вещества в ней выше, за счет чего в короне и прилегающей к ней области пространства возникают те самые широкие спектральные эмиссионные линии — «размазанные» эффектом Доплера.

Такое представление об активных ядрах стало основой для всех последующих моделей, включая самые современные. Когда стало ясно, что эти объекты не являются сферически симметричными, начали появляться модели, объясняющие разницу наблюдаемых свойств отдельных АГ тем, что они по-разному ориентированы по отношению к наблюдателю. Например, в модели, предложенной в 1985 г. американскими учеными Робертом Антонуччи (Robert Antonucci) и Джоном Миллером (John Miller), разница в спектральных свойствах сейфертов 1-го и 2-го типа возникает благодаря тому, что аккреционный диск

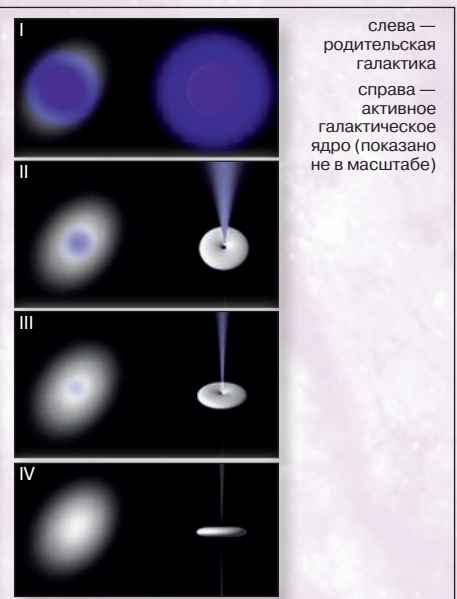
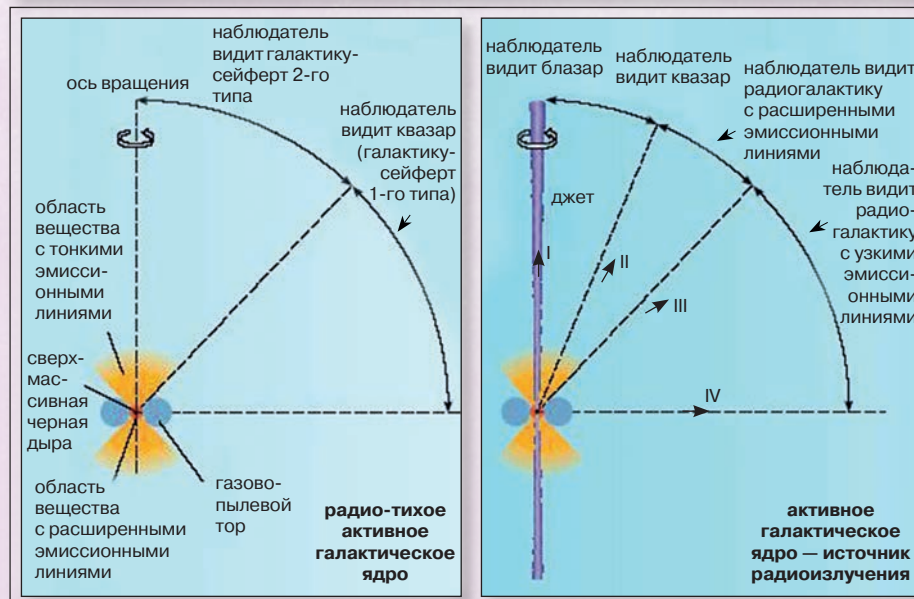
по мере удаления от центрального массивного тела становится все более толстым. Таким образом, если смотреть сквозь плотную, широкую внешнюю часть диска (так называемый газово-пылевой тор), корона не будет видна наблюдателю, как и сильно расширенные эмиссионные линии, излучаемые ее внешней областью. Если же наблюдатель видит активное ядро под значительным углом к плоскости диска, то корона — и соответственно широкие линии эмиссии — ему видны. А при взгляде на радиогалактику или радиогромкий квазар с той стороны, куда направлен один из джетов, объект выглядит как блазар.

В настоящее время существует множество вариантов моделей активного ядра с различными компонентами и механизмами взаимодействия между ними, но практически все они являются дальнейшими



« В центре ядра активной галактики находится сверхмассивная черная дыра, окруженная аккреционным диском и формирующая (в общем случае) джеты — выбросы, направленные вдоль оси ее вращения. ЧД окружена тороидальным газово-пылевым диском. Область внутри тора заполнена газом, движущимся с огромными скоростями, из-за чего эмиссионные линии в его спектре размыты. Газ, имеющий значительно более низкие скорости движения, заполняет конусы, отмеченные желтым цветом, и характеризуется узкими эмиссионными линиями. Вещество выбрасывается джетами далеко за пределы родительской галактики и формирует облака, активно излучающие в радиодиапазоне.

« Классификация активных ядер галактик в зависимости от угла между осью вращения ЧД и направлением на наблюдателя.



I
Ilana Feain, Tim Cornwell & Ron Ekers (CSIRO/ATNF), ATCA northern middle lobe pointing courtesy R. Morganti (ASTRON), Parkes data courtesy N. Junkes (MPIFR)



Луна

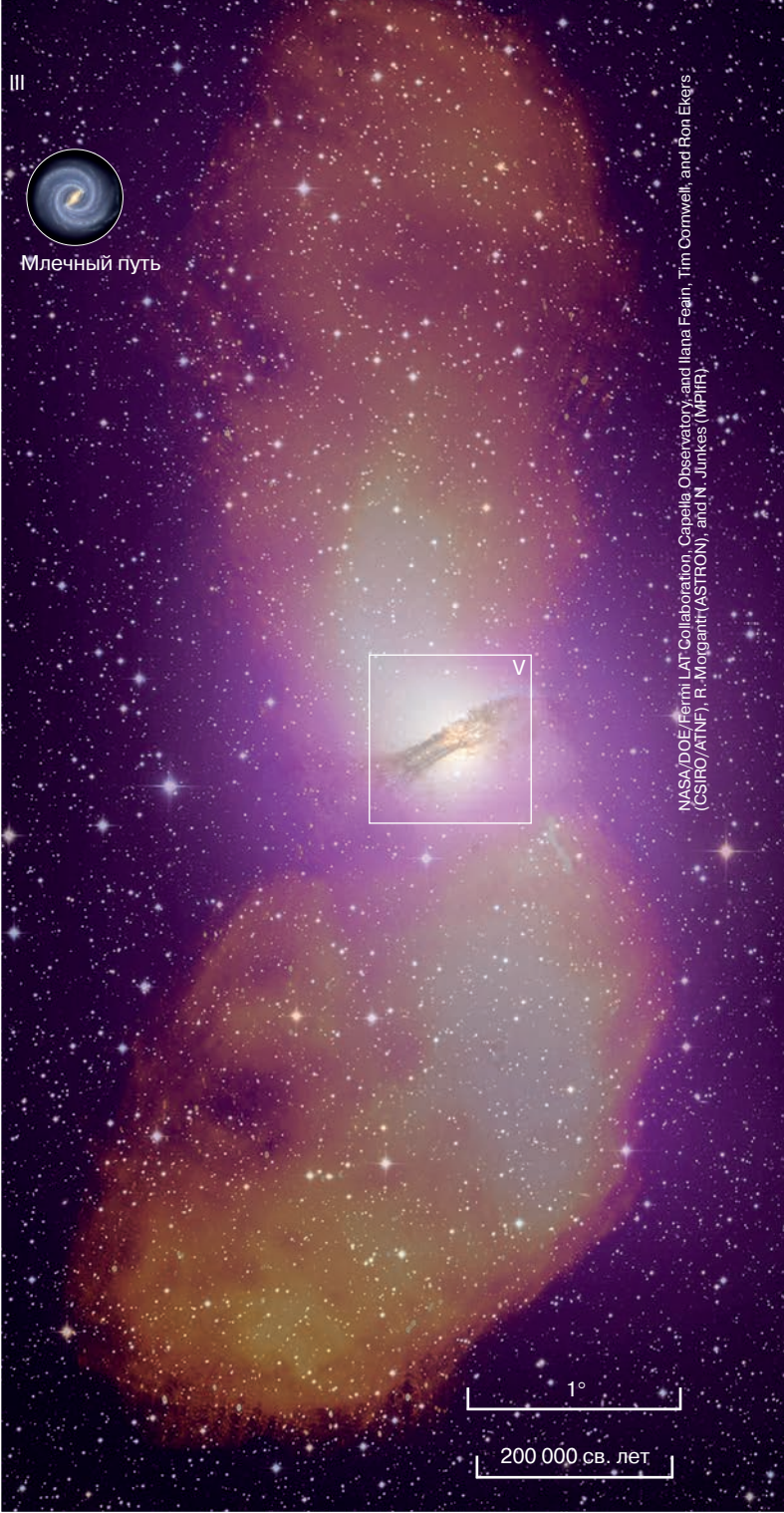


1°
200 000 св. лет

III

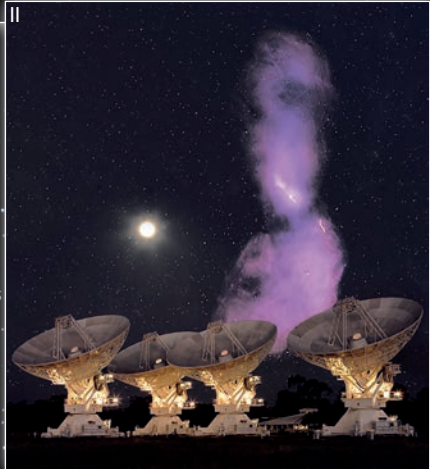


Млечный путь



1°
200 000 св. лет

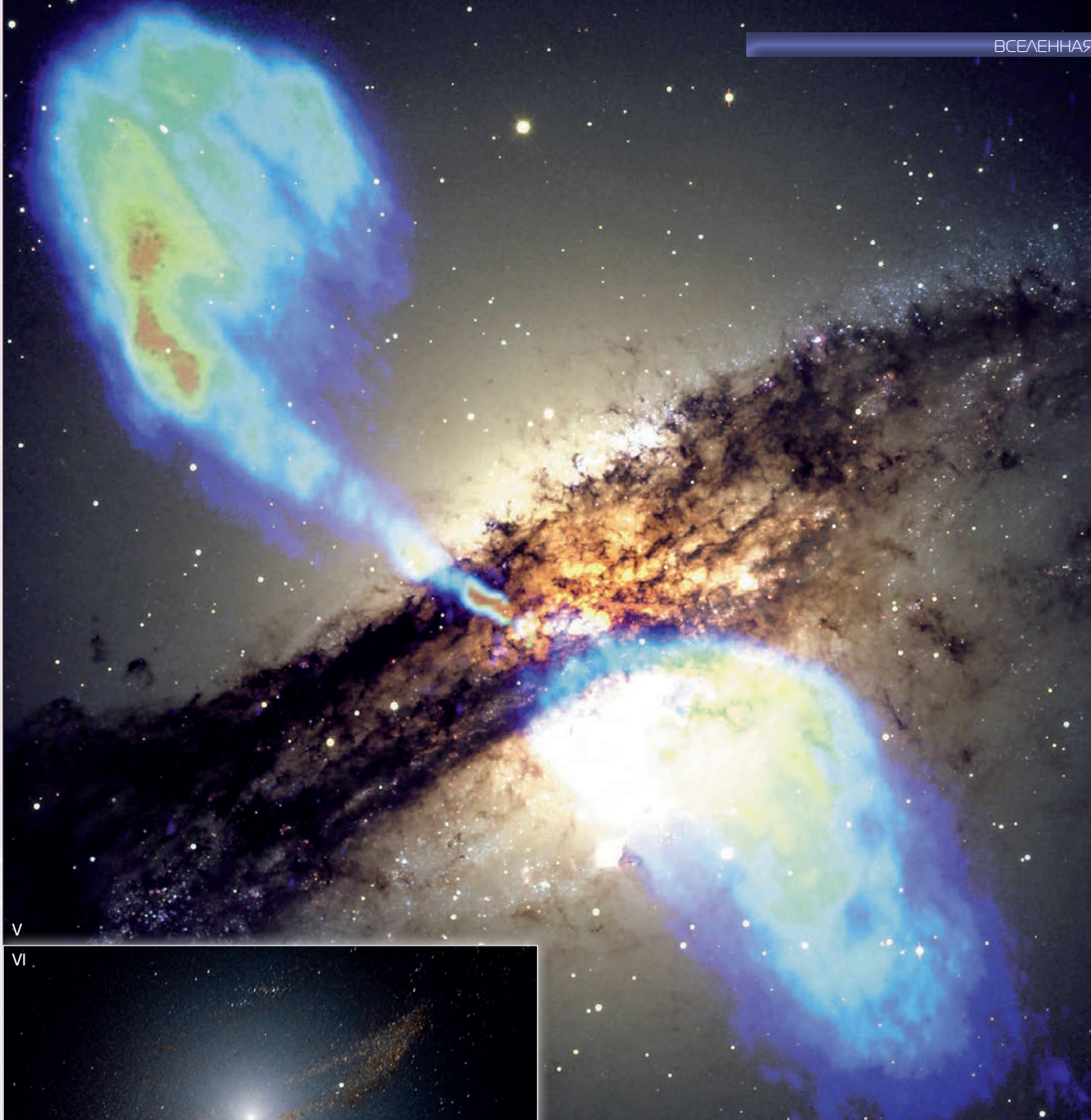
NASA/DOE Fermi LAT Collaboration, Capella Observatory, and Ilana Feain, Tim Cornwell, and Ron Ekers (CSIRO/ATNF), R. Morganti (ASTRON), and N. Junkes (MPIFR)



Ilana Feain, Tim Cornwell & Ron Ekers (CSIRO/ATNF), ATCA northern middle lobe pointing courtesy R. Morganti (ASTRON), Parkes data courtesy N. Junkes (MPIFR), Photo of the ATCA and Moon: Shaun Amy, CSIRO



IV



V

VI



ESO/Y. Beletsky

Радиогалактика Центавр А

I — Частицы, излучающие потоки радиоволн, выброшены из "сердца" галактики Центавр А в космическое пространство на миллионы световых лет. Это изображение было получено на частоте 1,4 ГГц радиоинтерферометром Australia Telescope Compact Array (ATCA), состоящим из шести 22-метровых антенн, совместно с телескопом Паркса.

Белые точки на черном небе — это не звезды, а далекие галактики, излучающие в радиодиапазоне подобно системе Центавр А.

II — На этом изображении для сравнения показаны видимые размеры Луны и выбросов галактики Центавр А. Такой мы видели бы на небе эту колоссальную структуру, находящуюся на расстоянии 12 млн. (по другим оценкам — 14 млн.) световых лет, если бы наши глаза имели несколько десятков метров в диаметре и были чувствительны к радиоволнам.

Длина верхней масштабной линейки на снимках *I* и *III* соответствует одному градусу на небесной сфере. Средний угловой диаметр Луны — около половины градуса. Нижняя масштабная линейка соответствует линейному размеру в 200 тыс. световых лет на расстоянии галактики Центавр А. Диаметр нашей Галактики вдвое меньше — всего 100 тыс. световых лет.

III — Изображения, полученные космическим телескопом Fermi в гамма-лучах (условно окрашены пурпурным цветом) и в радиодиапазоне (оранжевый цвет), совмещены со снимком галактики Центавр А в видимом свете. Это позволяет в полной мере оценить масштабность процессов, происходящих в активном ядре и "разметавших" излучающий газ на расстояния до 1,4 млн. световых лет.

IV — Центавр А в субмиллиметровом диапазоне. Снимок сделан радиотелескопом APEX (Atacama Pathfinder Experiment), расположенным на севере Чили на высоте 5100 м над уровнем моря.

V — Результат совмещения изображений, полученных в видимом диапазоне космическим телескопом Hubble и в радиодиапазоне на длине волны 6 см с использованием Очень большого антенного массива (VLA).

VI — Этот снимок галактики Центавра А получен в ближней инфракрасной области спектра с использованием инструмента SOFI телескопа NTT ESO (Ла Силья, Чили). В этом диапазоне в "утробе" радиогалактики отчетливо видны остатки поглощенной ею 200-700 млн. лет назад меньшей по размерам звездной системы.



Robert Gendler

The Hubble Heritage Team STScI/AURA and NASA/ESA

I — Гигантская эллиптическая галактика M87 — доминирующий член скопления Девы (ВПВ №2, 2009, стр. 4) — в окружении своих меньших "собратьев".

II — Высокоэнергетический джет — поток электронов и других субатомных частиц, распространяющийся с околосветовой скоростью далеко за пределы галактики — выбрасывается сверхмассивной черной дырой, расположенной в центре M87. Желтый ореол вокруг яркого центрального ядра сформирован совокупным светом миллиардов неразличимых по отдельности звезд. Более яркие пятнышки, разбросанные по полю снимка — шаровые звездные скопления, населяющие галактику.

III — В рамках миссии Galaxy Evolution Explorer (NASA) были получены свидетельства того, что сверхмассивные черные дыры после достижения определенного критического размера могут тормозить процессы рождения звезд в эллиптических галактиках. Это происходит за счет нагревания и взрывного рассеяния среды, в которой происходит звездообразование.

На иллюстрации голубым цветом обозначено излучение материи, находящейся в непосредственной близости к ЧД. Центральную область окружает темно-серый газово-пылевой тор. Звездное население эллиптических галактик состоит из старых красных звезд — астрономы иногда сравнивают их с домами престарелых.

усложнениями и усовершенствованиями модели Антонуччи-Миллера. Тем не менее, ряд очень важных и сложных вопросов остается открытым. Например, такой: почему одни активные ядра имеют джеты и являются радиогромкими, тогда как другие — нет?

Сверхмассивные черные дыры

Ответ на этот вопрос напрямую зависит от того, чем именно является массивный объект, на который происходит аккреция в активном ядре, какими свойствами он обладает, каково состояние диска аккреции и короны в непосредственной близости от него.

Исторически первая и по-прежнему наиболее популярная модель центрального объекта активного ядра, как было сказано выше, возникла еще в 1964 г. Несмотря на то, что представления о процессах, протекающих в центральных частях активных ядер галактик, в настоящее время быстро эволюционируют, гипотеза сверхмассивных черных дыр как галактических «двигателей» остается актуальной.

Общая теория относительно-сти предсказывает существование как минимум трех основных типов черных дыр (ЧД). Первый тип — ЧД Шварцшильда — представляет собой простейший случай: единственной его характеристикой является масса, сконцентрированная в точке с бесконечной плотностью, называемой сингулярностью (имеющей место для всех типов черных дыр). Она же определяет радиус так называемого горизонта событий — пространственной границы области, внутри которой падение на центральное тело становится необратимым: все, что попало «под горизонт», неминуемо должно упасть в сингулярность в центре. Горизонт событий правомерно сравнивать с односторонней мембраной, пройти через которую можно только внутрь. Благодаря этому невозможно наблюдать ЧД непосредственно, а лишь по косвенным признакам. Для ЧД Шварцшильда единственным таким признаком может служить ее гравитационное поле, влияющее на траектории частиц или тел, движущихся поблизости от нее. Как кандидат в «двигатели» активных ядер этот тип ЧД не вполне пригоден, и

вот по какой причине: светимость активного ядра зависит от эффективности аккреции, то есть от того, какая часть энергии вещества, падающего на центральный массивный объект, превращается в излучение. Эффективность, в свою очередь, связана с соотношением между скоростями вращения аккреционного диска и центрального массивного объекта — компонент, вращающийся медленнее, отбирает энергию у более быстрого. ЧД Шварцшильда будет отбирать энергию аккрецирующего вещества и существенно снизит его светимость, так что галактика с такой «дырой» в центре едва ли будет активной. Если в галактических ядрах существуют ЧД Шварцшильда, то, скорее всего, это ядра спокойных галактик.

Несколько более сложен второй тип ЧД — Райсснера-Нордстрема. Кроме массы, они обладают еще и электрическим зарядом. При определенных условиях такая ЧД может иметь два горизонта событий. Внешний горизонт по своим свойствам подобен горизонту ЧД Шварцшильда. Внутренний же ограничивает область вокруг сингулярности, где электриче-



эту роль данный тип черных дыр под-
ходит не лучше, чем предыдущий.

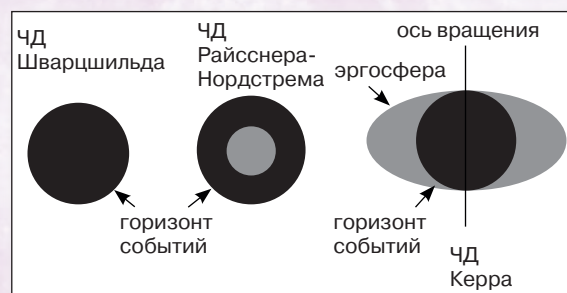
Третий тип — вращающаяся ЧД Керра. Она имеет не только горизонт событий, но и эргосферу — особую область пространства, где невозможно состояние покоя никаких двух тел друг относительно друга. Эргосфера имеет форму эллипсоида вращения (размеры которого зависят как от массы ЧД, так и от скорости ее вращения). Ее наличие добавляет несколько новых возможностей для наблюдения такого объекта. Аккреционный диск, вращающийся медленнее, чем ЧД, будет «откачивать» из нее энергию, при этом светимость диска может вырасти в несколько сот раз, как это и наблюдается у квазаров по сравнению с галактиками Сейферта. По мере того, как скорость вращения ЧД падает, снижается и светимость активного ядра. Так постепенно квазар превращается в галактику Сейферта, а далее — в «спокойную» галактику.

Кроме описанных выше трех основных типов ЧД, теоретически возможно существование комбинированного типа — вращающейся ЧД с электрическим полем, которое существенной роли в процессах, протекающих в активных ядрах галактик, не играет. А вот магнитного поля у ЧД быть не может — вследствие известной теоремы, согласно которой «у черной дыры нет волос». Отсутствие «волос» можно рассматривать как следствие отсутствия в природе магнитных зарядов — монополей. Нормальное, дипольное магнитное поле (как и электрическое) не может появиться у ЧД, так как информация о строении коллапсирующей материи теряется при коллапсе. Поэтому источник магнитного поля в активном ядре — одна из самых сложных проблем на пути правильного понимания процессов, происходящих в ядрах АГ. Наличие такого поля может объяснить синхротронный механизм

ское поле будет препятствовать падению на нее частиц с таким же, как у ЧД, знаком заряда.

