ВПВ
№9 (87) 2011

ВСЕЛЕННАЯ
пространство ✦ время

Научно-популярный журнал

Opportunity в кратере Индевор
новый этап исследований Марса

Тайны Солнца
От колесницы Гелиоса до горячей плазмы

Ускоренное расширение Вселенной:
темная энергия или гравитация из других измерений?

4 820094 000 01 00087



УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!
Начинается подписная кампания на 2012 год

Наши подписные индексы:

В Украине

91147 в "Каталоге изданий Украины, 2012 г."

В России

46525 – в каталоге "Роспечать"

12908 – в каталоге "Пресса России"

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

Более детальная информация размещена на нашем сайте в разделе "Как подписать" http://wselennaya.com/

Редакция рассылает все изданные номера журнала почтой

Заказ на журналы можно оформить:
– по телефонам:
В Украине: (067) 501-21-61, (050) 960-46-94.
В России: (499) 253-79-98, (495) 544-71-57
– 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 в почтовом отделении.

Цены на журналы без учета стоимости пересылки:

	в Украине	в России
2003	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.

Не принимаются заказы на журналы:
2004 г. - все; ***2005 г.*** - №№1, 5, 11;
2006 г. - №4; ***2007 г.*** - №1.

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.

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

НА НАШЕМ САЙТЕ WWW.WSELENNAYA.COM

ВЫ НАЙДЕТЕ
- Информацию о выходе свежего номера
- Последние новости астрономии и космонавтики
- Анонсы статей последних номеров
- Где купить и как заказать журналы почтой

АРХИВ РЕТРОНОМЕРОВ
В формате **pdf** вы можете бесплатно скачать все номера, изданные с 2003 по 2008 гг. включительно. Мы продолжаем работать над наполнением наших сайтов.



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

Черепащук 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
г. Москва, М. Тишинский пер., д. 14/16
тел.: (499) 253-79-98;
(495) 544-71-57
сайты: www.wselennaya.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 — №9 сентябрь 2011

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
ТОВ "СЛОН", г. Киев, ул. Фрунзе, 82.
т. (044) 592-35-06, (097) 910-07-93

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

№9 (87) 2011

Вселенная

Ускоренное расширение Вселенной: темная энергия или гравитация из других измерений? 4
Богдан Новосядлый

- *Модификации и обобщения гравитации*
- *Современные оценки параметров темной энергии*

ИНФОРМАЦИЯ, СООБЩЕНИЯ

Очередная Сверхновая в близкой галактике 11

NGC 3393 — еще одна "двойная" галактика 12

Черная дыра поглотила звезду 13

Алмазный спутник пульсара в созвездии Змеи 14

HARPS — успешный "охотник за экзопланетами" 15

Солнечная система

ТАЙНЫ СОЛНЦА От колесницы Гелиоса до горячей плазмы 16
Сергей Осипов

ИНФОРМАЦИЯ, СООБЩЕНИЯ

2005 YU55 между Землей и Луной 21

"Грааль" отправился к Луне 22

LRO начал работу на новой орбите 22

Опубликованы первые результаты миссии "Хаябуса" 28

Opportunity в кратере Индевор: новый этап исследований Марса 24
Сергей Гордиенко, Владимир Манько

Космонавтика

ИНФОРМАЦИЯ, СООБЩЕНИЯ

Российский грузовой корабль не вышел на орбиту 29

"Союз" вернулся на неделю позже 29

Первые снимки спутника "Січ-2" 30

Запуск орбитального модуля "Тяньгун-1" снова отложен 30

Завершен полет грузового корабля "Прогресс М-11М" 30

Китайский лунник достиг точки Лагранжа 30

Американцам разрешили строить частные космопорты 31

НПО им. Лавочкина Перспективные планы освоения космического пространства 32

Летные испытания радиотелескопа "Спектр-Р" продолжаются 33

Любительская астрономия

Небесные события ноября 34

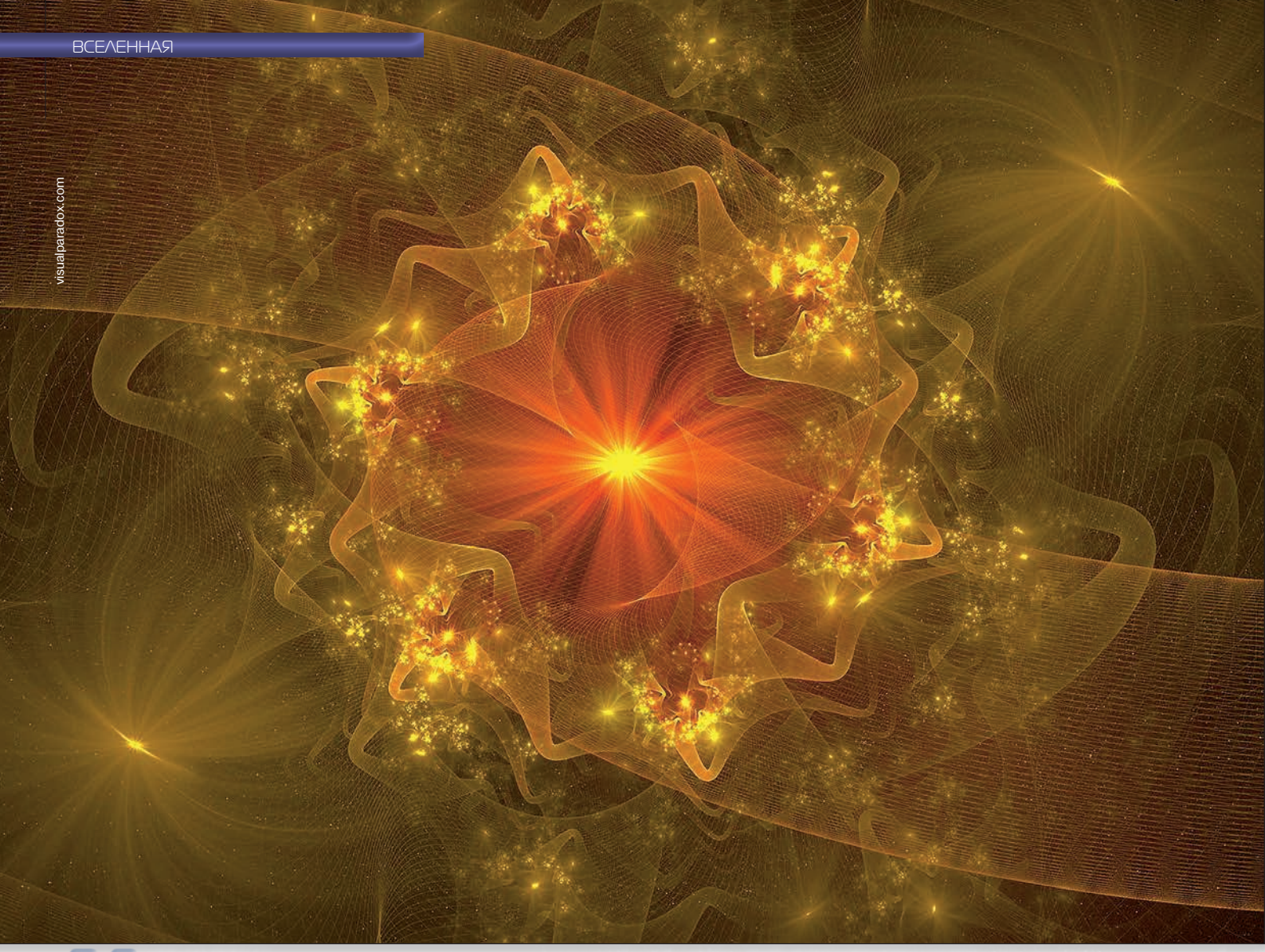
Konus Konustart 900 38

Фантастика

Когда взлетает рыба 39
Майк Гелприн

Книги 42

Уважаемые читатели! В июльском номере нашего журнала за текущий год в первом абзаце страницы 14 вместо "540 млрд." следует читать "540 млн." Приносим извинения за допущенную неточность.



visualparadox.com

Ускоренное расширение ВСЕЛЕННОЙ:

темная энергия или гравитация из других измерений?

(Окончание. Начало см. ВПВ №8, 2011, стр. 26)

Богдан Новосядлый,
доктор физ.-мат. наук, с.н.с., директор Астрономической обсерватории Львовского национального университета им. Ивана Франко

Можно ли сегодня что-либо сказать о микрофизических свойствах темной энергии в рамках моделей, вкратце описанных в предыдущей части статьи? Как уже упоминалось, эта энергия однородно заполняет Вселенную, «пронизывая» все тела и частицы, но взаимодействуя с ними только гравитационно. Однако ее плотность слишком мала для изучения в лабораторных условиях или в масштабах Солнечной системы. С другой стороны, назвав темную энергию физической субстанцией (сказав «а»), следует объяснить ее с позиций современной физики (сказать «б»).

Вопрос №1, требующий ответа на языке физики: какой физический механизм обеспечивает отрицательное давление в каждой точке пространства, которое является причиной ускоренного расширения Вселенной?

Предполагается, что темная энергия представляет собой новое поле, величина которого описывается простой (скалярной) функцией координат и времени, а полная плотность его энергии является суммой плотностей кинетической и потенциальной энергий. Последняя обуславливает действие поля на самого себя. В процессе эволюции скалярное поле с положительной плотностью по-

тенциальной энергии «скатывается» (подобно шарику в чаше с пологими стенками) в состояние с меньшей плотностью потенциальной энергии — это является общим свойством всех физических систем и полей. Но свойства поля должны быть такими, чтобы «скатывание» происходило медленно: кинетическая энергия не должна превышать потенциальную. Это и обеспечивает отрицательность давления, так как оно равно разности плотностей энергий. Остальное делает гравитация — все частицы и поля двигаются по геодезическим (кратчайшим) траекториям в пространстве-времени, что приводит к ускоренному расширению однородного изотропного мира. Заметим, что никаких дополнительных сил, действующих на обычное вещество, не вводится (если не считать «самодействия» поля, обеспечивающего такое отрицательное давление, которое «давит» только на темную энергию).

Вопрос №2: если темная энергия является полем, то какие частицы могут быть носителями этого поля? Квантами электромагнитного поля являются фотоны, квантами поля сильного взаимодействия — глюоны, квантами слабого взаимодействия — $W^{\pm}$ и Z^0-бозоны, гравитационного — гравитоны , скалярного поля Хиггса (придающего массу частицам материи) — гипотетические бозоны Хиггса ... К сожалению, пока не удается построить жизнеспособную модель темной энергии в рамках теории элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий, которая должна ответить на вопрос, какие частицы являются носителями скалярного космологического поля. Причина этого — слишком низкая его плотность: например, в случае квинтессенции (одной из моделей, описывающих темную энергию) масса частиц, соответствующая ей, должна быть около 10^{-33} эВ. Современная физика элементарных частиц такими массами не оперирует. Масса электрона — наиболее легкой стабильной частицы — равна 5×10^5 эВ, что на 38 порядков (!) больше. Размер элементарных частиц определяется комптоновской длиной волны: для электрона она равна $2{,}4\times10^{-12}$ м, а для частицы космологического скалярного поля ~10^{27} м, т.е. больше размера наблюдаемой области Вселенной (~10^{26} м). Это объясняет трудности квантовой интерпретации таких полей, еще раз подчеркивая их необычную физическую сущность.

Необходимо также сделать несколько замечаний терминологического характера. Часто в литературе при описании темной энергии как физической субстанции используются термины «антигравитация», «гравитационное отталкивание», «космическое отталкивание» и т.п. В действительности тут нигде не говориться о какой-то новой силе, действующей на обычную материю (это важно!) и имеющей противоположный гравитационному притяжению знак. Эффект ускорения расширения однородной Вселенной получается в рамках Общей теории относительности, в которой нет силы притяжения или отталкивания, а есть искривление пространства-времени массой или энергией, а частицы движутся в нем свободно по геодезическим траекториям. Ускорение или силу можно рассчитать по изменению скорости частиц в каждой точке пространства в локальной системе отсчета.

Модификации и обобщения гравитации

Другой подход к объяснению ускоренного расширения Вселенной основан на обобщении либо модификации гравитации — левой части уравнений Эйнштейна (темная энергия, которую мы обсуждали до сих пор, относится к правой, «материальной» части). В данном случае предполагается, что в мире есть только обычное вещество и, возможно, еще темная материя, а ускоренное расширение Вселенной — результат гравитации из иных пространственных измерений или некой иной гравитации нашего 3+1-мерного мира. Этот подход имеет свою историю, которая, подобно истории космологической постоянной и фридмановской модели Вселенной, началась в 20-х годах прошлого века.

Впервые модифицированную гравитацию пытались представить той самой космологической постоянной Λ, помещая ее не в правой (материальной), а в левой (гравитационной) части уравнений Общей теории относительности (ОТО). Именно туда ее первоначально и ввел Эйнштейн. Но тогда возникает казус, противоречащий духу ОТО: пространство оказывается искривленным даже тогда, когда в нем нет материи или энергии. Именно поэтому постоянную перенесли в правую часть и ассоциировали с энергией вакуума. Дальнейшая ее история нам известна...

Ни одна из физических теорий не имела столько оппонентов и желающих переписать ее «по-своему», как Общая теория относительности Эйнштейна. Тем не менее, ни одна из ее альтернатив не может сравниться с ней по красоте, элегантности, стройности и согласованности с экспериментальными данными, полученными на Земле и в космосе. Созданная для описания физических явлений в пространстве-времени наблюдаемого мира, она, тем не менее, не ограничена тремя пространственными и одной временной координатами. Ее уравнения внутренне непротиворечивы в пространстве любой размерности, однако ее предсказания могут противоречить наблюдениям и экспериментам, проводимым в нашем мире. Существуют, тем не менее, удачные обобщения и расширения ОТО на большее число измерений, согласующиеся с экспериментальными тестами в пределах Солнечной системы и способные объяснить ускоренное расширение Вселенной. Основной проблемой при этом является физическая интерпретация дополнительных размерностей.

Теории Калуцы-Клейна и бран. Впервые теория гравитации для 5-мерного пространства была построена Калуцой и Клейном (Theodor Kaluza, Oskar Klein) в 1921-1926 гг., чтобы объяснить с позиции единых физических принципов гравитацию и



I — Теодор Франц Эдуард Калуца (Theodor Franz Eduard Kaluza; 9 ноября 1885 — 19 января 1954) — немецкий ученый, предложивший ввести в математическую физику пять измерений, что послужило основой для создания теории Калуцы-Клейна.
II — Оскар Клейн (Oskar Klein; 15 сентября 1894 — 5 февраля 1977) — шведский физик.

электромагнетизм. Это им почти удалось, но открытие сильного и слабого взаимодействий показало, что их теория неполная и число пространственных измерений необходимо увеличивать.

Сейчас теоретики, пытаясь объединить все взаимодействия (включая гравитацию), разрабатывают модели с 10, 11, 26 и большим числом пространственных измерений. Но мы живем в трехмерном пространстве и одномерном времени, не фиксируя наличия других измерений. Это очевидное свойство нашего мира авторы разнообразных модификаций таких теорий объясняют разными способами. Исторически первым является такой: все «лишние» пространственные измерения «свернуты» (компактизированы), имеют сложную топологию и размеры от масштаба Планка (10^{-35} м) до масштаба Ферми (10^{-19} м).[1] Столь малые масштабы пока недоступны для изучения средствами современной экспериментальной физики. В обычных условиях они проявляют себя как квантовые числа (степени свободы) элементарных частиц — заряд, спин, «цвет» и т.д. Чтобы «заглянуть» в эти пространства, нужна огромная энергия, эквивалентная энергии фотонов с такими малыми длинами волн. К нижней границе необходимой для этого энергии «подбирается» Большой адронный коллайдер и, возможно, уже в ближайшее время завеса, скрывающая тайны многомерности пространства, приподнимется…

Другой способ объяснения невидимости «лишних» измерений подразумевает, что все измерения равноправны, но наблюдаемые нами физические поля и взаимодействия каким-то образом привязаны только к четырехмерной гиперповерхности, которую называют браной. Сегодня активно развиваются несколько вариантов теории бран (p-, D-, M-браны), обещающей открыть нам необычные свойства мира в других измерениях. Теория бран тесно связана с теориями струн, суперструн и супергравитации, способными объединить и объяснить все четыре физических взаимодействия нашего мира — электромагнитное, сильное, слабое и гравитационное. В них, например, элементарные частицы представляются в виде пересекающих его одномерных струн, вибрирующих на определенных частотах. Много свойств нашего мира, в том числе и особенности расширения Вселенной, проистекает из таких моделей вполне естественно. На малых масштабах в наших измерениях преобладает гравитация 3+1-мерного мира, а на больших проявляется гравитация остальных измерений, которая — в случае медленного изменения масштабов в них — приводит к ускорению расширения наблюдаемой Вселенной. Причем этот эффект «работает» уже в модели с минимальным расширением мерности пространства — в 5-мерном мире Калуцы-Клейна.

Теория Бранса-Дикке. Общая теория относительности — это так называемая «метрическая» теория гравитации. Поля как такового в ней нет — есть искривление пространства-времени материей-энергией, а гравитация полностью описывается тензором кривизны Римана. Не всем физикам такая интерпретация была по душе, поэтому делались многократные попытки описания гравитации в терминах классической теории поля в искривленном пространстве-времени. Наиболее удачным из таких описаний является теория, предложенная Карлом Брансом и Робертом Дикке (Carl Henry Brans, Robert Henry Dicke) в 1961 г., и варианты ее развития. Это другое направление обобщений ОТО, включающих в себя, помимо метрического тензора, еще и скалярное поле, генерируемое материей, через которое она влияет на метрику пространства.

В этих теориях известная нам константа всемирного тяготения — уже не постоянная величина, а изменяющаяся в пространстве и времени. Параметром теории является безразмерная константа связи, которая определяет также меру ее отклонения от ОТО. Попытки ее экспериментального определения с помощью косми-

[1] ВПВ №2, 2011, стр. 8

[2] ВПВ №4, 2008, стр. 14

Уравнения Эйнштейна (иногда встречается название «уравнения Эйнштейна-Гильберта») — уравнения гравитационного поля в Общей теории относительности, связывающие между собой метрику искривленного пространства-времени со свойствами заполняющей его материи. В общем виде (часто именно его называют «уравнение Эйнштейна») они выглядят следующим образом:

$$R_{ab} - \frac{R}{2} g_{ab} + \Lambda g_{ab} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{ab}$$

где R_{ab} — тензор Риччи, получающийся из тензора кривизны пространства-времени R_{abcd} посредством свертки его по паре индексов, R — скалярная кривизна, то есть свернутый тензор Риччи, g_{ab} — метрический тензор, Λ — космологическая постоянная, T_{ab} — тензор энергии-импульса материи (π — число «пи», c — скорость света в вакууме, G — гравитационная постоянная Ньютона). Так как все входящие в уравнения тензоры симметричны, в четырехмерном пространстве-времени эти уравнения равносильны 10 скалярным уравнениям. Одним из существенных свойств уравнений Эйнштейна является их нелинейность, приводящая к невозможности использования при их решении принципа суперпозиции.

Уравнения были составлены после того, как Эйнштейн, работая над теорией гравитации (общей теорией относительности), понял, что роль гравитационного потенциала должен играть псевдо-риманов метрический тензор на четырехмерном пространстве-времени, а уравнение гравитационного поля должно быть тензорным, т.е. включать в себя тензор римановой кривизны и тензор энергии-импульса в качестве источника поля, сводясь в пределе малых энергий и стационарных полей к уравнению Пуассона ньютоновской теории гравитации. В 1913 г. Эйнштейн вместе с Гроссманом получает первый вариант таких уравнений, совпадающий с правильным только для случая отсутствия вещества (или для вещества с бесследовым тензором энергии-импульса).

В 1915 г. Эйнштейн приехал в Геттингенский университет, где прочитал ведущим математикам того времени, в числе которых был Давид Гильберт (David Hilbert), лекции о важности построения физической теории гравитации и имевшихся у него к тому времени наиболее перспективных подходах к решению проблемы. Между Эйнштейном и Гильбертом завязалась переписка, значительно ускорившая завершение работы по выводу окончательных уравнений поля. До недавнего времени считалось, что Гильберт получил эти уравнения на 5 дней раньше, но опубликовал позже: Эйнштейн представил в Берлинскую академию свою работу, содержащую правильный вариант уравнений, 25 ноября, а заметка Гильберта «Основания физики» была озвучена 20 ноября 1915 г. на докладе в Геттингенском математическом обществе и передана Королевскому научному обществу. Однако в 1997 г. была обнаружена корректура статьи Гильберта от 6 декабря, из которой видно, что он выписал уравнения поля в классическом виде не на 5 дней раньше, а на 4 месяца позже Эйнштейна. В ходе завершающей правки Гильберт также вставил в свою статью ссылки на параллельную декабрьскую работу Эйнштейна.

Вначале уравнения Эйнштейна решались приближенно — в частности, из них были выведены как классическая теория Ньютона, так и поправки к ней. Первые точные решения были получены Шварцшильдом (Karl Schwarzschild) для центрально-симметричного случая. Ряд решений был вскоре выведен в рамках релятивистской космологии.



I — Карл Генри Бранс (родился 13 декабря 1935 г.) — американский математик и физик, известный своими исследованиями в области теоретических основ гравитации.
II — Роберт Генри Дикке (6 мая 1916 — 4 марта 1997) — американский физик, член Национальной академии наук США с 1967 г. Известен благодаря своим работам в области астрофизики, атомной физики, космологии и гравитации.

ческого аппарата Cassini-Huygens[2] в 2003 г. показали, что описания мира в теориях Бранса-Дикке практически неотличимы от ОТО. Поэтому число их приверженцев невелико. В последние годы интерес к этим теориям возрос в связи с возможностью объяснения в их рамках обнаруженного ускоренного расширения Вселенной. Оказалось, что, дополнив их некой функцией, можно удовлетворительно описать и локальные, и космологические наблюдательные факты. В этом подходе ускоренное расширение Вселенной объясняется комплексной гравитацией обычного вещества и темной материи.

Нелинейная гравитация. Третье направление обобщений ОТО, которое сегодня активно развивается — гравитация высших порядков. В этих теориях рассматривается нелинейная зависимость гравитации от кривизны пространства. Естественно, теоретикам интересно рассмотреть более сложные зависимости и применить их к описанию явлений нашего мира.

В некоторых из этих моделей инфляционная стадия ранней Вселенной объясняется без введения дополнительного (инфлатонного) поля. С другой стороны, не все модели, рассматриваемые теоретиками, проходят тесты в локальной области пространства — в пределах Солнечной системы.

Однако никто не запрещает усложнять уравнения и далее, вводя в них новые константы и добиваясь таким путем «подгонки» как под локальные тесты, так и под космологические. Вариантов усложнений — великое множество, а детально исследовано всего-то несколько…

Перечисленные подходы к объяснению ускоренного расширения Вселенной не исчерпывают полного списка направлений современных исследований его причины. Число возможных моделей с каждым годом увеличивается как за счет различных комбинаций направлений, представленных здесь, так и за счет других, затрагивающих квантовую природу гравитации, пространства-времени и физического вакуума. Разрабатываются и совершенно альтернативные подходы, основанные на модификации ньютоновской динамики, отказе от коперниковского принципа в космологии,[3] предполагающем выделенное положение нашей Галактики в глобально неоднородной Вселенной. Однако число приверженцев последних подходов невелико, поэтому ограничимся тут лишь кратким упоминанием о них.

Таким образом, современная наука располагает целым «зоопарком» моделей, объясняющих ускоренное расширение Вселенной. Замечательным свойством большинства представленных тут обобщений и модификаций ОТО является то, что их можно привести к эффективным параметрам, которыми описывали темную энергию как материальную субстанцию (плотность энергии и уравнение состояния). Но в разных теориях их зависимость от времени различна, что позволяет развивать наблюдательные тесты для их отождествления. В связи с этим термин «темная энергия» подразумевает поле и в правой — материальной — части, и в левой, как свойство гравитации наших или иных измерений.

Из приведенного обширного, но, тем не менее, поверхностного описания моделей темной энергии следует один важный вывод: эта энергия — очень важная составляющая нашего мира. От ее свойств зависит будущее Вселенной, а без понимания ее физической природы мы не сможем понять, как она устроена на всех масштабах — от наименьших до наибольших. Какие же в настоящее время видятся перспективы изучения природы загадочного фактора, приводящего к ускорению расширения нашей Вселенной?

[3] Принцип Коперника в космологии утверждает, что все наблюдатели во Вселенной находятся в одинаковых условиях, и равносилен утверждению об однородности и изотропности распределения и движения вещества в больших масштабах. Постоянная Хаббла, согласно этому принципу, в разных частях Вселенной в одно и тоже космологическое время должна быть одинаковой.

Современные оценки параметров темной энергии

Открытие ускоренного расширения Вселенной по наблюдениям сверхновых типа Ia было на самом деле намного более сложной и трудоемкой задачей, чем можно себе представить, исходя из вышеизложенного.[4] Следовало учитывать для каждой сверхновой множество «побочных эффектов», причем не все из них были достаточно хорошо изучены. Дискуссии по поводу того, насколько сильно они влияют на полученные результаты, продолжаются среди специалистов до сих пор. Основной же результат не вызывает сомнений даже у закоренелых скептиков. К настоящему времени разными группами исследователей (включая любителей астрономии) открыто уже более полутысячи сверхновых с красными смещениями до ~1,8. Новые данные подтвердили и уточнили первоначальные выводы.

Другой класс объектов, изучение которых подтвердило факт ускоренного расширения Вселенной — гамма-вспышки. Для 63 из них найдены оптические источники, по которым определены их красные смещения. Оказалось, что у 30 из них оно существенно больше, чем у «родительских галактик» сверхновых (максимальное уверенно определенное z равно примерно 5,6, но есть сообщения и о больших наблюдаемых значениях,[5] в частности $z > 9$). Зависимость «поток энергии — красное смещение», откалиброванная по близким сверхновым ($z < 1{,}8$), подтвердила предпочтительность модели с темной энергией по той же зависимости для далеких гамма-вспышек ($z > 1{,}8$). Важность этих исследований состоит в расширении пространственных масштабов наблюдательных данных, указывающих на существование темной энергии.

[4] ВПВ №8, 2011, стр. 29
[5] ВПВ №6, 2009, стр. 10; №2, 2011, стр. 14; №8, 2011, стр. 33

Как бы то ни было, необходимо проверить теорию с помощью других тестов, на других классах объектов. К таковым относится, в частности, изучение зависимости «видимый угловой размер — красное смещение», сущность которого состоит в определении расстояния до объекта известных линейных размеров по его наблюдаемым угловым размерам. По аналогии со «стандартной свечой», объекты известных линейных размеров называют «стандартной линейкой». Однако ни галактики, ни их скопления не имеют четких границ — их яркость постепенно падает от центра до края и угловые размеры изменяются с расстоянием не только из-за геометрического, но и из-за фотометрического эффекта, поэтому они не могут служить такой «линейкой». Решение проблемы, тем не менее, было найдено. В качестве «стандарта» приняли линейный размер пятен на карте флуктуаций температуры реликтового излучения, которое приходит к нам со сферы последнего рассеяния (расстояние до нее соответствует красному смещению ~1100, что эквивалентно ~45 млрд. световых лет[6]). Первые измерения их угловых размеров были проведены в 2000 г. в стратосферных экспериментах BOOMERanG и MAXIMA. Уже они показали, что характерные наблюдаемые размеры таких пятен хорошо согласуются с космологической моделью, в которой кривизна 3-мерного пространства близка к нулю, а по плотности в настоящее время доминирует темная энергия. Окончательно это подтвердил космический эксперимент WMAP,[7] в котором был получен угловой спектр мощности флуктуаций температуры реликтового излучения на основании построенной им карты этих флуктуаций для всего неба. Характерные угловые размеры пятен оказались равны 0,6°. Линейные и угловые размеры лучше всего согласуются между собой в моделях, в которых доля темной энергии составляет примерно 70%. Таким образом, было получено независимое подтверждение существования темной энергии.

Другие свидетельства ее существования появились после изучения крупномасштабной структуры Вселенной и ее элементов. Наблюдаемые очень массивные скопления галактик, находящиеся на красных смещениях ~1 (что соответствует современному расстоянию около 16,5 млрд. световых лет, а их излучение шло к нам около 8 млрд. лет), возможны только в моделях с темной энергией. Форма и амплитуда спектра мощности возмущений плотности вещества, определяемого по распределению галактик в пространстве, однозначно указывают на соотношение между темной энер-

[6] В расширяющемся мире с темной энергией радиус наблюдаемой области равен примерно $3{,}3ct_0$, где t_0 = 13,7 млрд. лет — возраст Вселенной. Коэфициент ≈3,3 учитывает ускоренное расширение (в плоском расширяющемся мире без темной энергии он равен 3).

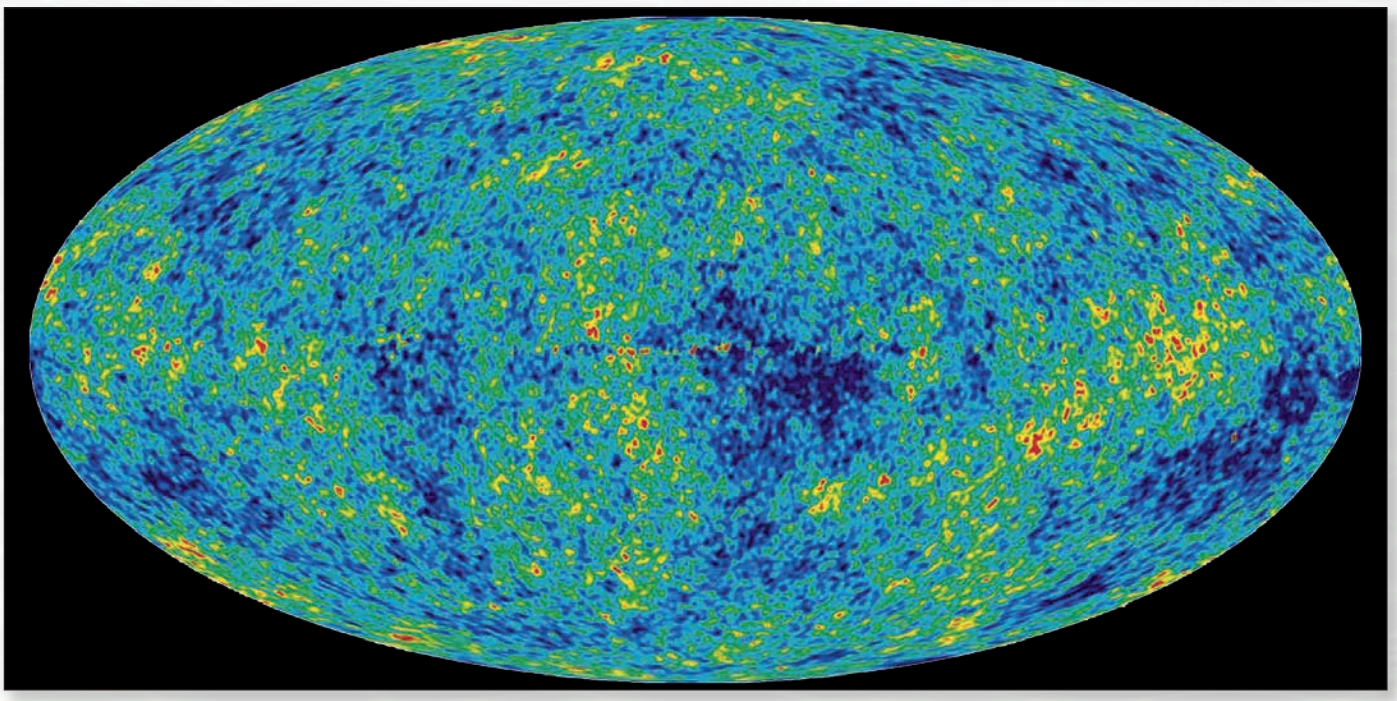
[7] ВПВ №9, 2009, стр. 25; №5, 2010, стр. 6

Аппарат WMAP был специально создан для наблюдений микроволнового излучения, возникшего в то время, когда Вселенной было всего 380 тыс. лет. Согласно данным научных инструментов зонда, в то время нейтрино составляли 10% массы Вселенной, атомы — 12%, темная материя — 63%, фотоны — 15%, а «вклад» темной энергии был весьма незначительным. Для сравнения: сейчас Вселенная «состоит» из 5% атомов, 23% темной материи, 72% темной энергии и менее процента нейтрино.

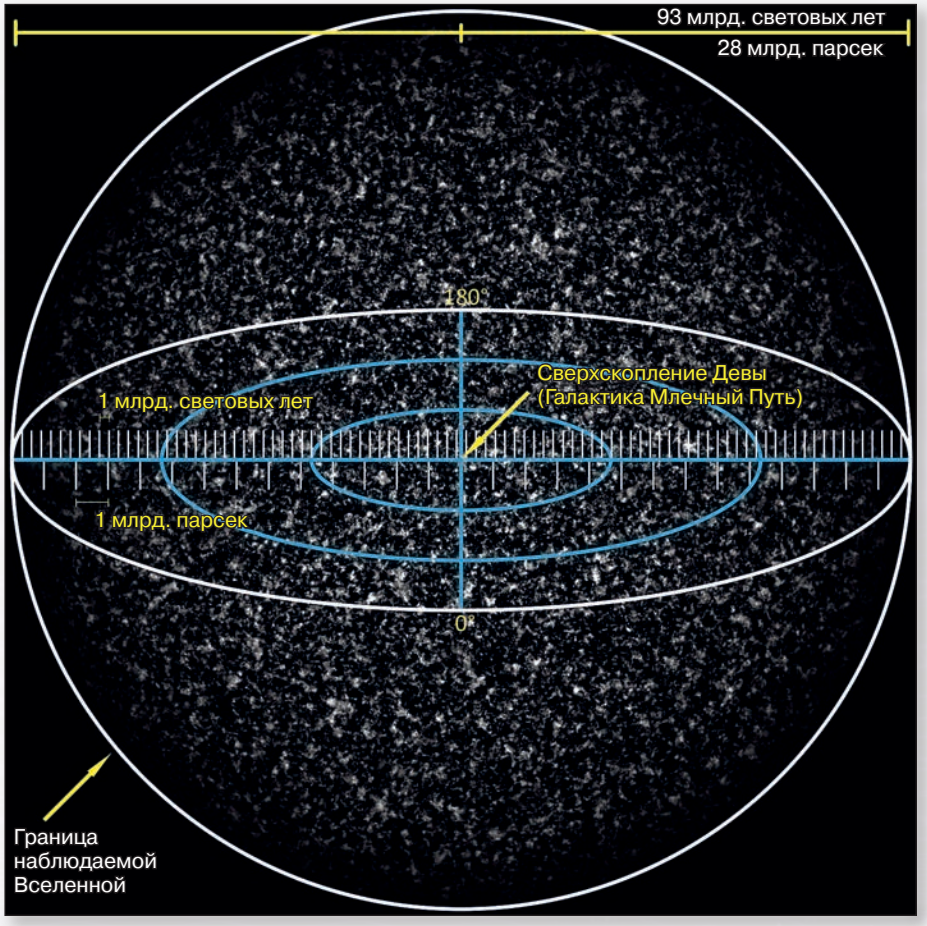


WMAP Science Team

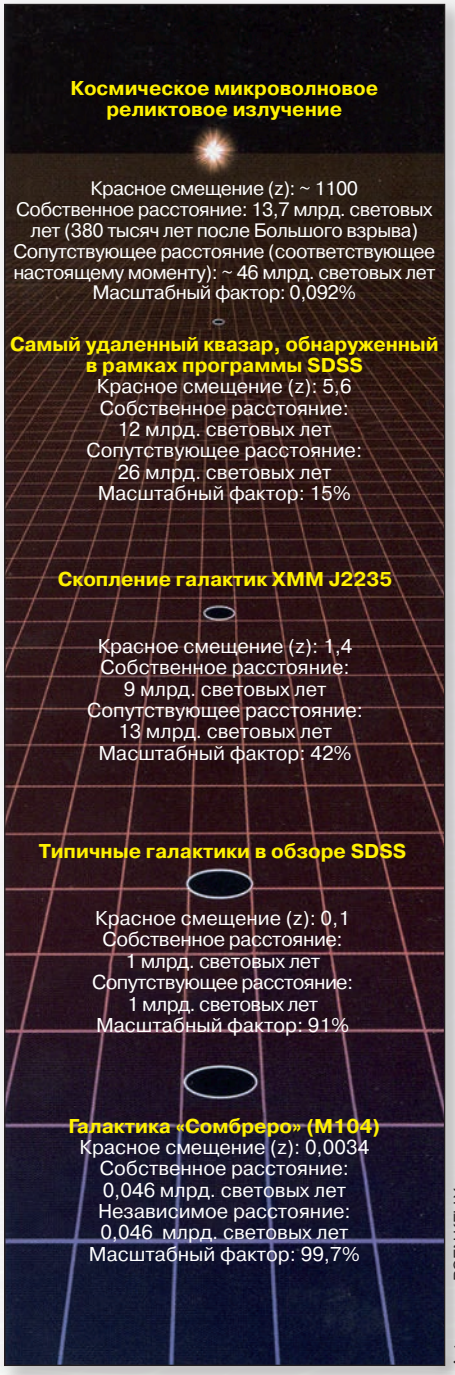
Флуктуации реликтового микроволнового фона, зарегистрированные американским космическим аппаратом WMAP на протяжении 5 лет. Цветом показана величина отклонения температуры фона: красные области — теплее, синие — холоднее. Величина отклонений не превышает сотых долей процента.



WMAP Science Team



Примерное представление размеров наблюдаемой Вселенной. Самые удаленные области, которые 13,7 млрд. лет назад «послали» к нам реликтовое микроволновое излучение, в настоящее время вследствие расширения Вселенной удалены от нас уже на расстояние ~ 46 млрд. световых лет.



Стандартная космология оперирует двумя типами шкал расстояния — собственной (proper distance) и сопутствующей (comoving distance). В ближайших окрестностях Солнца и Млечного Пути разницы между ними практически нет, однако в случае удаленных объектов следует учитывать тот факт, что за то время, пока их излучение достигло Земли, они за счет расширения Вселенной успели от нас удалиться. Таким образом, расстояние в сопутствующих координатах на космологических масштабах равно собственному, умноженному на некий коэффициент (больше единицы), зависящий от принятой модели Вселенной. Масштабный фактор говорит о том, какие размеры Вселенной были в соответствующие моменты ее истории по сравнению с нынешними ее размерами.

гией и темной материей, примерно равное 7/3.

Если определять космологические параметры по совокупности всех наблюдательных данных, то состав нашей Вселенной оказывается таким: темная энергия — 72%, темная материя — 23%, барионное (обычное) вещество — 5%. Точность и надежность современных определений этих величин столь высока, что существование темной энергии считается неоспоримым фактом. Сложнее с вычислением значения параметра уравнения состояния w, определяющего свойства этой субстанции (см. первую часть статьи — ВПВ №8, 2011, стр. 30). Пока установлено только, что с вероятностью 95% (критерий 2σ) оно сейчас находится в интервале от –1,2 до –0,8. Каким оно было в далеком прошлом — этого современные исследования надежно утверждать не позволяют. Поэтому каждая из моделей темной энергии, рассмотренных выше, все еще имеет шанс на «выживание», то есть на вынесенный в заголовок статьи вопрос ответа пока нет. Но есть ли вообще перспектива его получения?

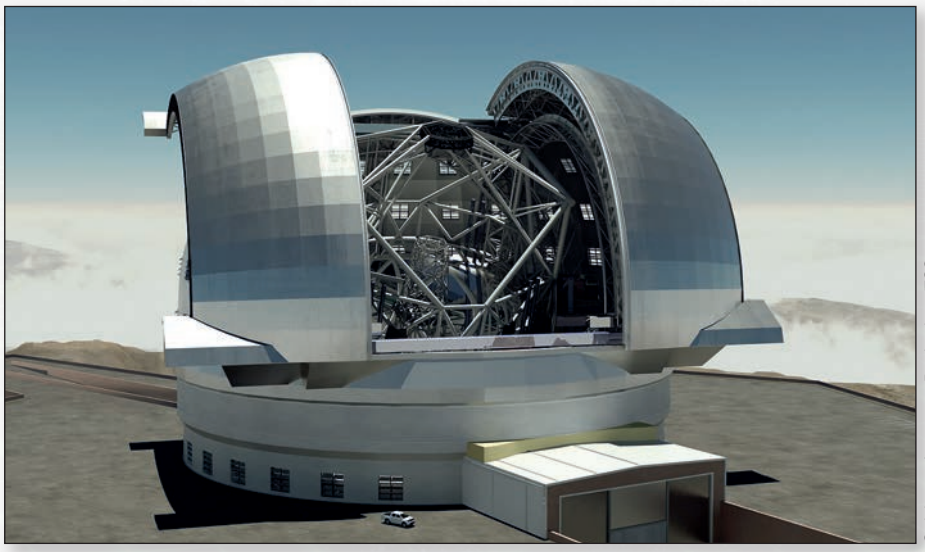
Космологи надеются, что данные, которые уже собраны космической обсерваторией Planck[8] и еще будут ею получены до завершения своей миссии, после соответствующей обработки позволят существенно сузить область допустимых значений параметров темной энергии и, возможно, уменьшить количество ее моделей. Это перспектива ближайших нескольких лет. В то же время заработает на полную мощность Большой адронный коллайдер,[9] который, как надеются оптимисты, прольет немного света на «царство темноты» — темной энергии, темной материи и ненаблюдаемых пространственных измерений.

Более умеренные оптимисты планируют новые программы наблюдений и строительство новых обсерваторий. На стадии разработки находится проект космического телескопа SuperNova Acceleration Probe (SNAP), задачей которого будет систематический поиск далеких сверхновых с целью установления зависимости параметра уравнения состояния темной энергии от вре-

[8] ВПВ №5, 2009, стр. 2; №8, 2010, стр. 7

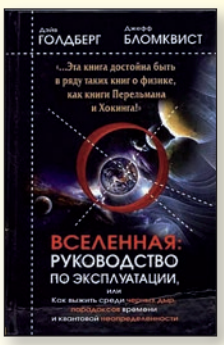
[9] ВПВ№9, 2008, стр. 25; №12, 2009, стр. 6

мени, что позволит выяснить ее природу. Ожидается, что этот телескоп сможет ежегодно выявлять около 2000 сверхновых. Если проект будет принят к исполнению, его запуск может состояться около 2020 г. В США начались работы по созданию Большого синоптического обзорного телескопа (Large Synoptic Survey Telescope — LSST), который будет установлен на вершине горы Серро Пачон на севере Чили (2682 м над уровнем моря). С диаметром зеркала 8,4 м, полем зрения 3,5° и 3,2-гигабайтной цифровой камерой этот инструмент сможет за неделю дважды сканировать всю доступную ему часть неба. Главной задачей телескопа будет выявление вспышек сверхновых и эффектов слабого гравитационного линзирования для установления природы темной энергии и темной материи. Планируется, что первый свет звезд он зарегистрирует уже в 2015 г. Европейская южная обсерватория (ESO) после многолетней работы над проектом Европейского экстремально большого телескопа (European Extremely Large Telescope, EELT) с диаметром главного зеркала 42 м в этом году планирует приступить к его созданию. Он будет построен на вершине Серро Армазонес (3060 м над уровнем моря), находящейся в центральной части высокогорной чилийской пустыни Атакама. К концу текущего десятилетия он должен начать работу. В проектных обоснованиях необходимости создания такого инструмента значится возможность прямого измерения ускорения расширения Вселенной и вариации во времени фундаментальных физических постоянных. Таким образом, ответа на последний из поставленных тут вопросов ждать осталось недолго... ■



Swinburne Astronomy Productions/ESO

Трехмерная модель Европейского Экстремально Большого Телескопа (European Extremely Large Telescope). Высота купола, «укрывающего» телескоп — около 100 м. Для более наглядного представления масштабности всего сооружения рядом показан стандартный легковой автомобиль.



Дэйв Голдберг, Джефф Бломквист

ВСЕЛЕННАЯ.

Руководство по эксплуатации, или Как выжить среди черных дыр, парадоксов времени и квантовой неопределенности.

Издательство:
М.: АСТ, 2010. Твердый переплет, 416 с.

Цена — 74 грн. *(без учета оплаты за почтовую пересылку наложенным платежом).*

Эта книга — идеальный путеводитель по самым важным и, конечно же, самым упоительным вопросам современной физики: «Возможны ли путешествия во времени?», «Существуют ли параллельные вселенные?», «Если Вселенная расширяется, то куда она расширяется?», «Что будет, если, разогнавшись до скорости света, посмотреть на себя в зеркало?», «Зачем нужны коллайдеры частиц и почему они должны работать постоянно?» Юмор, парадоксальность, увлекательность и доступность изложения ставят эту книгу на одну полку с бестселлерами Я.Перельмана, С.Хокинга, Б.Брайсона и Б.Грина.



М.Х. Шульман.

Теория шаровой расширяющейся Вселенной. Природа времени, движения и материи.

Издательство:
М.: Едиториал УРСС, 2003 г. Мягкий переплет, 160 с.

Цена — 45 грн. *(без учета оплаты за почтовую пересылку наложенным платежом).*

Рассмотрена модель Вселенной (близкая к модели Фридмана-Эйнштейна) в виде трехмерной гиперповерхности шара в чисто эвклидовом четырехмерном континууме. Приведен анализ ограничений принципа эквивалентности Эйнштейна, найдено новое решение космологических уравнений. Время отождествляется с возрастающим радиусом Вселенной и всегда направлено по нормали к гиперповерхности шара. Физический смысл приписывается не частицам, а их мировым линиям — на этой основе и с учетом расширения Вселенной раскрывается суть феномена движения тел. Показана ограниченность принципа относительности, объясняется экспериментальный факт анизотропии реликтового излучения. Формулируется гипотеза о том, что масса частицы есть квантовое число — отношение диаметра Вселенной к длине волны де Бройля, растущее со временем. В новой космологии модель «Большого взрыва», предполагающая сохранение массы и энергии нашего мира, заменяется моделью «энергетического насоса». С новых позиций рассмотрены основные проблемы квантовой теории и проблема необратимости эволюции Вселенной.

КНИГУ МОЖНО ЗАКАЗАТЬ В НАШЕЙ РЕДАКЦИИ:

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://astrospace.com.ua/ в разделе «Литература»
- по почте на адрес редакции: 02097, г. Киев, ул. Милославская, 31-б, к.53.

В РОССИИ

- по телефонам: (499) 253-79-98; (495) 544-71-57
- по электронному адресу: elena@astrofest.ru
- в Интернет-магазинах http://www.sky-watcher.ru/shop/ в разделе «Книги, журналы, сопутствующие товары» http://www.telescope.ru/ в разделе «Литература»
- по почте на адрес редакции: г. Москва, М. Тишинский пер., д. 14/16

Очередная Сверхновая в близкой галактике

Не успела окончательно погаснуть погибшая звезда, украсившая «прощальным фейерверком» сравнительно близкую галактику M51,[1] как вспышка очередной Сверхновой озарила галактику M101, расположенную на расстоянии 21 млн. световых лет и видимую в созвездии Большой Медведицы. В документах проекта обзора небесной сферы, в ходе которого было зарегистрировано это событие, Сверхновая получила обозначение PTF 11kly,[2] а согласно номенклатуре Международного астрономического союза ей присвоили индекс SN 2011fe.

Подавляющее большинство сверхновых открывают уже после того, как они прошли максимум своего блеска. В данном случае астрономы имели редкую возможность на серии снимков, полученных в ходе обзора, пронаблюдать не только падение, но и нарастание яркости объекта. В максимуме SN 2011fe имела блеск около 10-й звездной величины, что соответствовало абсолютной яркости -19^m, то есть по количеству излучаемой энергии она была эквивалентна 3 млрд. таких звезд, как Солнце.

После детального анализа спектра и кривой блеска Сверхновой, а также нескольких безуспешных попыток зарегистрировать ее радиоизлучение стало ясно, что в данном случае астрономы имеют дело со вспышкой класса Ia, наиболее интересной с точки зрения космологии — именно такие вспышки используются для определения расстояний до очень далеких галактик. Подобные явления возникают в тесных двойных системах, в которых вещество «звездного» компонента перетекает на поверхность белого карлика, постепенно увеличивая его массу до тех пор, пока на нем снова не начнутся активные термоядерные реакции.[3] Предыдущая вспышка такого типа на сравнительно небольшом расстоянии от нашей Галактики произошла в 1986 г., поэтому нынешнее событие закономерно привлекло внимание ученых всего мира (особенно Северного полушария, откуда эту Сверхновую наиболее удобно наблюдать). Уже через 3 часа после обнаружения на SN 2011fe были направлены крупнейшие наземные астрономические инструменты. Сейчас она включена в программу наблюдений орбитальной обсерватории Hubble. Примерно до ноября ее можно будет увидеть в наших широтах в небольшие любительские телескопы — даже несмотря на то, что осенью Большая Медведица большую часть ночи расположена невысоко над горизонтом. Однако и после «угасания» вспышки астрономы собираются на протяжении как минимум десятка лет отслеживать эволюцию ее остатка, поскольку полученная информация позволит лучше понять историю нашей Вселенной.