Если же электрический заряд такого объекта достаточно велик — вместо ЧД образуется «голая сингулярность» без горизонта событий. У такой сингулярности не существует внутренней области, откуда ничто не может вырваться, и соответственно она становится наблюдаемой. Однако реальное существование такого экзотического объекта подвергается серьезному сомнению — например, в силу принципа «космической цензуры», согласно которому во Вселенной не должно быть «голых» сингулярностей. Впрочем, есть и другие причины для сомнений в существовании сингулярно-

стей такого типа: электростатическое отталкивание, превышающее в данном случае силу тяжести, просто не позволит им сформироваться во время гравитационного коллапса. Кроме того, даже если такой объект уже существует, благодаря наличию у него электрического поля к нему будут притягиваться заряды противоположного знака, в результате чего его заряд рано или поздно уменьшится до нуля. Последнее можно сказать и про ЧД Райсснера-Нордстрема: их заряд должен когда-нибудь «погаситься» падающей на них материей. Что же касается «двигателя» активного ядра — на



Основные типы черных дыр (ЧД).

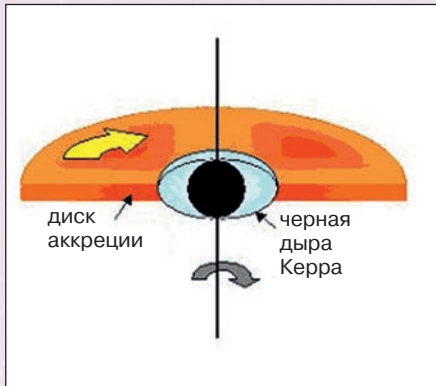
излучения ядер, служить «агентом» для откачивания энергии из эргосферы черной дыры и «пусковым механизмом» для джетов в радиозумных квазарах и радиогалактиках.

Откуда берутся джеты

Вопрос о том, почему некоторые активные ядра имеют джеты и являются радиогромкими, тогда как другие — нет, на сегодняшний день остается открытым. В результате исследований стало ясно, что эти объекты, скорее всего, физически различны. Также было установлено, что их различие не связано с массой содержащихся в них черных дыр.

Современные модели объясняют «радиогромкость» и «радиоспокойствие» АГ различным строением их центральных частей. В одном случае энергия уносится джетами (радиогромкий объект), а в другом — излучается (радиотихий объект). Роль ускорителя для джетов, состоящих из заряженных частиц, а также своеобразного «фильтра», заставляющего двигаться в противоположных направлениях отрицательно и положительно заряженные частицы, играет магнитное поле. Поскольку ЧД «не имеет волос», его источником должна быть другая составляющая — например, аккреционный диск. Процесс генерации магнитного поля очень сложно объяснить в рамках данной модели.

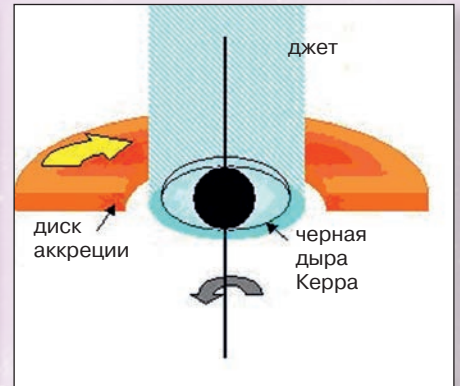
Наличие или отсутствие джетов у активного ядра, и соответствен-



Радиотихий объект (модель Эванса). Аккреционный диск достигает поверхности эргосферы ЧД. Направление вращения ЧД и диска аккреции совпадает.

но его радиоизлучение в модели, созданной исследователем Дэном Эвансом из калифорнийского Института астрофизики и космических исследований Кавли (Daniel Evans, Kavli Institute for Astrophysics and Space Research), связывают с соотношением скоростей вращения. Если ЧД и аккреционный диск вращаются в одном направлении и скорость вращения ЧД не превышает скорость вращения диска, объект будет радиотихим. В случае, когда ЧД вращается быстрее диска или вращается в противоположном направлении, внутренняя часть диска разрушается и его вещество формирует джеты.

Если наблюдения подтвердят теоретические предсказания, это будет свидетельствовать в пользу данной гипотезы. В противном случае получат новое обоснование альтернативные модели.



Радиогромкий объект (модель Эванса). Диск аккреции не достигает поверхности эргосферы ЧД, так как вещество его внутренней части уносится джетами. Направление вращения ЧД и диска аккреции — противоположно.

Насколько «черны» черные дыры?

Одна из таких альтернативных моделей, в основу которой положено предположение о нарушении принципа эквивалентности — краеугольного камня теории относительности — была предложена профессором Рудольфом Шилдом из Гарвард-Смитсоновского астрофизического центра (Rudolph Schild, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Cambridge, Massachusetts). Это нарушение имеет интересное следствие: оказывается, черные дыры, если так можно выразиться, не совсем черны — то есть состояние гравитационного коллапса, при котором образуется ЧД, в реальности не может быть достигнуто. К такому выводу пришел индийский астрофизик Аббас Митра, описывая новый класс объектов — коллапсары. В них коллапсирующая материя никогда не достигает состояния ЧД, потому что из-за потери массы в результате излучения процесс коллапса идет в постоянно замедляющемся темпе. Как следствие, он не имеет горизонта событий (и его можно наблюдать), и может иметь «волосы» (которых не может иметь ЧД) — дипольное магнитное поле, вызванное не наличием магнитных зарядов, а токами электрических.

Коллапсар отличается от ЧД и другими своими свойствами. Он сам является источником излучения (теряя при этом часть своей массы). При достаточно высокой светимости активного ядра его можно будет наблюдать как яркий точечный источник в поляризованном свете.

Глоссарий

«Камертон Хаббла» — классификация правильных галактик Эдвина Хаббла (1936 г.) в зависимости от их формы (более или менее сплюснутой), а также наличия у них спиральных рукавов и их конфигурации. Получила свое название благодаря существованию двух основных типов спиральных галактик — с перемычкой посередине и без нее: на схематическом изображении эти два типа образуют как бы «рога камертона».

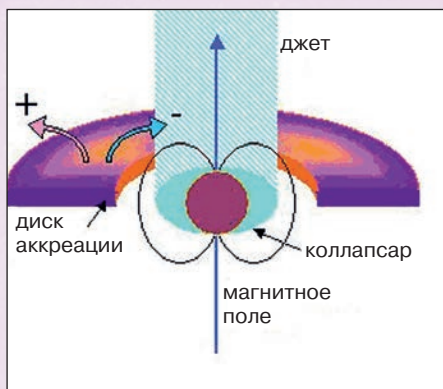
«No-hair theorem» — образное выражение Джона Уилера, описывающее следствие Общей теории относительности, согласно которому черная дыра может иметь только три характеристики: массу, электрический заряд и вращательный момент. Магнитного или дипольного электрического поля, условно называемых «волосами», черная дыра иметь не может.

Принцип эквивалентности подразумевает равенство инертной и гравитационной

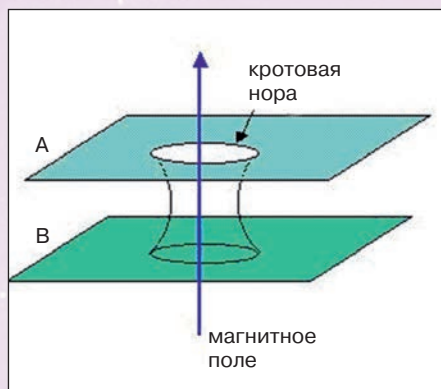
масс (т.е. массы как «меры сопротивления тела быть ускоренным» во втором законе Ньютона и массы как параметра, определяющего притяжение между телами в законе всемирного тяготения).

Коллапсар — объект, предсказываемый альтернативной теорией гравитации, в которой нарушается принцип эквивалентности. Коллапсар похож на черную дыру в процессе формирования, но за счет уравновешивания процесса его «испарения» (в виде излучения) и гравитационного сжатия состояние черной дыры не достигается. Такой объект может иметь «волосы» — магнитное поле.

Кротовая нора или червоточина (англ. wormhole) — следствие Общей теории относительности, особая конфигурация пространства-времени в виде горловины, связывающей две Вселенных. Если горловина проходима, Вселенные могут обмениваться излучением и веществом.



Радиогромкий объект (модель Шилда). Внутренняя часть диска аккреции вытесняется магнитным полем; положительно заряженные частицы устремляются наружу, отрицательно заряженные — внутрь, где формируют джеты.



«Кротовая нора» — горловина, соединяющая два пространства. Магнитное поле, направленное вдоль горловины, в связываемых пространствах будет выглядеть как монопольное.

гих асимметричных структур джетов в радиогромких объектах, зависящих от соотношения между мощностью магнитного поля «кротовой норы» и аккреционного диска.

Модель «кротовой норы» еще очень нова и пока мало разработана. Однако уже известны особенности, позволяющие отличить ее от ЧД во время наблюдений, связанные, например, с тем, что через «нору» вещество может не только уходить от нас, но и попадать к нам из другой Вселенной. Излучение такого вещества будет иметь фиолетовое смещение, поскольку оно движется по направлению к нам. Кроме того, вещество, падающее в «кротовую нору», можно увидеть, если ее горловина является «проходимой». Пока уровень современной техники не позволяет проводить такие наблюдения, но в не столь отдаленном будущем...

Перспективы

В не столь отдаленном будущем радиоастрономия может совершить существенный прорыв в отношении точности измерений положения источников излучения. Уже на сегодняшний день благодаря наземной системе наблюдений внегалактических радиисточников Whole Earth Blazar Telescope (WEBT) с помощью радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой (РСДБ) достигнут уровень точности порядка десятков микросекунд дуги. Дальнейший прогресс будет происходить за счет ввода радиоинтерферометров на околоземную орбиту. Многообещающей в этом плане является российская миссия «Радиоастрон», которая должна начаться в текущем году. Она позволит повысить четкость изображений внегалактических объектов до уровня микросекунд дуги, что даст возможность проводить исследования центральных частей активных ядер галактик, галактических черных дыр, нейтронных звезд и других интересных объектов, на сегодняшний день недоступных для прямых наблюдений. На 2018 г. запланирован запуск космического аппарата «Миллиметрон», который должен обеспечить еще более высокое угловое разрешение (до наносекунд дуги) — это значит, что мы наконец сможем увидеть «центральную машину», приводящую в действие активные ядра. Будем ждать новых от-

Главным доводом в пользу модели коллапсара является результат наблюдений квазара, входящего в состав гравитационно-линзовой системы Q0957+561 «Первая Линза».⁵ В этой системе внутренний край аккреционного диска находится на значительном расстоянии от массивного центрального объекта, причем он намного ярче, чем внешние части диска. Этот феномен был объяснен тем, что магнитное поле центрального объекта вытесняет вещество из его окрестностей, то есть в центре системы — не черная дыра.

Модель коллапсара имеет и противников — как в связи трактовкой результатов наблюдений, так и в связи с тем, что модель Митры исключает возможность существования черных дыр как таковых. В последнее время обнаружилось наблюдательные доказательства в пользу наличия горизонта событий у ЧД в центре нашей Галактики (радиисточник Стрелец А*),⁶ что ставит под сомнение возможность существования коллапсаров.

Но и эта альтернативная модель — не единственная.

«Дыра» или «нора»?

От недостатков гипотетического коллапсара свободна другая интересная модель, предложенная учеными Астрокосмического центра ФИАН — Николаем Кардашовым, Игорем Новиковым и Александром Шацким. Они предположили, что в активных ядрах галактик — по крайней мере, в радио-

громких — могут находиться не ЧД, а так называемые «кротовые норы» или «червоточины». Эти релятивистские объекты известны также под названием «мост Эйнштейна-Розена», и их существование не противоречит Общей теории относительности, так что в одной Вселенной могут мирно сосуществовать и ЧД, и «кротовые норы». Решение уравнений, описывающее пространственную топологию в виде горловины, соединяющей два разных пространства или две области искривленного пространства, было найдено Альбертом Эйнштейном и Натаном Розеном (Albert Einstein, Nathan Rosen) еще в 1935 г., однако особого интереса оно тогда не вызвало. Это решение оказалось нестабильным, то есть «кротовая нора» неминуемо должна была распасться на две черные дыры.

Однако со временем появились новые модели Вселенной, равно как и доказательства «давления вакуума» (как иногда называют эйнштейновский Λ -член⁷). Благодаря этому «давлению» пустое пространство должно расширяться. Если же его учесть в модели кротовой норы, то выяснится, что она может быть стабильной. Более того, авторы этой модели показали, что даже если «нора», имеющая магнитное поле, распадется на две ЧД, каждая из этих дыр может иметь монопольное магнитное поле, как будто она является носителем магнитного заряда. Таким образом, открываются широкие возможности не только для решения проблемы «недостатка» магнитного поля, присущей модели с ЧД Керра, но и для объяснения мно-

⁵ ВПВ №7, 2006, стр. 19

⁶ ВПВ №10, 2008, стр. 13

⁷ ВПВ №3, 2006, стр. 6

Черная дыра в М31 активизировалась

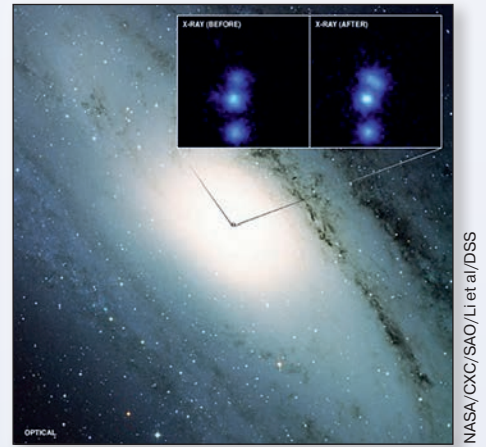
Спиральная галактика Туманность Андромеды (М31) — самый большой член Местной Группы¹ — как и наш Млечный Путь, содержит в своем центре сверхмассивную черную дыру. В разное время приводились различные оценки массы этого объекта (обычно они находятся в пределах 5-10 млн. солнечных масс). Ранее он почти не проявлял себя в высокоэнергетических спектральных диапазонах, однако в начале 2006 г. его излучение было замечено на снимках космической рентгеновской обсерватории Chandra.²

Падение вещества на черную дыру может происходить с разной интенсивностью, и именно от нее зависит, насколько источник сверхмощной гравитации будет «замечен со стороны». Источник, расположенный в центре М31, «поглощал» окружающую материю в умеренных количествах — фактически ядро этой звездной системы было одним из самых «спокойных» среди известных ученым: спокойнее него, пожалуй, только сверхмассивный объект в центре нашей Галактики (радиоисточник Стрелец А*³).

В непосредственной близости к центру М31 наблюдалось три до-

статочно мощных источника высокоэнергетического излучения. Их характеристики говорили о том, что они, скорее всего, представляют собой двойные системы, в составе которых имеются нейтронные звезды или же черные дыры «звездных» масштабов (максимум на порядок превышающие по массе Солнце), «перетягивающие» материю со второго компонента — как правило, звезды-гиганта.⁴ На снимках, сделанных телескопом Chandra 6 января 2006 г., к ним добавился четвертый рентгеновский источник, причем по спектру он может быть классифицирован именно как активное галактическое ядро — сверхмассивная черная дыра (этот объект получил обозначение М31*).

С тех пор новый источник излучения «виден» постоянно — правда, доступен он только внеатмосферным рентгеновским телескопам. Его интенсивность слегка колеблется, в целом постепенно уменьшаясь. Причиной, по которой ядро Туманности Андромеды «проснулось», астрономы считают сближение черной дыры в ее центре с большим облаком межзвездного газа. Парадоксальным образом само это сближение стало возможным благодаря тому, что центральной объект М31 долгое время не проявлял активности. Те-



На снимке центральной части Туманности Андромеды в оптическом диапазоне указан фрагмент, отснятый в более крупном масштабе телескопом Chandra. Правое изображение получено 6 января 2006 г. и содержит дополнительный (четвертый) рентгеновский источник, не видимый на левом снимке, сделанном ранее.

перь его мощное излучение «прогреет» окружающее пространство и эффективно очистит его от «лишнего» вещества, снова оставив черную дыру «на голодном пайке». Но это, по всей видимости, случится еще не скоро.

В заключение следует напомнить, что все процессы, происходящие в ближайшей спиральной галактике, мы видим «с опозданием» в два с половиной миллиона лет — именно столько требуется свету, чтобы дотянуться от Туманности Андромеды до наземных наблюдателей.

¹ ВПВ №6, 2007, стр. 8

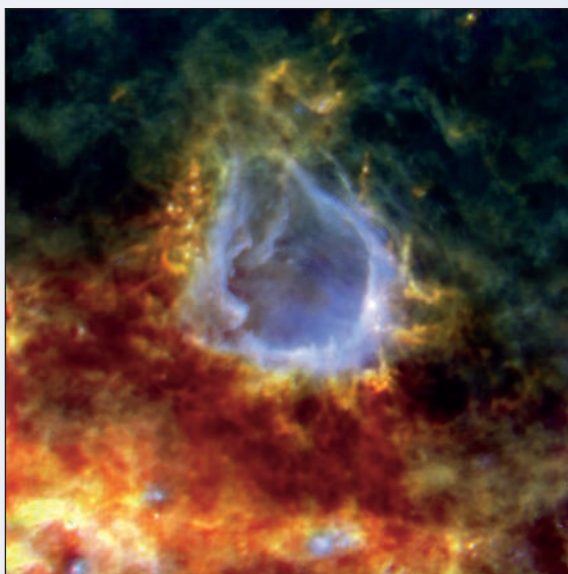
² ВПВ №1, 2010, стр. 27

³ ВПВ №12, 2005, стр. 14; №10, 2008, стр. 13

⁴ ВПВ №2, 2006, стр. 11

ASTRONOMY NOW

Телескоп Herschel разглядел «зародыш» звезды-гиганта



Европейская космическая инфракрасная обсерватория Herschel получила снимки «зародыша» звезды, которая через несколько сотен тысяч лет может стать одной из самых больших и ярких в нашей Галактике. Первые результаты работы обсерватории, запущенной в мае 2009 г. с космо-

« Яркое пятно в нижней правой части «пузыря» — гигантский звездный «эмбрион». Он уже в 8-10 раз превышает по массе наше Солнце и продолжает интенсивно прибавлять в

дрома Куру (Французская Гвиана),¹ ученые представили на симпозиуме ESA в Нидерландах. Приборы телескопа запечатлели необычное образование, находящееся в 4300 световых годах от Земли. Внутри рассеянного звездного скопления² RCW 120 сравнительно старая звезда «раздувает» вокруг себя гигантский газово-пылевой пузырь, на границах которого в результате сжатия ионизованного водорода происходит рождение новых звезд. Размер этого пузыря составляет 13 световых лет, а масса — 2000

¹ ВПВ №5, 2009, стр. 2

² ВПВ №3, 2008, стр. 7

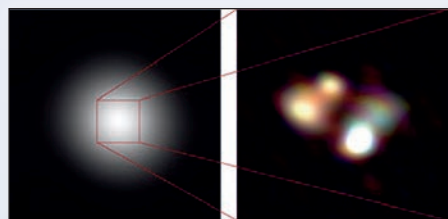
Радиотелескоп LOFAR получил детальные изображения квазара

Европейский массив радиотелескопов LOFAR (Low Frequency Array), включающий в себя 44 станции на территории Великобритании, Германии, Нидерландов, Франции и Швеции,¹ получил подробное изображение квазара 3C 196 на длинах волн от 4 до 10 м. Сложная система удаленных антенн пока задействована не на полную мощность — в эксперименте фактически участвовал только ее немецкий и голландский сегмент. Однако даже на этом этапе результаты ее работы обнадежили ученых.

Этот квазар находится от нас на расстоянии около 7,5 млрд. свето-

¹ ВПВ №1, 2006, стр. 9

Olaf Wucknitz, Bonn University



Слева: радиоизображение центральной части квазара 3C 196 на длинах волн 4–10 м (частота 30–80 МГц), построенное с использованием «голландских» антенн системы LOFAR. Справа: после подключения к антенному массиву приемников, расположенных на территории Германии, разрешающая способность системы выросла на порядок.

солнечных. О таком механизме индуцированного звездообразования астрономы знали и раньше (в том числе благодаря данным телескопа Herschel, полученным ранее). Однако на новых снимках была обнаружена зарождающаяся звезда, уже достигшая массы в 8–10 солнечных и, судя по всему, продолжающая расти. В будущем она имеет все шансы стать одним из самых крупных и ярких представителей звездного населения Млечного Пути. Если окружающее вещество продолжит падать на нее теми же темпами, это произойдет в ближайшие несколько тысяч лет. Это редкая возможность наблюдать зарождение звезды-гиганта, и не исключено, что она будет способствовать разрешению давнего

парадокса астрономии.³ В других — более коротковолновых — диапазонах волн он хорошо изучен и поэтому был выбран для получения тестовых снимков при испытании LOFAR.

Чем больше длина волны принимаемого излучения, тем больше должен быть размер антенны телескопа для получения изображений с такой же разрешающей способностью. Радиодиапазон дает исследователям возможность работать с так называемой «синтетической апертурой» — производя компьютерное сложение информации с различных антенн, удаленных на большое расстояние, можно достичь разрешающей способности условного инструмента с апертурой, равной этому расстоянию. Увеличение количества приемников позволяет «разглядеть» более слабые объекты. Очевидно, что по мере ввода в строй новых компонентов системы LOFAR получаемые с ее помощью снимки небесных объектов будут иметь все более высокое разрешение. Попутно она будет использоваться для поисков радиосигналов искусственного происхождения в рамках программы SETI.

ASTRONOMY NOW

парадокса астрономии.³ Согласно предсказаниям существующей теории, светил массой более восьми солнечных не должно существовать в природе, поскольку интенсивное излучение такой звезды рассеет газовое облако, из которого она родилась, и не позволит «набрать» дополнительную массу. Тем не менее, такие звезды существуют, и некоторые из них тяжелее Солнца почти в 150 раз. Наблюдение за рождением сверхмассивной звезды в скоплении RCW 120 должно подсказать астрофизикам, в чем заключались ошибки теоретических моделей.