Источник:

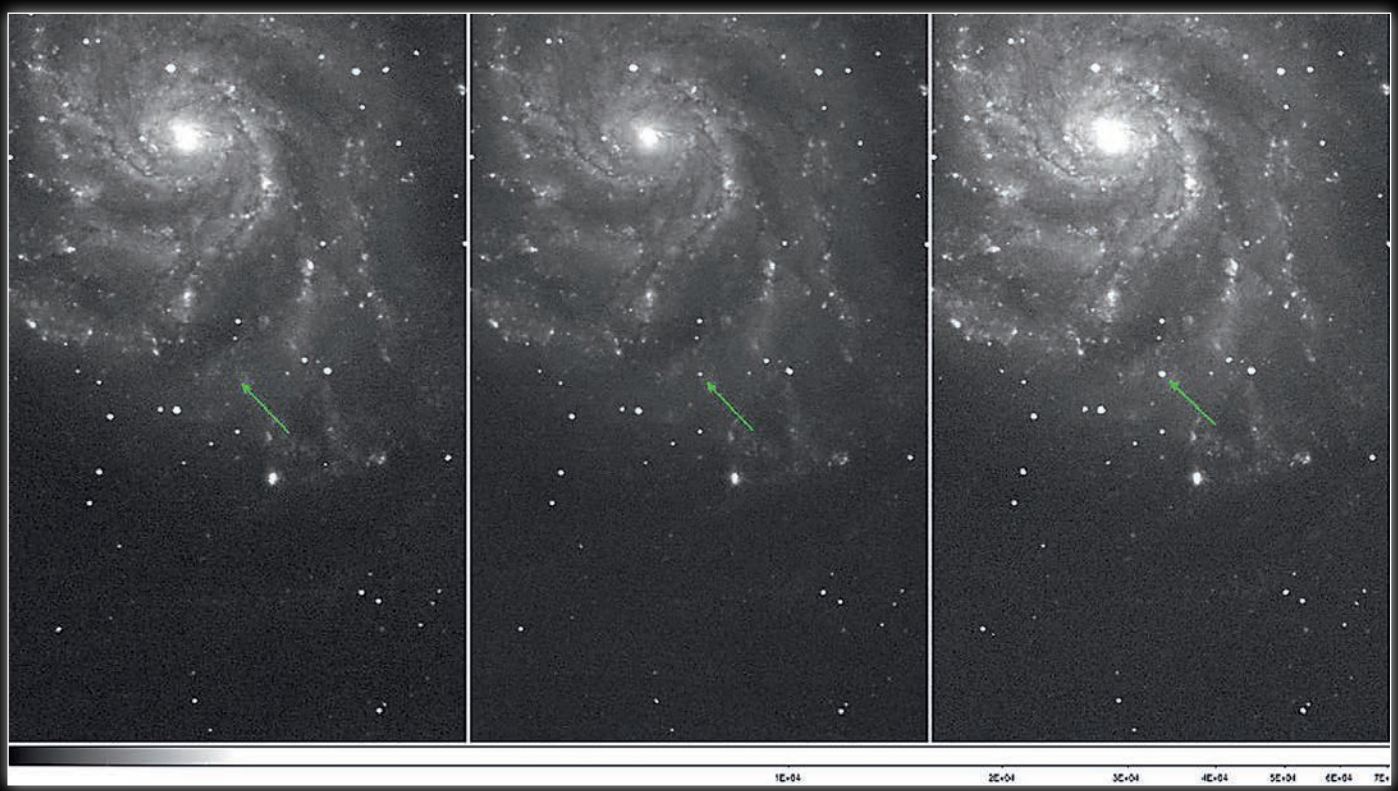
Wireless network aids in recent supernova discovery. University of California Newsroom, 2011-09-13.

[1] ВПВ №6, 2011, стр. 38

[2] PTF (Palomar Transient Factory) — Паломарский обзор быстротекущих явлений, проводимый на автоматизированном 48-дюймовом (122 см) телескопе Сэмюэла Осчина (Samuel Oschin Telescope, Palomar Observatory, California)

[3] Предел, за которым гравитация звезды обеспечивает дальнейшее сжатие, сопровождаемое термоядерным синтезом тяжелых элементов на основе гелия, называется «пределом Чандрасекара». В настоящее время он оценивается в 1,4 солнечной массы. Для всех звезд Вселенной он примерно одинаков, что и позволяет использовать сверхновые типа Ia в качестве «стандартных свечей» — ВПВ №8, 2011, стр. 29

На последовательных изображениях галактики M101, полученных 22, 23 и 24 августа 2011 г. с помощью телескопа Сэмюэла Осчина Паломарской обсерватории, хорошо заметен рост блеска Сверхновой SN 2011fe (отмечена зеленой стрелкой).



Lawrence Berkeley National Laboratory/UC Berkeley

NGC 3393 — еще одна «двойная» галактика

Существование сверхмассивных черных дыр (ЧД) в центрах крупных галактик астрономы сейчас считают практически доказанным.[1] Один из главных аргументов в его пользу — потоки высокоэнергетического излучения, исходящие от некоторых звездных систем. Излучение возникает вследствие того, что падающее на черную дыру вещество формирует быстро вращающийся и разогретый до сверхвысоких температур аккреционный диск. Если этого вещества оказывается достаточно много — мы наблюдаем так называемую активную галактику.[2]

[1] ВПВ №12, 2005, стр. 14; № 10, 2008, стр. 13; №6, 2010, стр. 14; №2, 2011, стр. 15
[2] ВПВ №6, 2010, стр. 4

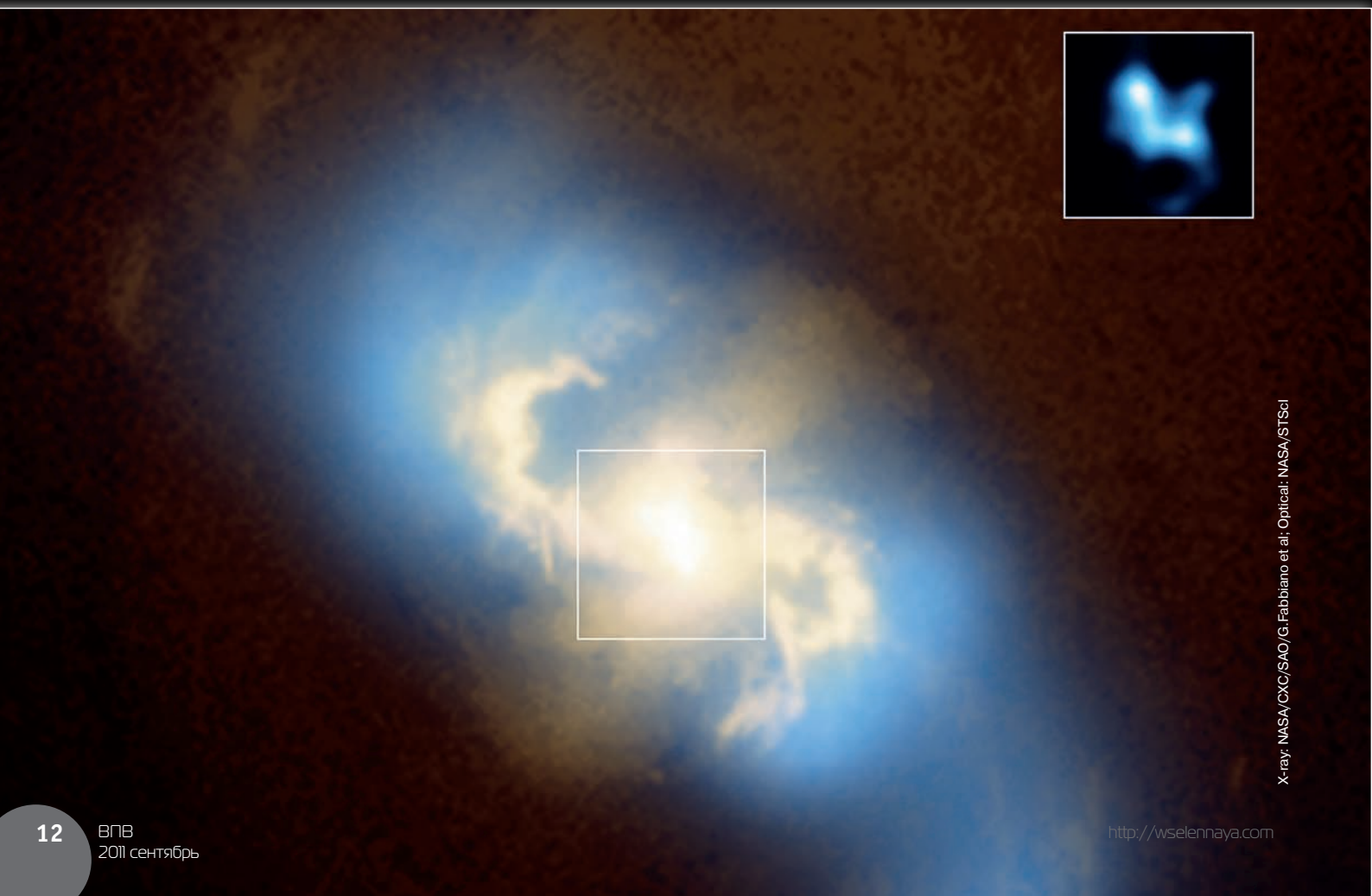
У одной из таких галактик — NGC 3393 в созвездии Гидры — обнаружилась настолько высокая светимость в рентгеновском диапазоне, что исследователи были вынуждены искать дополнительные объяснения этого феномена. Загадку окончательно разрешили снимки, полученные в августе текущего года космическим телескопом Chandra. Выяснилось, что активность этой системы обеспечивают сразу две сверхмассивных ЧД, расположенных всего в 490 световых годах друг от друга — ничтожное по космическим масштабам расстояние. По-видимому, в данном случае мы имеем дело с «продуктом» слияния двух галактик, завершившегося около миллиарда лет назад. Обычно такие слияния проявляются в аномалиях структуры галактических дисков, однако в NGC 3393 ничего подобного пока не наблюдалось. Тем не менее, все остальные версии появления двойной ЧД выглядят значительно менее правдоподобно.

Одна из столкнувшихся галактик почти наверняка была заметно легче второй — именно такие события, как показывают расчеты, происходят во Вселенной достаточно часто и приводят к образованию двойственных сверхмассивных ЧД. Масса каждого из компонентов необычной системы (в настоящее время астрономы пытаются «взвесить» их более точно) превышает миллион солнечных. Они будут постепенно увеличиваться до тех пор, пока в окрестностях ЧД не исчерпаются запасы «доступной» межзвездной материи.

Двойная ЧД в центре NGC 3393 примечательна тем, что из всех известных подобных объектов она расположена к нам ближе всего — ее «родительская» галактика удалена от нас на 160 млн. световых лет. Будущее экзотической двойной системы вполне предсказуемо: ее компоненты будут постепенно сближаться, пока не сольются, выбросив при этом в пространство гигантское количество энергии в виде гравитационных волн.

Источник:
NGC 3393: NASA's Chandra Finds Nearest Pair of Supermassive Black Holes. Chandra Press Release (NASA) August 31, 2011.

На данном изображении синим цветом показано диффузное рентгеновское излучение горячего газа, исходящее из областей вблизи центра NGC 3393; результаты съемки в видимом и ближнем ультрафиолетовом диапазоне, произведенной орбитальным телескопом Hubble, представлены золотисто-желтым цветом. На врезке отображена только высокоэнергетическая часть рентгеновского спектра (в том числе излучение ядер атомов железа). Этот тип излучения является характерной особенностью растущих ЧД, заслоненных от наблюдателя мощными облаками пыли и газа, непрозрачными для других спектральных диапазонов. Два отдельных ярких пятна представляют собой аккреционные диски вокруг пары черных дыр, активно поглощающих окружающую материю.



X-ray: NASA/CXC/SAO/G.Fabbiano et al; Optical: NASA/STScI

http://wselennaya.com

Черная дыра поглотила звезду

Космическая обсерватория Swift, управляемая совместно Соединенными Штатами, Италией и Великобританией и предназначенная для исследований быстротекущих космических явлений,[1] зарегистрировала редкое событие — поглощение звезды массивной черной дырой, результатом чего стал энергетический выброс огромной мощности, «засветившийся» во всех диапазонах электромагнитного спектра.

Вспышка гамма-излучения, получившая обозначение Sw 1644+57, наблюдалась в галактике, находящейся от нас на расстоянии около 3,8 млрд. световых лет в созвездии Дракона. Ее свет достиг окрестностей Земли 28 марта текущего года. К удивлению астрономов, вспышка «затухала» намного медленнее, чем остальные подобные явления, выделив огромное количество энергии на протяжении необычно длительного периода времени. Фактически она все еще продолжается — это свидетельствует о том, что в данном случае природа наблюдаемого явления отличается от той, которую сейчас приписывают «обычным» гамма-вспышкам (считается, что они сопровождают взрывы сверхмассивных звезд молодой Вселенной в конце их активного существования).[2]

Джошуа Блум из Калифорнийского университета в Беркли (Joshua Bloom, University of California, Berkeley) — соавтор одной из двух посвященных данной вспышке статей в журнале Science — пояснил, что, по мнению астрофизиков, такой эффект может наблюдаться в результате разрыва звезды на части мощнейшими приливными силами сверхмассивной черной дыры, вокруг которой эта звезда вращалась. Погибшее светило, по-видимому, по массе было сравнимо с Солнцем, а черная дыра — примерно в 8 млн. раз тяжелее. Звездное вещество при падении на сверхмассивный объект образовало сравнительно тонкий аккреционный диск, разогретый до нескольких миллионов градусов.[3] Вдоль оси вращения такого диска формируются джеты (механизм их возникновения пока не совсем понятен) — узконаправленные потоки вещества, скорость которых превышает 90% скорости света. Один из них оказался направлен точно в сторону Земли, из-за чего эта вспышка и выглядит столь мощной.

Подобные разрушения звезд неоднократно наблюдались ранее в рентгеновском и ультрафиолетовом диапазонах электромагнитных волн, а также в видимом свете. В случае Sw 1644+57 впервые было зафиксировано и гамма-излучение. Джошуа Блум и его сотрудники считают, что данное явление было замечено близко к моменту его максимальной яркости. По их оценкам, в средней отдельно взятой галактике такие события происходят исключительно редко — примерно раз в сотню миллионов лет.

Вспышка Sw 1644+57 была обнаружена через один-два дня после того, как ее излучение достигло Земли. По оценкам астрономов, примерно через год она станет незаметной для имеющихся в их распоряжении инструментов. В исследованиях неординарного явления уже принимают участие космический телескоп Hubble,[4] рентгеновская орбитальная обсерватория Chandra, а также рефлекторы Gemini, Keck и Британский инфракрасный телескоп (UKIRT), расположенные на Гавайских островах.[5]

Источник:
Black hole kills star and blasts 3.8 billion light year beam at Earth. University of Warwick, 16-Jun-2011.

[1] ВПВ №7, 2008, стр. 10
[2] ВПВ №10, 2006, стр. 28
[3] ВПВ №5, 2011, стр. 6
[4] ВПВ №10, 2008, стр. 4
[5] ВПВ №4, 2007, стр. 4

По мнению исследователей из Уорикского университета (University of Warwick), примерно так должна выглядеть звезда в начале ее разрушения гравитацией черной дыры, расположенной в центре галактики, удаленной от нас на 3,8 млрд. световых лет.



University of Warwick / Mark A. Garlick

Вследствие разрушения звезды образовался аккреционный диск и два высокоэнергетических джета, один из которых оказался направленным в сторону нашей Галактики, благодаря чему астрономы смогли наблюдать вспышку, получившую обозначение Sw 1644+57.



University of Warwick / Mark A. Garlick

Алмазный спутник пульсара в созвездии Змеи

Пульсар PSR J1719-1438, открытый год назад в ходе специального проекта по поиску радиоисточников с быстрой переменностью (High Time Resolution Survey) на радиотелескопе в австралийском городе Паркс, расположен на расстоянии около 4 тыс. световых лет в направлении созвездия Змеи. Он представляет собой источник радиоизлучения, приходящего к нам в виде периодических всплесков (импульсов), которые являются результатом быстрого вращения нейтронной звезды — сверхплотного объекта, возникшего при гравитационном коллапсе массивной звезды на заключительном этапе ее эволюции. Мощное магнитное поле пульсара формирует узконаправленные потоки радиоизлучения, периодически оказывающиеся направленными в сторону земного наблюдателя.[1]

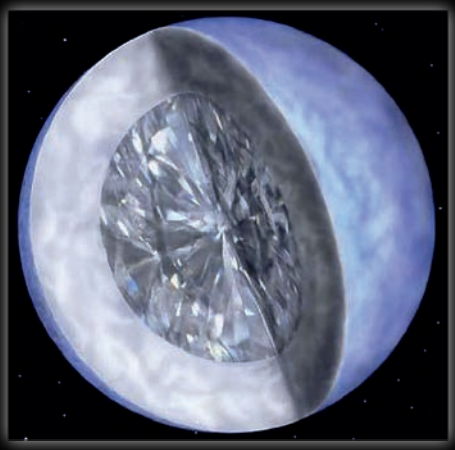
[1] Нейтронные звезды предположительно состоят из «чистых» нейтронов, «укрытых» тонкой корой вырожденного вещества (атомы которого полностью лишены электронов) с преобладанием ядер железа и никеля — ВПВ №12, 2007, стр. 4



Масса нейтронной звезды, вращающейся со скоростью около 10 тыс. оборотов в минуту, равна примерно 1,4 солнечных масс при диаметре до 20 км. Ее средняя плотность в несколько раз превышает плотность атомного ядра (для тяжелых ядер она составляет порядка $2{,}8\times10^{14}$ г/см^3).

Согласно последнему сообщению международной группы астрономов, частота импульсов, испускаемых пульсаром PSR J1719-1438, периодически колеблется, что указывает на существование объекта планетной массы, вращающегося вокруг него по орбите радиусом примерно 600 тыс. км (чуть меньше радиуса Солнца), причем на один оборот у него уходит всего 2 часа 10 минут. Размер объекта не может быть больше 60 тыс. км, иначе он был бы разрушен приливными силами, возникающими в мощном гравитационном поле пульсара.

Масса загадочного спутника, по предварительным оценкам, примерно равна массе Юпитера, что свидетельствуют о его необычно высокой плотности, превышающей 23 г/см^3 (это больше плотности самых тяжелых металлов). В рамках современных представлений о звездной эволюции похожие характеристики должны иметь белые карлики — объекты, представляющие собой остатки солнцеподобных звезд после полного исчерпания водородно-гелиевого термоядерного горючего, излучение которых происходит за счет медленного гравитационного сжатия.[2] Главным компонентом таких тел является углерод, находящийся в этих условиях в форме алмаза.



Пульсар и его компаньон расположены настолько близко друг к другу, что такое тесное соседство может выдержать лишь белый карлик — звезда, внешние слои которой были поглощены пульсаром (предположительно на него «перетекло» более 99% звездного вещества). Остаток звезды состоит в основном из углерода с небольшой примесью кислорода и более тяжелых элементов. При температуре ниже 2000°C он, несомненно, имеет кристаллическую структуру, а его ядро фактически представляет собой огромный алмаз.



Система пульсара PSR 1719-1438 в сравнении с размером Солнца (желтая сфера).

Swinburne Astronomy Productions, Swinburne University of Technology

Первые планеты за пределами Солнечной системы были открыты американским астрономом польского происхождения Александром Вольщаном (Aleksander Wolszczan) в 1991 г. именно в окрестностях пульсара по изменению его периода.[3] Однако в случае спутника PSR J1719-1438 исследователи почти наверняка имеют дело не с планетой, а с погибшей солнцеподобной звездой. Это косвенно подтверждается и «быстротой» пульсара (сейчас частота его импульсов равна 5,7 миллисекунд): скорее всего, вещество его спутника — «догорающей» звезды — частично выпало на его поверхность, что привело к увеличению момента инерции и, как следствие, скорости вращения. В настоящее время необычная пара звездных остатков пребывает в стабильной фазе своей эволюции.

Источник:

A Planet made of Diamond. Pulsar Observations reveal the Transformation of a Star into a Planet in a Millisecond Pulsar Binary. Max-Planck-Institut f r Radioastronomie Press Release, August 25, 2011.

[2] ВПВ №12, 2007, стр. 11; №6, 2008, стр. 26; №3, 2009, стр. 9

[3] ВПВ №4, 2004, стр. 8

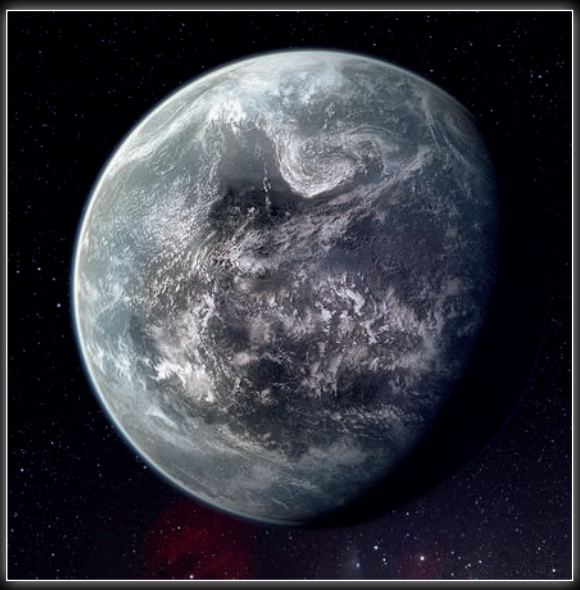
HARPS — успешный «охотник за экзопланетами»

Спектрограф HARPS, установленный на 3,6-метровом телескопе Европейской южной обсерватории (ESO) на чилийском плато Ла-Силья, уже зарекомендовал себя как один из наиболее эффективных «охотников» за планетоподобными спутниками других звезд. Недавно сотрудники обсерватории обнародовали новые результаты, полученные с помощью этого инструмента. Астрономам удалось обнаружить сразу 51 экзопланету, 16 из которых относятся к так называемым «супер-Землям» — подобные объекты превосходят по массе нашу планету как минимум вдвое (но не более чем в 10 раз — иначе они попадают в категорию «экзо-Нептунов»).

Из всех наземных инструментов, предназначенных для поисков экзопланет, HARPS является самым продуктивным: на его счету — более полутора сотен подтвержденных открытий. Успешнее в этом плане только специализированный космический телескоп Kepler, работающий на самостоятельной гелиоцентрической орбите.[1] Именно HARPS в 2007 г. позволил открыть планету Gliese 581c — на сегодняшний день это ближайшая экзопланета, которая расположена в так называемой «зоне жизни», т.е. на таком расстоянии от своей родительской звезды, где температурный режим на ее поверхности допускает существование жидкой воды.[2]

Самый интересный объект из «последней партии» экзопланет, обнаруженных рабочей группой HARPS, получил обозначение HD 85512b. Эта планета массой в 3,6 земных вращается вокруг своей звезды на расстоянии 0,26 а.е. (39 млн. км), затрачивая на один оборот 54,5 суток. Сама звезда немного легче Солнца и излучает за единицу времени примерно в 8 раз меньше энергии. Это значит, что она «греет» свой спутник вдвое интенсивнее, чем Солнце — Землю, расположенную от своего светила вчетверо дальше. Впрочем, если предположить, что не менее половины поверхности HD 85512b укрыто облаками, отражающими порядка 80% звездного света, условия на ней должны быть почти такими же, к каким мы привыкли на нашей родной планете.

Периодические колебания спектральных линий, вызванные наличием достаточно массивного спутника,[3] HARPS обнаружил у 376 звезд, по характеристикам похожих на Солнце. Согласно расчетам ученых, около 40% таких звезд имеют хотя бы одну планету легче Сатурна. Чувствительность прибора позволяет обнаружить экзопланеты с массами вплоть до двух масс Земли, однако для более легких объектов его возможностей уже недостаточно.[4] Ожидается, что новые астрономические инструменты будут способны на большее. Первым из них должен стать спектрометр ESPRESSO, устанавливаемый в данный момент на Очень большом телескопе Европейской южной обсерватории (VLT ESO). Его аналогом будет оснащен итальянский Национальный телескоп Галилея (Telescopio Nazionale Galileo) на Канарских островах, что позволит астрономам провести аналогичный обзор звезд северного полушария неба.



ESO / M. Kornmesser

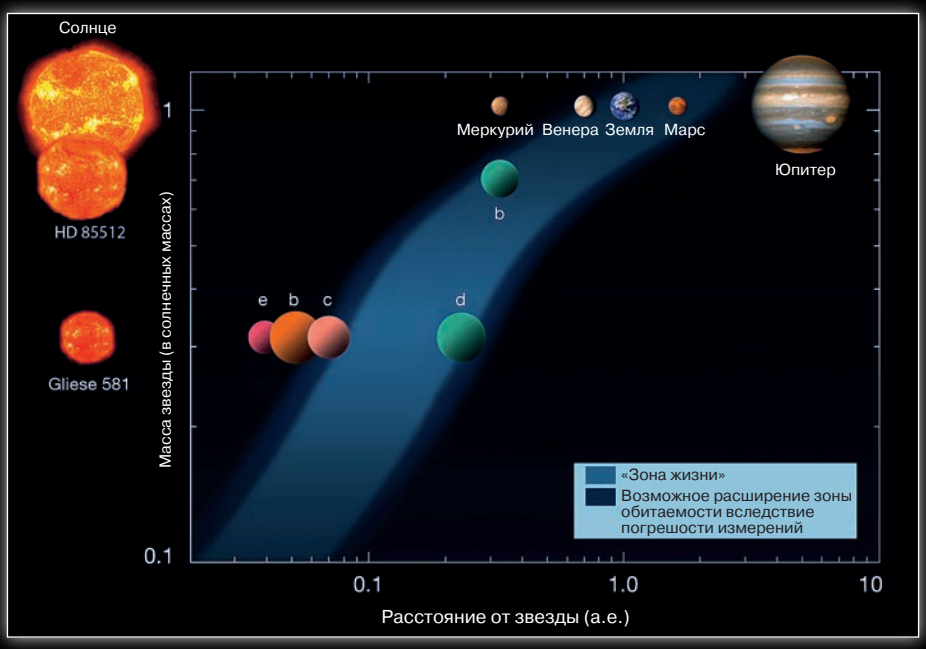
На этой иллюстрации изображена экзопланета HD 85512b, в 3,6 раз превосходящая по массе Землю, открытая в числе 16 «супер-Земель» с помощью спектрографа HARPS. Ученые считают, что на этой планете возможно существование жидкой воды и органической жизни.

Источник:

Richest haul of planets so far includes 16 new super-Earths. ESO Press elease, 12 September 2011.

[3] ВПВ №4, 2004, стр. 8; №12, 2006, стр. 6

[4] Почти 2/3 подтвержденных экзопланет с массой меньше Нептуна открыты с помощью спектрометра HARPS. Регистрируемые им изменения лучевой скорости объекта (вектора вдоль направления на наблюдателя) в отдельных случаях оказываются порядка метра в секунду, что сравнимо со скоростью пешехода



ESO

Астрономы пришли к выводу, что экзопланета HD 85512 b обращается вокруг своей звезды недалеко от внутренней границы зоны обитаемости — это значит, что океаны жидкой воды могут существовать на ее поверхности в том случае, если большая часть планеты постоянно укрыта облаками.

[1] ВПВ №3, 2009, стр. 13; №2, 2011, стр. 17

[2] ВПВ №5, 2007, стр. 8

ТАЙНЫ СОЛНЦА



NASA: SOHO

От колесницы Гелиоса до горячей плазмы

Сергей Осипов,
кандидат физ.-мат. наук., с.н.с., сотрудник отдела физики Солнца ГАО НАНУ

Влияние Солнца на земную жизнь всегда было так велико, что человек просто вынужден был тщательно изучать наше дневное светило. И достиг в этом заметных успехов — уже в античную эпоху его положение на небосводе определялось и предсказывалось с поразительной точностью, затмения прогнозировались на многие годы вперед. Но ответ на вопрос о том, что такое Солнце, долго оставался тайной за семью печатями. Светилу приписывали божественные свойства, а для многих народов оно и было главным божеством: Гелиос, Аполлон, Амон-Ра, Дажьбог, Митра, Курикавери, Тонатиу...

В III веке до нашей эры великий грек из Александрии Аристарх Самосский первым приоткрыл тайну Солнца. Он оценил его размеры и расстояние до него. Более того: он пришел к выводу о гелиоцентричности мира, то есть предположил, что именно Солнце находится в центре мироздания! Лишь спустя 1800 лет благодаря Копернику эта идея начала завоевывать признание.

Античные ученые первыми разглядели пятна на Солнце. Астрономы древнего Китая в своих хрониках оставили почти регулярные свидетельства о появлении больших солнечных пятен на протяжении многих веков. Но разобраться в их природе удалось лишь в эпоху телескопической астрономии. Согласно систе-

ме Аристотеля и Птолемея Солнце должно было представлять собой совершенную и неизменяемую сферу. Даже великий Кеплер[1] в 1607 г. был введен в заблуждение, приняв одно из пятен за планету Меркурий. Современник Галилея, создатель гелиоскопа иезуит Кристофер Шейнер (Christopher Scheiner) утверждал, что пятна являются темными телами, вращающимися вокруг Солнца. Только после его ожесточенных споров с Галилеем стало ясно, что на самом деле они являются деталями на поверхности светила. В конце концов Шейнер не только обратил внимание на пояса солнечной поверхности, в которых появляются пятна, но и открыл, наряду с последними, еще и факелы. Кроме того, он определил положение солнечного экватора и вычислил, что Солнце вращается с периодом около месяца.

В 1802 г. Уильям Волластон (William Hyde Wollaston) заметил в солнечном спектре темные линии, но не придал своим наблюдениям большого значения. В 1814 г. эти линии независимо обнаружил и точно измерил их положение Йозеф Фраунгофер (Joseph von Fraunhofer), однако объяснить их природу он не смог. Сейчас эти линии называются «линиями Фраунгофера».

В 1842 г. основоположник позитивизма и социологии Огюст Конт (Auguste Comte) в качестве примера непознаваемого привел химический состав Солнца и звезд: «Мы понимаем, как определить их форму, расстояния до них, их массу и их движение, но мы никогда не сможем ничего узнать об их химическом и минералогическом составе». Прошло сравнительно немного времени — и в 1859 г. Густав Кирхгоф (Gustav Robert Kirchhoff) сформулировал свой знаменитый закон, связывающий поглощение и испускание. Суть его заключается в том, что любое вещество хорошо поглощает излучение именно на тех длинах волн, на которых излучает само. На основании этого закона он следующим образом объяснил появление фраунгоферовых линий в непрерывном солнечном спектре: газ, находящийся во внешних, наиболее холодных слоях солнечной атмосферы, избирательно поглощает излучение тех длин волн сплошного спектра ярко светящейся фотосферы, которые соответствуют линиям испускания возбужденных атомов газа. Поэтому на отдельных участках непрерывного солнечного спектра резко падает интенсивность и появляются темные линии. Работа Кирхгофа позволила объяснить природу фраунгоферовых линий в спектре Солнца и определить химический (или, точнее, элементный) состав его атмосферы.

Долгое время настоящей головоломкой для гелиофизиков была солнечная корона — самая внешняя и протяженная часть солнечной

СОЛНЦЕ

Самая близкая звезда, наиболее массивное тело Солнечной системы (содержит более 99% ее общей массы)

Среднее расстояние до Земли (астрономическая единица) — 149 597 871 км

Среднее расстояние до центра Млечного Пути — 27 тыс. световых лет (~$2{,}5\times10^{17}$ км)

Период обращения вокруг галактического центра — 225-250 млн. лет, орбитальная скорость — порядка 250 км/с

Спектральный класс G2V (желтый карлик)

Видимый блеск (с Земли) $-26{,}8^{m}$

Абсолютная звездная величина $4{,}83^{m}$

Возраст — 4,57 млрд. лет (относится к звездам 1-го поколения со сравнительно высоким содержанием тяжелых элементов)

Средний диаметр — 1,392 млн. км (109 диаметров Земли)

Сплюснутость (в направлении полюсов) — 9×10^{-6}

Масса — $1{,}9891\times10^{30}$ кг (332,95 тыс. земных масс)

Гравитационный параметр — $1{,}32712\times10^{20}$ $м^3/с^2$

Плотность — 1408 кг/м^3 (в 1,408 раз плотнее воды)

Ускорение свободного падения у поверхности — 273,95 м/с^2

Вторая космическая скорость — 617,54 км/с

Средняя температура поверхности 5780 K (~5500°C)

Температура солнечной короны — 1-5 млн. кельвинов

Температура солнечного ядра — 13,6 млн. кельвинов

Светимость — $3{,}827\times10^{26}$ Вт

Солнечная постоянная (на орбите Земли) — 1370 Вт/м^2

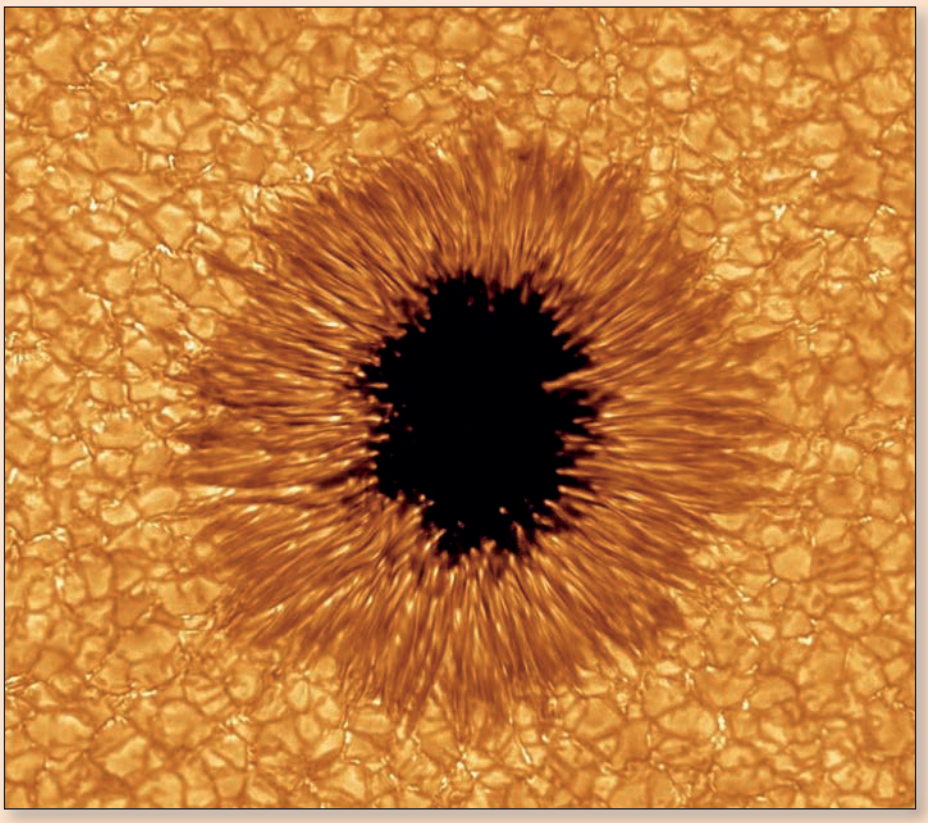
Период обращения экваториальных областей Солнца относительно звезд — 24,47 суток

Наклон оси вращения к плоскости земной орбиты — 7,25°

Координаты северного полюса небесной сферы на Солнце: $\alpha = 19^h4^m30^s$, $\delta = 63°52'$

Состав (10 наиболее распространенных элементов):

Водород H	— 73,46 %
Гелий He	— 24,85 %
Кислород O	— 0,77 %
Углерод C	— 0,29 %
Железо Fe	— 0,16 %
Неон Ne	— 0,12 %
Азот N	— 0,09 %
Кремний Si	— 0,07 %
Магний Mg	— 0,05 %
Сера S	— 0,04 %

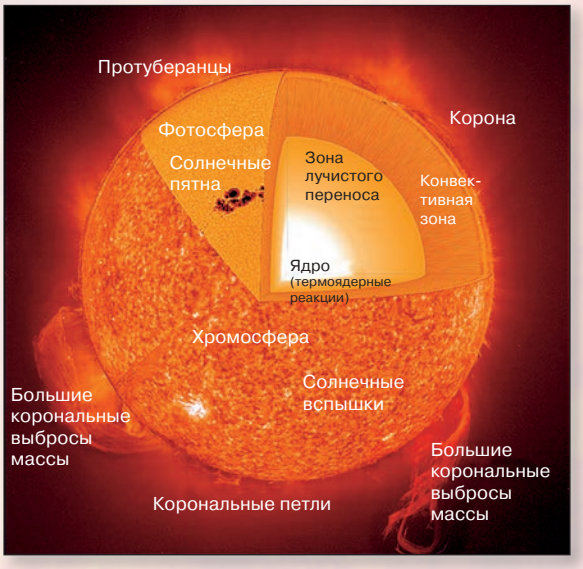


Солнечное пятно. «…Бысть знамение в Солнце, места черны по Солнцу аки гвозди…» (Никоновская летопись, 1365 г.)

[1] ВПВ №3, 2009, стр. 16

атмосферы. Она видна с Земли во время полных солнечных затмений как лучистый ореол, окружающий закрытый Луной диск светила. Корона, как и другие слои газовой оболочки Солнца, сильно неоднородна, она содержит множество структурных деталей, таких как стримеры, корональные дыры, петли и протуберанцы.

Ранние наблюдения короны в видимой области спектра привели к обнаружению большого числа линий излучения, которые, однако, не удалось отождествить ни с одним из известных химических элементов. Высказывалось даже предположение, что там присутствует неизвестный элемент, названный «короний». Эта загадка была разрешена шведским астрономом Бенгтом Эдленом (Bengt Edlén): в 1942 г. он установил, что газ в короне нагрет до невероятных по земным меркам температур — свыше миллиона кельвинов.[2] При такой температуре самые распространенные химические элементы — водород и гелий — полностью ионизируются, то есть теряют все свои электроны и перестают излучать в своих «обычных» спектральных линиях. В результате в видимом диапазоне спектра короны начинают доминировать совсем другие элементы — такие, как сильно ионизированные атомы железа и кальция. Именно они и оказались «ответственными» за линии загадочного «корония», которые так долго приводили в недоумение астрономов.

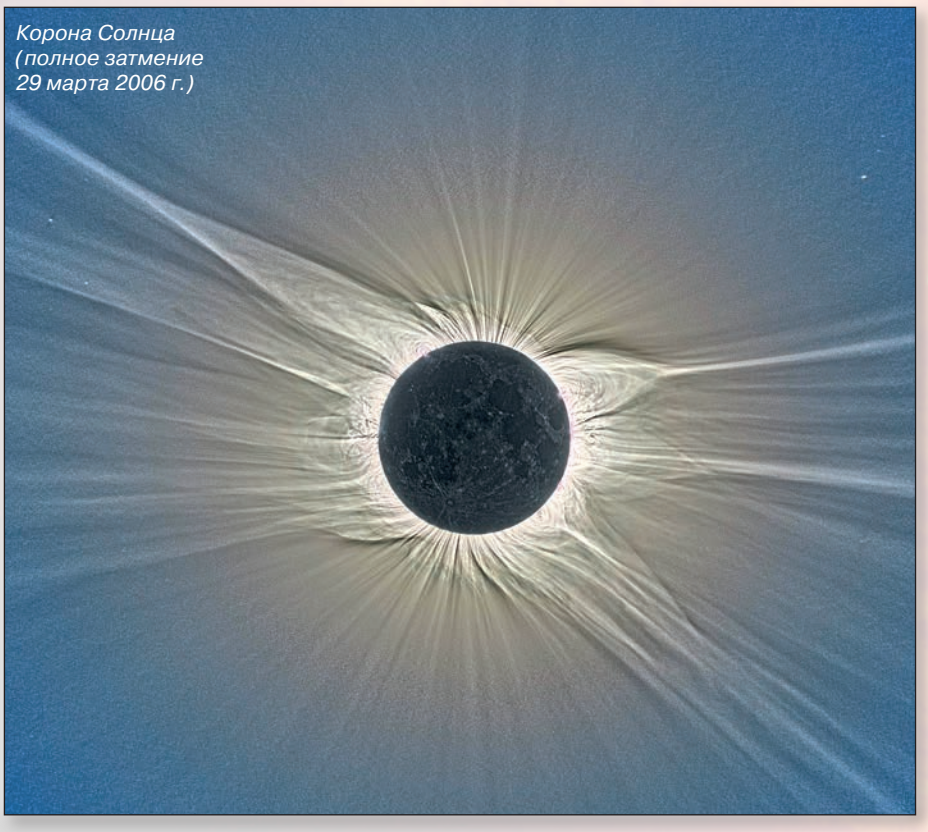


Одной из главных загадок Солнца долгое время оставались источники его энергии. В 1848 г. Роберт Майер (Julius Robert von Mayer) предположил, что наше светило нагревается благодаря постоянной бомбардировке метеоритами. Однако их общая масса, необходимая для генерации существующего потока солнечной энергии, должна была приводить к заметному увеличению массы Солнца, что сказалось бы на движении планет. Поэтому во второй половине XIX века большинство исследователей склонны были считать наиболее правдоподобной теорию, разработанную в 1853 г. Гельмгольцем и Кельвином — в их представлении Солнце нагревалось за счет медленного гравитационного сжатия. Основанные на этом механизме расчеты максимального возраста нашего светила давали величину не более 20 млн. лет, а время, через которое оно «потухнет», оценивалось в 15 млн. лет. Однако эта гипотеза противоречила геологическим данным о возрасте земных горных пород, которые зачастую оказывались значительно старше. В 1920 г. Артур Эддингтон (Arthur Stanley Eddington) выдвинул гипотезу о том, что источником солнечной энергии могут быть термоядерные реакции превращения водорода в гелий. Блестящим подтверждением этой догадки стала работа Сесилии Пейн (Cecilia Payne-Gaposchkin), которая в 1925 г., применив теорию ионизации индийского физика Мегнада Саха к наблюдаемым солнечным спектрам, доказала, что в составе Солнца преобладают именно эти два элемента, причем в соотношении, близком к теоретически предсказанному.

Теория утверждает, что в самом центре светила температура вещества превышает 13 млн. кельвинов. Хоть ядра атомов и упакованы там в тысячу раз плотнее, чем в золоте, высокая температура поддерживает вещество в газообразном состоянии. Энергия, генерируемая в центральной части Солнца, высвобождается в результате образования ядер гелия из ядер водорода — из каждого грамма водорода, участвующего в реакции, 0,007 г превращается в излучение. Для того, чтобы непрерывно поддерживать наблюдаемую солнечную светимость, «ядерная печь» должна поглощать массу со скоростью 5 млн. тонн в секунду.

Но действительно ли в центре Солнца так горячо? Ведь мы наблюдаем только поверхность нашей звезды, и только ее температуру можем непосредственно определить.

[2] При столь высоких температурах шкалы Кельвина и Цельсия можно считать эквивалентными



Корона Солнца (полное затмение 29 марта 2006 г.)

В.Хондырев, А.Юфирев

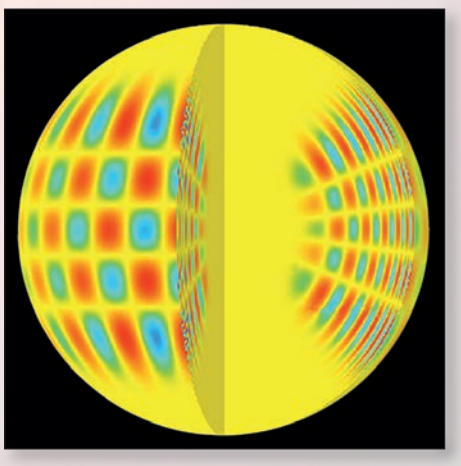
Долгие годы приходилось просто верить предсказаниям теории и построенной на ее основе стандартной модели Солнца. Напомним, что такая модель базируется на детальных количественных оценках внутреннего строения нашей звезды, определяемых на основе общих концепций теории звездной эволюции и современных представлениях о скоростях ядерных реакций, переносе излучения, конвективном теплопереносе. Так вот, исходя из теории термоядерных реакций и учитывая стандартную модель, можно рассчитать величину потока солнечных нейтрино, генерирующихся в ходе водородного цикла. Систематические эксперименты по регистрации нейтрино хлор-аргоновым методом профессор Рэймонд Дэвис (Raymond Davis) начал в 1968 г. в Брукхейвене. Для подавления «фона» космического излучения вся установка Дэвиса располагалась на глубине 1480 м под землей в шахте «Хоумстейк» (штат Южная Дакота, США), где раньше добывали золото. Детектор в виде огромной горизонтальной цистерны содержал 610 тонн перхлорэтилена (C_2Cl_4) — жидкости с характерным запахом, обычно применяемой для сухой химчистки одежды. Измеренный в опытах Дэвиса поток солнечных нейтрино оказался в 3 раза меньше потока, рассчитанного на основе «стандартной» теоретической модели. Возникла так называемая проблема дефицита солнечных нейтрино. Позже были проведены десятки других экспериментов, в ходе которых удалось зарегистрировать менее «энергичные» нейтрино. Измеренный полный поток (~60 млрд. нейтрино в секунду на квадратный сантиметр) снова оказался меньше расчетного значения — на этот раз примерно вдвое.

Для объяснения дефицита нейтрино предлагались различные гипотезы. Во-первых, имели место попытки серьезно пересмотреть стандартную модель Солнца. Во-вторых, предлагалась версия о повышенном содержании в солнечных недрах изотопа ^{3}He. Некоторые гипотезы учитывали перемешивание вещества в солнечном ядре: поскольку генерация нейтрино исключительно чувствительна к температуре, любой процесс, приводящий к перемешиванию, доставляет в область термоядерного горения дополнительный «свежий» водород, и тогда для генерации того же самого количества энергии требуется меньшая температура, что резко снижает поток нейтрино.

Наконец, было выдвинуто предположение о том, что сравнительно недавно (по звездным масштабам) в результате перемешивания вещества в недрах Солнца изменились условия протекания ядерных реакций, что повлекло за собой падение потока нейтрино, в то время как поток электромагнитного излучения все еще остается на прежнем, «дореформенном» уровне. Ведь если для нейтрино солнечное вещество практически прозрачно, то для фотонов ситуация совершенно иная: излучаемые в процессе термоядерных превращений гамма-кванты фактически «заперты» в центре звезды. Лишь через миллионы лет их отдаленные «потомки» — гораздо более низкоэнергетические фотоны — достигают поверхности и получают возможность уйти в окружающее пространство. Поэтому наблюдаемую нейтринную аномалию можно было бы объяснить, предполагая, что поток нейтрино определяется нынешним состоянием солнечных недр, а наблюдаемая интенсивность излучения — тем, каким оно было миллионы лет назад.

Правильный ответ на «загадку солнечных нейтрино» скрывался в довольно экзотической поначалу гипотезе о том, что наблюдаемый эффект является следствием нейтринных осцилляций (взаимопревращений нейтрино разных видов). Действительно, детекторы регистрируют лишь один тип нейтрино — электронные (именно они испускаются в происходящих в недрах Солнца ядерных реакциях). На пути к Земле значительная часть электронных нейтрино превращается в мюонные и тау-нейтрино, не «ощущаемые» наземными детекторами. Гипотеза эта была всем хороша, кроме одной «малости»: она требовала, чтобы нейтрино имели массу, в то время как в рамках фундаментальной конструкции физики элементарных частиц их масса покоя равна нулю. Такая цена объяснения наблюдаемой аномалии поначалу казалась большинству ученых слишком дорогой, но, тем не менее, гипотеза оказалась верной. По данным эксперимента 3-D MegaZ, проведенного в июле 2010 г., ориентировочная верхняя оценка суммы масс всех типов нейтрино составляет 0,28 электрон-вольт.

Нейтринные наблюдения подтвердили высокую температуру в центре Солнца, но ответ на то, как движется его вещество на разных глубинах, смогла дать только гелиосейсмология. Этот раздел науки тоже начался с загадки. В 1960 году американские астрономы Р. Лейтон, Р. Нойс и Дж. Саймон (Robert Leighton, Robert Noyes, George Simon) обнаружили, что участки солнечной поверхности опускаются и поднимаются с периодом около 5 минут. Поначалу считалось, что это просто волны, которые «бегут» по поверхности нашего светила, словно морские волны по водной глади. Но в 1970 г. Роджер Ульрих и Чарльз Вольф (Roger Ulrich, Charles Wolff) объяснили природу этих колебаний как проявление резонансных акустических волн, а в 1975 г. немецкий ученый Франц-Людвиг Дейб-



*Сгенерированное компьютером изображение, иллюстрирующее паттерн p-моды акустических колебаний внутри Солнца и их отражение на его поверхности (*l = *20,* m = *16,* n = *14).*

В 1962 г. американский физик Роберт Лейтон открыл, что участки солнечной поверхности вертикально колеблются с периодом около 5 минут. Вычисления Роджера Ульриха и Чарльза Вольфа показали, что так могут проявлять себя звуковые волны, возбужденные турбулентными движениями газа в лежащей под фотосферой конвективной зоне. В ней, как в органной трубе, усиливаются только те звуки, длина волны которых точно укладывается в толщине зоны. В 1974 немецкий ученый Франц-Людвиг Дейбнер экспериментально подтвердил расчеты Ульриха и Вольфа. С тех пор наблюдение 5-минутных колебаний стало важным методом изучения внутреннего строения Солнца.

нер (Franz-Ludwig Deubner) бестящe подтвердил это из наблюдений. Оказалось, что звуковые волны, «запертые» в своеобразной внутренней полости Солнца, многократно отражаются от его поверхности. Волны различных пространственных размеров проникают на разную глубину. Таким образом, ученые получили уникальную возможность зондировать разные слои Солнца.

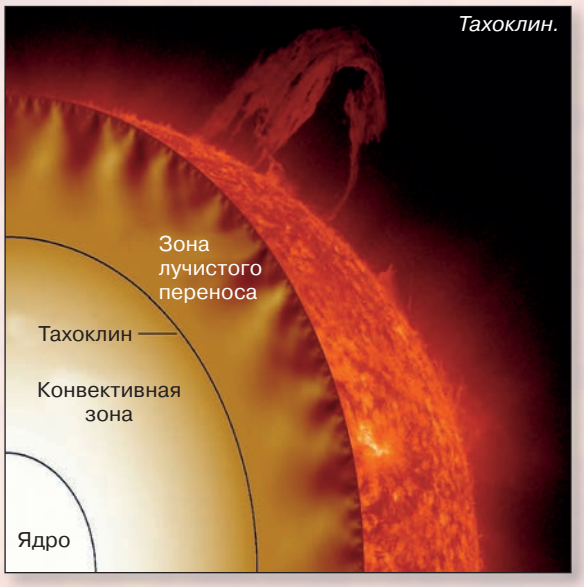
Анализируя результаты гелиосейсмологических наблюдений, удалось выяснить, что: 1) толщина конвективной зоны составляет около 27% солнечного радиуса; 2) ядро Солнца вращается быстрее поверхности; 3) содержание гелия внутри Солнца достигает 40% по массе.

С теоретической точки зрения оказались весьма неожиданными полученные данные о зависимости угловой скорости вращения Солнца от широты. Скорость вращения, наблюдаемая на поверхности (быстрее вращаются экваториальные области), сохраняется по всей глубине конвективной оболочки. При переходе к лучистой области вращение меняется на твердотельное, и его скорость становится промежуточной между скоростью экваториальных и полярных областей в конвективной зоне. С глубиной она быстро меняется лишь в узком слое у основания конвективной зоны. Эту область толщиной 0,05 солнечного радиуса назвали «тахоклином». Именно здесь происходят масштабные сдвиги ионизированного вещества и действует механизм «электромагнитного динамо», ответственный за генерацию солнечных магнитных полей.

Удалось определить и трехмерные характеристики локальных образований на поверхности Солнца — например, сделались видимыми динамическая и температурная структура пятен. Наконец, в гелиосейсмологических экспериментах стала видна обратная сторона Солнца и «проявились» меридиональные потоки вещества под солнечной поверхностью.