По материалам ESA

³ ВПВ №11, 2008, стр. 13; №4, 2010, стр. 14



2,5-метровый рефлектор обсерватории Апаче Пойнт.

The Sloan Digital Sky Survey

Сто тысяч квазаров от SDSS

Международная группа исследователей под руководством Дональда Шнайдера (Donald Schneider) в ходе реализации Слоуновского цифрового обзора неба (Sloan Digital Sky Survey — SDSS) с использованием 2,5-метрового рефлектора обсерватории Апаче Пойнт (Apache Point Observatory, New Mexico) обнаружила более сотни тысяч квазаров — 96% от их общего каталогизированного количества.

Полный каталог квазаров (таковых к настоящему времени известно 105 783) опубликован в июньском номере *Astronomical Journal*. Несомненно, их число в будущем значительно увеличится, поскольку специализированный обзор завершен пока только для четверти небесной сферы. Пользователям Интернета его результаты доступны на сайте <http://iopscience.iop.org/1538-3881/139/6/2360>.

Идентификация объекта производилась по его спектру; далее при необходимости осуществлялись его подробные исследования с применением более мощных инструментов. В проекте участвовало несколько десятков ученых из разных стран мира.

Среди множества квазаров астрономы надеются найти самые удаленные от нас и самые крупные звездные системы, неизвестные ранее галактические скопления, огромное количество других интересных объектов.

В дальнейшем телескоп на Апаче Пойнт продолжит обзор неба, а также будет задействован в ряде других проектов — в частности, по поиску экзопланет и изучению крупномасштабной структуры Вселенной, выполнение которых запланировано на период до 2014 г.

Opportunity — новый межпланетный рекордсмен!

Мобильная лаборатория Opportunity (NASA), прибывшая на Марс 25 января 2004 г., побила рекорд продолжительности работы на поверхности другой планеты. Это произошло 20 мая 2010 г. Ранее рекорд принадлежал американскому же аппарату — посадочному модулю станции Viking 1, передававшему научную и телеметрическую информацию на протяжении 6 «земных» лет и 116 суток.¹

Основное отличие между «рекордсменами» заключается в том, что Viking являлся стационарным зондом, и его приборам был доступен лишь небольшой участок марсианской поверхности. Opportunity с момента посадки прошел уже значительное расстояние (20,81 км по данным на 26 мая 2010 г.), исследовав большую территорию, включая внутренности двух кратеров, и произведя множество анализов грун-

та вдоль пути следования. При этом его энергопитание осуществляется от солнечных батарей, в то время как на посадочных модулях станций Viking использовались изотопные генераторы.

Справедливости ради следует отметить, что еще раньше — 29 апреля — самым долгоживущим «инопланетным» аппаратом должен был стать марсоход Spirit. Однако больше года назад он потерял возможность двигаться,² поэтому панели его солнечных батарей не удалось наклонить так, чтобы увеличить поступление энергии при низком положении Солнца над горизонтом в период марсианской зимы. С 22 марта Spirit находится в «спящем» режиме (без поддержания связи с Землей и искусственными спутниками Марса), и существует вероятность, что вывести его из этого режима уже не удастся. Впрочем, ученые из группы сопровождения роверов в этом смысле настроены оптимистично.



NASA/JPL-Caltech

Марсоход Opportunity передал это изображение 8 мая 2010 г., на 2235-й сол своего пребывания на планете. За последние марсианские сутки он продвинулся еще на 14,87 м по направлению к кратеру Эндевор (Endeavour). Расстояние между следами колес составляет около метра.

13 мая на марсианском небосводе Солнце прошло точку зимнего солнцестояния. В этот период количество солнечного света, обеспечивающего марсоход электричеством, минимально. Роверу приходится надолго останавливаться, чтобы накопить достаточное количество энергии для продолжения движения.

¹ Viking 1 стартовал 20 августа 1975 г., вышел на ареоцентрическую орбиту 19 июня 1976 г., его посадочный блок «примарсился» месяцем позже и проработал до 11 ноября 1982 г. — ВПВ №6, 2006, стр. 19

² ВПВ №6, 2009, стр. 21; №2, 2010, стр. 18

Phoenix потерян окончательно

С 17 по 21 мая американский космический аппарат Mars Odyssey — самый «долгоживущий» искусственный спутник Красной планеты¹ — провел последний сеанс радиопрослушивания, в ходе которого специалисты надеялись уловить сигналы от зонда Phoenix, работавшего на марсианской поверхности с 25 мая до 2 ноября 2008 г.² Он прекратил передачу ин-

формации, когда из-за сокращения светлого времени сола (марсианских суток) в северной полярной области Марса солнечные батареи зонда перестали вырабатывать необходимое количество электроэнергии.

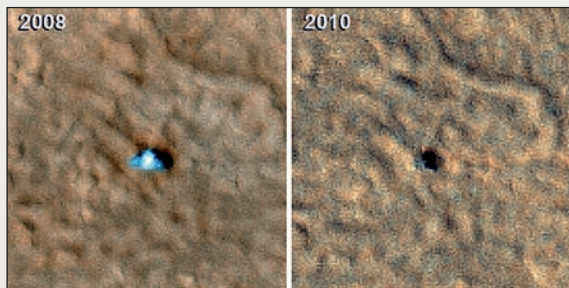
Всю зиму Phoenix простоял, укрытый слоем замерзшего углекислого газа, но в начале текущего года эта «изморозь» начала постепенно испаряться по мере того, как Солнце над местом посадки поднималось все выше и оставалось над горизонтом все более продолжительное время. Группа сопровождения миссии решила предпринять попытку возобновить связь с аппаратом: его передатчик полтора года назад был оставлен в «ждущем» режиме — то есть он бы включился, как только система связи получила бы достаточно энергии для своей работы. В январе и марте Mars Odyssey уже дважды задействовался с целью поймать

сигналы зонда,³ однако лишь теперь ученые могут окончательно констатировать: чуда не случится, Phoenix останется безмолвным. Судя по недавним снимкам, сделанным аппаратом Mars Reconnaissance Orbiter,⁴ одна из его солнечных панелей не выдержала веса намерзшего на нее «сухого льда» и вышла из строя. Не исключено, что и вторая панель также повреждена.

Миссия Phoenix стала одной из самых успешных в истории межпланетных путешествий: в ходе нее был получен огромный объем научной информации, в том числе непосредственные доказательства наличия на Марсе воды в форме вечной мерзлоты. Вместо запланированных трех месяцев зонд проработал больше пяти. Изначально предполагалось, что его функционирование прекратится с наступлением марсианской зимы и больше не возобновится, но окончательно прощаться со столь продуктивным автоматическим разведчиком планетологи все же не хотели. Теперь полное завершение миссии стало бесспорным фактом.

¹ ВПВ №10, 2006, стр. 6; №3, 2009, стр. 29

² ВПВ №6, 2008, стр. 20; ВПВ №11, 2008, стр. 26



Камера высокого разрешения HiRISE, установленная на борту аппарата Mars Reconnaissance Orbiter, сделала эти снимки зонда Phoenix в июне 2008 г. и мае 2010 г. Заметно исчезновение тени от левой (западной) солнечной батареи.

³ ВПВ №1, 2010, стр. 11

⁴ ВПВ №10, 2006, стр. 11

Карбонаты в архивах ровера Spirit

Пока американский марсоход Spirit пребывает «в спячке», переживая марсианскую зиму, когда из-за небольшой высоты Солнца над горизонтом его солнечные батареи вырабатывают слишком мало энергии, специалисты продолжают расшифровку информации, присланной аппаратом ранее. В ходе нее были обнаружены доказательства наличия на Марсе карбонатных пород, основным компонентом которых являются соли угольной кислоты. На Земле такие породы — например, известняк — главным образом возникают в результате деятельности живых организмов, представляя собой остатки их скелетов или раковин.

В 2005 г. при исследовании скалистых выходов «Команчи» у подножья холмов Колумбии (Columbia Hills) спектрометром Мессбауэра, установленным на марсоходе, были выявлены массивные карбонатные отложения. Правда, его показания однозначно не подтверждались другим инструментом — миниатюрным термоэмиссионным спектрометром Mini-TES, приемник которого к тому времени загрязнила марсианская пыль. Дальнейшие калибровочные тесты позволили учесть влияние за-



NASA/JPL/Cornell University

При близком знакомстве обнажение «Команчи» демонстрирует одновременно зернистую и слоистую структуру. Ученые объясняют это тем, что в данном случае участок местности, засыпанный вулканической пылью, был позже затоплен гидротермальным раствором, насыщенным солями угольной кислоты.

грязнений на данные этого прибора и соответствующим образом скорректировать все полученные им сведения. В результате информация о составе обнажения «Команчи» подтвердилась. Оказалось, что это самый крупный «образец» карбонатных пород, найденный на Марсе.

Массовая доля солей угольной кислоты в обнажениях составляет около 25%. Также они содержат довольно большое количество минерала оливина — на Земле он, как правило, связан с вулканической активностью и с карбонатами «соседствует» исключитель-

но редко. Такое сочетание могло образоваться, если пористая оливиновая порода длительное время находилась в водном растворе, из которого постепенно кристаллизовались углекислые соли. Правда, этот раствор почти наверняка имел не биологическое, а гидротермальное происхождение и щелочную реакцию, тогда как «обычные» грунтовые воды на Марсе содержат серную кислоту и ее соли — сульфаты. За миллиарды лет марсианской истории эти кислые растворы сильно видоизменяют поверхность обломков карбонатных пород (что уже неоднократно отмечалось марсоходами). Скала «Команчи», судя по ее составу, подвергалась действию водного раствора менее агрессивных «реагентов»; единственное, что можно утверждать почти наверняка — их раствор был химически нейтральным и, по-видимому, более благоприятным для живых организмов, подобных земным бактериям.

Новое открытие говорит о том, что история кратера Гусев, в котором расположены холмы Колумбии и скалистое обнажение «Команчи», может оказаться сложнее, чем предполагалось до сих пор, а карбонаты играли в ней намного более заметную роль. Все больше фактов свидетельствует о том, что, по крайней мере, в некоторых регионах Красной планеты имелись условия, вполне пригодные для существования органической жизни, основанной на тех же химических процессах, что и на Земле.



NASA/JPL/Cornell University

Через 4 года после того, как ровер Spirit провел исследования скалы «Команчи», ученые, имея в своем распоряжении новую методику калибровки инструментов марсохода, обнаружили долгожданные отложения карбонатных минералов.

«Сокол» вернулся домой

В ночь с 13 на 14 июня (точнее, 13 июня в 13:51 UTC или же 14 июня в 0 часов 21 минуту по местному летнему времени) в небе южной Австралии зажглась быстро движущаяся яркая звезда. Внизу, на военном полигоне Вумера, ее с нетерпением ждали поисковые команды, в состав которых входили специалисты японского агентства по исследованию космоса JAXA. Рукотворный болид, украсивший австралийское небо, представлял собой ни что иное, как космический аппарат «Хаябуса»,¹ вернувшийся после нелегких семилетних странствий в межпланетном пространстве. В ходе них он преодолел более 6 млрд. км и стал первым искусственным объектом, совершившим посадку на небесное тело, не являющееся спутником Земли, с последующим взлетом и возвращением на родную планету. Общая стоимость миссии составила около 200 млн. долларов США.

Перед входом в атмосферу от основного модуля аппарата, оснащенного двигателями, солнечными батареями и бортовой электроникой, отделилась коническая капсула диаметром 40 см с углепластиковой теплозащитой, способной выдержать нагрев до 3000°C. Около 14 часов UTC сотрудники пеленгационной службы сообщили, что им удалось принять сигнал радиомаяка, установленного на капсуле — это означало, что она успешно приземлилась. Основной модуль не был рассчитан на встречу с земной атмосферой со скоростью более 12 км/с и полностью в ней разрушился.

¹ ВПВ №3, 2009, стр. 33

Поверхность астероида Итокава усыпана множеством валунов, самый крупный из которых имеет размер 50 м (его назвали «Йошинодай»). Плотность астероида сравнительно невелика — ученые считают, что он представляет собой кучу каменистых обломков, собранных вместе гравитацией.



Вскоре после рассвета капсула вместе с парашютом, обеспечившим ей мягкую посадку, была замечена с поискового вертолета, поднята на его борт и доставлена в командный центр полигона, откуда ее позже отправили в исследовательский центр Сагамихара (префектура Канагава, Япония). Внешний осмотр не выявил существенных повреждений. Найдены были также остатки теплозащиты, отстреленной незадолго до посадки в соответствии с программой спуска. В течение месяца капсула будет полностью очищена от неизбежных загрязнений земного происхождения и вскрыта в абсолютно стерильной камере.

Зонд «Хаябуса» (в переводе с японского языка его название означает «сокол») стартовал с японского космодрома Утиноура 9 мая 2003 г. с целью достичь астероида Итокава (25143 Itokawa) и взять пробу грунта с его поверхности. Это была четвертая межпланетная миссия (считая неудачную экспедицию к Луне аппарата «Хитен»²), предпринятая учеными Страны Восходящего Солнца. Несмотря на многочисленные возникавшие в ходе нее проблемы, она заслуженно признана успешной. Более того: до сих пор подобных миссий не реализовало ни одно государство планеты Земля, и в этом смысле японцы могут считаться первопроходцами.

Наше издание неоднократно освещало все трудности и достижения на пути «Сокола» к цели и обратно.³ Ионная двигательная установка аппарата серьезно пострадала в результате солнечной вспышки,⁴ один из его компонентов (мини-зонд MINERVA) был

потерян в окрестностях астероида, на восстановление работоспособности автоматического разведчика после выполнения основной задачи миссии ушло слишком много времени, и возвращение на Землю пришлось отложить на 3 года.⁵ Тем не менее, все системы межпланетной станции выдержали «сверхплановое» пребывание в условиях дальнего космоса и обеспечили мягкую посадку возвращаемого аппарата в заданном районе. Правда, по данным телеметрической информации, главная часть грунтозаборного устройства — специальная пушка, стреляющая танталовыми пулями — в момент касания с поверхностью астероида не сработала, и собственно «отбор» образцов не состоялся. Но сотрудники группы сопровождения миссии уверены, что во время маневров аппарата в окрестностях малой планеты он поднял с ее поверхности достаточное количество пыли, и какое-то ее количество все же оказалось в капсуле.

Вещество малых тел Солнечной системы — астероидов и комет — интересует ученых по той причине, что за миллиарды лет оно почти не подвергалось термическому воздействию и «дожило» до нашего времени без особых изменений, в отличие от планетного вещества, прошедшего через стадии расплавления, дегазации, термической дифференциации (разделения на более легкие компоненты, образовавшие кору и магму, и более тяжелые, сформировавшие ядро). Изучение астероидного грунта поможет лучше разобраться в процессах, происходивших еще до начала формирования планет из газово-пылевого облака, окружавшего новорожденное Солнце.

² ВПВ №10, 2007, стр. 30; ³ ВПВ №11, 2005, стр. 29; №12, 2005, стр. 24;

⁴ ВПВ №12, 2009, стр. 23; ⁵ ВПВ №2, 2009, стр. 19; №3, 2010, стр. 26

Поисковый вертолет обнаружил капсулу примерно через час после ее приземления.



Возвращаемая миссия на Марс пройдет в три этапа

Эксперимент по доставке на Землю астероидного вещества японским космическим аппаратом «Хаябуса», конечно, не станет последней миссией подобного типа. В следующем году ожидается старт российской межпланетной станции «Фобос-грунт».¹ Ориентировочно в 2013 г. к одному из околоземных астероидов отправится зонд OSIRIS (NASA), оборудованный возвращаемым модулем.² Планетологи уже прорабатывают следующий важный этап освоения Солнечной системы, в результате которого в их руках должны оказаться первые образцы марсианского грунта.

Оценки стоимости такой миссии пока не обнародованы, однако то, что она обойдется в немалую сумму, видно хотя бы из того, что NASA собирается реализовывать ее не самостоятельно, а в кооперации с европейскими коллегами. Главные сложности, сопутствующие полету на Марс «в оба конца», заключаются в том, что космическому аппарату придется дважды преодолевать марсианскую атмосферу (разреженную, но все равно вполне «ощутимую»), а также стартовать с поверхности планеты в условиях довольно мощной гравитации, более чем вдвое превышающей лунную.

Интерес специалистов вызвало предложение разделить возвращаемую марсианскую миссию на три этапа, приходящихся на три последовательных «баллистических окна», удобных для стартов к Красной планете. Вначале на ее поверхность будет доставлен управляемый с Земли мобильный аппарат, который подробно обследует местность и соберет наиболее ценные с научной точки зрения образцы. Через два земных года (точнее, через

780 дней) недалеко от марсохода совершит посадку межпланетная станция со взлетной ступенью, способной принять собранные образцы и доставить их на ареоцентрическую орбиту. Тем временем с нашей планеты стартует еще один аппарат, представляющий собой разгонный блок, снабженный двигательной установкой для торможения в окрестностях Марса. Там он «перехватит» капсулу с пробами грунта и выведет ее на траекторию полета к Земле.

Такое «распределение усилий» позволит оптимизировать расходы на организацию миссии, а также снизит риски отказов систем аппаратов, связанных с длительным пребыванием в космическом пространстве. Тем не менее, эксперимент по доставке марсианского грунта все равно остается весьма недешевым и технически сложным предприятием,

и можно с уверенностью сказать, что он не будет реализован в течение ближайших 10 лет.

В настоящее время комитет независимых экспертов рассматривает 28 проектов миссий по исследованию различных тел Солнечной системы, планируемых на следующие два десятилетия. Большинство из них, так или иначе, ориентировано на поиски воды и органических веществ за пределами Земли, то есть фактически на поиски внеземной жизни — потенциально возможной, когда-либо существовавшей или даже существующей в наше время. Марс в этом отношении особенно перспективен: пригодные для жизни условия, судя по всему, имели место там довольно продолжительное время, к тому же это самое близкое к нам небесное тело из числа «больших» планет (не считая Венеры).

Так в представлении художника будет выглядеть наиболее ответственный момент возвращаемой марсианской миссии — старт с поверхности Красной планеты аппарата с образцами пород.



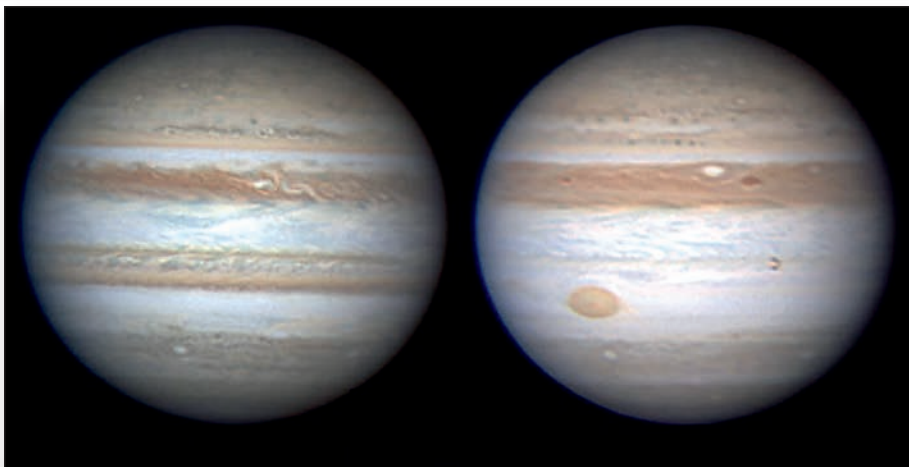
¹ ВПВ №10, 2009, стр. 29

² ВПВ №4, 2007, стр. 21

Юпитер: «потерял» пояс...

Снимки Юпитера, сделанные в мае 2010 г. на крупных профессиональных телескопах и даже астрономами-любителями, произвели в научном мире легкую сенсацию: оказывается, пока газовый гигант «прятался» от наземных наблюдателей в солнечных лучах, он успел лишиться одного из своих характерных темных облачных поясов. Знаменитое «Большое Красное пятно», ранее располагавшееся на границе южного тропического пояса и более яркой умеренной зоны, теперь оказалось «подвешенным» на сплошном светлом фоне. Сам факт устойчивости пятна в условиях столь масштабных процессов в юпитерианской атмосфере поставил перед учеными массу вопросов, но, несомненно, наиболее серьезной проблемой в ближайшее время станет объяснение загадочного «просветления» облачных масс, по объему сравнимых с нашей Землей.

Гленн Ортон из Лаборатории реактивного движения (Glenn Orton,



Anthony Wesley

Снимки Юпитера, полученные Энтони Уэсли (Anthony Wesley) 4 августа 2009 г. (слева) и 18 мая 2010 г. (справа).

Jet Propulsion Laboratory, NASA) считает, что бурые облака, окраску которым придают соединения серы и фосфора, просто на какое-то время «спрятались» под слоем более легких светлых облачных образований, состоящих в основном из мелких кристаллов аммиака. С ним, в общем, согласен директор Британской астрономической ассоциации Джон Роджерс

(John Rogers, British Astronomical Association), который напомним о нескольких случаях увеличения яркости южного тропического пояса в прошлом — в 1973-75, 1989-90, 1993 и 2007 гг. Так или иначе, драматические изменения лица Юпитера теперь могут увидеть даже владельцы небольших любительских телескопов с объективами диаметром 70 мм и более.

...и получил еще один удар!

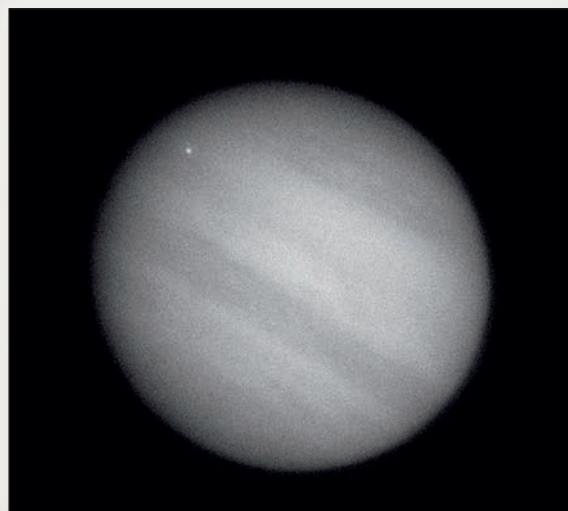
3 июня в 20 часов 31 минуту по всемирному времени два астронома-любителя зарегистрировали на диске Юпитера яркую вспышку, предположительно вызванную падением на газовый гигант объекта сравнительно небольших размеров (кометы или астероида). Первым об этом сообщил австралийский астроном-любитель Энтони Уэсли (Anthony Wesley), в прошлом году уже открывший в южной полярной области крупнейшей планеты след от столкновения с кометой.¹ Его наблюдения подтвердил еще один любитель — житель Филиппин Кристофер Го (Christopher Go), которому даже удалось отснять короткий видеоролик редкого события.