* * *

Несмотря на несомненные успехи в изучении нашей звезды, Солнце не спешит раскрывать нам все свои тайны. До сих пор не совсем понятно, почему его внешняя атмосфера в сотни раз горячее видимой поверхности, имеющей температуру около 5500°C. Какие процессы нагревают корону, поддерживают ее высокую температуру и ускоряют солнечный ветер? Обычно температура падает с удалением от источника тепла. Так происходит и в недрах Солнца вплоть до видимой поверхности (фотосферы). Однако в относительно тонком и более высоком слое солнечной атмосферы (в хромосфере) температура внезапно начинает расти до чрезвычайно высоких значений. Для объяснения этого удивительного эффекта предложено несколько механизмов, но ни один из них до сих пор не признан удовлетворяющим всем наблюдательным данным.



Тахоклин.

Участки поверхности вблизи солнечных пятен иногда вспыхивают, нагревая материю до миллионов градусов за несколько секунд и выбрасывая в космос миллиарды тонн вещества. Причины солнечных вспышек и выбросов солнечной плазмы — вторая большая тайна нашего светила. Мы немало знаем о том, как происходят эти взрывы, понимаем их основные механизмы, но все еще не можем надежно предвидеть, где и когда произойдет вспышка и какой силы она будет.

Еще в 1843 г. Генрих Швабе (Samuel Heinrich Schwabe), анализируя многолетние наблюдения солнечных пятен, обнаружил, что их количество на Солнце меняется согласно определенной закономерности. Так была открыта знаменитая 11-летняя цикличность солнечной активности. Каждые 11 лет число пятен на диске светила увеличивается от почти нулевых значений до показателей, превышающих 100. К началу следующего цикла их число опять уменьшается почти до нуля. Природа и причины солнечного цикла — третья большая тайна Солнца. Несмотря на то, что мы уже знаем о нем очень много (в частности, о некоторых динамо-процессах, которые должны играть ключевую роль в его генерации), до сих пор не создана модель, позволяющая надежно прогнозировать количество солнечных пятен.

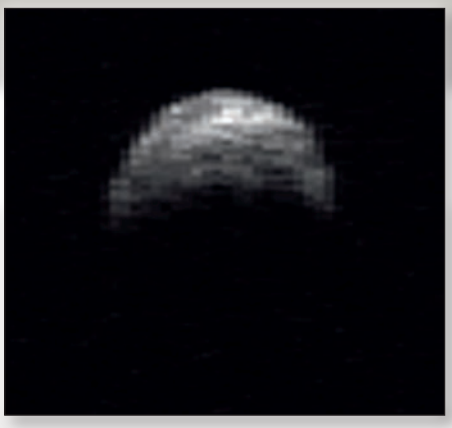
Наше «незнание» имеет непосредственное отношение и к чисто земным проблемам. Например, солнечная постоянная в ходе 11-летнего цикла изменяется с амплитудой 0,1%. Как это сказывается на климате Земли? Как влияют на него вековые изменения Солнца?

Еще одна проблема, возникшая совсем недавно, связана с химическим составом нашей звезды. Начиная с 2000 г. был опубликован цикл работ, приведший к пересмотру содержания самых распространенных химических элементов (углерод, азот, кислород, неон) и, как результат, к уменьшению показателя металличности Солнца почти вдвое. Его новое значение должно иметь следствием аномально низкую величину скорости звука на Солнце, что противоречит данным гелиосейсмологии и существующим теориям строения солнечных недр.

* * *

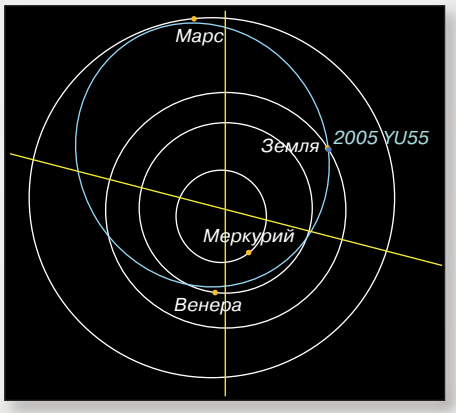
Сейчас Солнцу около 4,5 млрд. лет. Пройдя через довольно бурные «юношеские» этапы своей эволюции, в возрасте около 50 млн. лет оно обосновалось для долгой и спокойной жизни на так называемой Главной последовательности, где оно и будет находиться до «выхода на пенсию» в возрасте 8 млрд. лет. Наиболее правдоподобное представление о дальнейшей судьбе нашей звезды включает в себя ее превращение в красного гиганта, сброс внешней оболочки (сформирующей планетарную туманность) и уже окончательное медленное остывание в виде крохотного сверхплотного белого карлика. ■

2005 YU55 между Землей и Луной



NASA/JPL-Caltech

Снимок 2005 YU55, полученный в апреле 2010 г. с помощью радиотелескопа Аресибо (Пуэрто-Рико).



Положения планет и астероида 2005 YU55 на орбитах 8 ноября 2011 г.

Благодаря появлению в последние годы специализированных телескопов, ведущих постоянный мониторинг неба в поисках потенциально опасных для Земли космических объектов,[1] сообщения о тесных сближениях с астероидами давно уже перестали быть чем-то экстраординарным. Однако событие, которое произойдет в ночь с 8 на 9 ноября текущего года, все же имеет свою специфику. Впервые в истории астрономии пролет достаточно крупного объекта на расстоянии меньше среднего радиуса лунной орбиты удалось предсказать не вскоре после открытия этого объекта, а «с упреждением» больше чем в год — что и позволяет сейчас анонсировать его в ежемесячных астрономических журналах.

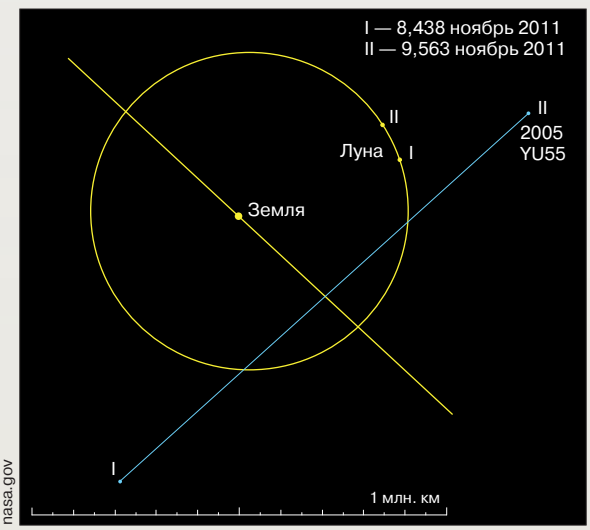
Околоземный астероид 2005 YU55 был обнаружен 28 декабря 2005 г. Робертом Макмилланом (Robert McMillan), сотрудником обсерватории Стюарда в штате Аризона. Практически сразу после открытия стало ясно, что это небесное тело потенциально может близко подходить к Земле: перигелий его орбиты расположен внутри орбиты Венеры — в 0,652 а.е. (97,6 млн. км) от Солнца, афелий находится на гелиоцентрическом расстоянии 1,633 а.е. (244 млн. км), то есть за орбитой Марса, и вдобавок орбитальная плоскость 2005 YU55 всего на полградуса наклонена к эклиптике (плоскости орбиты Земли). Дальнейшие вычисления позволили предсказать его первое сравнительно тесное сближение с нашей планетой, состоявшееся 19 апреля 2010 г. В тот день астероид отделяло от нас 2,4 млн. км — это примерно вшестеро больше среднего расстояния между Землей и Луной.[2] Астрономы получили редкую возможность «прозондировать» его с помощью радиолокации. Оказалось, что 2005 YU55 имеет поперечник порядка 400 м и форму, близкую к сферической. Судя по спектральным характеристикам, он относится к классу C (значительная часть его состава приходится на углерод и его соединения) и должен иметь массу порядка 55 млн. тонн.

Тогда же были уточнены параметры следующего сближения. Оно произойдет 8 ноября 2011 г. в 23 часа 28 минут по всемирному времени, при этом Землю и астероид будет разделять 0,00217 а.е. (325 тыс. км). Спустя 7 часов 45 минут — 9 ноября в 7:13 UT — «небесный камень» пройдет в 0,0016 а.е. (239 тыс. км) от Луны. Незадолго до этого, около 5 часов по всемирному времени, его блеск достигнет максимума (11,2^m). При скорости относительно Земли около 14 км/с наибольшая видимая скорость движения астероида по звездному небу превысит 9° в час. За сутки он пересечет созвездия Орла, Дельфина, Пегаса и Рыб. Вечером 9 ноября 2005 YU55 все еще будет неплохо виден в средних широтах Северного полушария в инструменты с диаметром объектива свыше 15 см. К сожалению, Луна, вступающая в фазу полнолуния, в это время расположится на небе совсем близко (в созвездии Овна) и создаст определенные сложности при наблюдениях.

Из-за небольшого геоцентрического расстояния положение астероида на небе в конкретный момент будет зависеть от местоположения наблюдателя, поэтому составить «общую» поисковую карту для этого объекта технически сложно. Его эфемериду для любой точки планеты можно вычислить, воспользовавшись сервисом JPL Small-Body Database по ссылке http://ssd.jpl.nasa.gov/sbdb.cgi?sstr=2005YU55;orb=1. Отличить 2005 YU55 от звезд можно в первую очередь по его быстрому движению на их фоне; также, имея подробную звездную карту или программу-планетарий, отображающую объекты до 12-й величины, его нетрудно будет найти как «лишнюю» звездочку.

Поначалу этот «небесный камень» числился в списке объектов, представляющих определенную угрозу для жителей Земли. В настоящее время ученые не считают его опасным — по крайней мере, в течение следующей сотни лет критически тесных его сближений с нашей планетой не предвидится. Отправлять к нему исследовательские зонды не планирует ни одно космическое агентство.

Источник:
ssd.jpl.nasa.gov



nasa.gov

[1] ВПВ №7, 2011, стр. 5

[2] Большая полуось лунной орбиты равна 384 тыс. 400 км

«Грааль» отправился к Луне

10 сентября 2011 г. в 13:08 UTC с площадки SLC-17B Станции ВВС США «Мыс Канаверал» стартовыми командами компании United Launch Alliance при поддержке боевых расчетов 45-го Космического крыла ВВС США выполнен пуск ракеты-носителя Delta-2 с лунными зондами GRAIL[1] (Gravity Recovery and Interior Laboratory).[2] Программа миссии предполагает выведение двух одинаковых зондов на параллельные селеноцентрические орбиты высотой около 55 км. Измеряя расстояние между аппаратами, меняющееся по мере их прохождения над лунными гравитационными аномалиями, ученые собираются построить точную карту поля тяготения нашего естественного спутника и получить представление о его внутреннем строении.

Изначально старт был запланирован на 8 сентября, но по причине плохой погоды ни в этот, ни на следующий день он не состоялся. Стартовое окно было открыто до 19 октября, при этом ежедневно имелось две возможности для запуска ракеты-носителя продолжительностью около секунды, разделенные интервалом в 39 минут.

В субботу, 10 сентября старт прошел при более благоприятных погодных условиях. На 80-й минуте полета началось отделение от носителя первого из двух зондов GRAIL (обозначенного литерой A), при этом впервые в истории на борту аппаратов работала камера, транслировавшая события в реальном времени. Выход спутников на окололунную орбиту состоится в январе 2012 г. и будет произведен по схеме баллистического захвата с прохождением лагранжевой точки L_1 системы «Луна-Земля», не требующей мощного тормозного импульса вблизи Луны. Аппараты должны добраться до цели, преодолев расстояние порядка 4,2 млн. км. В канун Нового года на заданную орбиту выйдет GRAIL-A, а на следующий день — его «напарник» GRAIL-B. На окололунной орбите зонды будут обмениваться радиосигналами, чтобы осуществлять точное позиционирование друг относительно друга. Расстояние между ними будет изменяться в пределах от 120 до 350 км.

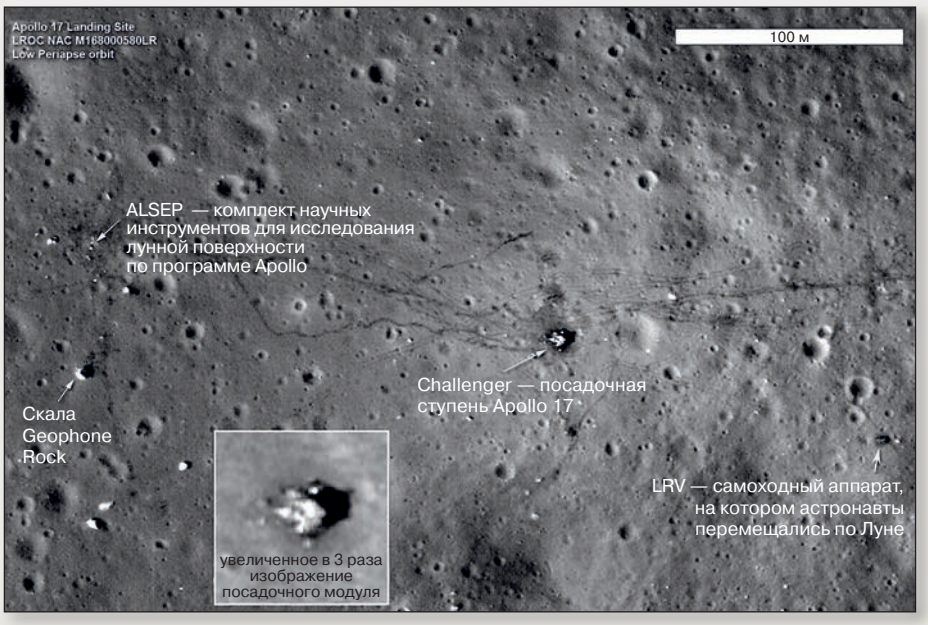
Основой научного оборудования является система измерения лунной гравитации (Lunar Gravity Ranging System — LGRS). В ней использованы микроволновые антенны для определения расстояния между спутниками с точностью до нескольких микрометров. С этой целью зонды будут постоянно синхронизировать свои часы, посылая и принимая «сигналы точного времени».

Электропитание аппаратов осуществляется от солнечных батарей и литиевых аккумуляторов, снабжающих энергией бортовые системы во время прохождения лунной тени. Каждый из спутников GRAIL по размеру сопоставим со стиральной машиной и весит около 200 кг. Технически оба лунника почти идентичны, хотя есть небольшие конструктивные отличия между аппаратом, который полетит по орбите впереди — это будет GRAIL-B — и его «ведомым» собратом.

Научная фаза программы продлиться 82 дня. Примерно через 40 дней после ее завершения спутники упадут на поверхность Луны.

Помимо решения научных задач, миссия GRAIL будет нести важную образовательную нагрузку: школьники всего мира с помощью камер, установленных на зондах, смогут сделать фотографии любого понравившегося места на Луне. Проект MoonKAM разработала компания Sally Ride Science, которую возглавляет Сэлли Райд — первая женщина-астронавт США. На каждом из спутников установлены четыре специальные камеры: две «смотрят» на поверхность Луны, еще две — вперед и назад. Бесплатно зарегистрировавшись на сайте проекта, его участники смогут следить за движением зондов GRAIL по окололунной орбите, выбирать места для снимков и заказывать их в офисе MoonKAM в Университете штата Калифорния в Сан-Диего. Для того, чтобы желающие могли выбрать интересующий их участок, на сайте будет доступна интерактивная карта Луны, составлен-

[1] Holy Grail — «Святой Грааль» — легендарный сосуд (чаша), которым пользовались Иисус Христос и апостолы во время тайной вечери. Согласно преданиям, обладает мистической силой. Современное местонахождение Грааля неизвестно.
[2] ВПВ №11, 2010, стр. 10



NASA/Goddard Space Flight Center/ASU

Место посадки Apollo 17.

LRO начал работу

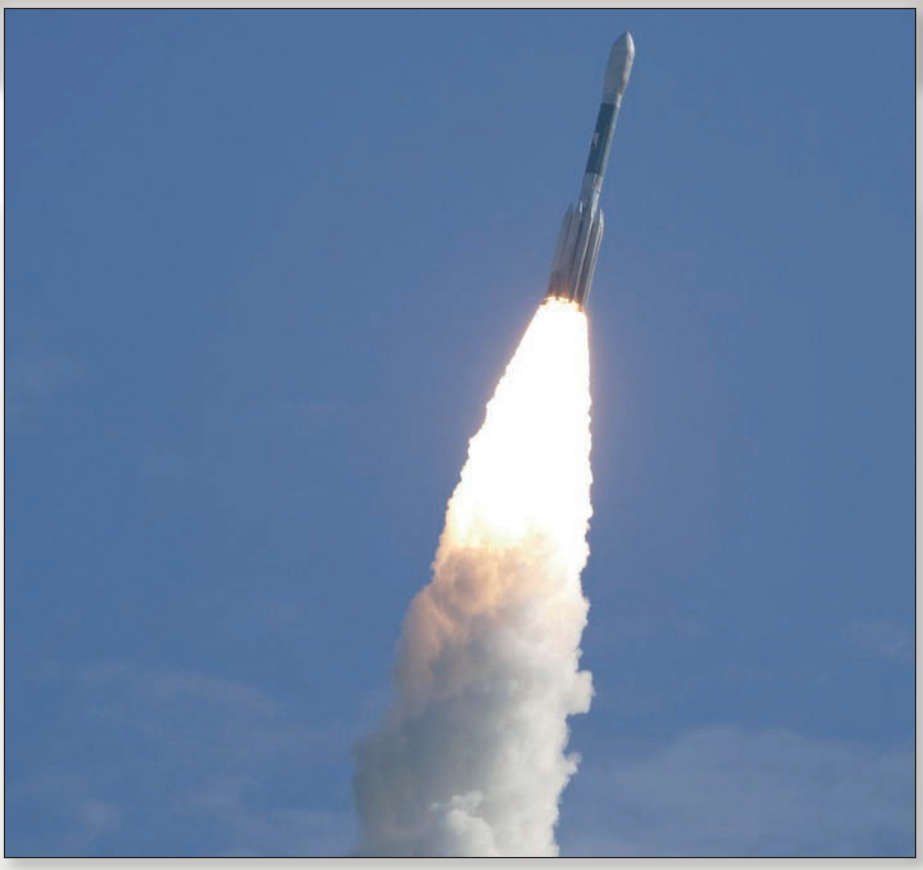
Космический аппарат Lunar Reconnaissance Orbiter (NASA), ведущий с июня 2009 г. исследования естественного спутника Земли,[3] с помощью бортовых реактивных двигателей переведен с круговой орбиты высотой 50 км на эллиптическую траекторию, периселений которой расположен всего в 21 км над лунной поверхностью. На ней автоматический разведчик проработает 28 суток (практически пол-

[3] ВПВ №6, 2009, стр. 2; № 7-8, 2009, стр. 29

ная по данным предыдущих лунных миссий. После того, как GRAIL пролетит над выбранным местом и сделает фотографии, они будут опубликованы в галерее на сайте, и школьники смогут использовать их, например, для своих научных и художественных проектов.

Миссия GRAIL была выбрана из двух десятков других предложений по исследованию естественного спутника Земли. Ученые намерены использовать массу научных инструментов, установленных на борту аппаратов (в том числе тепловые датчики, рентгеновские телескопы и другое оборудование), для изучения лунной коры и мантии, а также ядра Луны, которое, как полагают в настоящее время, довольно сильно отличается по своему составу от земного.

Ранее NASA уже развернула миссию GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment), имевшую целью подробное изучение гравитационного поля Земли. В ходе нее проводилось картографирование гравитационных аномалий путем измерения положений двух идентичных спутников, находящихся на полярной орбите высотой 500 км. Спутники были запущены с космодрома Плесецк 17 марта 2002 г. С тех пор они непрерывно обмениваются радиосигналами в микроволновом диапазоне, что позволяет с микронной точностью отслеживать изменения расстояния между ними. Собственное движение и ориентация определяются с помощью GPS-приемников, акселерометров и звездных датчиков. Кроме того, аппараты оснащены уголковыми отражателями, которые используются системами спутниковой лазерной локации. Спутники GRACE пролетают над каждым участком Земли приблизительно раз в месяц, что дает возможность регистрировать естественные перемещения континентальных масс.



NASA/Darrell McCall

Оставив в небе густой дымный шлейф, ракета-носитель Delta-2 отправила в космос лунные зонды GRAIL.

Ожидается, что на основе данных, полученных в ходе миссии GRAIL, будут построены карты гравитационного поля Луны, по точности в тысячу раз превосходящие ранее созданные. Стоимость разработки, сборки и запуска космических аппаратов составила $375 млн. Общая стоимость всей миссии оценивается в полмиллиарда долларов.

По материалам NASA

на новой орбите

ный цикл смены лунных фаз), после чего вернется на прежнюю орбиту. LRO уже произвел фотографирование с небольшой высоты мест «вечной стоянки» трех посадочных ступеней американских пилотируемых кораблей — Apollo 12, Apollo 14 и Apollo 17. Снимки были опубликованы на сайте миссии 6 сентября. Их разрешение местами достигает 20 см на пиксель — это самые подробные изображения Луны, когда-либо полученные с борта ее искусственного спутника.

На фотографиях, сделанных узкоугольной камерой NAC, заметны небольшие элементы лунного рельефа (отдельные крупные камни), детали конструкции посадочных ступеней, научное оборудование, установленное астронавтами на лунной поверхности. Прекрасно видны следы «лунопроходцев», а в окрестностях модуля Challenger (Apollo 17)[4] — колеи, оставленные в лунном грунте электрическим ровером, на котором Юджин Сернан и первый «внеземной геолог» Харрисон Шмит (Eugene Cernan, Harrison Schmitt)[5] путешествовали по Луне. Причем на новых изображениях следы ровера представляют собой именно «колею» — две четких параллельных кривых, не сливающихся в одну полосу, как на предыдущих снимках. Теперь специалисты могут точнее определить, в каких местах астронавты отбирали пробы лунных пород. Такая информация имеет большую ценность при подробном изучении истории и морфологии нашего естественного спутника.

Источник:
NASA Spacecraft Images Offer Sharper Views of Apollo Landing Sites. NASA/LRO Press Release, 06 Sept.2011.

[4] ВПВ №8, 2005, стр. 31; №12, 2009, стр. 20
[5] ВПВ №10, 2010, стр. 34

Opportunity в кратере Индевор: новый этап исследований Марса

Сергей Гордиенко,
Владимир Манько
«Вселенная, пространство, время»

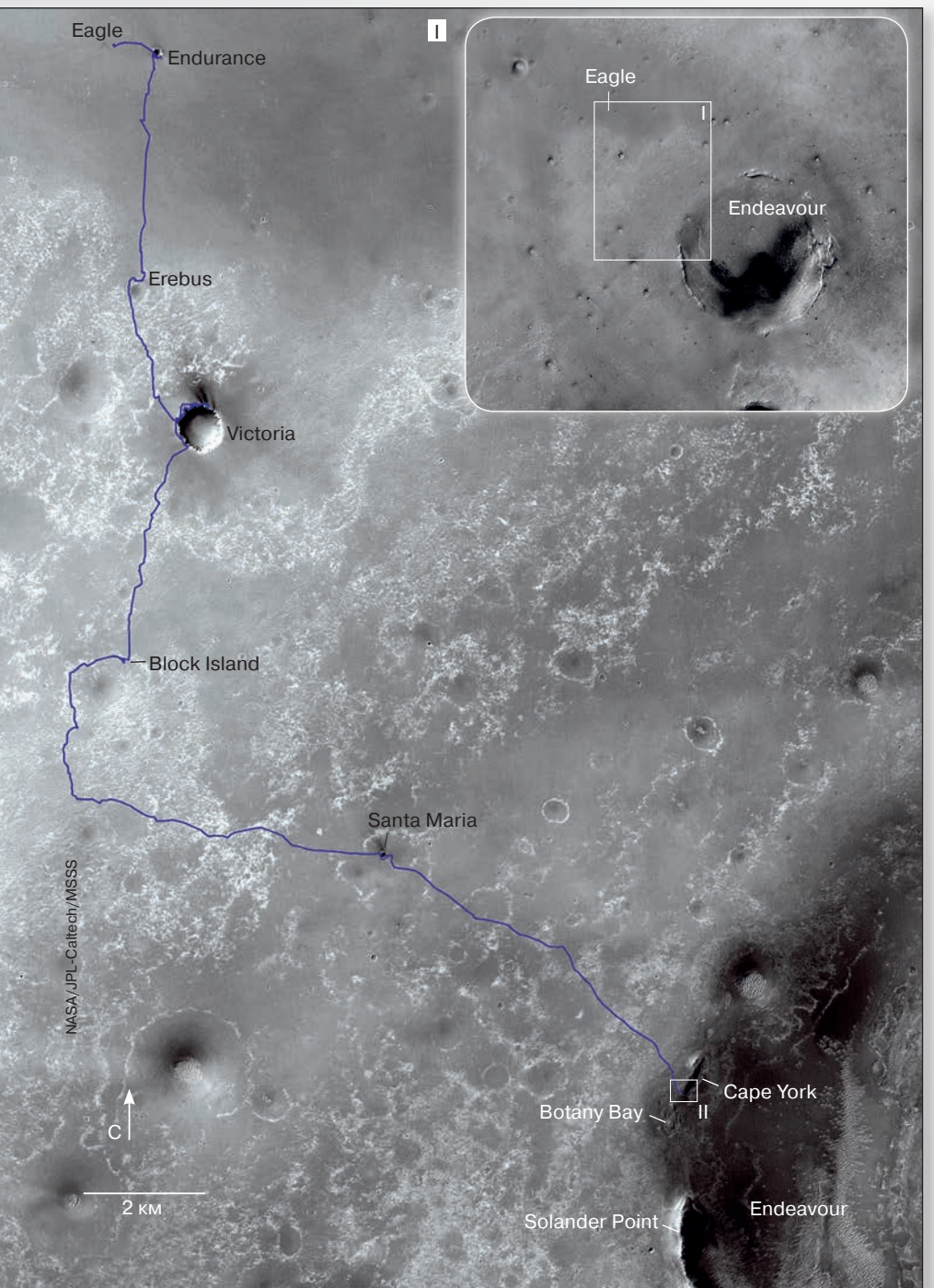
Первые научные исследования, проведенные мобильной лабораторией Opportunity[1] в окрестностях марсианского кратера Индевор (Endeavour),[2] подтвердили предположения планетологов о том, что в этой местности аппарату придется столкнуться с образцами пород, кардинально отличных от встречавшихся ранее. Микрофотографии скалистого выступа, получившего название «Тисдэйл 2» (Tisdale 2), показали, что он представляет собой брекчию — нагромождение мелких каменистых обломков, спрессованных в условиях повышенной температуры. Подобные формации часто встречаются на Луне, однако для Марса они нехарактерны.