Ранее непосредственно наблюдать световые явления, сопровождающие вход в юпитерианскую

атмосферу фрагментов кометного ядра, смог только космический аппарат Galileo в июле 1994 г.² — тогда падение происходило на полушарие планеты, не видимое с Земли, и на тот момент оно не являлось неожиданностью: комета Shoemaker-Levy 9, «врезавшаяся» в Юпитер (предварительно распавшись на два десятка обломков), была открыта почти полутора годами ранее. Позже наземные астрономы имели возможность длительное время любоваться последствиями космической катастрофы — темными пятнами, «украшившими» южное полушарие гиганта.

Событие 3 июня позволит специалистам точ-

нее оценить частоту столкновений малых тел Солнечной системы с большими планетами (в том числе Землей). Таким образом, любители астрономии сделали очередной важный вклад в науку о небесных телах.



Anthony Wesley

¹ ВПВ №7-8, 2009, стр. 38

² ВПВ №1, 2006, стр. 31; №10, 2007, стр. 26

Юпитер 3 июня 2010 г. в 20:31 UTC

Juno обретает реальные очертания

В сверхчистом цеху компании Lockheed Martin Space Systems (Денвер, штат Колорадо) началась сборка космического аппарата Juno, который в августе 2011 г. отправится к Юпитеру. Он станет вторым — после зонда Galileo¹ — искусственным спутником самой большой планеты Солнечной системы.² Его миссия будет осуществлена в рамках программы New Frontiers (NASA).³ Согласно плану полета, Juno должен выйти на орбиту вокруг Юпитера в 2016 г.

¹ ВПВ №10, 2007, стр. 25

² ВПВ №12, 2007, стр. 18

³ ВПВ №1, 2010, стр. 17

Монтаж узлов межпланетной станции займет несколько месяцев, после чего специалисты проведут ее тестирование. Аппарат будет оснащен девятью научными инструментами, один из которых (инфракрасный спектрометр) предоставит Итальянское космическое агентство. Другие приборы предназначены, в частности, для изучения мощного магнитного поля газового гиганта и наблюдений полярных сияний в его атмосфере.

Всего в окрестностях крупнейшей планеты к настоящему времени побывало 8 автоматических разведчиков.

По материалам NASA



NASA/JPL/Lockheed Martin

Junо в сборочном цеху.

Voyager 2: проблема передачи данных решена

22 апреля текущего года космический аппарат Voyager 2, запущенный 20 августа 1977 г. с космодрома на мысе Канаверал и удалившийся к настоящему времени на 92 а.е. (13,8 млрд. км) от Солнца, начал передавать научную информацию в не поддающемся декодированию формате. Телеметрическая информация о состоянии бортовых систем, к счастью, продолжала поступать в нормальном режиме.

Коммуникация с «межзвездным путешественником» и без того до-

статочно затруднена: его слабые сигналы, приходящие с огромного расстояния, приходится тщательно «отфильтровывать» от помех и фонового космического радиоизлучения. К тому же из-за ограниченности скорости света эти сигналы доходят до наземных приемников почти за 13 часов. Столько же идут «обратно» радиокomанды с Земли.

После тщательного анализа всей наличной информации инженеры NASA пришли к выводу, что в искажении кодировки «виновата» ошибка

в системе форматирования данных: в одной из ячеек памяти бортового компьютера значение бита изменилось с нуля на единицу (наиболее вероятной причиной этого считается воздействие космических лучей). 19 мая на борт аппарата были отправлены команды перезагрузки, после чего Voyager 2 вернулся в нормальный режим работы.

К сожалению, аппарат не имеет устройства записи данных, и пока что ученые не могут сказать, зарегистрировал ли он за «пропущенное» время какое-нибудь важное с научной точки зрения событие. Впрочем, остается надежда на то, что поступившую информацию все же удастся расшифровать. Она касается измерений параметров среды в окрестностях зонда. В основном Voyager 2 наблюдает изменения плотности плазмы на границе Солнечной системы (так называемые широкополосные плазменные волны), готовясь окончательно покинуть гелиосферу и углубиться в межзвездное пространство.

По материалам NASA

В следующем номере мы подробнее расскажем об исследованиях окраин Солнечной системы с помощью космических аппаратов Voyager и

← *Voyager преодолевает внешние границы гелиосферы перед выходом в бескрайнее межзвездное пространство.*

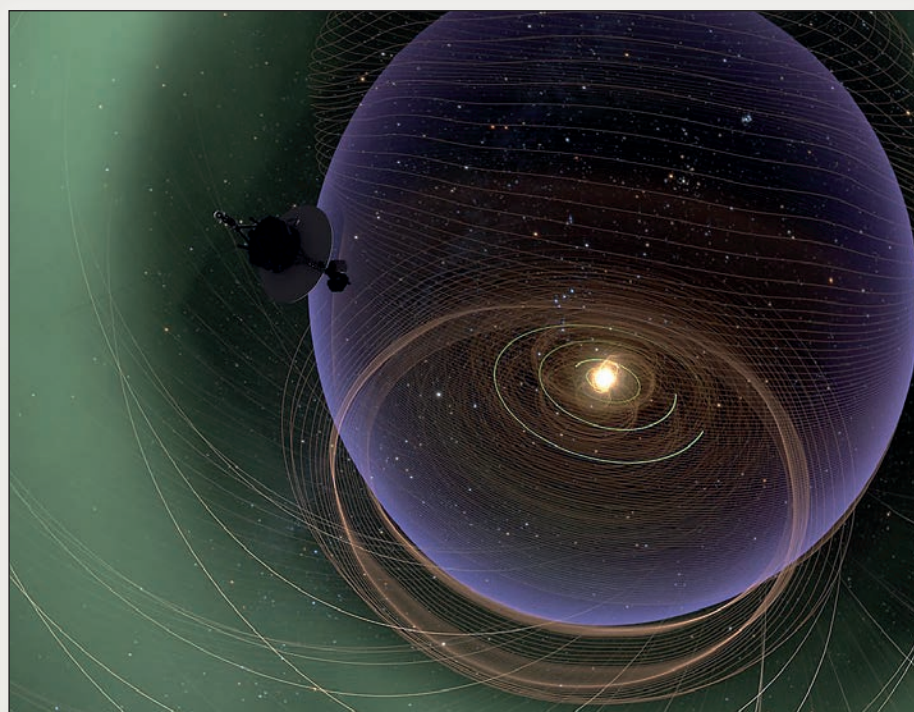


Иллюстрация 2009. The American Museum of Natural History

МКС построена, Atlantis «уходит на покой»

NASA/Jack Pfaffler

Шаттл Atlantis на пусковой площадке 39A. Сюда он вернется еще раз — в ноябре 2010 г., в качестве корабля спасения для экипажа Endeavour. Однако за всю историю эксплуатации «челноков» не состоялось ни одной спасательной экспедиции. Будем надеяться, что и в этом полете также не возникнет необходимости...

14 мая 2010 г. в 14:20 летнего времени восточного побережья США (18:20 UTC) из Космического центра имени Кеннеди (NASA Kennedy Space Center) осуществлен пуск системы многоразового использования Space Shuttle с космическим кораблем Atlantis по программе полета STS-132 (ISS-ULF4) с экипажем в составе: командир корабля — Кеннет Хэм (Kenneth Todd Ham); пилот — Тони Антонелли (Dominic

Anthony Antonelli), специалисты полета — Майкл Гуд (Michael Good), Пирс Сэллерс (Piers Sellers), Стивен Боуэн (Stephen Bowen), Гарретт Рейсман (Garrett Reisman).

Цели миссии STS-132 — доставка научного оборудования и запасных частей для МКС, в том числе шести новых аккумуляторных батарей и деталей канадского робота-манипулятора Dextre, а также последнего элемента станции — российского стыковочно-грузового модуля «Рассвет», впоследствии установленного на надирном порту модуля «Заря».

«Рассвет», изначально называвшийся «Малый исследовательский модуль» (МИМ-1), был разработан и изготовлен в Ракетно-космической корпорации «Энергия» имени С.П.Королева. Плановое использование модуля начнется после его интеграции в состав российского сегмента МКС и доставки научного оборудования грузовыми кораблями «Прогресс». В гермоотсеке будут организованы пять универсальных рабочих мест. Четыре из них оснастят целевым оборудованием: перчаточным боксом, универсальным низкотемпературным и высокотемпературным биотехнологическим термостатом, виброзащитной платформой. Пятое рабочее место снабдят адаптерами для установки научной аппаратуры — специальными выдвигаемыми модуль-полками.

Установка и монтаж аппаратуры на конкретное рабочее место (ее суммарная масса должна превысить 100 кг) будут осуществляться в процессе эксплуатации

модуля в составе МКС. На внешней поверхности «Рассвета» закреплены радиатор, шлюзовой отсек и запасной локтевой элемент европейского робота-манипулятора ERA. Это оборудование, вместе с внешней рабочей платформой и собственно манипулятором, позже смонтируют на российском многофункциональном лабораторном модуле, который планируют пристыковать к станции в первом квартале 2012 г.¹ Основные технические характеристики «Рассвета»:

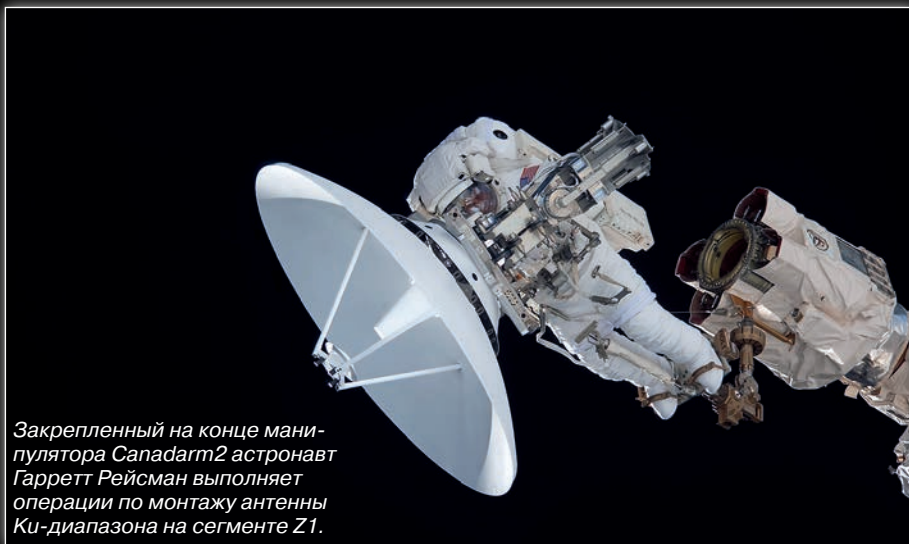
- длина корпуса (по плоскостям стыковочных агрегатов) — 6 000 мм
- максимальный диаметр (без навесного оборудования) — 2 200 мм
- внутренний объем (по газу) — 17,4 м³, жилой объем — 5,8 м³
- стартовая масса модуля — 8 015 кг
- масса доставляемых грузов и оборудования — 2940 кг, в том числе в гермоотсеке — 1392 кг.

16 мая 2010 г. в 14:28 UTC Atlantis успешно произвел стыковку с МКС. Он причалил к гермоадаптеру РМА-2 на модуле Harmony. На орбите экипаж шаттла ждали члены 23-го долгосрочного экипажа МКС — Олег Котов (командир), японец Сеити Ногутти, российские космонавты Александр Скворцов, Михаил Корниенко, а также американцы Тимоти Криммер (Timothy Creamer) и Трейси Колдуэлл-Дайсон (Tracy Caldwell Dyson). В тот же день Сэллерс и Колдуэлл-Дайсон, впервые управляя манипулятором станции из модуля «Купол»,² подняли из грузового отсека шаттла транспортную платформу с доставленным оборудованием и установили ее на тележке робота-манипулятора, на передней стороне ферменной конструкции МКС.

¹ Окончательное решение о включении в состав МКС в 2012 г. Многофункционального лабораторного модуля (МЛМ «Наука») пока не принято. — ВПВ №12, 2008, стр. 11

² ВПВ №2, 2010, стр. 15





Закрепленный на конце манипулятора Canadarm2 астронавт Гарретт Рейсман выполняет операции по монтажу антенны Ku-диапазона на сегменте Z1.



Манипулятор Canadarm2 переносит российский модуль «Рассвет» из грузового отсека шаттла Atlantis к обращенному к Земле стыковочному порту модуля «Заря». 18 мая 2010 г.

Первый выход в открытый космос состоялся 17 мая, на четвертый день полета шаттла. В нем участвовали астронавты Гарретт Рейсман и Стивен Боуэн. Продолжительность работы вне станции составила 7 часов 25 минут. Астронавты установили запасную антенну Ku-диапазона на сегменте Z1, перенесли запасные части для манипулятора Dextre на грузовую платформу, а также провели подготовительные работы по снятию и замене аккумуляторных батарей. Однако выяснилось, что тарелка антенны Ku-диапазона закреплена на мачте неплотно. Поэтому Боуэн не стал снимать с нее транспортные замки, чтобы предотвратить вращение антенны, и дополнительно привязал тарелку к мачте шнуром. У специалистов NASA было двое суток, чтобы разобраться в причинах «нестыковки» и выдать рекомендации для окончания сборки антенны.

Установка модуля «Рассвет» на нижний стыковочный порт модуля «Заря»

состоялась 18 мая. Впервые такая операция на российском сегменте производилась с помощью робота-манипулятора станции. Сложность заключалась в том, что российский стыковочный механизм срабатывает, когда космические аппараты сближаются с некоторой скоростью. В данном случае манипулятор подвел модуль к стыковочному узлу практически с нулевой скоростью. Проблема была решена за счет очень точного позиционирования штанги стыковочного узла «Рассвета» в приемном конусе модуля «Заря». После завершения стыковки общая масса станции достигла 370,3 тонн, общий герметичный объем — 835 м³. 23 июля космонавты экипажа МКС Федор Юрчихин и Михаил Корниенко выйдут в открытый космос, чтобы подсоединить к модулю «Рассвет» электрические кабели.

19 мая в открытом космосе работали американские астронавты Майкл Гуд и Стив Боуэн. Продолжительность

выхода составила 7 часов 9 минут. Изначально планировалось, что выход начнется в 11:30 UTC, однако подготовка к нему закончилась с опережением графика, и астронавты покинули переходный отсек американского модуля Quest на час раньше. Они освободили защемленный кабель на системе сканирования, установленной на удлинителе робота-манипулятора шаттла Atlantis, а также заменили аккумуляторные и солнечные батареи на сегменте P6, который расположен на дальнем левом краю ферменной конструкции. Кроме того, астронавты ликвидировали «недоделки» предыдущего выхода в космос — зазор между мачтой и антенной Ku-диапазона.

Третий и последний выход в космос в этом полете состоялся 21 мая. Его осуществили Гарретт Рейсман и Майкл Гуд. Продолжительность выхода составила 6 часов 46 минут. Основным заданием была замена последних двух аккумуляторных батарей на сегменте P6. Астронавты также установили перемычку на аммиакопроводе между сегментами P4 и P5 и забрали из грузового отсека шаттла Atlantis устройство захвата (Power and Data Grapple Fixture) для робота-манипулятора. Это устройство будет установлено на внешней поверхности модуля «Заря» во время запланированного на 8 июля выхода в открытый космос астронавтов долговременного экипажа МКС Дугласа Уиллока (Douglas Harry Wheelock) и Трейси Колдуэлл-Дайсон.

22 мая Сэллерс и Рейсман, управлявшие роботом-манипулятором станции из модуля «Купол», перенесли транспортную платформу, на которой были упакованы снятые с сегмента P6 аккумуляторные батареи, в грузовой отсек шаттла.

23 мая 2010 г. в 15:22 UTC многоэтажный корабль отстыковался от МКС и отправился в трехдневный автономный полет. После анализа изображений теплозащитного покрытия было объявлено, что повреждений не обнаружено и Atlantis готов к безопасной посадке. Она состоялась 26 мая 2010 г. в 11:42 UTC на полосе RW15 Космического центра имени Кеннеди на мысе Канаверал. Продолжительность полета составила 11 суток 18 часов 28 мин.

Согласно дальнейшим планам NASA теперь, Atlantis должен навсегда остаться на Земле. За свою «карьеру» он 32 раза побывал в космосе, провел

➤ Члены экипажа МКС 23 мая запечатлели «отплывающий» от станции Atlantis на его пути к Земле. В иллюминатор виден доставленный шаттлом модуль «Рассвет».

на околоземной орбите 294 дня, 4648 раз облетел вокруг нашей планеты и преодолел расстояние более 193 млн. км. Atlantis (OV-104) был передан в эксплуатацию в апреле 1985 г. Назван он в честь исследовательского парусного судна, бороздившего моря и океаны с 1930 по 1966 г. и принадлежавшего океанографическому институту в Вудс Хоул (Woods Hole, Massachusetts). С его помощью были запущены межпланетные зонды Magellan² (к Венере) и Galileo³ (к Юпитеру), а также орбитальная гамма-обсерватория Compton.⁴ В период с 1995 по 1997 г. этот «челнок» 7 раз пристыковывался к российской орбитальной станции «Мир», а с 2000 по 2010 г. 11 раз осуществлял стыковку с МКС. Atlantis участвовал в съемках фильма «Армагеддон», вышедшего на экраны в 1998 г.

Тем не менее, этот шаттл некоторое время будет поддерживаться в готовности к полету в качестве корабля-спасателя во время последней миссии «челнока» Endeavour.⁵ Для этого NASA готовит резервный внешний топливный бак и два твердотопливных ускорителя. Если спасательная экспедиция не понадобится — рассматривается возможность организовать в 2011 г. еще один полет Atlantis с сокращенным до четырех астронавтов экипажем. Однако вероятность такого поворота событий невысока (в первую очередь по финансовым причинам).