Марсоход, проработавший на поверхности соседней планеты уже свыше семи с половиной лет и прошедший за это время расстояние более 33,5 км, был направлен к 22-километровому кратеру, так как здесь ученые собирались найти очень древние минералы, «поднятые» с больших глубин мощным метеоритным ударом. Первые же находки показали, что специалисты не ошиблись в своих расчетах — «Тисдэйл 2» стал для них настоящим сюрпризом. В отличие от большинства ранее изученных образцов марсианского грунта, содержавших сравнительно большие количества сульфатов (солей серной кислоты), этот скалистый выступ оказался настоящим «кладезем» ионов цинка и брома. В остальном он похож по составу на некоторые земные вулканические породы, что, в общем, тоже довольно необычно для Марса.

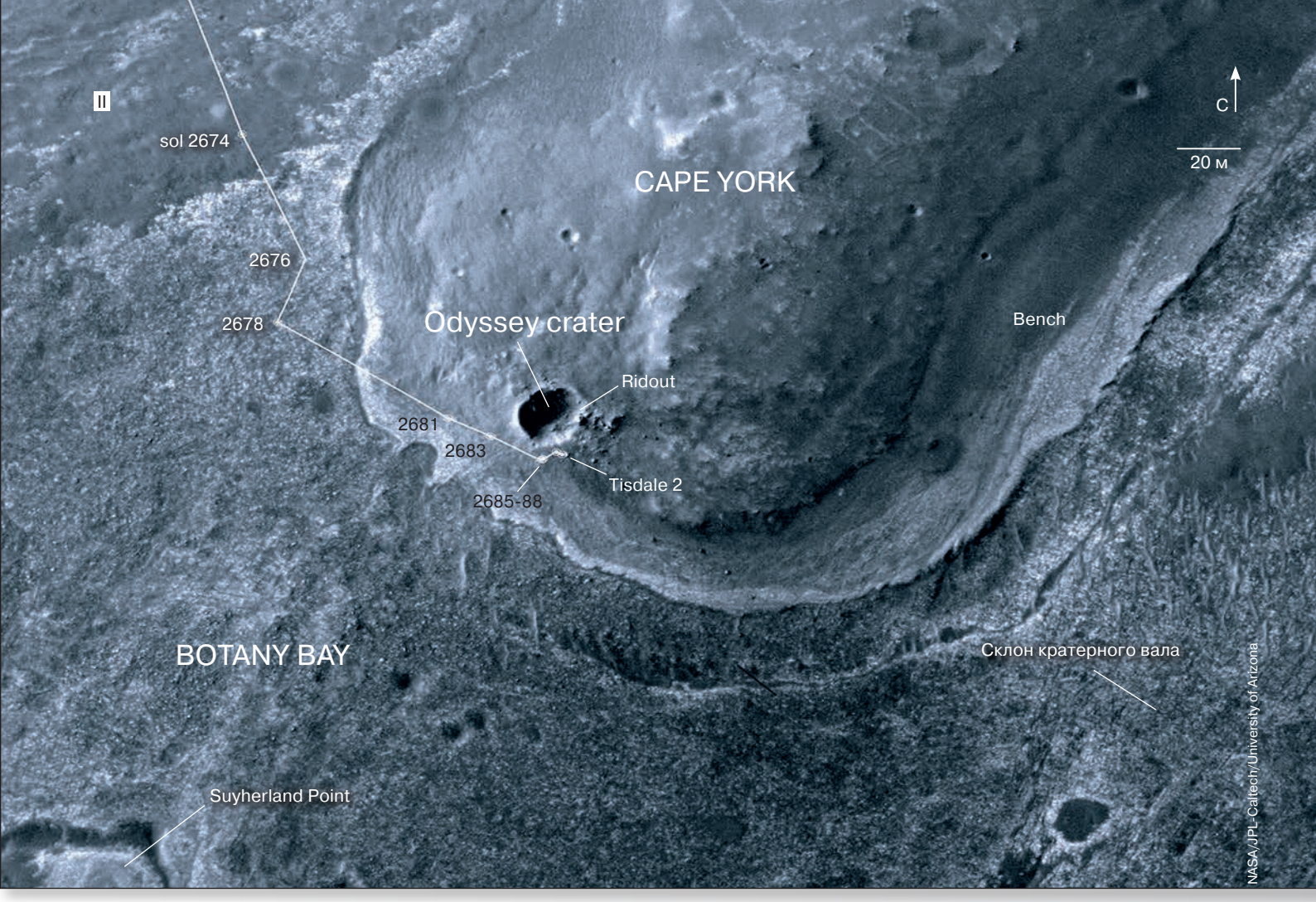
Снимки с ареоцентрической орбиты свидетельствуют о том, что скалы, исследуемые в настоящее время марсоходом, действительно относятся к самым ранним периодам истории планеты, то есть они должны были сформироваться в условиях менее кислой среды, что не могло не отразиться на их минеральном составе. За миллиарды лет мощный кратерный вал разрушился благодаря процессам выветривания, а также почти наверняка под действием водной эрозии, имевшей место в более влажные эпохи. Сейчас от этого вала осталась кольцеобразная цепь невысоких холмов, «пробивающихся» сквозь наслоения осадочных пород в виде пологих скалистых выступов.

«Наш ровер — довольно крепкий старичок, — сообщил один из руководителей проекта марсианских мобильных аппаратов Джон Калласс из Лаборатории реактивного движе-

[1] ВПВ №9, 2009, стр. 22
[2] ВПВ №8, 2011, стр. 20



На карте отмечен маршрут длиной 33,5 км, пройденный марсоходом Opportunity по состоянию на 29 августа 2011 г., или же 2700-й сол (марсианские сутки) его работы на поверхности планеты, от кратера «Игл» (Eagle) до участка кромки кратера «Индевор» (Endeavour), получившего название «Мыс Йорк» (Cape York).
На своем пути Opportunity исследовал кратеры Eagle, Endurance, Erebus, Victoria и Santa Maria, а также железоникелевый метеорит Block Island. С момента прибытия на Марс 25 января 2004 г. аппарат уже проработал 92 земных месяца.



ния (John Callas, JPL NASA), — демонстрирующий, впрочем, признаки старения. Он страдает артритом и некоторыми другими болячками, но в остальном он в добром здравии, хорошо спит по ночам, имеет прекрасный уровень холестерина, и в дальнейшем мы ожидаем от него плодотворных научных исследований.»

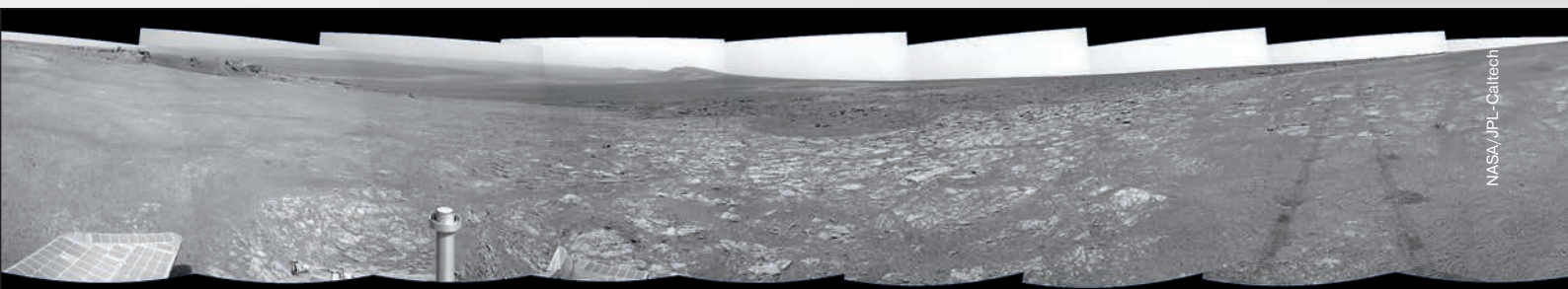
Другие сотрудники группы сопровождения миссии отмечают, что Opportunity на самом деле уже давно «не тот», каким он был сразу после посадки на Красную планету.[3] Он пережил более 2700 марсианских дней и ночей с сопутствующими суточному циклу температурными перепадами, его радиоизотопные термогенераторы уже давно малоэффективны, солнечные панели потеряли часть генерирующих мощностей — но, с другой стороны, бортовой компьютер марсохода удалось перевести на усовершенствованное программное обеспечение, заметно повысившее его функциональность. С учетом того, что роверу теперь придется работать в новом, незнакомом окружении, начало его миссии по изучению кратера Индевор вполне можно трактовать как посадку на Марс еще одного межпланетного аппарата.

Следующей целью Opportunity должно стать компактное, необычно гладкое скалистое обнажение, расположенное к северо-востоку от «Тисдэйл 2». Его участок исследователи собираются предварительно обработать абразивным инструментом марсохода, после чего провести детальную микроскопию полученного шлифа. Потом аппарат направят к пологому холму, условно названному «Мыс Бедствия» (Cape Tribulation) и имеющему высоту более 70 м. По предварительным данным орбитальной съемки, этот холм должен содержать глинистые минералы, образовавшиеся в присутствии жидкой воды.

[3] ВПВ №1, 2004, стр. 22

Путь, по которому Opportunity двигался к скале Tisdale 2 на протяжении последних нескольких недель. Сол 2674 соответствует 2 августа, сол 2688 — 16 августа. Вал к северо-востоку от марсохода получил название «Мыс Йорк» (Cape York), возвышенность к юго-западу — «Высота Сатерленд» (Sutherland Point), низина между ними — «Ботаническая бухта» (Botany Bay).

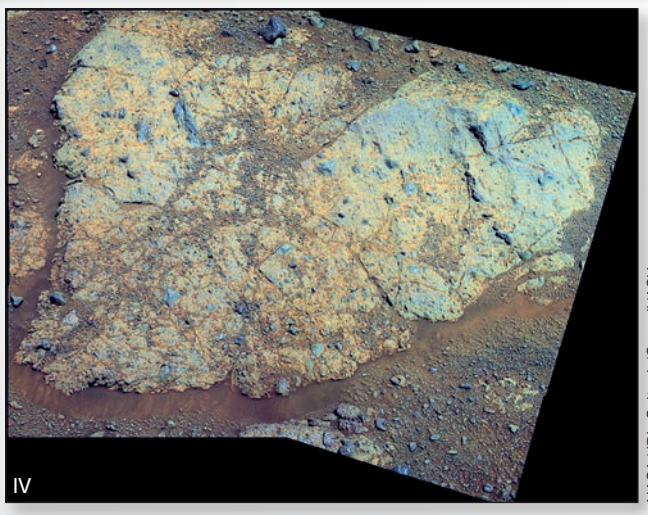
Панорама (почти круговая), составленная из снимков, переданных Opportunity в августе 2011 г. Левый обрез изображения соответствует направлению на северо-восток, правый — на север. Небольшой кратер вверху слева диаметром около 20 м неофициально назвали «Одиссей» (Odyssey) — в честь одноименного космического аппарата, с помощью которого NASA выбирала места посадок марсоходов (ВПВ №3, 2009, стр. 29). Кратер расположен на склоне протяженной возвышенности, простирающейся примерно на 800 м на северо-восток и неофициально названной «Мыс Йорк», На южном горизонте почти в центре снимка — «Высота Солендер» (Solander Point). Справа видны следы колес Opportunity. Ширина колеи — 1 м.











I — К югу от Opportunity расположена «Высота Солендер» (правый верхний угол снимка). Обширный пологий склон в дальнейшем будет исследован марсоходом. Снимок сделан 4 августа 2011 г. (2676-й сол).

II — Снимки, из которых составлено это мозаичное изображение, получены марсоходом 6 августа (2678-й сол). Поверхность «Ботанической бухты» усеяна грубыми бесформенными светлыми глыбами. По результатам наблюдений с околомарсианской орбиты можно сделать вывод, что в поверхностных слоях в этой области (а также в окрестностях кратера «Одиссей» на склоне «Мыса Йорк») содержатся относительно свежие обнажения богатых сульфатами пород. Центр снимка соответствует направлению на юго-восток.

III — Протяженные жилы белых обнажений видны на склоне «Мыса Йорк» недалеко от кратера «Одиссей». Возможно, их сформировали минералы, ранее растворенные в грунтовых водах и вынесенные ими на поверхность.

В момент образования «Одиссея» было выброшено множество обломков пород. На снимке они расположены правее кратера. Один из них, получивший имя «Тисдэйл 2» (Tisdale2), стал первым объектом исследований марсохода на новом месте работы.

IV — Скалистый выступ, получивший неофициальное название «Озеро Честер» (Chester Lake), стал вторым из таких выступов на валу кратера Индевор, к которому приблизился марсоход Opportunity и исследовал его с помощью инструментов, закрепленных на манипуляторе. Это изображение получено суммированием трех снимков, сделанных 7 сентября 2011 г. (2709-й сол). Фотографирование производилось панорамной камерой Pancam через светофильтры, центрированные на длину волны 432 нм (фиолетовый свет), 535 нм (зеленый) и 753 нм (ближний инфракрасный диапазон).

«Озеро Честер» имеет поперечник около метра и находится на внутреннем (юго-восточном) склоне гребня «Мыс Йорк», вместе с соседними подобными деталями рельефа формирующего западную часть кратерного вала. Этот выступ был выбран в качестве цели научных исследований, поскольку выглядит как фрагмент «материнских» подстилающих пород. Он заметно отличается от «Тисдэйл-2». Сходство между ними заключается в том, что оба они представляют собой брекчии. 11 сентября образец «Озера Честер» был изучен с помощью микроскопа и альфа-спектрометра, позже к этим инструментам «присоединился» спектрометр Мессбауэра. Данные, полученные этими приборами, помогут воссоздать химический и минералогический состав обломка, а также судить о его возрасте и условиях, в которых он сформировался.

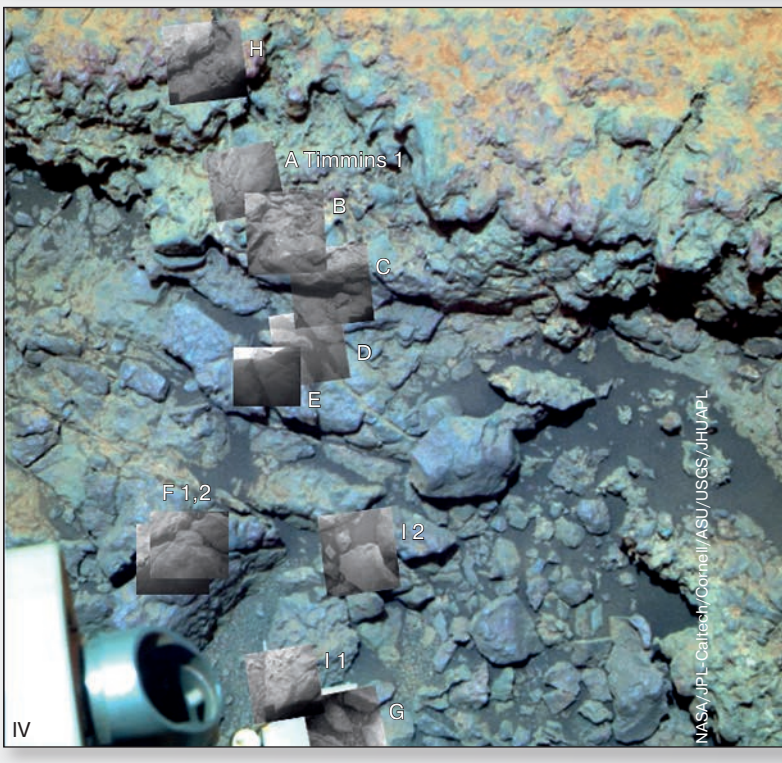

I



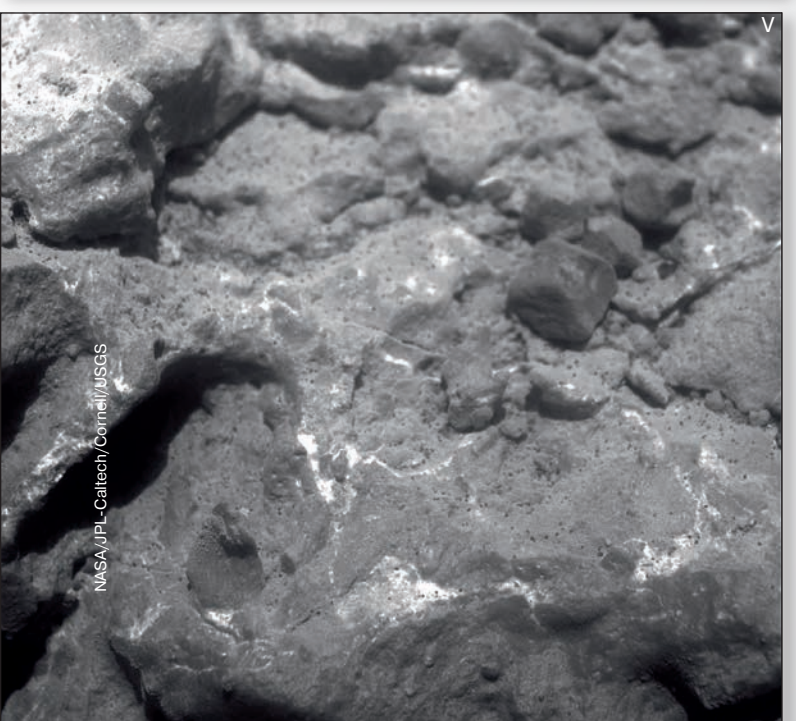
II



III



IV



V

I — 23 августа 2011 г. марсоход Opportunity сделал этот снимок выступа «Тисдэйл-2» — более светлого по сравнению с окружающим грунтом обнажения каменистых пород — с помощью своей навигационной камеры.

II — В кадр попала механическая «рука» Opportunity, несущая несколько научных инструментов. Из-за неисправности сочленения она постоянно находится в рабочей позиции.

III — «Тисдэйл-2» — первый скалистый выступ на краю кратера Индевор, исследованный Opportunity. Его состав и текстура кардинально отличаются от всех объектов, ранее встретившихся на пути мобильной лаборатории. «Тисдэйл-2» представляет собой брекчию. Высота обнажения — около 30 см. Вероятнее всего, этот фрагмент (наряду с несколькими другими, лежащими неподалеку) является обломком породы, выбитым метеоритным ударом с марсианской поверхности при образовании кратера «Одиссей», который находится недалеко от левого (северного) края снимка.

IV — Общий вид скалистого обнажения «Тисдэйл-2», на котором отмечены участки, отснятые с помощью микроскопа (подписаны неофициальным названием Timmins 1 и буквами от A до I). Исследования его состава производились с помощью рентгеновского и альфа-спектрометра. Фотография сделана панорамной камерой Opportunity и представлена в условных цветах.

V — Группа сопровождения Opportunity задействовала камеру для получения микроскопических изображений, чтобы крупным планом запечатлеть текстуру части выступа «Тисдэйл-2». Изображение было получено 22 августа (на 2694-й сол работы ровера на поверхности соседней планеты) и охватывает участок шириной 3 см. Хорошо заметны так называемые «брекчиаты» — сплавленные скалистые обломки, «зацементированные» в расплаве мелкодисперсной породы.

Опубликованы первые результаты миссии «Хаябуса»

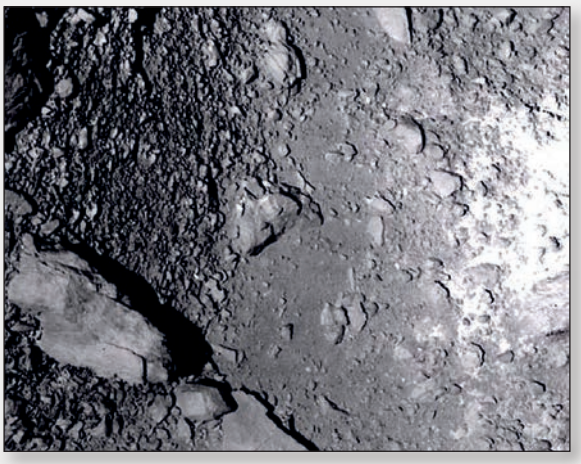
Доставленные на Землю японским аппаратом «Хаябуса»[1] частички внеземного вещества помогли прояснить прошлое астероида Итокава (25143 Itokawa) и даже заглянуть в будущее этого небесного тела. Сразу шесть статей на эту тему появились в журнале Science. Вкратце результаты исследований изложены в New Scientist и Nature News.

Итокава был выбран в качестве цели миссии по той причине, что, по данным спектроскопических наблюдений, он относится к астероидам S-типа (S — «silicium», кремний), которые считаются источниками подавляющего большинства метеоритов, падающих на нашу планету. Такие объекты, как правило, находятся во внутренней части главного астероидного пояса,[2] поэтому ученым показалось логичным, что их фрагменты очень часто оказываются на Земле. Однако проверить эту гипотезу никто не мог, ибо в распоряжении специалистов имелись только наземные телескопы и данные космических аппаратов, осуществивших съемку нескольких «небесных камней» с пролетной траектории.

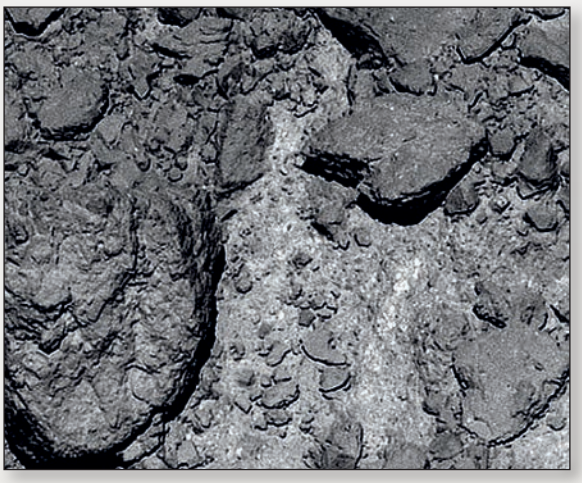
Выяснилось, что Итокаву действительно можно считать источником обыкновенных хондритов, однако по своему минералогическому составу этот объект все же отличается от наиболее распространенных метеоритов данного класса. Большинство из них относятся к H- и L-хондритам (соответственно с высоким и низким содержанием железа), в то время как в образцах Итокавы содержание железа незначительное. Его аналоги — LL-хондриты — встречаются на Земле реже всего.

Исследователи также смогли измерить величину эффекта «космического выветривания» — процесса, при котором поверхность астероидов изменяется под действием космического излучения, солнечного ветра и микрометеоритов. Эти изменения (наряду с содержанием гелия, неона и аргона в астероидных образцах) помогли определить, как долго поверхность была подвержена влиянию факторов открытого космоса. Результат оказался неожиданным: Кейсуке Нагао из Университета Токио и его коллеги показали, что пыль Итокавы подвергалась воздействию космического излучения не более 8 млн. лет. Столь короткий по меркам возраста Солнечной системы период указывает на то, что каждый миллион лет астероид «теряет» поверхностный слой толщиной в несколько десятков сантиметров. Иными словами, жизнь небольшого астероида довольно коротка — всего несколько сотен миллионов лет.

Еще одно важное открытие заключается в том, что минералы, содержащиеся в грунте Итокавы, оказались метаморфизированы. Это означает, что в течение длительного времени они были разогреты примерно до 800°C. Планетолог Томоки Накамура и его коллеги из Университета Тохоку полагают, что источником тепла служил радиоактивный распад изотопа алюминия с атомной массой 26. Этот недолговечный изотоп был основным «топливом» Солнечной системы в первые несколько миллионов лет ее существования. Однако маленький Итокава не мог содержать его в количестве, достаточном для метаморфизации пород. Чтобы температура в его недрах достигла вычисленных значений, «небесному камню» необходимо было иметь поперечник около 20 км. Это говорит о том, что нынешний Итокава является фрагментом более крупного тела. Впрочем, не все частицы пыли несут следы такого же нагрева, то есть некоторые породы оставались сравнительно холодными. Примечателен и сам факт того, что автоматический аппарат при отказавшем грунтозаборном устройстве[3] смог собрать мелкие фрагменты поверхности астероида — это указывает на их непрерывное «производство» (вероятно, в ходе сейсмических процессов или столкновений с микрометеоритами) и соответственно постоянное присутствие некоторого их количества в окрестностях Итокавы.



Окрестности «Обломка карандаша» (Pencil Boulder, 19.11.2005)



Поверхность астероида Итокава (12.11.2005).