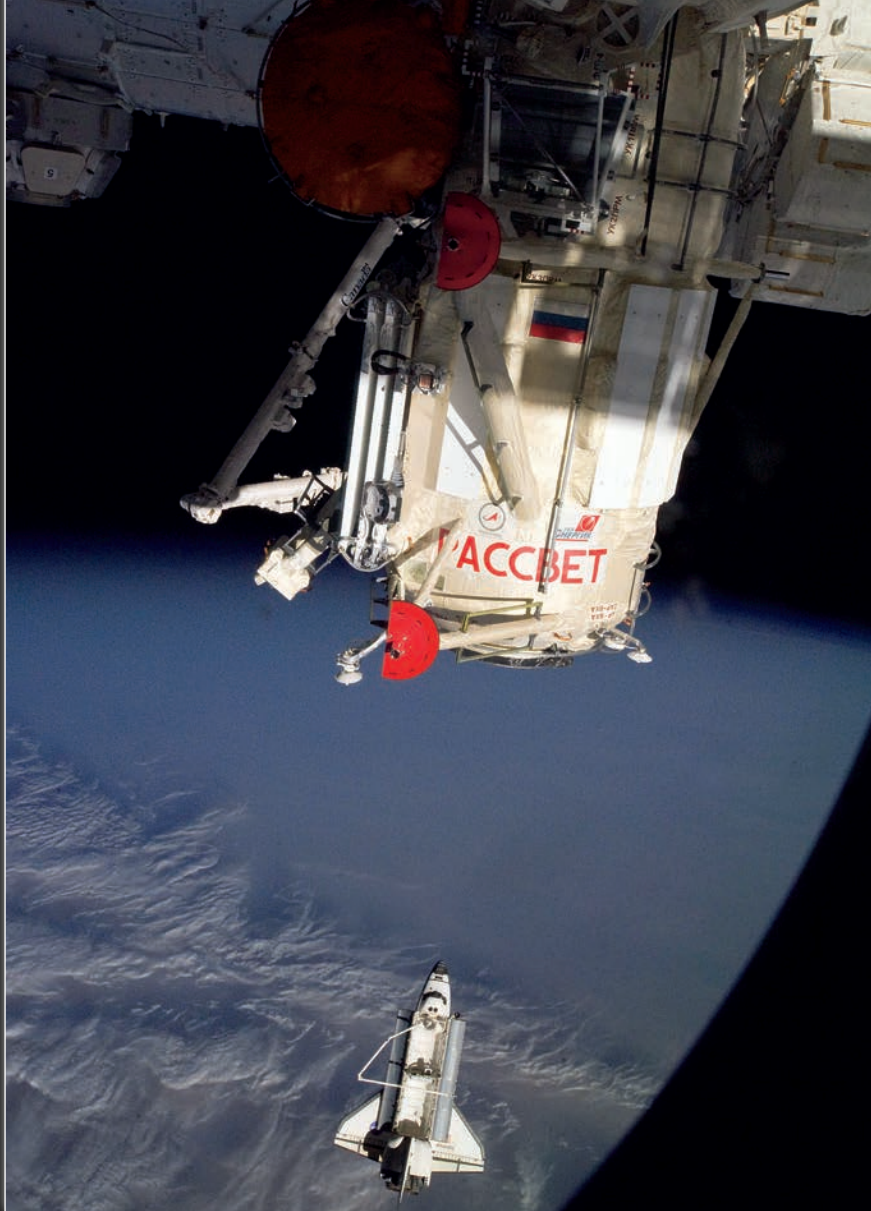
По материалам NASA

² ВПВ №3, 2007, стр. 36

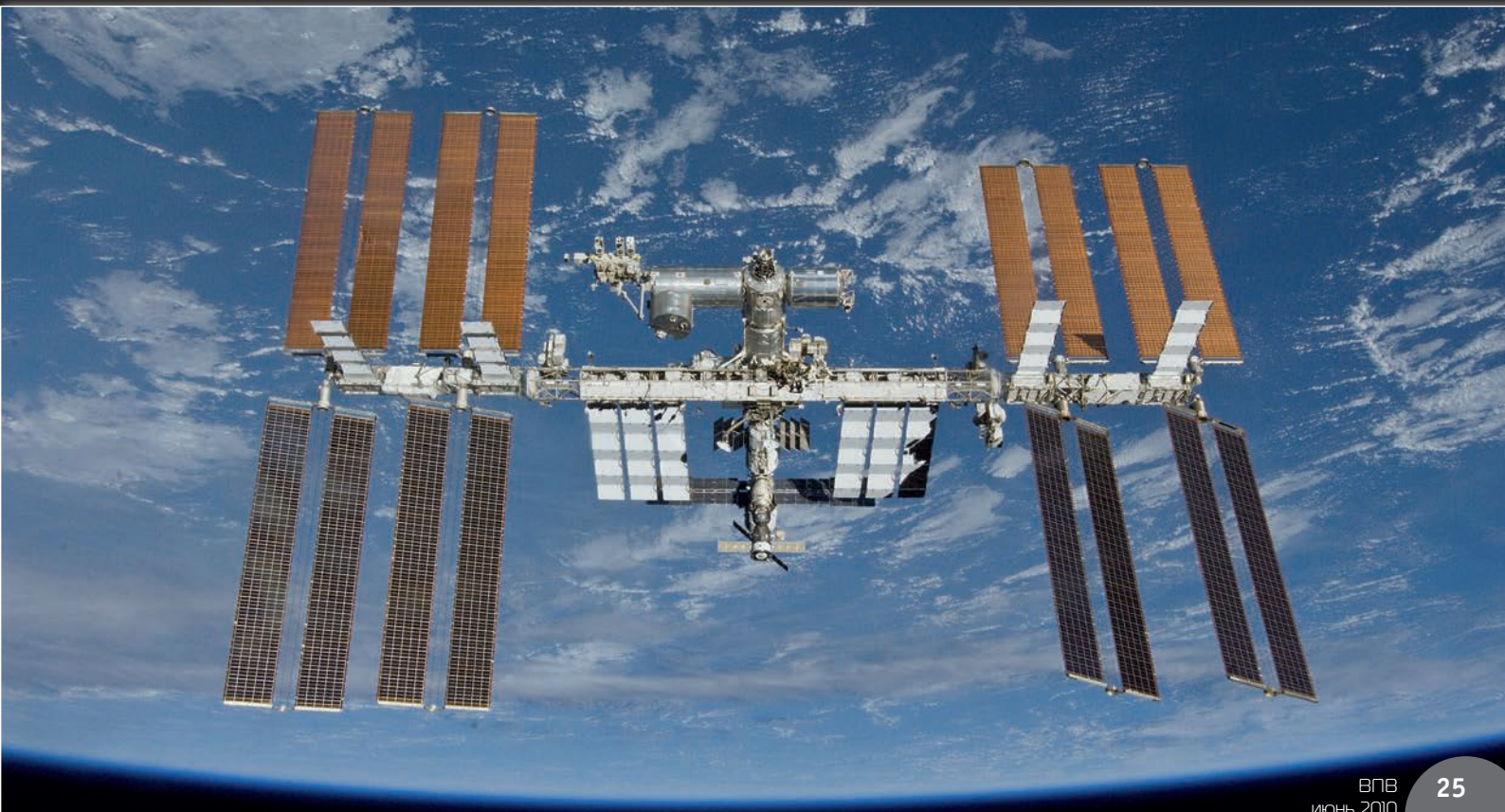
³ ВПВ №10, 2007, стр. 24

⁴ ВПВ №7, 2008, стр. 7

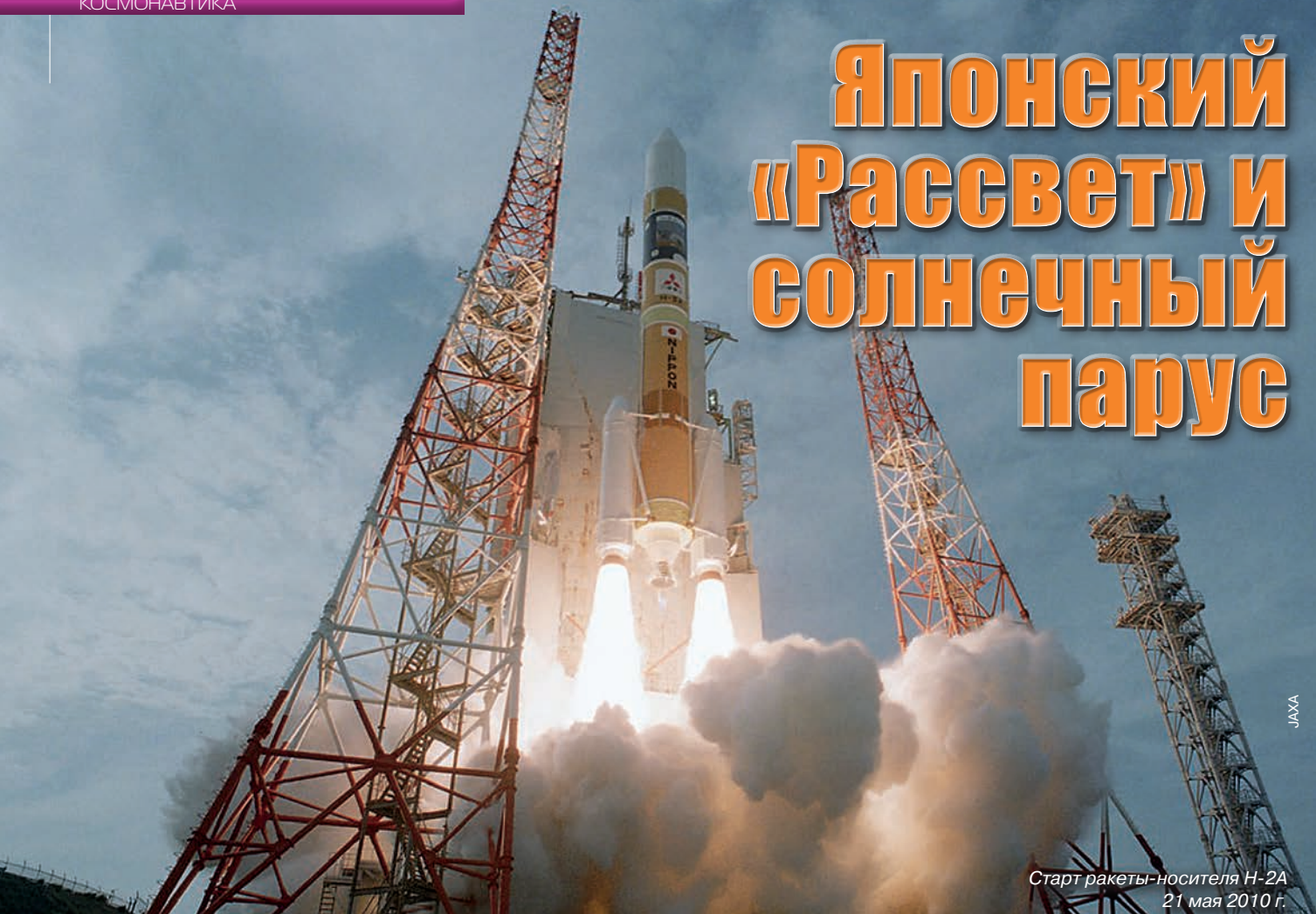
⁵ ВПВ №5, 2010, стр. 27



▼ А экипаж «челнока» сфотографировал удаляющуюся орбитальную станцию во всей ее красе после завершения строительства. Все дальнейшие полеты к МКС будут выполняться с целью ее дооснащения и обслуживания.



Японский «Рассвет» и солнечный парус



JAXA

Старт ракеты-носителя H-2A
21 мая 2010 г.

21 мая в 6 часов 58 минут по местному времени (20 мая в 21:58 UTC) со стартового комплекса Йошинобу космодрома Танегасима был осуществлен пуск ракеты-носителя H-2A с межпланетной станцией «Акацуки». По-японски ее название означает «рассвет» (дословно — «красная луна») и символизирует «Утреннюю звезду» — планету Венеру. Изначально запуск запланировали на 18 мая 2010 г, однако из-за погодных условий его отложили на трое суток. В состав полезной нагрузки вошли также солнечный парусник IKAROS и любительская AMC UNITEC-1, разработанная японской организацией UNISEC (University Space Engineering Consortium — Университетский консорциум космической инженерии). Она имеет размеры 30×35×35 см, массу 25 кг и исключительно простую конструкцию. Станция оснащена детектором космической радиации и 6 университетскими бортовыми компьютерами, которые будут по очереди решать задачи управления аппаратом, передачи данных и т.д. Для приема информации с UNITEC-1 используется любитель-

ская сеть дальней космической связи на базе стандартных спутниковых тарелок, способных «слышать» аппарат на расстоянии 3-4 млн. км от Земли (то есть в течение первых двух недель после старта). Общая стоимость проекта составила 100 тыс. долларов США.

Попутно на околоземную орбиту с параметрами 290×305 км и наклоном 30° были выведены малые космические аппараты: K-Sat («Хаято») для Университета Кагосима, «Негаи» для Университета Сока, Waseda-Sat 2 для Университета Васэда.

Венецианский «Рассвет»

«Акацуки» (известный также как VenusClimate Orbiter) — первая японская экспедиция к Венере и единственная межпланетная станция, запущенная в 2010 г. Этот аппарат, как и его европейский «собрат» Venus Express,¹ начали разрабатывать в 2001 г. в качестве логического продолжения марсианского

зонда «Нозоми» (PLANET-B), миссия которого позже закончилась неудачей.² Новый проект, первоначально получивший рабочее обозначение PLANET-C, по максимуму использовал задел своих «предшественников». Он представляет собой такой же небольшой по размеру аппарат, который вначале выводится на высокоапогейную околоземную орбиту, а затем — на гелиоцентрическую траекторию. Межпланетный разведчик должен был стартовать в 2007 г. на борту ракеты-носителя M-5, в 2008 г. он совершил бы пролет мимо Земли, а в 2009-м — вышел на орбиту вокруг Венеры. Планам этим не суждено было сбыться. Бесславный конец «Нозоми» в декабре 2003 г., последующая реорганизация исследовательских организаций ISAS (Институт космоса и астронавтики) и NASDA (Национальное агентство космических разработок) постоянно отодвигали реализацию проекта и видоизменяли его всевозможным образом. Наконец, в 2005-2006 гг.

¹ ВПВ №1, 2008, стр. 4

² ВПВ №4, 2008, стр. 20

был утвержден окончательный вариант миссии, предполагающий старт в мае 2010 г. и бюджет порядка \$275 млн.

Основной задачей «Акацуки» является изучение динамики и физики атмосферы Венеры во всех ее проявлениях. В принципе, эта же задача была возложена на миссии Pioneer Venus³ и Venus Express, однако «Акацуки» станет первым аппаратом, созданным исключительно для непрерывного мониторинга атмосферных процессов — первым метеоспутником другой планеты. Его рабочая орбита — приэкваториальная высокоэллиптическая с высотой апоцентра около 79 тыс. км и наклоном 172°. Она выбрана с таким расчетом, чтобы на каждом витке движение КА в течении 20 часов было практически синхронизировано с суперротацией атмосферы Венеры. Это позволит непрерывно отслеживать изменения в структуре облачных слоев. Для этого «Акацуки» оснащен шестью камерами, производящими съемку в различных диапазонах спектра.

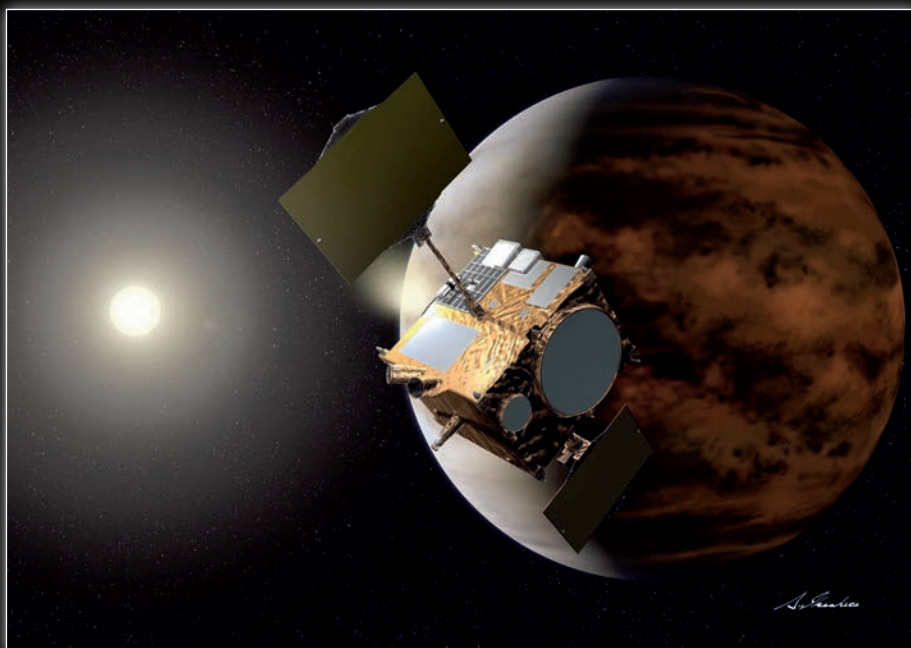
Инфракрасная камера IR1 работает в трех окнах прозрачности около длины волны 1 мкм и предназначена для наблюдения за нижним слоем облаков и поверхностью планеты, поиска действующих вулканов, регистрации паров воды.

Камера IR2 (5 окон вблизи 2 мкм) предназначена для исследования средней атмосферы, наблюдений за циркуляцией и распределением монооксида углерода на высотах 30-50 км, для определения максимальной высоты облаков, измерения размеров частиц, их образующих, для наблюдений зодиакального света.

Камера дальнего ИК-диапазона LIR (Longwave Infrared Camera) будет исследовать температуру и высоту облачных пиков.

Камера UVI (ультрафиолетовый диапазон) должна вести наблюдения верхних слоев облачности и тумана, а также изучать пространственное распределение диоксида серы и пока не идентифицированного вещества, поглощающего свет в венерианских облаках.

Камера молний и атмосферного

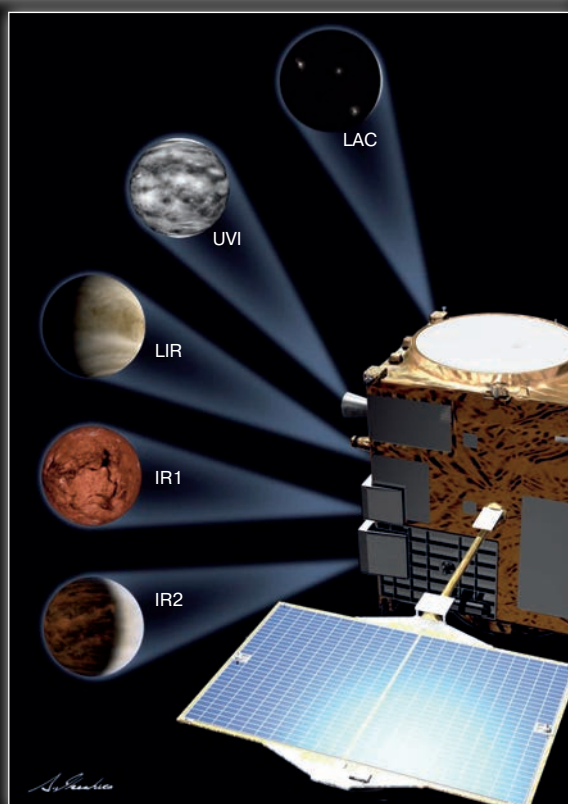


▲ Космический аппарат «Акацуки» (он же Venus Climate Orbiter или PLANET-C) на венерианской орбите. Иллюстрация.

свечения LAC (Lightning and Airglow Camera) попытается обнаружить «обычные» молнии и спрайты — разряды молний, «бьющие» не в землю, а вверх (в ионосферу).

С помощью высокостабильного генератора радиоионизации для зондирования атмосферы USO (Ultra-stable oscillator) будет измеряться вертикальный профиль температуры, плотность паров серной кислоты и концентрация электронов в ионосфере.

Поскольку со времени старта «Нозоми» многие технологии значительно усовершенствовались, устройство PLANET-C имеет мало общего с PLANET-B. Теперь зонд представляет собой не восьмигранную призму, а параллелепипед размерами 1,04×1,45×1,4 м, оснащенный двумя солнечными батареями, площадь каждой из которых составляет 1,4 м². К концу срока активного существования аппарата в окрестностях Венеры они будут вырабатывать около 500 Вт электроэнергии. Полная масса «Акацуки» составляет 640 кг, из которых 320 кг приходится на топливо, а 34 кг — на научное



Исследования «Акацуки» будут охватывать атмосферу планеты по всей ее глубине.

оборудование, размещенное на боковых панелях, «охватывающих» каркас аппарата.

К месту назначения зонд прибывает в декабре 2010 г. Там его уже «поджидает» европейский спутник Venus Express. Впервые с 1984 г. на орбите вокруг ближайшей планеты одновременно будут работать аппараты, находящиеся в ведении разных космических агентств. Плановая продолжительность миссии «Акацуки» — не менее двух лет.

³ ВПВ №8, 2006, стр. 20

Под солнечными парусами

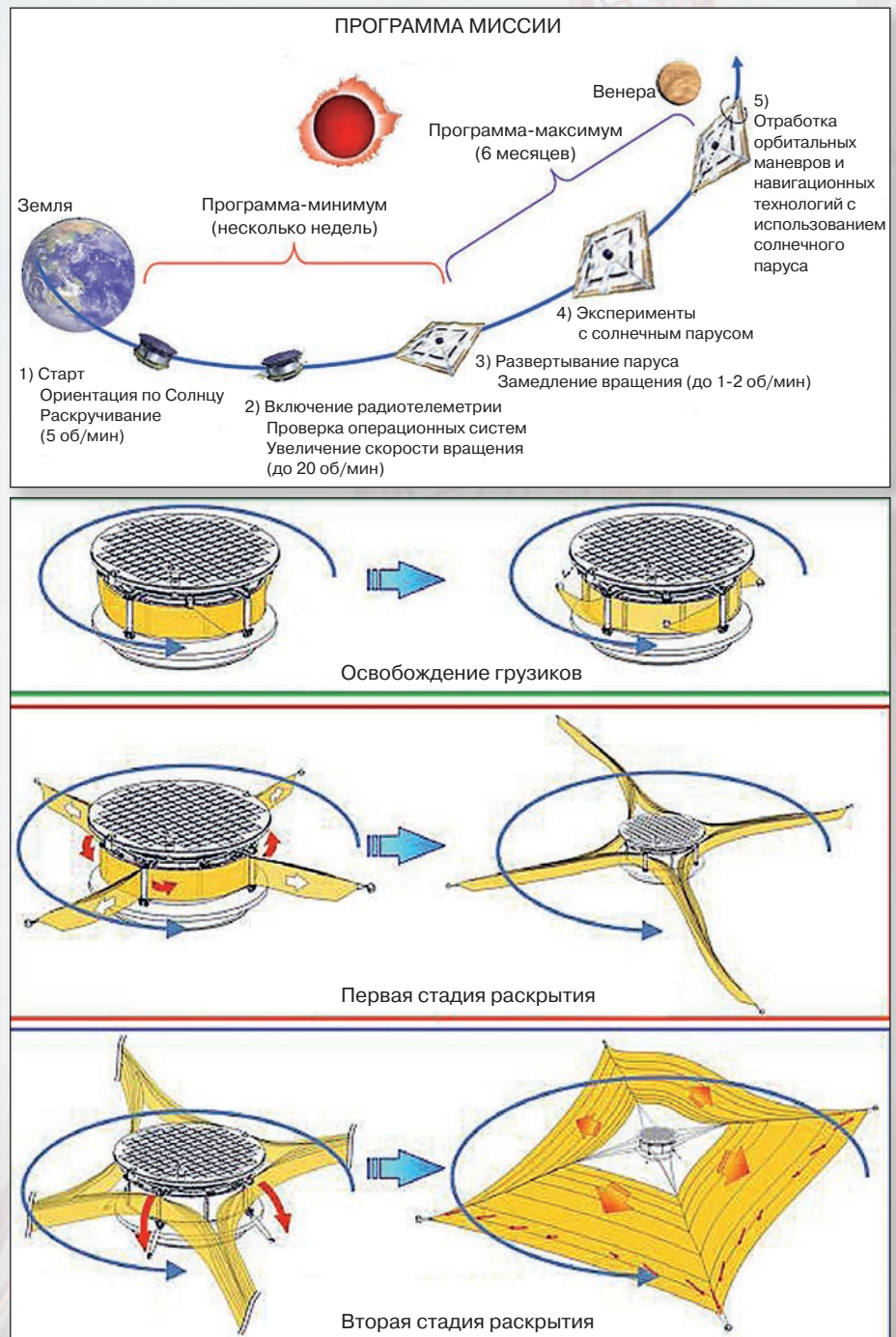
...Еще в начале XVII века выдающийся немецкий астроном Иоганн Кеплер (Johannes Kepler, 1571-1630⁴), наблюдая кометы, установил, что их хвосты постоянно направлены в сторону, противоположную Солнцу. Трактат «О кометах», опубликованный им в 1619 г., объяснял это явление воздействием солнечного света (идея по тем временам не только бредовая, но и откровенно опасная). Так или иначе, Кеплер был первым, кто предположил, что солнечный свет оказывает давление на частицы кометных хвостов. Теория светового давления в рамках классической электродинамики была выдвинута Джеймсом Клерком Максвеллом (James Clerk Maxwell, 1831-1879⁵) в 1873 г. — он связал это явление с передачей импульса электромагнитного поля веществу.

В 1899 г. физик-экспериментатор Петр Николаевич Лебедев (1866-1912) при помощи виртуозных, хотя и выполненных скромными средствами, опытов подтвердил теоретическое предсказание Максвелла о давлении света на твердые тела, а в 1907 г. — и на молекулы газов. В его опытах использовался вакуумированный (остаточное давление $\sim 10^{-4}$ миллиметров ртутного столба) стеклянный сосуд, где на тонкой серебряной нити были подвешены коромысла крутильных весов с закрепленными на них тонкими слюдяными дисками-крылышками — они-то и подвергались облучению. Первое описание «солнечной тяги» в фантастическом рассказе также принадлежит россиянину: еще в 1913 г. о солнечном парусе написал Борис Красногорский. В его романе «Победитель пространства» передвигался в космосе, используя солнечный свет и кольцевое зеркало из тончайших листов отполированного металла.