Местность вблизи кратера Комада (09.11.2005).

[1] ВПВ №3, 2009, стр. 33; №6, 2010, стр. 18; №12, 2010, стр. 13

[2] ВПВ №4, 2004, стр. 16; №1, 2010, стр. 8

[3] ВПВ №12, 2005, стр. 24; №1, 2006, стр. 21

Российский грузовой корабль не вышел на орбиту

Стартовавшая 24 августа с космодрома Байконур ракета-носитель «Союз-У» с грузовым кораблем «Прогресс М-12М» потерпела аварию на 325-й секунде полета, не доставив полезную нагрузку на заданную орбиту. Космический аппарат вместе с третьей ступенью РН сгорел в атмосфере, а его обломки упали на Землю (часть их уже найдена в районе Горного Алтая).

«Прогресс М-12М» должен был доставить на Международную космическую станцию (МКС) более 3,5 тонн различных грузов. Его стыковка с орбитальным комплексом была запланирована на 26 августа.

За несколько дней до этого ЧП ракета «Протон-М» с разгонным блоком (РБ) «Бриз-М» не смогла вывести на расчетную орбиту космический аппарат «Экспресс АМ-4» из-за сбоя в системе РБ. В декабре 2010 г. похожим образом были потеряны три спутника «Глонасс-М», поскольку в разгонный блок из-за ошибки в технической документации залили лишнее топливо.[1] В феврале 2011 г. не вышел на орбиту геодезический космический аппарат военного назначения «Гео-ИК-2». Все эти аварии вызвали дискуссии о ситуации в ракетно-космической отрасли России.

Сам факт потери за одну неделю грузового корабля и тяжелого спутника связи заинтересовал Генпрокуратуру РФ. Генеральный прокурор Юрий Чайка поручил прокурору космодрома Байконур провести проверку исполнения законодательства при производстве космических аппаратов и их запусках. Для этих целей привлечены специалисты, которые должны будут установить причины сбоев при пусках РН и впоследствии дать правовую оценку действиям должностных лиц.

Межведомственная комиссия по запуску транспортного грузового космического корабля «Прогресс М-12М» под руководством директора Государственного научного центра ФГУП «Исследовательский центр имени М.В.Келдыша» академика А.С.Коротеева установила, что подготовка агрегатов, систем технического и стартового комплексов, а также пуск РН «Союз-У» производились в соответствии с эксплуатационной документацией. Первая и вторая ступени РН на участке выведения функционировали штатно, система управления обеспечила устойчивый полет ракеты по заданной траектории. Разделение первых двух ступеней также произошло в расчетное время без замечаний.

На основе проведенного анализа параметров, характеризующих работу двигательной установки третьей ступени, и полученной телеметрической информации был сделан вывод об уменьшении расхода горючего в газогенераторе турбонасоса вследствие засорения тракта его подачи. Это привело к нарушению условий работы, снижению тяговых характеристик двигателя и его последующему выключению по команде «Аварийное выключение двигателя».

Члены комиссии пришли к выводу о том, что выявленный производственный дефект является случайным. Вместе с тем, решение о его квалификации как единичного следует принять только после перепроверки и проведения последующего контроля по специальной программе всех уже изготовленных двигательных установок и их компонентов. Из-за аварии «Прогресса» возвращение на Землю трех из шести членов экипажа МКС было отложено с 8 на 16 сентября.

Замена двигателей третьих ступеней будет произведена также на двух РН «Союз», готовящихся к запуску с космодрома Куру (Французская Гвиана).[2] Их третьи ступени отправятся обратно в Россию, вместо них на Куру будут доставлены новые. Эта операция не скажется на датах пусков ракет. Первый, как и раньше, запланирован на 20 октября 2011 г., второй — на декабрь этого же года.

По результатам работы Межведомственной комиссии по запуску корабля «Прогресс М-12М» Федеральным космическим агентством РФ утвержден новый график подготовки и пусков космических кораблей «Прогресс» и «Союз». В соответствии с ним старты РН с грузовыми кораблями намечены на 30 октября 2011 г. и 26 января 2012 г., запуски пилотируемых кораблей «Союз» должны состояться 14 ноября и 21 декабря текущего года.

Источник:
Новости космонавтики

[1] ВПВ №12, 2010, стр. 33

[2] ВПВ №5, 2011, стр. 27

«Союз» вернулся на неделю позже

16 сентября 2011 г. в 7 часов 59 минут по московскому времени (03:59 UTC) спускаемый аппарат космического корабля «Союз ТМА-21» с космонавтами Андреем Борисенко, Александром Самокутяевым и астронавтом Рональдом Гараном (Ronald Garan) совершил успешную посадку в 149 км от казахского города Жезказгана. Самочувствие членов экипажа после приземления нормальное.

Продолжительность полета Борисенко, Самокутяева и Гарана составила 164 дня 5 часов 41 минуту. За время 27-й и 28-й длительных экспедиций станцию посетили два российских грузовых корабля «Прогресс», пилотируемый корабль «Союз ТМА-02М» и два последних американских шаттла. Осуществлено по одному выходу в открытый космос от российской и американской стороны.

На российском сегменте МКС реализовано около полусотни научных экспериментов по различным направлениям: дистанционное зондирование Земли, геофизические, биотехнологические и медицинские исследования, образовательные программы. Результаты ряда из них доставлены на Землю на борту «Союза ТМА-21».

На станции продолжает работу экипаж 29-й длительной экспедиции в составе: командир — астронавт NASA Майкл Фоссум (Michael Edward Fossum), бортинженеры — космонавт «Роскосмоса» Сергей Волков и астронавт JAXA Сатоши Фурукава.

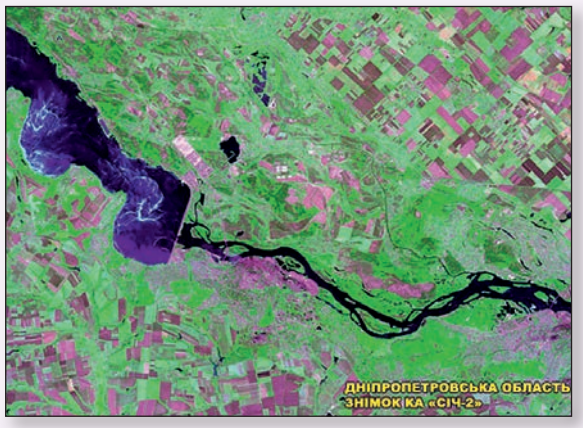
Российское федеральное космическое агентство в очередной раз скорректировало даты запусков двух пилотируемых кораблей, отложенных после аварии грузового корабля «Прогресс М-12М»: старт следующего «Союза» состоится не 12, а 14 ноября, последняя же в этом году экспедиция отправится на МКС не 20, а 21 декабря.

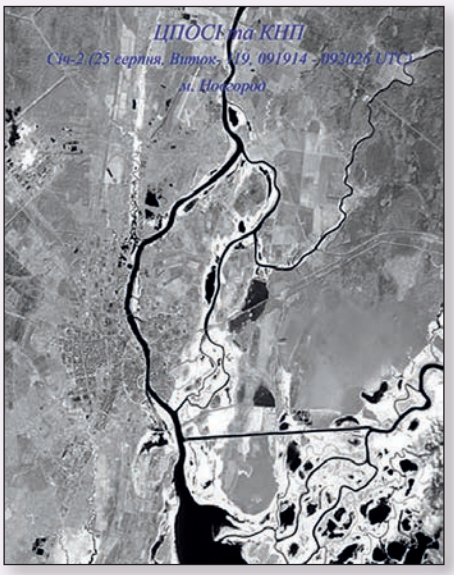
Источник: Роскосмос



РИА «Новости»

Первые снимки спутника «Січ-2»





Согласно программе летно-конструкторских испытаний украинского искусственного спутника Земли «Січ-2» 25 августа 2011 г. с его помощью была выполнена первая съемка земной поверхности. Полученная информация поступала с борта КА непосредственно на станцию Центра приема и обработки специальной информации и контроля навигационного поля (г. Дунаевцы, Хмельницкая обл.).

Летно-конструкторские испытания, после которых начнется основная программа эксплуатации спутника, рассчитаны на 35 суток и предусматривают проведение съемки различных районов Земли, а также выполнение научных измерений в рамках эксперимента «Потенциал».

Спутник был запущен ракетой-носителем «Днепр» с пусковой базы «Ясный» (Российская Федерация) 17 августа 2011 г.[1]

[1] ВПВ №8, 2011, стр. 15

Запуск орбитального модуля «Тяньгун-1» снова отложен

Отправка на околоземную орбиту китайского лабораторного модуля «Тяньгун-1» откладывается в связи с недавним неудачным запуском научно-исследовательского спутника «Шицзянь-11-04», который 18 августа из-за неисправности ракеты-носителя не вышел на расчетную орбиту. Запуск был осуществлен при помощи РН «Великий поход-2С» («Чанчжэн-2С»).

По словам представителя руководства китайской космической программы, решение отложить запуск «Тяньгун-1» связано с тем, что РН «Чанчжэн-2F», предназначенная для отправки в космос орбитального модуля, принадлежит к той же серии, что и «Чанчжэн-2С», на котором произошел технический сбой. Новая дата старта будет определена по результатам расследования.

«Тяньгун-1» (буквально «небесный чертог») должен стать первой китайской долговременной обитаемой станцией на околоземной орбите. Согласно ранее опубликованным планам, в следующем году к нему собирались отправить один беспилотный («Шэньчжоу-8») и два пилотируемых космических корабля.[2]

[2] ВПВ №2, 2011, стр. 32

Завершен полет грузового корабля «Прогресс М-11М»

После отстыковки автоматического транспортного корабля «Прогресс М-11М» от Международной космической станции, состоявшейся 23 августа, в 09:34 GMT 1 сентября в соответствии с программой полета его маршевый двигатель был включен на торможение. Отработав 180 секунд, он сообщил «грузовику» тормозной импульс величиной 91,8 м/с, после чего корабль сошел с орбиты и прекратил свое существование над заданной акваторией южной части Тихого океана. Координаты центра района падения несгоревших элементов конструкции — 40°8' ю.ш., 135°2' з.д., примерное время падения — 10:21 GMT.

«Прогресс М-11М» был выведен на околоземную орбиту 21 июня 2011 г. и спустя двое суток пристыкован к агрегатному отсеку служебного модуля «Звезда». Корабль доставил на МКС более 2,6 тонн различных грузов, необходимых для поддержания жизнедеятельности экипажа станции.

В течение недели после отстыковки в ходе автономного полета проводился эксперимент «Радар-Прогресс» по определению плотности, температуры и состава локальных неоднородностей ионосферы, возникающих в результате работы двигателей корабля.



Китайский лунник достиг точки Лагранжа

Китайский спутник зондирования Луны «Чанъэ-2», который 9 июня покинул окололунную орбиту, 25 августа вышел в точку Лагранжа L_2 системы «Солнце-Земля», где он будет находиться в течение следующего года, продолжая научные исследования.

«Чанъэ-2» стартовал к Луне 1 октября 2010 г.[3] К апрелю аппарат успешно выполнил основную миссию. Поскольку у него оставался запас топлива для бортовых реактивных двигателей, ученые решили возложить на него три дополнительных задачи. Во-первых, спутник должен был доснять окрестности южного и северного полюсов Луны, во-вторых — сфотографировать с высоким разрешением участок, подходящий для посадки лунохода, и наконец, исследовать космическое пространство вблизи лагранжевой точки.

[3] ВПВ №10, 2010, стр. 24

Американцам разрешили строить частные космопорты

Федеральная администрация гражданской авиации США (FAA) начала выделение грантов на строительство частных космопортов, которые обеспечат выполнение суборбитальных полетов, а в будущем — доставку пассажиров и грузов на околоземную орбиту. Гранты являются очередным шагом к реализации плана по созданию коммерческой космической инфраструктуры — она возьмет на себя часть государственных проектов по работе в космосе, а также впервые откроет широкий доступ в космическое пространство частным фирмам и научным организациям.

Финансирование выделено для реализации трех крупных проектов по строительству космопортов.

Первым получил грант в размере $125 тыс. Среднеатлантический региональный космопорт (Mid-Atlantic Regional Spaceport), занимающий южную часть территории принадлежащего NASA Центра полетов Уоллопс на полуострове Делмарва к югу от Чинкотиги в штате Вирджиния. Этот объект обеспечит полный комплекс услуг по запуску коммерческих, государственных и научных космических аппаратов — как иностранных, так и американских. Уже составлен список стартов с этой площадки: в этом году с нее будет запущена ракета-носитель ВВС США, в следующем году ракеты Taurus II выведут на орбиту научную лабораторию и грузовой корабль для снабжения Международной космической станции, в 2013 г. из этого космопорта отправится в космос лунный зонд LADEE (NASA)[1] и два транспортных корабля к МКС, а в 2014 и 2015 г. — еще по два «грузовика».

Грант в $125 тыс. получит космопорт в Восточном Керне в штате Калифорния (Mojave Air and Space Port). На этом действующем аэродроме работают несколько компаний, совершенствующих авиационные технологии, а также базируется коммерческая Национальная школа летчиков-испытателей. В частности, именно отсюда стартовал суборбитальный самолет SpaceShipOne (SS1),[2] который в настоящее время успешно проходит летные испытания. Первые пассажирские рейсы SS1 выполнит также с этой площадки. Кроме того, со взлетно-посадочной полосы этого космопорта будет взлетать суборбитальный ракетоплан Lynx компании XCOR.

Грант в $249 тыс. получил космопорт Spaceport America в Нью-Мексико. Он является базовым для компании Virgin Group, которая планирует использовать его для запуска своего суборбитального корабля SpaceShipTwo.

К настоящему времени FAA выдала более 200 лицензий на запуски и утвердила 8 стартовых площадок, которые станут центрами коммерческого освоения космоса.



NASA

Космопорт Mid-Atlantic Regional Spaceport.



Ian Kluft

Космопорт Mojave Air and Space Port.

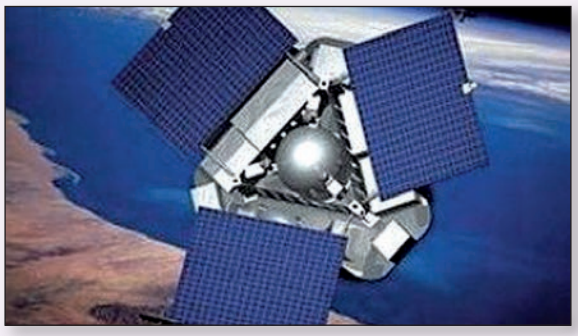


Spaceport America

Spaceport America. Центр управления (Space Operations Center — на переднем плане) и терминал. Июль 2011 г.

[1] ВПВ №11, 2010, стр. 10
[2] ВПВ №5, 2011, стр. 23

НПО ИМ. ЛАВОЧКИНА
Перспективные планы освоения космического пространства


НПО имени С.А. Лавочкина

Ряд малоразмерных космических аппаратов (МКА) различного назначения, сконструированных ведущими российскими научными институтами на базе универсальной платформы «Карат», планируют запустить в период с 2011 по 2015 г.

Создание МКА для проведения научных исследований обусловлено значительно возросшими технологическими возможностями, миниатюризацией служебных и научных систем и приборов. Такие аппараты предназначены для решения отдельных целевых задач с ограниченным составом научной аппаратуры. Наиболее рациональным путем создания широкого спектра МКА является, в частности, унификация служебных систем космических аппаратов посредством создания универсальных платформ. В результате рассмотрения предложенных проектов Российская Академия Наук приняла решение о целевых задачах первых спутников на базе платформы «Карат», на которой предлагается разработать целый ряд МКА массой не более 250 кг каждый. Их запуск предполагается осуществлять в виде попутной полезной нагрузки.

Первым в сентябре 2011 г. с космодрома Байконур должен отправиться в полет «Зонд-ПП». Основным полезным грузом РН «Союз-ФГ» с разгонным блоком «Фрегат» станут российский спутник «Канопус-В» и белорусский «БелКА-2», а попутными — «Зонд-ПП» вместе с немецким аппаратом TET-1 и канадским ADS-1B. Спутник, разработанный совместно НПО Лавочкина, Институтом космических исследований (ИКИ) и Институтом радиотехники и электроники (ИРЭ) имени В.А.Котельникова, предназначен для определения характеристик земной поверхности. С помощью радиометра L-диапазона аппарат будет картировать влажность почв, соленость океанов, получать другую важную информацию в области метеорологии и климатологии. Радиометр РК-21-8 разработан Специальным конструкторским бюро (СКБ) ИРЭ. Он способен различать 10 градаций влажности и пять градаций солености.

На 2012 г. запланирован запуск еще одного спутника серии МКА, оснащенного сразу двумя научными приборами: «Моника», который создали Московский инженерно-физический институт (МИФИ), Физический институт имени П.Н. Лебедева (ФИАН) и Московский физико-технический институт (МФТИ), и «Рэлек» (Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В.Скобельцына при Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова и ФИАН). «Моника» должна исследовать физические механизмы генерации космических лучей, образующихся при активных процессах на Солнце и в гелиосфере, а также проводить измерения их ядерного, изотопного и ионного состава. Основная задача «Рэлека» — изучение физических механизмов воздействия на атмосферу Земли энергичных частиц солнечного, магнитосферного и атмосферного происхождения.

МКА «Конус», создаваемый в кооперации НПО Лавочкина, Физико-технического института (ФТИ) имени А.Ф.Иоффе и АО «Кристалл», собираются вывести на орбиту в 2013-2014 гг. Аппарат предназначен для регистрации с высоким разрешением временных профилей космических гамма-всплесков, их энергетических спектров и быстрой спектральной переменности. Спутник будет также изучать новые проявления активности источников мягких повторных всплесков, необычных транзиентных явлений в космическом рентгеновском и гамма-излучении, осуществлять поиск новых источников повторных гамма-всплесков (гамма-репитеров).

В 2014 г. РН «Союз-2-1Б» должна вывести на орбиту целое созвездие МКА «Резонанс» (№1А, 1В, 2А, 2В), разработанных в НПО Лавочкина и ИКИ и предназначенных для исследования магнитосферы Земли.

МКА «Странник» — детище большой кооперации, которая, кроме НПО Лавочкина и ИКИ, включает Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн имени Н.В.Пушкова (ИЗМИРАН), Научно-исследовательский институт физики имени В.А.Фока Санкт-Петербургского государственного университета (НИИФ СПбГУ), Научно-исследовательский институт прикладной механики и электродинамики Московского авиационного института (НИИПМЭ МАИ) и Институт прикладной физики (ИПФ). Задача этого спутника — экспериментальное изучение динамики многомасштабной турбулентности плазмы, в том числе процесса аннигиляции магнитного поля в тонких токовых слоях. Эксперимент предполагает многомасштабные измерения — от инерционной длины электрона до межзвездного ветра. Отличительной особенностью «Странника» станет наличие двигателей коррекции, с помощью которых он сможет изменять орбиту. Запуск аппарата запланирован на 2014 г.

На 2015 г. намечена реализация проекта солнечной обсерватории «Арка», разработанной совместными усилиями НПО Лавочкина и ФИАН в кооперации с коллегами из Смитсоновской астрофизической обсерватория Гарвардского университета (Smithsonian Astrophysical Observatory, Harvard University) и Центра космических полетов имени Маршалла NASA. Фундаментальная задача КА — исследование энергетики процессов в области перехода между хромосферой и солнечной короной, где происходит разогрев плазмы.

В перспективе на базе платформы «Карат» планируют реализовать и проект «Рой» по экспериментальному исследованию проблем многомасштабной турбулентности в движущейся плазме. Спутники для этого проекта собираются запустить в 2017-2019 гг. с космодрома Плесецк. Работы в настоящее время находятся в «бумажной» фазе «А»; переход к фазе «Б» (производство приборов и КА) намечен на 2013 г.

* * *

Российский производитель космических аппаратов и разгонных блоков ФГУП «Научно-производственное объединение им. С.А.Лавочкина» планирует в период с 2013 по 2020 гг. запустить 8 автоматических станций для исследования планет и малых тел Солнечной системы. Основой конструкции перспективных КА являются уже созданные космические служебные модули, прошедшие полный цикл наземной отработки с положительными результатами.

Первый запуск КА «для проведения космических фундаментальных научных исследований» намечен на 2013 г., и его целью станет естественный спутник Земли. Аппарат «Луна-Ресурс» должен будет провести разведку природных ресурсов Луны. Вместе с ним стартует мобильная исследовательская станция-луноход. Годом позже НПО собирается запустить аппарат «Луна-Глоб». Его задачи: получение результатов «мирового уровня» в исследованиях внутреннего строения Луны и кратеров на лунном южном полюсе; исследование воздействия на Луну приходящих корпускулярных (связанных с мельчайшими частицами материи) потоков и электромагнитного излучения. Далее в космос отправится «Венера-Д» (запуск запланирован на 2016 г.). Она должна изучить химический состав атмосферы ближайшей планеты, на этапе спуска провести съемку ее поверхности, а после посадки — панорамную съемку; определить минеральный состав вещества поверхностного слоя; точно измерить температуру, давление, свойства потоков излучения и характеристики аэрозольной среды; получить данные о венерианской сейсмической активности. В том же году Землю должен покинуть «Марс-НЭТ», на который возложена задача вести «непрерывный и глобальный» мониторинг климата и сейсмической обстановки на Красной планете, а также обеспечить будущие марсианские экспедиции навигационными данными.

На 2020 г. запланирован запуск ряда АМС. В их числе — «Апофис», предназначенный для уточнения траектории угрожающего Земле астероида 99942 Apophis путем установки на нем радиомаяка и других маркеров для осуществления высокоточного сопровождения этого небесного тела, а также для исследования его структурных и физических свойств с целью изучения возможных вариантов воздействия на него. Аппарат «Экспедиция-М» должен доставить образцы марсианских пород на Землю, уточнить модели атмосферы и поверхности Марса, произвести детальный геохимический анализ марсианского грунта, а также исследовать процессы взаимодействия атмосферы, солнечного излучения и поверхности планеты.

«Лаплас-Европа П» отправится к Юпитеру и его спутнику Европе; последний будет изучаться дистанционно с искусственного спутника «Европа П» и контактными методами — с помощью посадочного зонда, который возьмет пробы вещества для исследования его состава и выявления признаков экзобиологической активности.

«Меркурий-П» предназначен для исследования морфологии, околопланетной плазмы, кратерированности, структуры поверхности Меркурия, а также проведения его картографирования, химического анализа грунта, сейсмометрии, гравиметрии.

Предварительный проектно-конструкторский и технологический анализ автоматических КА для реализации перспективной программы фундаментальных научных исследований показывает целесообразность их создания на базе уже имеющихся служебных модулей «Фобос-Грунт» с необходимыми доработками, что обеспечит выполнение указанной программы с заданной надежностью и эффективностью в условиях реального финансирования.

По материалам журнала «Вестник ФГУП "НПО имени Лавочкина"»

Летные испытания радиотелескопа «Спектр-Р» продолжаются

В соответствии с программой летных испытаний космического аппарата «Спектр-Р»[1] специалисты центра управления полетом ФГУП «НПО им. Лавочкина» продолжают проверку функционирования комплекта оборудования спутника. Согласно последним данным, все его системы работают нормально.

Проведен контроль режимов функционирования бортового комплекса управления и радиокомплекса, ответственного за передачу служебной телеметрии, телеметрической системы (обеспечивающей сбор, хранение и передачу информации). Также протестированы вычислительные средства комплекса управления. Практически завершено тестирование всех основных и резервных комплектов аппаратуры радиотелескопа, за исключением приемников и передатчика высокоинформативного радиоканала (ВИРК). Ведутся подготовительные работы по обеспечению наведения остронаправленной антенны ВИРК на станцию слежения в Пущино. На борт отправлена информация о текущих параметрах орбиты аппарата для отработки задач навигации и разворота фотоэлектрических панелей в сторону Солнца. Также ведутся исследования динамических и температурных параметров работы спутника. Радиотелескоп переориентирован в оптимальное положение относительно Солнца.

Комплексом «Плазма-Ф» начаты регулярные наблюдения солнечной плазмы (исследования параметров солнечного ветра, межпланетного магнитного поля и космических лучей). Все задействованное оборудование функционирует штатно.

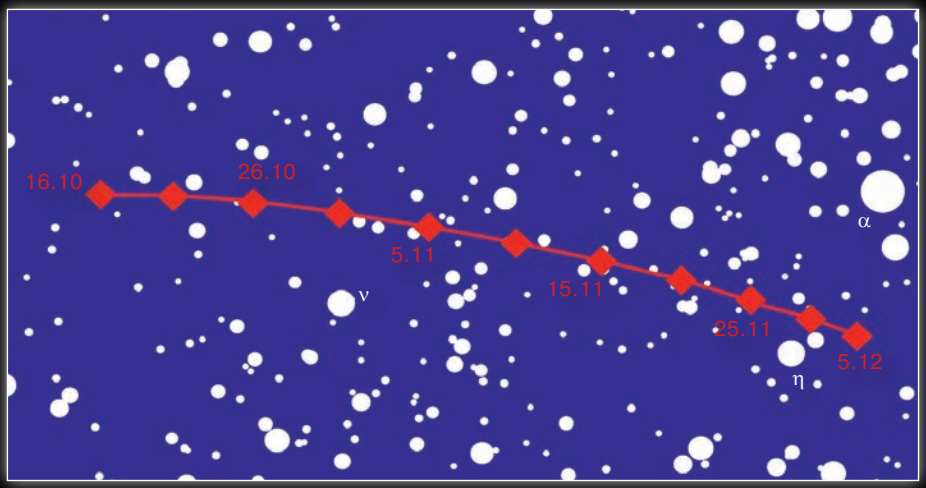
Управление аппаратом осуществляет ЦПИ НПО им. С.А.Лавочкина. Ежедневно проводятся два сеанса связи для передачи командно-программной и приема телеметрической информации.