Солнечный парус как таковой был изобретен другим русским ученым — Фридрихом Артуровичем Цандером (1887-1933). Он впервые рассмотрел несколько вариантов конструкции этого устройства, наиболее целесообразная из которых была подробно описана им в 1924 г. в неопубликованном

варианте статьи «Перелеты на другие планеты». В том же году Цандер подал в Комитет по изобретениям авторскую заявку на космический самолет, использующий для передвижения в межпланетном пространстве огромные и очень тонкие зеркала. Солнечный парус, по замыслу изобретателя, должен был иметь площадь в один квадратный километр при толщине экрана 0,01 мм и общей массе 300 кг. Он снабжался центральной осью и минимальным набором силовых элементов, поддерживающих его форму. Цандер отмечал, что толщина экрана может быть еще меньше, так как Эдисону удалось из-

готовить никелевые листы толщиной 0,001 мм и размером 3200 м². Ученый также попытался разработать основы теории движения космических аппаратов под солнечным парусом. Он считал целесообразным направлять на него поток света, собранный вторым парусом, расположенным на некоторой промежуточной межпланетной станции. Эта идея перекликается с современными предложениями об использовании для разгона космического аппарата искусственного «лучистого ветра» — мощного лазера, обеспечивающего существенно большее давление на поверхность, чем солнечные лучи.



Процесс раскрытия паруса.

⁴ ВПВ №3, 2009, стр. 16

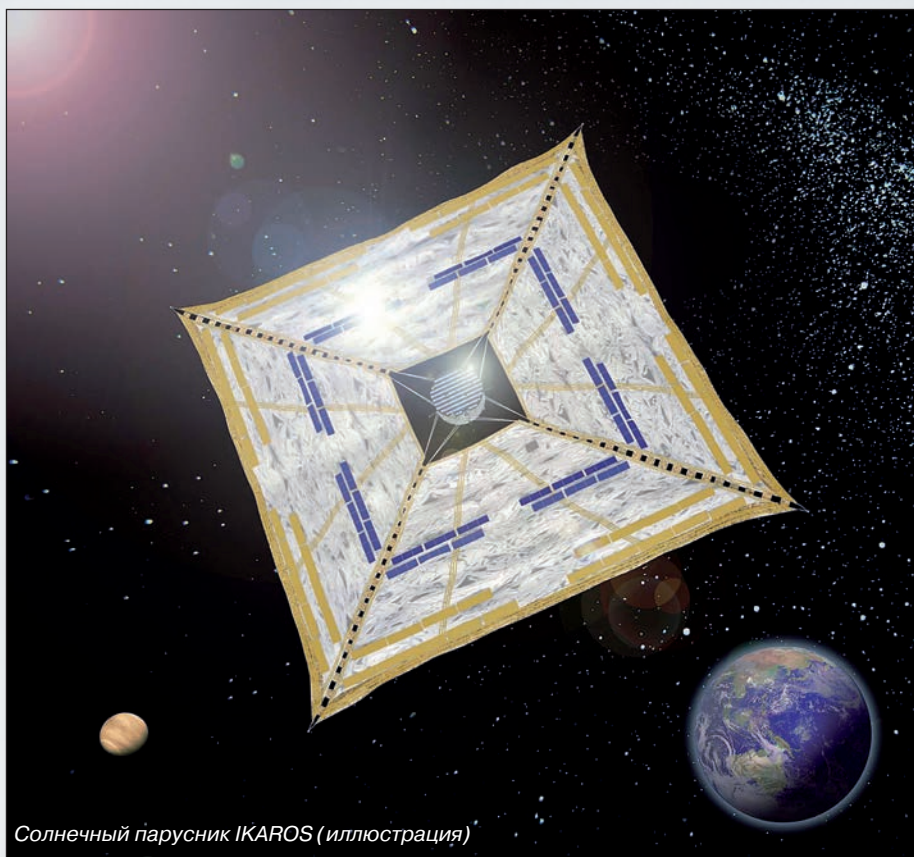
⁵ ВПВ №1, 2006, стр. 12

В 1960-х годах к солнечным парусам вновь вернулись фантасты (известный пример — рассказ Артура Кларка⁶ «Солнечный ветер»), а затем и инженеры. В 1970-х парус вполне серьезно рассматривался специалистами NASA как один из вариантов двигателя для зонда, отправляющегося на рандеву с кометой Галлея (1P/Halley).

В 1989 г. юбилейной комиссией Конгресса США был объявлен конкурс в честь 500-летия открытия Америки. Его идея заключалась в выведении на орбиту нескольких солнечных «парусных кораблей», разработанных в разных странах, и проведении гонки под парусами к Марсу, как в рассказе Кларка. Весь путь планировалось пройти за 500 дней. Свои заявки на участие в конкурсе подали США, Канада, Великобритания, Италия, Китай, Япония и Советский Союз. Старт должен был состояться в 1992 г. Претенденты на участие начали выбывать почти сразу, столкнувшись с рядом проблем технического и экономического плана. Распад Советского Союза, однако, не привел к прекращению работы над проектом, который, по мнению разработчиков, имел все шансы на победу. Но регата была отменена ввиду финансовых трудностей, постигших организаторов (а возможно, ввиду всей совокупности причин), и грандиозное шоу не состоялось.

Летопись практических экспериментов с парусами следует вести, пожалуй, с российского проекта «Знамя-2», успешно осуществленного в рамках программы «Знамя». 4 февраля 1993 г. на борту корабля «Прогресс М-15», завершившего свой полет в составе комплекса «Мир», на небольшом расстоянии от станции была развернута 20-метровая тонкопленочная конструкция. Правда, предназначалась она не для космических путешествий, а для проверки возможности освещения ночной стороны Земли орбитальным зеркалом. Но ведь космическое зеркало и космический парус — по сути две стороны одной и той же идеи, и конструктивно такие аппараты схожи. Задача была выполнена: пятикилометровый «солнечный зайчик», обеспечивавший освещенность на уровне полной Луны, «пробежал»

⁶ ВПВ №5, 2006, стр. 4; №4, 2008, стр. 27



Солнечный парусник IKAROS (иллюстрация)

JAXA

по Европе. Максимальный диаметр светового пятна на Земле должен был достичь 8 км. Этот эксперимент проходил под эгидой консорциума «Космическая регата» — организации, основанной в 1990 г. рядом советских космических предприятий, в том числе РКК «Энергия».

Следующую попытку развертывания ультратонкой отражающей пленки в космосе предприняли те же участники 4 февраля 1999 г. 25-метровое зеркало-парус «Знамя-2,5» было раскрыто по прежней схеме — вскоре после отчаливания грузовика «Прогресс М-40» от станции «Мир». Эксперимент пришлось досрочно прекратить из-за ошибки в программе управления кораблем: команда на раскрытие его антенны не была заблокирована, и за нее зацепилось полотнище отражателя.

9 августа 2004 г. произвел запуск и развертывание солнечного паруса японский Институт космонавтики (Institute of Space and Astronautical Science) — подразделение Национального космического агентства JAXA. Ракета S-310-34 несла на борту сразу два экспериментальных аппарата, отличавшихся компоновкой. Оба были выполнены из светоотражающей полимерной пленки толщиной всего 7,5 мкм. Круглые паруса с четырьмя и шестью лепестками

успешно развернулись на высотах 150 и 170 км.

Первую попытку вывести на орбиту солнечный парус, который действительно долгое время дрейфовал бы в лучах нашего светила, предприняло в июне 2005 г. Планетарное общество (Planetary Society). Увы, аппарат «Космос-1» (Cosmos 1), построенный по заказу американцев в НПО имени Лавочкина, был потерян сразу после старта. Некоторое время наземные станции принимали какие-то неопознанные радиосигналы, дававшие надежду на то, что «парусник» все-таки функционирует, но позже выяснилось, что они не имели отношения к данному спутнику, который, скорее всего, сразу упал в океан, как и его одноименный предшественник — рабочий прототип «Космоса-1», выведенный на высокую суборбитальную траекторию в 2001 г.

* * *

Солнечный парусник IKAROS (Interplanetary Kite-craft Accelerated by Radiation Of the Sun), запущенный совместно с межпланетным аппаратом «Акацуки», был официально включен в стартовый состав в декабре прошлого года. Это отдельная миссия, которая должна продемонстрировать технологию гибридного солнечного

паруса, где раскрываемая поверхность используется не только для создания тяги, но и для генерации энергии тонкопленочными фотогальваническими элементами.

Конструктивно IKAROS представляет собой цилиндрический аппарат массой 310 кг. Его верхняя сторона покрыта «традиционными» солнечными батареями, которые служат основным источником энергии на протяжении всей миссии. На боковой поверхности укреплен парус и система его раскрытия. Собственно парус состоит из 4 трапециевидных лепестков, образующих после разворачивания квадрат с диагональю в 20 м (14×14 м). На каждом из лепестков расположены элементы тонкопленочных солнечных батарей (ТСБ) из аморфного кремния, устройства системы ориентации в виде полосок материала, способного менять свои отражательные характеристики при подаче напряжения, и единственный научный инструмент миссии — детектор пылевых частиц. Парус изготовлен из полиамидной пленки толщиной 7,5 мкм с алюминиевым напылением, его общая масса — всего 1,8 кг. Он обеспечивает тягу порядка 2-4 мН и за время основной миссии сможет изменить скорость аппарата максимум на 100-200 м/с. ТСБ представляют собой гибкую многослойную конструкцию толщиной 200 мкм. Они занимают 5% пло-

щади паруса и способны вырабатывать мощность до 500 Вт.

Как ожидается, активная часть миссии должна уложиться в полгода. В декабре 2010 г. IKAROS вместе с «Акацуки» достигнет окрестностей Венеры, но не выйдет на околопланетную орбиту, а останется работать на межпланетной траектории до исчерпания ресурса. Стоимость разработки аппарата составила около 1,5 млрд. иен (примерно \$16 млн.), его дальнейшее сопровождение обойдется в сопоставимую сумму.

Разворачивание паруса прошло в два этапа и заняло целую неделю (с 3 по 10 июня). На первом этапе аппарат отделился от ракеты-носителя, медленно вращаясь вокруг своей оси со скоростью 5 оборотов в минуту. После того, как «парусник» занял нужную позицию по отношению к Солнцу, его вращение ускорили до 25 оборотов в минуту. После этого раскрылись замки, освобождающие четыре грузика, укрепленные на четырех углах полотна. Они вытянули в стороны «усы» — части сложенного паруса.

На втором этапе открылись другие фиксаторы, и полимерная пленка стала расправляться. Эту ключевую часть процесса преобразования «солнечной яхты» ее создатели именуют динамической (в отличие от первой — статической), хотя в обоих случаях межпланетный зонд вращается. Судя по кадрам, переданным с бор-

та IKAROS, все 200 м² ультратонкого полотна расправились вполне удачно и солнечные батареи, «вшитые» в парус, начали давать ток.

Изменяя угол между направлением на Солнце и плоскостью пленки, инженеры заставят аппарат двигаться в нужном направлении.

В случае успеха IKAROS станет важным шагом на пути применения гибридных парусов для полетов в дальнем космосе. Не исключено, что аналогичная «энергодвигательная» установка будет использована JAXA при создании АМС для исследования Юпитера в конце следующего десятилетия. 50-метровый парус с тонкопленочными СБ и высокоимпульсным электрореактивным двигателем сможет достичь окрестностей самой большой планеты всего за два с половиной года. Двигатель поможет аппарату маневрировать на пути к месту назначения и во время пребывания на планетоцентрической орбите. Еще одной целью исследований могут стать так называемые «тройные астероиды», расположенные в точках Лагранжа системы «Юпитер-Солнце».⁷ Окончательное решение о запуске этого аппарата будет принято в зависимости от результатов венерианской миссии.

По материалам JAXA
www.universetoday.com

⁷ ВПВ №4, 2004, стр. 18; №2, 2006, стр. 18

Астрономы-любители разглядели на околоземной орбите секретный космический корабль

Астрономы-любители «вычислили» американский беспилотный мини-шаттл X37-B и рассчитали его орбиту.

«Челнок», запущенный 22 апреля 2010 г. со станции ВВС США на мысе Канаверал,¹ был замечен 20 мая Греггом Робертсом (Greg Roberts) из южноафриканского города Кейптаун и Кевином Феттером (Kevin Fetter) из канадского Броквилля. Пользуясь данными обо всех достаточно ярких искусственных спутниках, любители вели их подробную регистрацию, попутно пытаясь обнаружить «лишний» объект. Еще один канадец —

Тэд Молчан (Ted Molczan) из Торонто — сумел по результатам своих наблюдений вычислить фактическую орбиту космического аппарата. Благодаря его данным на следующую ночь Феттеру снова удалось обнаружить мини-шаттл, а также запечатлеть его полет на фоне звездного неба.

По сообщениям любителей, видимый блеск космического корабля иногда превосходит яркость звезд ковша Большой Медведицы и временами достигает 2-й звездной величины. Увидеть X37-B собственными глазами можно, вос-



пользовавшись данными сайта <http://simpleflybys.com/> или <http://www.heavens-above.com/>. К сожалению, в местностях, лежащих к северу от 55-й широты — то есть на большей части территории Российской Федерации — он не показывается над горизонтом, поскольку наклон орбиты этого спутника к земному экватору равен 40°.

universetoday

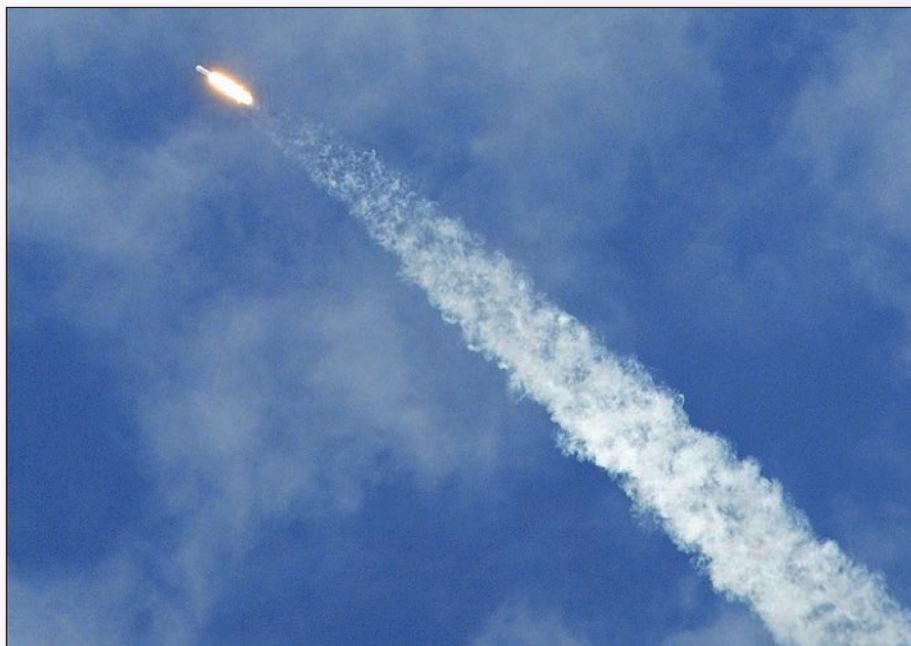
¹ ВПВ №5, 2010, стр. 28

«Большой Сокол»: первый полет

4 июня 2010 г. в 14 часов 45 минут летнего времени восточного побережья США (18:45 UTC) ракета-носитель Falcon 9, созданная компанией Space Exploration Technologies (SpaceX), стартовала с мыса Канаверал и вывела на расчетную орбиту 250-килограммовый макет капсулы космического корабля Dragon. Ракета была запущена со второй попытки — первая была отменена за несколько секунд до старта из-за технической неполадки. Первоначально планировалось, что Falcon 9 отправится в космос 12 апреля 2010 г., в день 49-й годовщины исторического полета Юрия Гагарина. Однако инженеры запросили дополнительное время для проверки надежности системы самоуничтожения ракеты в случае непредвиденного отклонения от курса.

Частная компания SpaceX ведет разработку космических систем с начала 90-х годов. В ней работает много специалистов, перешедших туда из NASA, Boeing и Lockheed Martin. Работы по созданию ракеты ведутся в рамках программы NASA Commercial Orbital Space Transportation Services (COSTS), победителем которой SpaceX стала в августе 2006 г. 23 декабря 2008 г. она подписала с американским аэрокосмическим агентством контракт на \$1,9 млрд., предусматривающий разработку и создание тяжелого носителя Falcon 9 и возвращаемой капсулы Dragon. В марте представители компании заявляли, что на доработку ракеты и капсулы уйдет около трех лет, после чего они смогут доставлять астронавтов в космос. Предусмотрено три испытательных и 12 штатных миссий по доставке грузов на МКС.

SpaceX обязалась доставлять герметичные или негерметичные грузы на МКС и обратно на Землю. Компания обеспечит необходимые условия эксплуатации, испытание аппаратных средств и программного обеспечения, специфические элементы интеграции груза с возвращаемой капсулой Dragon. В планах — разработка минимум двух разновидностей капсул: первая будет предназначена для доставки на орбиту астронавтов (до 7 человек) и



AFP/Getty Images/BRUCE WEAVER

должна быть многоразовой, вторая — для доставки грузов. Аппарат не сможет самостоятельно пристыковываться к космической станции. Вместо этого он будет подлетать к ней достаточно близко и захватываться манипулятором.

Для силовой установки ракеты-носителя был взят старый проверенный ракетный двигатель от посадочной лунной ступени — из «арсенала» американской лунной программы 1960-70-х годов, оказавшегося в распоряжении SpaceX.

По словам основателя компании Элона Маска (Elon Musk), испытательный полет ракеты, которая должна была подняться на высоту около 250 км, прошел идеально.

Апогей (наивысшая точка орбиты) макета капсулы Dragon лишь на 1% отклонился от расчетного значения, а перигей (самая низкая точка) — на 0,2%. В определенный момент ракета-носитель, как показала закрепленная на ней камера, начала вращаться, но это не повлияло на результат испытаний.

Вторая ракета, которая должна вывести в космос полнофункциональную капсулу Dragon, уже почти готова к старту. Запустить ее собираются в ближайшие месяцы. Третий полет Falcon 9 запланирован на 2011 г.; предполагается, что в этот раз Dragon отправится к МКС и, возможно, доставит туда полезный груз.

Начался эксперимент «Марс-500»

3 июня 2010 г. в 14 часов по московскому времени шестеро добровольцев — участников проекта «Марс-500» — зашли в наземный экспериментальный комплекс и закрыли за собой люк. Теперь они на 520 суток изолированы от внешнего мира в имитаторе космического корабля. Эксперимент будет состоять из трех фаз: 250 дней «космонавты» будут лететь на Красную планету, 30 дней проведут на марсианской поверхности, а оставшиеся 240 дней займет у добровольцев «полет» обратно на Землю. Участвуют в нем трое россиян (Сухроб Камолов, Алексей Ситев, Александр Смолеевский), француз Ромен Шарль (Romain Charles), итальянец Диего Урбина (Diego Urbina) и китаец Ван Юэ.

Условия в изолированном комплексе Института медико-биологических проблем будут максимально приближены к тем, в которых окажутся люди при реальном полете на другие планеты. Участники эксперимента не смогут выходить в Интернет, слушать радио или смотреть телевизор: вся связь с внешним миром для них будет осуществляться через Центр управления полетами. 520-суточному «полету» предшествовали 14-суточный, осуществленный в ноябре 2007 г., и 105-суточный, завершившийся в июле 2009 г.¹

federalspace.ru

¹ ВПВ №7-8, 2009. стр. 19

Трудный полет 23-й

Полет экипажа 23-й основной экспедиции на борту орбитального комплекса «Мир» часто называют «русским Apollo-13». И тому есть веские причины: пожар, столкновение с грузовым транспортным кораблем, отказ систем жизнеобеспечения и двигателей мягкой посадки... Ни одна экспедиция — ни до, ни после — не сталкивалась с таким количеством нештатных ситуаций!

Александр Железняков,
советник президента РКК «Энергия» (Российская Федерация)

Неприятности с самого начала

Двадцать третья основная экспедиция на орбитальный комплекс «Мир» (командир — Василий Циблиев, бортинженер — Александр Лазуткин) отправилась в космос на борту космического корабля «Союз ТМ-25» 10 февраля 1997 г. Третьим членом экипажа был немецкий астронавт Рейнхольд Эвальд (Reinhold Ewald).

Экспедиция, рассчитанная на полгода, предусматривала выполнение большого объема научных исследований — в основном в рамках международных проектов. Немцу же предстояло отработать на орбите всего 25 суток по программе «Мир-97» и возвратиться на Землю на корабле «Союз ТМ-24», вместе с космонавтами Валерием Корзуном и Александром Калери.

Проблемы, которыми изобилвала вся 23-я экспедиция, начались с первых минут полета. Едва корабль оказался на околоземной орбите, как вы-

яснилось, что одна из антенн системы «Курс», отвечающей за сближение корабля со станцией, раскрылась не полностью. Казалось бы, мелочь, тем более что все основные бортовые системы продублированы. Но, как известно, «все большие неприятности начинаются с малого».

В первые сутки полета произошла еще одна «мелочь»: во время плановой коррекции орбиты был зафиксирован отказ одной из вспомогательных систем двигательной установки. Пришлось для совершения маневра задействовать резервную систему.

Все последующие коррекции прошли без замечаний, и 12 февраля корабль сблизился со станцией «Мир». Как и положено, на расстоянии около 150 м от станции была выдана команда на автоматическое причаливание. Сближение проходило штатно, но когда до стыковочного узла оставалось всего полтора метра, на пульте «Союза» неожиданно загорелось сообщение «Текущая авария». Автоматика, следуя заложенной в нее логике действий, тут же дала команду на отвод корабля от станции.

И сразу надо отдать должное космонавтам и сотрудникам Центра

управления полетом. Мгновенно оценив сложившуюся ситуацию, руководитель полета Владимир Соловьев дал указание экипажу взять управление кораблем на себя и стыковаться вручную. Когда расстояние между космическими аппаратами составляло 12 м, Циблиев перешел на ручное управление и успешно завершил причаливание.

Пожар на «Мире»

Проверив герметичность стыка, Циблиев, Лазуткин и Эвальд открыли переходные люки. На станции их ждали российские космонавты Корзун и Калери (экипаж 22-й основной экспедиции) и американский астронавт Джерри Линенджер (Jerry Michael Linenger). Начался совместный полет, рассчитанный на 18 суток.

Именно в этот период работы и случилось первое по-настоящему крупное чрезвычайное происшествие — пожар в модуле «Квант». Это действительно было ЧП, а не очередная нештатная ситуация. Еще немного, еще чуть-чуть — и экипажи пришлось бы экстренно возвращать на Землю.

События в тот праздничный день (23 февраля 1997 г.) развивались следующим образом.

Бортинженер Александр Лазуткин направился в модуль «Квант» жечь кислородные шашки, которые используются в твердотопливном гене-



ЭКСПЕДИЦИИ



*Члены экипажа корабля «Союз ТМ-25»:
Командир — полковник Василий Васильевич Циблиев (2-й полет, 76-й космонавт России, 296-й космонавт мира), космонавт-испытатель отряда космонавтов РГНИИ ЦПК, Герой Российской Федерации, Летчик-космонавт России.
Бортинженер — Александр Иванович Лазуткин (1-й полет, 86-й космонавт России, 353-й космонавт мира), космонавт-испытатель отряда космонавтов РКК «Энергия».*

раторе кислорода для пополнения им атмосферы станции. Это регулярная процедура, отработанная космонавтами до автоматизма. Но, вероятно, в тот раз попалась шашка с технологическим дефектом.

В первый момент Лазуткин даже не понял, что случилось. В оцепенении он смотрел на возникший маленький вулканчик. Лишь потом отключил вентилятор и схватил огнетушитель. А дым уже пошел в бытовой отсек. Завыла сирена. В модуль «влетел» Валерий Корзун.

Дальше общими усилиями взялись бороться с огнем. Было это не так уж и просто: шашка сама вырабатывала кислород, что только усиливало пламя. Дым быстро заполнял помещения станции, видимость ухудшалась. Всем шестерым пришлось надеть противогазы. Начали готовить «Союзы» для экстренного покидания станции. Если бы пожар стал неконтролируемым — это был бы единственно возможный вариант спасения.

К счастью, с пламенем удалось справиться, и эвакуация с борта «Мира» не потребовалась. Но еще двое суток, пока атмосфера станции не очистилась, космонавтам пришлось пользоваться противогазами.

На Земле о ЧП узнали лишь через час после того, как все случилось — во время тушения пожара «огнеборцам» было не до докладов в ЦУП.

Мимо цели

Других происшествий в ходе «пересменки» не произошло, и 2 марта Валерий Корзун, Александр Калери и Райнхольд Эвальд на корабле «Союз ТМ-24» вернулись на Землю. На станции «Мир» продолжили работу Василий Циблиев, Александр Лазуткин и астронавт Джерри Линенджер.

Через два дня после расставания (4 марта) к станции должен был повторно пристыковаться транспортный корабль «Прогресс М-33», который месяцем ранее, после завершения плановых работ по перегрузке оборудования и расходных материалов, отстыковали и отправили в автономный полет.

После стыковки никаких работ с этим «Прогрессом» больше не плани-

ровалось. У предстоящего «рандеву» были другие цели.

Во-первых, предстояло отработать новую схему сближения корабля со станцией в телеоператорном (визуальном) режиме с последующим ручным причаливанием. Этот режим можно было бы использовать в случае отказа автоматики (или в случае, если система сближения и стыковки демонтирована с «грузовика» преднамеренно).

Во-вторых, до прибытия нового «Прогресса» старый мог быть использован как «зонтик» для защиты от перегрева Солнцем модуля «Квант».

Однако повторная стыковка с «грузовиком» не удалась. При включении аппаратуры Василий Циблиев увидел на экране монитора сильные помехи. При следующем включении результат был аналогичным. Телевизионное изображение с «Прогресса» на станцию не поступало.

Корабль в это время продолжал приближаться. Он нормально воспринимал посылаемые на него команды, но отсутствие телевизионной картинки не позволяло выполнить стыковку. Более того, стало ясно, что в таких условиях «грузовик» просто опасен для станции: он мог столкнуться с ней, а экипаж ничего бы не смог при этом сделать.

В тот раз повезло — «Прогресс М-33» прошел в двадцати метрах... Для новой попытки сближения у него уже не было топлива, поэтому 12 марта его свели с орбиты и затопили на «кладбище космических кораблей» в южной части Тихого океана.

Жарко, влажно, трудно дышать

Неудача с «Прогрессом», конечно, расстроила членов экипажа, но программа полета была столь насыщенной, что долго печалиться было просто некогда. Уже на следующий день после несостоявшейся стыковки они полностью переключились на выполнение научных экспериментов по программам «Мир-NASA-4» и собственно 23-й экспедиции.

Тем временем неприятности продолжались.

5 марта из-за попадания пузырей воздуха прекратила работу установка по производству кислорода «Электрон-2» в модуле «Квант-2». Космонавты запустили аналогичную установку в модуле «Квант», но она проработала недолго и 8 марта вышла из строя из-за отказа насоса.

Из-за описанного выше пожара использовать кислородные шашки было невозможно, и экипаж стал испытывать определенные трудности с кислородом. Нет, удушье ему не грозило, но для того, чтобы не задохнуться, пришлось расходовать кислород из баллонов, предназначенных для обеспечения выходов в открытый космос. Лишь после завершения работы аварийной комиссии по пожару космонавтам вновь разрешили жечь шашки. Благодаря этому содержание кислорода в атмосфере станции удалось поддерживать в приемлемых пределах.

Почти одновременно с «кислородной проблемой» нарушилось функционирование системы терморегуляции — дала о себе знать утечка теплоносителя. Она началась еще при преды-

дущем экипаже, но с прилетом 23-й экспедиции ситуация заметно ухудшилась. К концу марта температура в модуле «Квант» повысилась до +32°C (при допустимых +28°C). 2 апреля до 31°C поднялась температура в базовом блоке. На следующий день вышли из строя еще несколько узлов системы, и на станции стало нестерпимо жарко — там почти постоянно было около 40°C.

К проблемам с температурой тут же добавились проблемы с питьевой водой. Содержащийся в теплоносителе ядовитый этиленгликоль, «просочившийся» в атмосферу станции, был не только сам по себе опасен для космонавтов, но еще и мог попасть в систему регенерации воды. Пришлось Циблиеву, Лазуткину и Ли-

ннджеру пить чистую воду из баков системы «Родник», запасы которой были весьма ограничены.

Наконец, 4 апреля перестала работать система «Воздух», очищающая атмосферу от углекислого газа. Используемый в ней сорбент поглощал его только в охлажденном состоянии — а охлаждать уже было нечем... В результате концентрация углекислого газа выросла, и космонавтам пришлось использовать специальные поглотительные патроны, запас которых также был ограничен. И все это — при недостатке кислорода.

С Земли экипажу помогали, как могли. Правда, первое время — только советами.

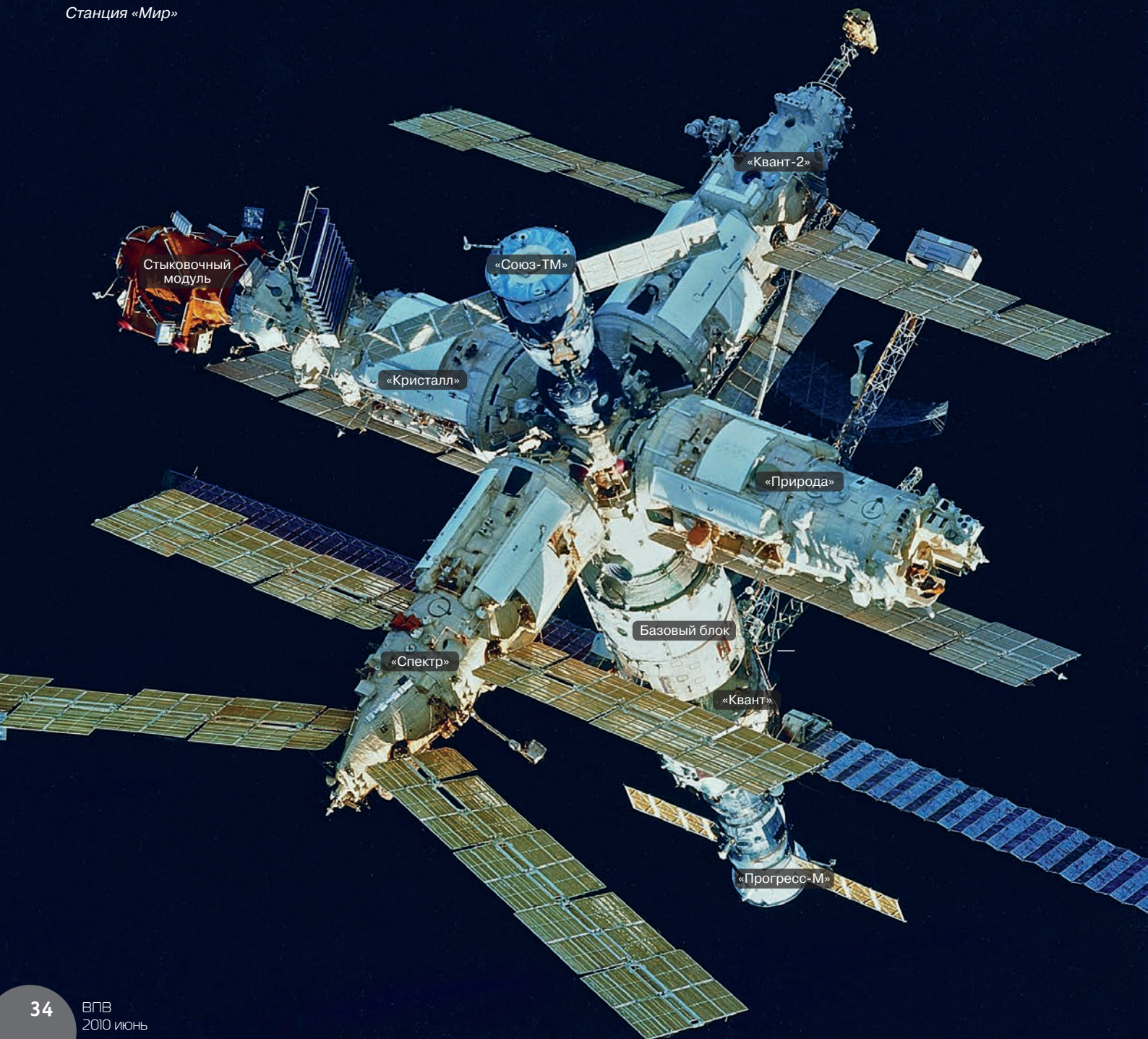
Реальная «земная помощь» при-

шла только 8 апреля, когда к «Миру» пристыковался «Прогресс М-34». Это был буквально «спасательный круг» для станции: он доставил оборудование для ликвидации последствий пожара, дополнительные твердотопливные шашки, укладки для ремонта системы жизнеобеспечения, баллоны с кислородом и многое другое.

Первым делом «Прогресс» использовали для приведения в порядок атмосферы станции. В течение четырех суток ее пополняли кислородом из баллонов «грузовика», а 12 апреля запустилась установка для производства кислорода в модуле «Квант». «Кислородный кризис» был преодолен.

В те же дни удалось решить проблему с углекислым газом и влажно-

Станция «Мир»



стью. Разработчики системы «Воздух» разрешили включать ее без принудительного охлаждения.

Удалось отыскать и место утечки теплоносителя из системы терморегулирования. Оно находилось в переходном отсеке базового блока. Чтобы добраться до злополучного отверстия, космонавтам пришлось резать облицовочную ткань.

Как бы то ни было, к концу апреля жизнь на станции стала налаживаться. В середине мая к ней в очередной раз причалил американский корабль многогазового использования Atlantis. Он доставил на орбиту продукты, воду, кислород, оборудование, необходимое для ремонта станции и поддержания ее работоспособности. Также на борту «челнока» на «Мир» прибыл новый американский член экипажа — Майкл Фоул (Colin Michael Foale), сменивший Джерри Линенджера.

Столкновение

После отлета шаттла спокойная работа на борту станции «Мир» продолжалась ровно месяц — до момента плановой повторной стыковки с транспортным кораблем «Прогресс М-34». До этого в течение двух с половиной месяцев он был пристыкован к станции, а 24 июня его отправили в суточный автономный полет. 25 июня экипаж должен был выполнить с ним те же операции, которые не удалось проделать с кораблем «Прогресс М-33».

Начало работ с «грузовиком» не предвещало никаких проблем. Когда космические аппараты разделяла дистанция в пять километров, Циблиев включил монитор и взял управление на себя. Ему предстояло завершить сближение объектов, выполнить облёт станции и причалить «Прогресс» к модулю «Квант». Все шло по плану. Однако траектория подлета корабля к станции отклонилась от расчетной, и в результате в нужное время Александр Лазуткин не увидел корабль в определенном иллюминаторе.

Потом стала расти скорость сближения. Циблиев практически непрерывно тормозил «грузовик» и «дворачивал» его к станции, стремясь «удержать» ее в центре дисплея. Но усилия космонавта, увы, были напрасны. При одновременном выполнении этих двух маневров получалось, что снижение скорости компенсировалось постоянными

включениями кормовых двигателей, «гасивших» вращение.

И в 12 часов 9 минут 51 секунду по московскому времени «Прогресс М-34» врезался в станцию «Мир» со скоростью 3 м/с. Удар пришелся по радиатору модуля «Спектр». Пострадала и солнечная батарея модуля. Телеметрия зафиксировала семь ударов по корпусу, который в итоге не выдержал — где-то образовалось отверстие, и в космос начал выходить воздух. Давление стало падать. Сработала аварийная сигнализация.

Дальше пошла борьба за живучесть станции. Первое, что сделал экипаж — подготовил корабль «Союз ТМ-25» к экстренной эвакуации. Затем модуль «Спектр» был изолирован от других отсеков станции. Александр Лазуткин в срочном порядке развинчивал разъемы на кабелях, идущих из модуля через герметичный люк (по инструкции их полагалось в таком случае перерубить специальным ножом, но после всего случившегося лишний раз долбить трехмиллиметровые стенки корпуса как-то не хотелось). Пока он этим занимался, командир обсуждал с Центром управления складывающуюся ситуацию и искал пути решения неожиданно возникшей проблемы.

Столкновение «грузовика» со станцией стало самой серьезной нештатной ситуацией за более чем 15 лет полета «Мира». Позже выяснилось, что режим сближения «Прогрессом» действительно сильно отличался от расчетного. В ходе тестов, которые на Земле проводили коллеги Циблиева, выяснилось, что неудача была просто предопределена. Никому из семерых космонавтов, «привлеченных» для моделирования ситуации на орбите, не удалось с первого раза состыковать корабль со станцией.

А на орбите между тем продолжалась — без особого преувеличения — борьба за существование. Благодаря герметизации «Спектра» космонавтам удалось избежать экстренной эвакуации. Однако отсоединение ведущих в модуль кабелей привело к тому, что орбитальный комплекс лишился поступления энергии от четырех солнечных батарей, обеспечивавших примерно половину суммарной мощности. На станции возник энергетический голод. Пришлось отключить все системы, которые не являлись на тот момент жизненно необходимыми. Лишь после того, как было оптимизи-

ровано поступление электроэнергии от работающих батарей, ситуация стала постепенно стабилизироваться.

До прилета следующего экипажа

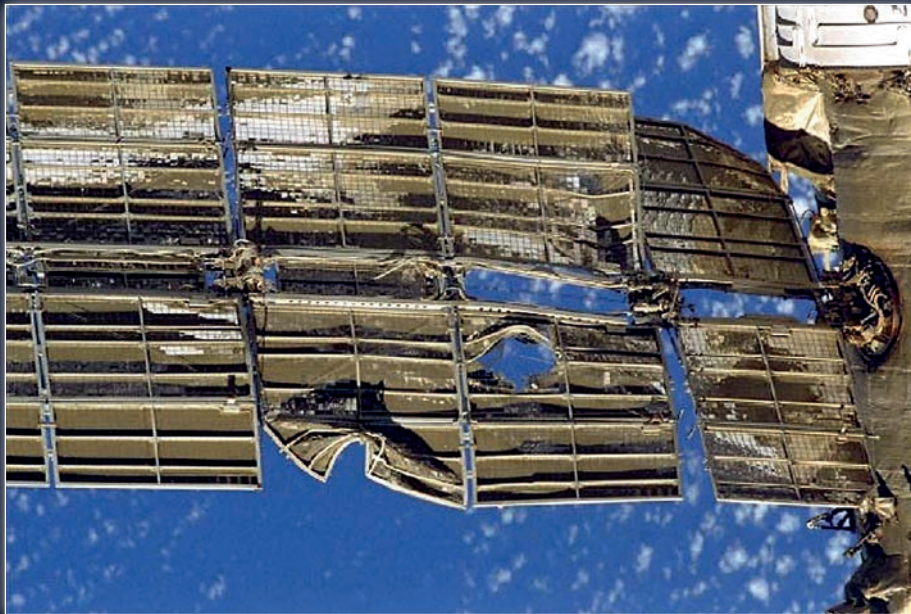
Оценка последствий столкновения не заняла много времени. Уже 26 июня в Центре управления имели четкую картину полученных модулем «Спектр» повреждений и представляли, какие материалы и оборудование необходимы для ремонта. Все это было решено отправить на станцию следующим «Прогрессом». Еще 25 июня ракету с «грузовиком» вывезли на стартовую площадку (старт должен был состояться 27 июня). Ее срочно сняли с пусковой установки, а корабль «перезагрузили» нужным оборудованием, прибывшим на космодром 30 июня. Его укладка заняла сутки. 5 июля «Прогресс М-35» был запущен, а 7 июля он успешно причалил к модулю «Квант».

Предполагалось, что первичный ремонт и осмотр модуля «Спектр» изнутри выполнит экипаж 23-й экспедиции. Для этого космонавты должны были облачиться в скафандры и войти в разгерметизированный модуль. Однако у командира обнаружилась сердечная аритмия, и медики не разрешили ему работать в «Спектре». К «выходу» стали готовиться Лазуткин и Фоул. Но в процессе подготовки экипаж случайно отключил от системы управления один из кабелей, что привело к нарушению ориентации станции. Естественно, работу в «Спектре» отменили, а ориентацию восстанавливали двое суток.

В этих условиях Совет главных конструкторов принял решение «оставить в покое» 23-й экипаж, а ремонтные работы провести силами участников 24-й экспедиции Анатолия Соловьева и Павла Виноградова, прибывших на «Мир» 7 августа. Циблиев и Лазуткин начали готовиться к возвращению на Землю, которое запланировали на 14 августа.

Жесткая посадка

Но и в последний день полета злой рок продолжал преследовать экипаж 23-й экспедиции: при приземлении не сработали двигатели мягкой посадки. Как рассказали потом космонавты, удар о землю был очень сильным. От него спускаемый аппарат деформи-



ровался, и заметнее всего — в том месте, где должно было стоять кресло космонавта-исследователя. Если бы на борту станции «Мир» все было нормально, в нем сидел бы француз Леопольд Эйарц (Léopold Eyharts¹).

А Василий Циблиев и Александр Лазуткин, к счастью, не пострадали. Только выглядели сильно уставшими. Особенно командир. Что было совершенно неудивительно. ■

¹ Полет Леопольда Эйарца был перенесен на полгода в связи с необходимостью длительных ремонтно-восстановительных работ. Французский космонавт отправился на станцию «Мир» 29 января 1998 г. на борту корабля «Союз ТМ-27». Свой второй полет Эйарц совершил на шаттле Atlantis. С 9 февраля по 26 марта 2008 г. он работал на борту Международной космической станции — ВПВ №3, 2008, стр. 32; №4, 2008, стр. 4

На снимке, сделанном с борта шаттла Atlantis перед причаливанием к станции в сентябре 1997 г., видны повреждения, полученные солнечной батареей модуля «Спектр» в результате столкновения с «Прогрессом М-34».



Небесные события августа

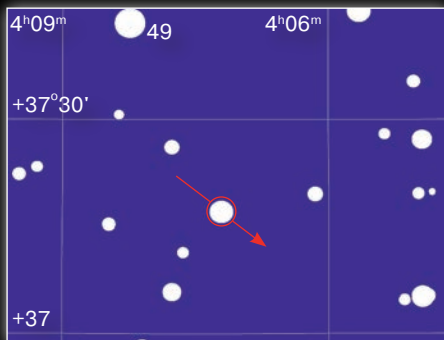
Три планеты на вечернем небе.

В конце июля Сатурн и Марс располагались на небесной сфере менее чем в 2° друг от друга.¹ Не успеют они удалиться на значительное расстояние, как их «догонит» Венера, которая 8 августа пройдет в 2° южнее Сатурна. 19 августа она сблизится примерно на такое же угловое расстояние с Марсом (в пространстве планеты будет разделять 1,405 а.е. или же 210 млн. км). Днем позже Венера окажется в наибольшей восточной элонгации (в 46° от Солнца). Луна пройдет вблизи группы планет 13 августа.

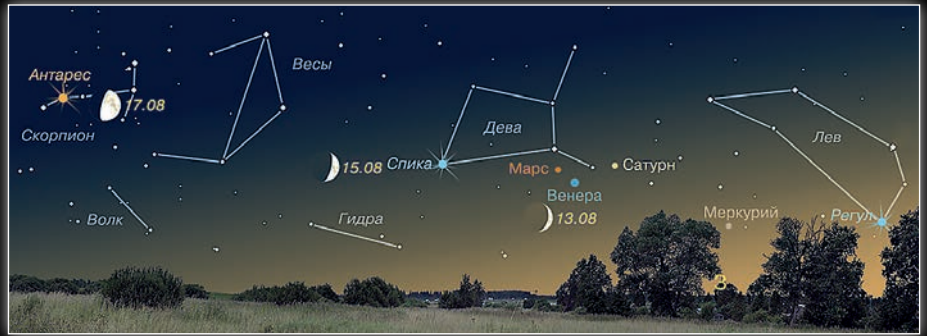
Метеорный сезон. Последний месяц лета ознаменован прохождением Земли через мощный комплекс метеорных роев, самым интенсивным и самым известным из которых, несомненно, являются Персеиды, связанные с кометой Свифта-Таттла (109P/Swift-Tuttle), последний раз навесившей окрестности Солнца в 1992 г.² В текущем году максимум их активности наступит в ночь с 12 на 13 августа — вскоре после новолуния, в оптимальных условиях для наблюдений. Неделями позже ожидается пик активности более слабого потока Цигнид, радиант которого находится в созвездии Лебедя.

Противостояние газового гиганта. Завершив свой первый с момента открытия оборот вокруг Солнца,³ Нептун вступает с ним в противостояние впервые на своем

¹ ВПВ №5, 2010, стр. 37
² ВПВ №7, 2005, стр. 40
³ ВПВ №3, 2010, стр. 36



В ночь с 21 на 22 августа малая планета Бонсдорфия (1477 Bonsorffia) закроет звезду TYC 2370-1016 (координаты на эпоху 2000.0: $\alpha = 4^h 7^m 13^s$, $\delta = 37^\circ 17' 11''$) в созвездии Персея



Так будет выглядеть юго-западная часть неба вскоре после захода Солнца для наблюдателя, находящегося вблизи 50° с.ш.

«втором витке», длящемся 165 лет: 20 августа Земля окажется вблизи условной прямой, соединяющей центры нашего дневного светила и самой далекой планеты. Условия для ее наблюдений в это время оптимальны.

Астероидные оккультации. В ночь с 21 на 22 августа малая планета Бонсдорфия (1477 Bonsorffia) закроет звезду 8-й величины TYC 2370-1016 в созвездии Персея. Максимальная продолжительность оккультации составит примерно секунду. Центральная линия полосы





наиболее вероятного покрытия проходит вблизи городов Баку, Орск, Тюмень.

Сближение с кометой. Продолжается видимость короткопериодической кометы Темпеля 2 (10P/Tempel), открытой немецким астрономом Вильгельмом Темпелем (Ernst Wilhelm Tempel) в 1873 г. 25 августа она сблизится с Землей до 0,651 а.е. (менее 100 млн. км). Ее блеск в это время будет выше 9^m , а угловое расстояние от Солнца превысит 130° , что позволит наблюдать комету в достаточно благоприятных условиях.

Календарь астрономических событий (август 2010 г.)

3	5:00 Луна в фазе последней четверти	21	22:38-22:40 Малая планета Бонсдорфия (1477 Bonsorffia) закрывает звезду TYC 2370-1016 ($7,9^m$) для наблюдателей Закавказья, западного Казахстана, южного Урала
7	2 ^h Меркурий ($0,4^m$) в наибольшей восточной элонгации ($27^\circ 22'$)	22	11-13 ^h Луна ($\Phi = 0,96$) закрывает звезду ρ Козерога ($4,8^m$) для наблюдателей Забайкалья и Дальнего Востока
8	10 ^h Венера ($-4,2^m$) в 2° южнее Сатурна ($1,1^m$)	24	9 ^h Луна ($\Phi = 1,00$) в 3° севернее Нептуна
10	3:08 Новолуние	25	6 ^h Луна в апогее (в 406390 км от центра Земли)
	18 ^h Луна ($\Phi = 0,01$) в перигее (в 357857 км от центра Земли)	25	Комета Темпеля 2 (10P/Tempel, $8,6^m$) проходит в 0,651 а.е. (97,4 млн. км) от Земли
12	0 ^h Луна ($\Phi = 0,06$) в 3° южнее Меркурия ($0,6^m$)	27	0-2 ^h Луна ($\Phi = 0,95$) закрывает звезду χ Рыб ($4,9^m$). Явление видно в Беларуси, Молдове, Украине, Закавказье, Казахстане, в европейской части РФ, в Западной и Центральной Сибири
13	2 ^h Луна ($\Phi = 0,13$) в 8° южнее Сатурна ($1,1^m$)		2 ^h Луна в 5° севернее Урана ($5,7^m$)
	7 ^h Луна ($\Phi = 0,15$) в 4° южнее Венеры ($-4,3^m$)		8 ^h Луна ($\Phi = 0,94$) в 6° севернее Юпитера ($-2,8^m$)
	11 ^h Луна ($\Phi = 0,17$) в 6° южнее Марса ($1,5^m$)		
14	Максимум активности метеорного потока Персеиды (более 50 метеоров в час; координаты радианта: $\alpha = 3^h 07^m$, $\delta = 58^\circ$)		
14	13 ^h Луна ($\Phi = 0,27$) в 4° южнее Спика (α Девы, $1,0^m$)		
16	18:15 Луна в фазе первой четверти		
18	0 ^h Луна ($\Phi = 0,63$) в 1° севернее Антареса (α Скорпиона, $1,0^m$)		
19	5 ^h Венера ($-4,3^m$) в 2° южнее Марса ($1,5^m$)		
20	4 ^h Меркурий ($1,2^m$) проходит конфигурацию стояния		
	4 ^h Венера ($-4,2^m$) в наибольшей восточной элонгации ($45^\circ 58'$)		
	10 ^h Нептун ($7,8^m$) в противостоянии		









Время всемирное (UT)

	Последняя четверть	05:00 UT	3 августа
	Новолуние	03:08 UT	10 августа
	Первая четверть	18:15 UT	16 августа
	Полнолуние	17:05 UT	24 августа

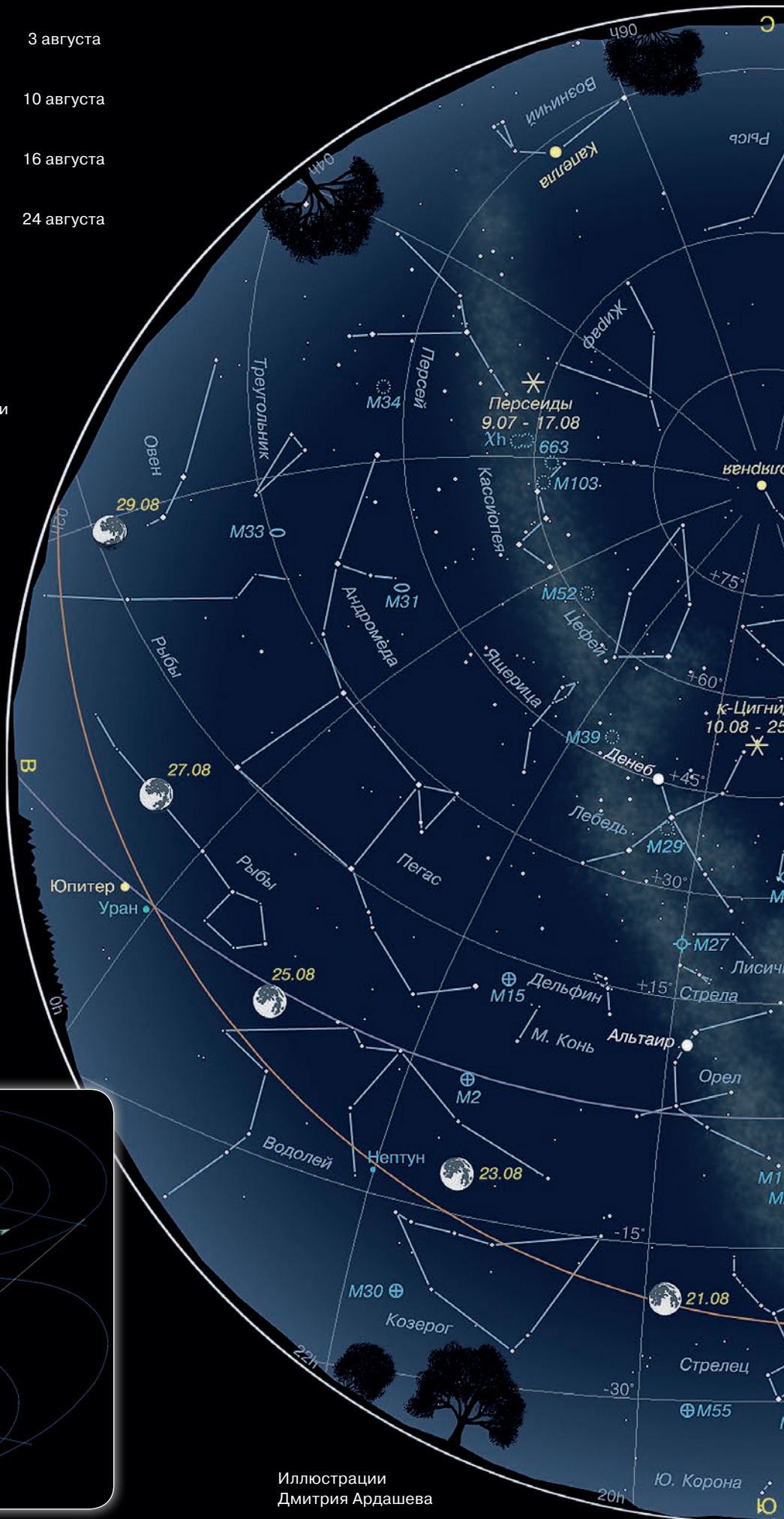
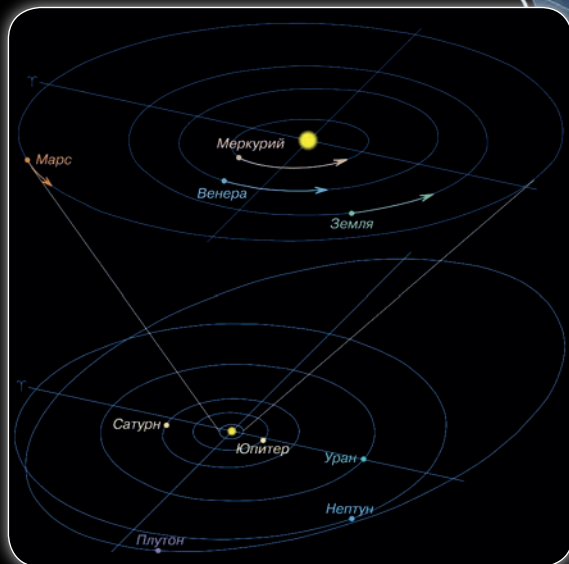
Вид неба на 50° северной широты:
 1 августа — в 0 часов
 15 августа — в 23 часа;
 30 августа — в 22 часа летнего времени

Положения Луны даны на 20^h
 всемирного времени указанных дат

Условные обозначения:

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

Положения планет на орбитах
 в августе 2010 г.



Иллюстрации
 Дмитрия Ардашева

Sky Watcher 80 EQ1 MAK 90 EQ1

Synta Sky Watcher 80 EQ1 и MAK 90 EQ1 относятся к классу зеркально-линзовых (т.н. катадиоптрических) телескопов, изобретенных советским оптиком Дмитрием Максудовым и сочетающих элементы конструкции рефлектора и рефрактора. Инструменты данного класса имеют меньшие размеры при больших апертурах и чрезвычайно популярны среди опытных астрономов. В зеркально-линзовых телескопах световые лучи вначале проходят через тонкую вогнутую линзу (либо асферическую пластину), подобранную таким образом, чтобы она исправляла сферическую aberrацию главного зеркала. Отразившись от главного, а затем и вторичного зеркала, лучи вновь отправляются в сторону главного зеркала и выходят из трубы через отверстие в нем. За этим отверстием устанавливается окуляр или диагональное зеркало; в некоторых конструкциях фокусировка осуществляется перемещением не окуляра, как в «обычных» рефракторах и рефлекторах, а главного зеркала. Сочетание скромных габаритов, меньшего веса, лучшее качество изготовления, герметичность трубы — вот отличительные особенности катадиоптриков. Рассмотрим более подробно упомянутые модели.

Транспортировка. Основное достоинство этих моделей — компактность (труба телескопа получается в три раза короче рефлектора Ньютона с тем же фокусным расстоянием). Оба инструмента имеют одинаковый вес — 7-8 кг — и монтировку экваториального типа с микрометрическим наведением и слежением за объектом. Предусмотрена возможность доукомплектации монтировки (установки электропривода по часовой оси). Также следует отметить, что данные монтировки очень удобны для использования в походных условиях с учетом небольших размеров телескопов.

Что можно увидеть в такой инструмент? Телескопы данного типа снабжены корректирующей пластиной Шмидта либо выпукло-вогнутой линзой (мениском), обе поверхности которой имеют сферическую форму. Роль вторичного зеркала играет небольшой центральный «пятачок», расположенный с внутренней стороны мениска и

покрытый отражающим материалом. Двукратное отражение от вогнутой и выпуклой поверхности увеличивает эквивалентный фокус, благодаря чему Sky Watcher 80 при диаметре всего 80 мм имеет фокусное расстояние 1 м, разрешающую способность, близкую к теоретически возможной (1,45 угловых секунд), и позволяет на темном небе увидеть звезды до 12,2 звездной величины. Модель MAK 90 имеет разрешающую способность 1,29", пропускание до 11,8 зв. величины, эквивалентный фокус 1250 мм. И все это — при очень компактной конструкции!

Обе модели укомплектованы окулярами с фокусными расстояниями 10 мм и 25 мм, а также диагональным зеркалом, отклоняющим оптическую ось на 90°.

Телескопы зеркально-линзовой системы с диаметром 80-90 мм подходят для наблюдений Луны, Марса, Солнца (на Солнце можно смотреть только через специальный апертурный фильтр!). В них будут видны фазы Венеры и Меркурия, лунные кратеры диаметром до 5 км, кольцо Сатурна, в идеальных атмосферных условиях — Большое Красное Пятно на Юпитере. Раздельно видны двойные звезды с расстоянием между компонентами 1,5" и более. В общем «список целей» для катадиоптриков Sky Watcher 80 EQ1 и MAK 90 EQ1 соответствует тому, который предлагается для более крупных ньютоновских рефлекторов Sky Watcher 1149 EQ и Astromaster 114.¹ Точно так же среди объектов «глубокого космоса» с их помощью можно наблюдать шаровые и рассеянные звездные скопления, некоторые галактики, яркие газовые туманности в созвездиях Ориона, Стрельца, Лиры — то есть все объекты Мессье и достаточно множество объектов каталога NGC.

Наведение на цель облегчает простой искатель Star Pointer (типа «red dot»).

Какая модель лучше? Оба инструмента практически одинаковы по характеристикам, разница заключается лишь в том, что MAK 90 мм немного мощнее — он имеет чуть лучшее предельное разрешение и большее пропускание. В целом при своем малом весе оба телескопа очень практичны, удобны в транспортировке, но, тем не менее, способны демонстрировать много интересных небесных объектов. Такие телескопы во многом удовлетворяют потребностям профессиональных наблюдателей — например, при выезде в удаленную местность (для наблюдений солнечных затмений или покрытий звезд астероидами).

¹ ВПВ №4, 2010, стр. 37



Александр Захаров

Приобрести данные, а также другие модели телескопов можно в интернет-магазине «Astrospace»

Адрес сайта:

WWW.ASTROSPACE.COM.UA

Год Астрономии: украинские успехи



Днепропетровский клуб «АстроДнепр».

Минувший год, объявленный UNESCO Международным Годом Астрономии,¹ был насыщен массовыми мероприятиями, проводившимися под эгидой IAU (Международного астросоюза) астрономами-любителями и профессионалами с целью приобщения всех желающих к науке о небе. Любители наиболее полноценно участвовали в двух проектах — «100 часов астрономии»² и «Ночи Галилея».³

В марте 2010 г. были определены победители среди коллективов, участвовавших в «Ночах Галилея» 22-24 октября. Задача оказалась нелегкой, поскольку практически каждый участник по всей планете способствовал распространению астрономических знаний и научного мировоззрения. В итоге было выделено шесть номинаций, основной из которых стало «За лучшее событие». В ней победителем провозгласили Румынское общество метеорных наблюдений и астрономии. Следующее место занял клуб любителей астрономии «АстроДнепр» Днепропетровского планетария — благодаря ему Укра-

ина вышла в мировом рейтинге на вторую позицию.

Главными особенностями румынских мероприятий стали наблюдения метеорного потока Орионид 20-21 октября как прелюдия перед основной программой астротрибунала; проведение пресс-конференции для общенациональных средств массовой информации; установка палатки на центральной площади Бухареста совместно с организацией вечеров тротуарной астрономии и возможностью реализовать удаленные наблюдения; прямая трансляция из городского исторического музея Гала-концерта астрономической поэзии и народной музыки на космическую тему, представляющей четыре континента планеты. Всего в фестивале участвовало 3200 человек.

При участии Днепропетровского клуба «АстроДнепр» в 14 различных организациях города были проведены разнообразные мероприятия, наиболее важные из которых — конкурсы в городских школах, выставка живописи «Взгляд в небо» в Художественном музее, лекции для школьников и студентов, тротуарная астрономия на Фестивальном причале, праздничная программа завершения «Ночей Галилея» в планетарии. От имени клуба музею

минералогии Горного университета были подарены пять фрагментов метеоритов. Часть спонсорских средств, задействованных в проекте, были перечислены в фонд помощи ВИЧ-инфицированным детям. Ключевые мероприятия освещались телевидением и радио, в Интернете, местной прессой. Всего в днепропетровских «Ночах Галилея» участвовало более двух тысяч человек.



Во время "Ночей Галилея" в наблюдениях звездного неба могли участвовать все желающие

¹ ВПВ №1, 2009, стр. 2;

² ВПВ №2, 2009, стр. 2

³ ВПВ №9, 2009, стр. 2

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 настоящей учебной книге 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 межпредметной интеграции астрономии, математики и физики.	52,00
	С034. Сурдин В.Г. Пятая сила Среди четырех фундаментальных сил природы - гравитационной, электромагнитной, сильной и слабой ядерной, приливной силы нет. Тем не менее, вызванные приливными силами эффекты влияют на движение планет, звезд и галактик, расположение созвездий, на погоду, навигацию, на рост растений и эволюцию биосферы.	32,00
	С035. Сурдин В.Г. Астрономические задачи с решениями В книге собрано около 430 задач по астрономии с подробными решениями.	77,00
	С036. 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 "Аполлон". 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
	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
	Т011. Тарасов Л.В. Окружающий мир-5: звезды и атомы. В просторах 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. Терещук В.Ю. Современные оптические телескопы В течение четверти века суммарная площадь зеркал всех астрономических телескопов, работающих в оптическом диапазоне длин всех волн, 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. Шульман 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: uverce@wselennaya.com; uverce@gmail.com; thplanet@iptelecom.net.ua

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

Индекс, автор, название	Цена, грн.
Индекс-А010. Азимов А. Язык науки.	32,00
Индекс-А020. Амнуэль П.Р. Далекие маяки Вселенной.	86,00
Индекс-Б010. Бааде В. Эволюция звезд и галактик.	42,00
Индекс-В010. Владимирский Б.М., Темурьянц Н. А., Мартынюк В.С. Космическая погода и наша жизнь	70,00
Индекс-В020. Воронцов-Вельяминов Б. А., Страут Е. К. Астрономия. 11 класс.	70,00
Индекс-Г010. Гамов Г.А. Мистер Томпкин исследует атом.	39,00
Индекс-Г011. Гамов Г.А. Моя мировая линия: Неформальная автобиография.	30,00
Индекс-Г020. Грин Б. Ткань космоса. Пространство, время и текстура реальности.	168,00
Индекс-Г021. Грин Б. Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории.	106,00
Индекс-Д010. Дивари Н.Б. Зодиакальный Свет.	30,00
Индекс-Е010. Ефремов Ю.Н. Вглубь Вселенной.	56,00
Индекс-Е011. Ефремов Ю.Н. Звездные острова.	85,00
Индекс-Е012. Ефремов Ю.Н. Млечный Путь.	30,00
Индекс-З010. Засов А.В., Кононович Э.В. Астрономия. Учебное пособие.	150,00
Индекс-К010. Кононович Э.В., Мороз В.И. Общий курс астрономии.	123,00
Индекс-К011. Кононович Э.В. Солнце – дневная звезда.	50,00
Индекс-К020. Куликовский П.Г. Справочник любителя астрономии.	168,00
Индекс-Л010. Левитан Е.П. Физика Вселенной: экскурс в проблему.	50,00
Индекс-Л020. Липунов В.М. В мире двойных звезд.	56,00
Индекс-М010. Масликов С. Ю. Дракон, пожирающий Солнце.	85,00
Индекс-П010. Перельман Я.И. Занимательная астрономия.	50,00
Индекс-П020. Попов С.Б., Прохоров М.Е. Звезды: жизнь после смерти.	25,00
Индекс-П030. Попова А.П. Занимательная астрономия.	56,00
Индекс-Р010. Рубин С.Г. Устройство нашей Вселенной.	90,00
Индекс-Р020. Руденко В. Поиск гравитационных волн.	25,00
Индекс-С010. Сажин М.В. Современная космология в популярном изложении.	39,00
Индекс-С020. Сороченко Р.Л., Гордон М.А. Рекомбинационные радиолнии. Физика и астрономия.	99,00
Индекс-С030. Сурдин В.Г. Астрономия: Век XXI.	271,00
Индекс-С031. Сурдин В.Г. Астрология и наука.	25,00
Индекс-С032. Сурдин В.Г. Марс. Великое противостояние.	74,00
Индекс-С033. Сурдин В.Г. Небо и телескоп.	149,00
Индекс-С034. Гусев Е.Б., Сурдин В.Г. Расширяя границы Вселенной.	41,00
Индекс-С035. Сурдин В.Г. Неуловимая планета.	25,00
Индекс-С036. Сурдин В.Г. НЛО: записки астронома.	25,00
Индекс-Т010. Тарасов Л. В. Вселенная в просторах космоса: Книга для школьников... и не только.	68,00
Индекс-У010. Ульмшнайдер П. Разумная жизнь во Вселенной.	215,00
Индекс-Х010. Халезов Ю.В. Планеты и эволюция звезд. Новая гипотеза происхождения Солнечной системы.	37,00
Индекс-Х020. 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., Краснопецева 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»

- по почте на адрес редакции:
123242, г. Москва, ул. Заморенова, 9/6, строение 2.

<http://www.telescope.ru/> в разделе «Литература»

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!