В работе с радиотелескопом участвуют крупнейшие в России антенные комплексы П-2500 (диаметр 70 м) в приморском городе Уссурийске и ТНА-1500 (диаметр 64 м) в подмосковном поселке Медвежьи Озера. Для приема телеметрической информации с космического аппарата на малых расстояниях (до 100 тыс. км) используется антенна НС-3,7, расположенная на территории НПО им. С.А.Лавочкина.

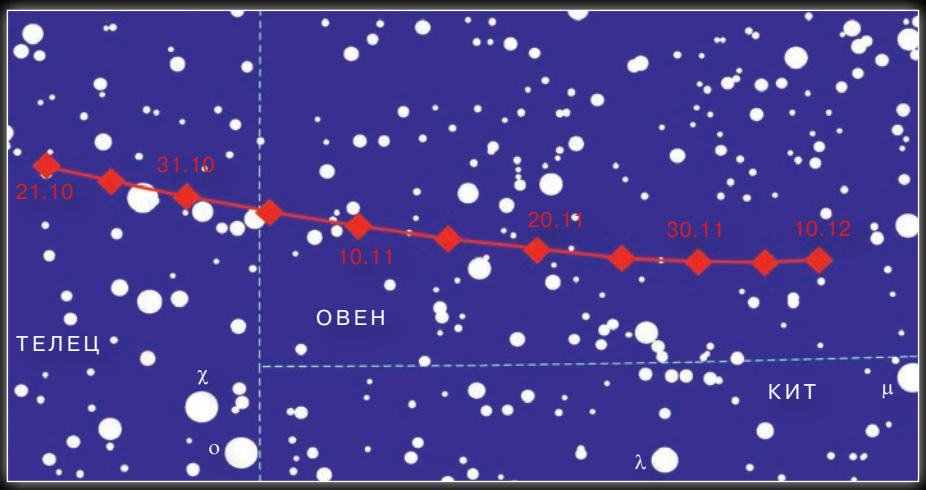
По материалам пресс-службы Роскосмоса и ФГУП «НПО им. Лавочкина»

[1] ВПВ №7, 2011, стр. 20

Небесные события ноября



Видимый путь астероида Амфитрита (29 Amphitrite) по созвездию Овна в октябре-декабре 2011 г.



Видимый путь астероида Гармония (40 Harmonia) в октябре-декабре 2011 г.

Тауриды и Леониды. В ноябре Земля пересекает три достаточно плотных метеорных роя. Два из них — Северные и Южные Тауриды — обязаны своим появлением короткопериодической комете Энке (2P/Encke).[1] Обычно по интенсивности они не уступают третьему — знаменитым Леонидам, порожденным кометой Темпеля-Таттла (55P/Tempel-Tuttle).[2] На пике активности «производительность» всех трех потоков может превысить 20 метеоров в час. С конца первой недели и почти до 20-х чисел ноября наблюдениям будет мешать Луна. Еще позже (25-26 ноября) наступит максимум слабого потока Андромедиды,[3] оставленного распавшейся в конце XIX века кометой Биэлы (3D/Biela[4]).

Ноябрьские астероиды. Сразу три сравнительно ярких объекта главного астероидного пояса в ноябре окажутся в противостоянии Солнцу с точки зрения наземных наблюдателей, причем два из них — Евномия (15 Eunomia) и Амфитрита (29 Amphitrite) — относятся к крупнейшим представителям клас-

[1] ВПВ №2, 2007, стр. 36; №12, 2007, стр. 17; №6, 2008, стр. 10
[2] ВПВ №10, 2005, стр. 44
[3] Примерные координаты радианта: $\alpha = 1^h52^m$, $\delta = 38°$
[4] ВПВ №4, 2006, стр. 21

Когда верстался номер

Уважаемые читатели!

В прошлом номере нашего журнала (ВПВ №8, 2011, стр. 39) сообщалось, что 30 октября в большинстве стран мира, а в Европе — во всех, за исключением Российской Федерации, будет произведен ежегодный переход с летнего на стандартное поясное время. 15 сентября пресс-служба Госстандарта Беларуси сообщила о том, что в этой стране стрелки часов в октябре текущего года переводиться также не будут. Это решение принято с целью согласования исчисления времени с другими государствами-участниками Таможенного союза (РФ и Казахстаном).

20 сентября закон об отмене «зимнего времени» большинством голосов приняла Верховная Рада. Согласно этому постановлению, теперь Украина будет постоянно жить по времени, на час опережающему поясное и на 3 часа — всемирное. На момент сдачи номера в печать соответствующий законодательный акт еще не подписан главой государства, поэтому всех интересующихся дальнейшей судьбой стрелок украинских часов мы просим следить за сообщениями средств массовой информации.

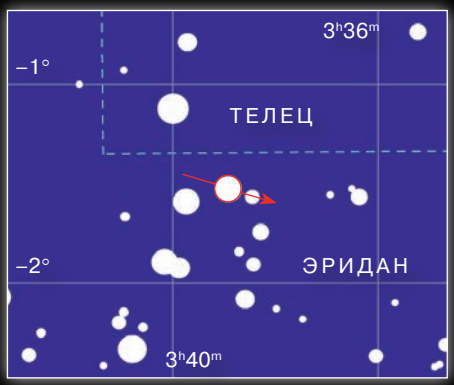
Редакция

са S («силикатные»), то есть состоят в основном из каменистых пород. Для обоих текущая оппозиция будет весьма удачной, поскольку у Евномии она произойдет тремя месяцами позже, а у Амфитриты — всего двумя месяцами ранее прохождения перигелия (ближайшей к Солнцу точки орбиты). 100-километровая Гармония (40 Harmonia) имеет одну из самых «круглых» орбит в поясе астероидов, поэтому условия ее видимости в основном зависят от максимальной высоты над горизонтом, на которой можно наблюдать этот объект в конкретной местности. Для жителей средних широт Северного полушария нынешнее появление Гармонии относится к благоприятным.

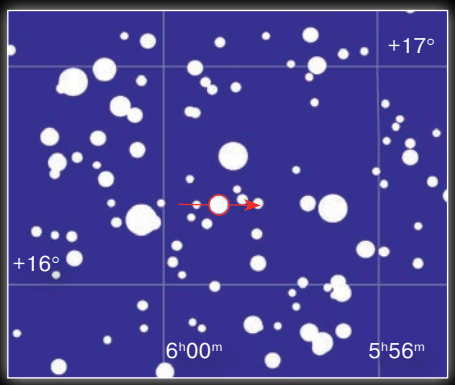
Примечательная и очень удобная для наблюдений оккультация звезды 7-й величины HIP 17017 в созвездии Эридана (недалеко от границы с Тельцом) астероидом Цуруи (5215 Tsurui) произойдет в ночь с 8 на 9 ноября. Астероидная «тень» с наибольшей вероятностью проследует вблизи российских городов Братск, Барнаул, Астрахань, Краснодар, а также около казахской столицы Астана. Максимальная продолжительность покрытия не превысит полутора секунд.

26 ноября после полуночи астероид Фройд (4342 Freud) на секунду с небольшим закроет звезду TYC 1312-1598 в созвездии Ориона. Полоса вероятного покрытия пройдет в окрестностях озера Зайсан, южнее Караганды, вблизи городов Актобе (Казахстан), Камышин (РФ), Харьков, Ивано-Франковск (Украина).

В ночь с 8 на 9 ноября состоится пролет вблизи Земли астероида 2005 YU55, открытого в декабре 2005 г. и с тех пор еще не подходившего к нашей планете настолько близко. Минимальное расстояние до него составит 85% среднего радиуса лунной орбиты. Этому событию посвящен отдельный материал в текущем номере журнала.



Оккультация звезды HIP 17017 (α = 3h38m55s, δ = −1°31'32") астероидом Цуруи (5215 Tsurui) в ночь с 8 на 9 ноября.



Оккультация звезды TYC 1312-1598 (α= 5h58m57s, δ = 16°22'24") астероидом Фройд (4342 Freud) 26 ноября. Координаты звезд даны на эпоху 2000.0. Детали явлений — в тексте.

Меркурий в вечерних сумерках. Как и все осенние периоды вечерней видимости ближайшей к Солнцу планеты, ее ноябрьское появление в наших широтах не будет особенно удачным для наблюдений. На 50° с.ш. интервал между окончанием гражданских сумерек и заходом Меркурия за горизонт достигнет 15 минут в конце 3-й недели ноября (вскоре после момента наибольшей восточной элонгации планеты), после чего начнет сокращаться. С 10 по 15 ноября задача отыскания Меркурия на небе значительно облегчится — менее чем в 2° от него расположится яркая Венера.

Календарь астрономических событий (ноябрь 2011 г.)

1 Максимум активности метеорного потока Южные Тауриды (до 10 метеоров в час; радиант: α = 3h28m, δ = 14°)
Максимум блеска долгопериодической переменной звезды V Единорога (6,0m)
2 16:38 Луна в фазе первой четверти
4 6h Луна (Ф = 0,65) в 5° севернее Нептуна (7,9m)
6 17-19h Луна (Ф = 0,85) закрывает переменную звезду 19X Рыб (4,9m). Явление видно на юге Украины, европейской части РФ, Центральной и Восточной Сибири, а также на Южном Кавказе, в Казахстане и Центральной Азии
23h Луна (Ф = 0,86) в 5° севернее Урана (5,8m)
Астероид Амфитрита (29 Amphitrite, 8,7m) в противостоянии, в 1,388 а.е. (208 млн. км) от Земли
8 13h Луна (Ф = 0,95) в апогее (в 406175 км от центра Земли)
21:28-21:33 Астероид Цуруи (5215 Tsurui, 15,5m) закрывает звезду HIP 17017 (7,4m)
23:30 Астероид 2005 YU55 в 0,0022 а.е. (325 тыс. км) от центра Земли
9 16h Луна (Ф = 0,99) в 4° севернее Юпитера (−2,7m)
21h Нептун (7,9m) проходит конфигурацию стояния
10 20:15 Полнолуние
11 3h Марс (1,0m) в 1,5° севернее Регула (α Льва, 1,3m)
4-5h Луна (Ф = 1,00) закрывает звезду δ Овна (4,3m) для наблюдателей юга Молдовы и Украины
12 16h Луна (Ф = 0,97) в 5° севернее Альдебарана (α Тельца, 0,8m)
Астероид Гармония (40 Harmonia, 9,4m) в противостоянии, в 1,202 а.е. (216 млн. км) от Земли
13 8h Меркурий (−0,2m) в 2° южнее Венеры (−3,9m)
17-19h Луна (Ф = 0,92) закрывает звезду 114 Тельца (4,9m). Явление видно на востоке Украины и Беларуси, в европейской (кроме северо-запада) и азиатской части РФ, в Казахстане
Максимум активности метеорного потока Северные Тауриды (до 30 метеоров в час; радиант: α = 3h31m, δ = 21°)
14 9h Меркурий (−0,2m) в наибольшей восточной элонгации (22°45')
11h Сатурн (0,8m) в 4° севернее Спики (α Девы, 1,0m)
17 16-18h Луна (Ф = 0,60) закрывает звезду Акубенс (α Рака, 4,2m) для наблюдателей северо-востока Казахстана и восточной половины азиатской части РФ
Максимум активности метеорного потока Леониды (20-30 метеоров в час; радиант: α = 10h13m, δ = 22°)
18 15:10 Луна в фазе последней четверти
22h Луна (Ф = 0,47) в 6° южнее Регула
19 3h Луна (Ф = 0,45) в 7° южнее Марса (0,9m)
22 18h Луна (Ф = 0,10) в 3° южнее Спики
20h Луна (Ф = 0,09) в 7° южнее Сатурна (0,8m)
23 23h Луна (Ф = 0,03) в перигее (в 359690 км от центра Земли)
24 10h Меркурий (0,5m) проходит конфигурацию стояния
25 6:10 Новолуние
22:25-22:35 Астероид Фройд (4342 Freud, 16,5m) закрывает звезду TYC 1312-1598 (8,7m)
27 4h Луна (Ф = 0,05) в 2° севернее Венеры (−3,9m)
28 Астероид Евномия (15 Eunomia, 7,9m) в противостоянии, в 1,240 а.е. (185,5 млн. км) от Земли

Время всемирное (UT)

Первая четверть	16:38 UT	2 ноября
Полнолуние	20:15 UT	10 ноября
Последняя четверть	15:10 UT	18 ноября
Новолуние	06:10 UT	25 ноября

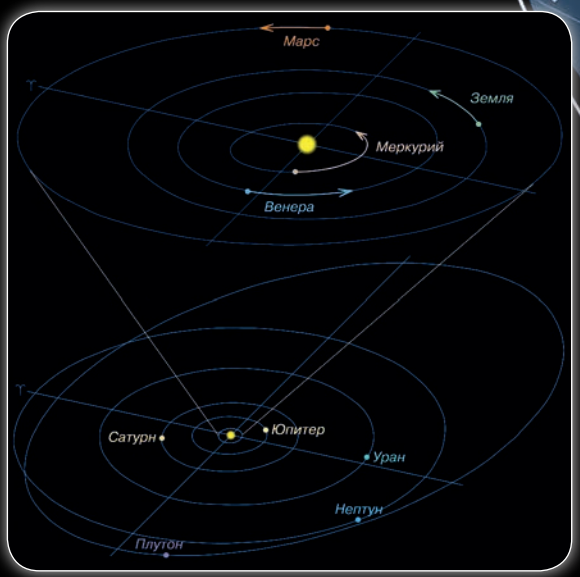
Вид неба на 50° северной широты:
1 ноября — в 23 часа местного времени;
15 ноября — в 22 часа местного времени;
30 ноября — в 21 час местного времени

Положения Луны даны на 20^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 ноябре 2011 г.



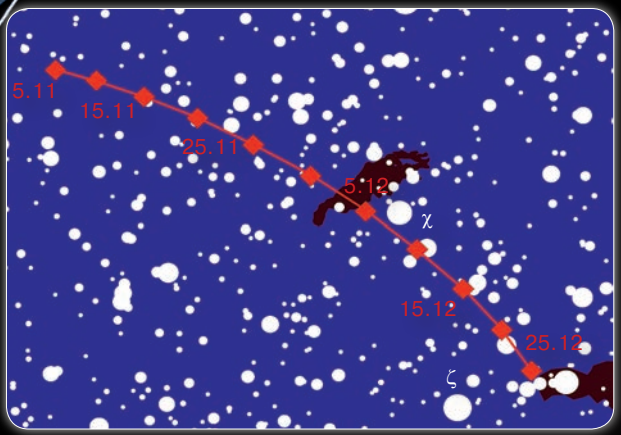
Иллюстрации
Дмитрия Ардашева

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





Видимый путь астероида Евномия (15 Eunomia) по созвездию Персея в ноябре-декабре 2011 г.



KONUS KONUSTART 900

Konus Konustart 900 — телескоп-рефрактор с объективом диаметром 60 мм, предназначенный для начинающих любителей астрономии. Он оснащен электрофокусером. и классической экваториальной монтировкой с электродвигателем на оси прямого восхождения. В качестве главной задачи производители данного модельного ряда выбрали обеспечение мобильности и простоты работы с инструментом.

Транспортировка такого телескопа действительно очень проста: вес монтировки с трубой составляет всего-навсего 5 кг. Тренога, имеющая в рабочем положении высоту 116 см, легко складывается до 69 см и не занимает много места. Весь комплект укладывается в компактный кофр для переноски. Данная модель идеальна для тех, кто любит путешествовать или наблюдать звездное небо вдали от дома (в наше время у жителей крупных городов зачастую просто нет другого выхода). Монтировка имеет ручки микрометрического наведения по обеим осям, что немаловажно для «нацеливания» на объект и последующего удержания его в поле зрения.

Наблюдения. Объектив телескопа имеет качественную ахроматическую просветленную оптику. Малая апертура частично компенсируется большим фокусным расстоянием (900 мм), позволяющим получить неплохое качество изображения при увеличениях, обеспечиваемых прилагаемыми окулярами (с фокусами 8 и 20 мм). Такие окуляры подходят для наблюдений планет, звездных скоплений, сравнительно ярких туманностей. Линза Барлоу, также входящая в комплект, может удвоить кратность телескопа. Максимальное полезное увеличение составляет 120×, однако с использованием комбинации линзы Барлоу и 8-миллиметрового окуляра можно получить увеличение 225×, имеющее, впрочем, смысл только при идеальных атмосферных условиях. С помощью Konus Konustart 900 можно разрешить на компоненты двойные звезды с видимым расстоянием более 2", наблюдать звездообразные объекты с блеском выше 11,5 звездной величины. Ему доступны почти все объекты каталога Мессье — правда, большинство из них не продемонстрируют каких-либо деталей, оставаясь туманными пятнами неопределенных очертаний. При стабильной атмосфере на Луне видны кратеры диаметром 5-7 км (в стандартной комплектации имеется лунный фильтр). Во время противостояний Марса на нем можно разглядеть полярные шапки и крупные контрастные детали поверхности. Хорошо заметны фазы Венеры, хуже — фазы Меркурия. Большое Красное Пятно на Юпитере видно с трудом; намного легче наблюдать экваториальные облачные пояса планеты и галилеевы спутники. У Сатурна можно увидеть кольцо и спутник Титан. При максимальном увеличении различимы диски Урана и Нептуна. Солнечные пятна следует наблюдать ТОЛЬКО через специальный апертурный фильтр, не входящий в комплектацию инструмента.



Для удобства на телескопе установлен электрофокусер — это дает возможность наводить резкость, не прикасаясь к трубе и не создавая тем самым вибрацию, мешающую наблюдениям. Наведение на небесные объекты производится с помощью искателя типа «red dot». Оборачивающая призма, изгибающая оптическую ось на 90°, позволит получить прямое (не перевернутое и не зеркальное) изображение, тем самым облегчая наблюдения за земными объектами. В целом Konus Konustart 900 как инструмент начального уровня обладает большими возможностями. У данной модели много положительных сторон — от легкости и компактности до удобства в обращении. Освоив этот телескоп, начинающий любитель астрономии сможет без труда ознакомиться с главными достопримечательностями звездного неба, после чего переходить к более сложным моделям.

Александр Захаров

Приобрести данную,
а также другие модели телескопов
можно в интернет-магазине ASTROSPACE
Адрес сайта: WWW.ASTROSPACE.COM.UA

Когда взлетает рыба

Фантастический рассказ

Майк Гелприн

Корабль с Земли прибыл ранним утром, затемно. Лейтенант Дювалье хмуро козырнул троим выбравшимся из него штатским.

— Нам необходимо переговорить с полковником Каллаханом, — сказал, шагнув к Дювалье, один из прибывших. — Дело не терпит отлагательств.

— Полковник на позициях, — лейтенант с трудом подавил раздражение. «Не терпит отлагательств», видите ли. — С восходом ожидается атака. Не думаю, что вам удастся увидеть полковника, пока она не закончится.

— Хорошо, мы подождем. Куда прикажете?

— Пойдемте в штаб.

* * *

Рыбы взлетели утром, едва рассвело. Оторвались от мутно-зеленой, тронутой рябью поверхности залива, набрали высоту, выстроились в клин и потянулись к берегу.

Задрав голову, полковник Каллахан мрачно смотрел, как стая пересекла береговую линию и прошла над позициями. Раньше, в первые дни после высадки, летучих рыб отстреливали. Переводили на них боеприпасы, а подраненных тащили в лабораторию. Потом перестали. Устройство этих тварей было примитивным, как разовый фотоаппарат. Даже если перебить весь косяк — сделать моментальный снимок и передать его на глубину рыбы успевали.

Полковник двинулся в тыл. От бессильной ярости у него дергался кадык, пальцы судорожно сжимались в кулаки. Появление рыб означало неминуемую атаку. Как только на дне обработают поступившую от летучей разведки информацию, она и начнется.

…Началось, едва Каллахан добрался до штаба. Залив вскипел, набух опухолями лопающихся водяных пузырей, вздыбился и вышвырнул на берег первый эшелон атакующих. Ощерившись уродливыми клешнястыми жвалами, сцепившись членистыми суставчатыми конечностями, заплетя в узлы страшные полуметровые щупальца, крабо-спруты образовали вал. На секунду он замер, затем дрогнул и покатился на позиции, а из воды уже лез, карабкался, пер на берег второй эшелон.

Каллахан поднес к глазам бинокль. Из окон угнездившегося на вершине холма штаба атака смотрелась, словно брутальный перформанс с театральной галерки. Вот первая линия обороны огрызнулась лучами врытых в грунт станковых лазеров. Вал атакующих надломился, окутался розовым маревом и, разрезанный по периметру, рухнул, распался на пульсирующие клубки хитиновых тел, а на его месте уже набухал, дыбился, щерился клешнями и щупальцами второй.

Через полчаса первую линию обороны смяли. Волны атакующих, вбирая в себя уцелевших особей, покатились вверх по пологому прибрежному склону.

— Гады, сволочи, — вслух бранился полковник, до крови прокусывая губы. Там, в полумиле ниже по склону, похороненные под хитиновым покрывалом, гибли боевые роботы и умирала обслуга — его ребята, космический десант, бригада Каллахана, лучшие из лучших.

Бригадой полковник командовал не первый год. Ему давно уже полагались генеральские звезды, однако в штабе Верховной Ассамблеи не спешили, стараясь держать грубоватого вояку на периферии, подальше от земной политики и штабных интриг.

До третьей, последней линии обороны дело не дошло. Вторая линия, пополненная спасшимися из первой, рявкнула огневым залпом и, затопив склон пламенем, выстояла. Атака захлебнулась. Уцелевшие крабо-спруты, на ходу группируясь в клубки и стаи, откатились в море.

— Визитеры с Земли, господин полковник, — отчеканил за спиной лейтенант Дювалье. — Трое, прибыли перед самой атакой. Просят аудиенции. Прикажете впустить?

— Их здесь только не хватало, — пробормотал Каллахан в сердцах. — Инспектора, тудыть их. Ладно, пускай заходят.

Инспекторов и прочую тыловую перхоть полковник не жаловал. Будь он на месте умников, затеявших экспансию на эту проклятую планету, ни одного рекрута на ней бы давно не осталось. И плевать он хотел на то, что здесь идеальные условия для поселения человеческой расы. Какие они, к чертям, идеальные, когда океан забит этой дрянью… и с каждым днем ее только прибывает.

— Здравствуйте, полковник. Я — старший инспектор Родригес. Это доктор Блюм, а это — Иван, специалист, фамилии у него нет.

Каллахан оглянулся. Штатские стояли в дверях. Прилизанный сухопарый пижон, очкастый крючконосый толстяк и насупленный мрачный верзила с массивной челюстью и буйной порослью на угрюмой разбойничьей роже.

— Иван посидит пока снаружи, — властно распорядился Родригес. — Ему присутствовать при разговоре ни к чему. Вы позволите?

Каллахан кивнул на кресла. Сейчас начнется, раздраженно подумал он. Лекции и агитки за храбрость и героизм. Вас бы, красавчиков, туда, на склон, а я бы поглядел, как вы геройствуете.

— Мы кое-что вам покажем, — Родригес протянул полковнику плоский матовый кругляш размером с ноготь, — а потом поговорим. На этом чипе — кадры киносъемки. Будьте любезны, скормите его какой-нибудь электронике.

— Новая инициатива с Земли? — Каллахан, не скрывая сарказма, хмыкнул. Наверняка очередная блажь, демонстрация работы затейливого подводного шпиона или робота-контактера. А членистоногие плевать хотели на любые контакты. И вообще: какие могут быть контак-

ты со стадом? Или, скорее, с роем, в котором ценность жизни отдельного индивида равно нулю? Да, конечно, на глубине окопались более развитые особи, дистанционно командующие этим пушечным мясом. С батискафов их видели — та же членистоногая сволочь, только размером с танк. Кто, однако, сказал, что они разумные? Скорее, аналоги муравьиных или пчелиных маток…

Полковник погрузил матовый кругляш в гнездо на торце персоналки, бросил небрежный взгляд на экран. В следующий момент он подобрался, тряхнул головой и вгляделся пристальнее. Ошеломленно посмотрел на Родригеса. Затем впился в экран взглядом.

— Кадры подлинные? — сарказма в голосе Каллахана больше не было.

— Разумеется.

Полковник завороженно смотрел на сменяющиеся на экране фрагменты киносъемки. На всех был запечатлен верзила Иван. Стелющийся в намете во главе волчьей стаи. Несущийся, сминая ковыль и чертополох, в конском табуне. С ног до головы облепленный гадюками. Терзающий узкую и длинную серебристую рыбину на пару с трехметровым крокодилом. Пасущийся на скалистом склоне в стаде горных козлов…

— Что это значит? — Каллахан пришел в себя.

— Вы читали древнюю сказку про Маугли? — вопросом на вопрос ответил очкастый доктор Блюм.

— Да. В детстве.

— Иван — современный Маугли. Вскормлен медведицей в тайге, до двадцатилетнего возраста в ней и жил. Он умеет ладить со зверьем. С любым. Хотите посмотреть кадры с акулами? Есть также с гепардами, с тиграми, со стервятниками…

— Не надо. Верю, — полковник поднялся. — Позовите его, я хотел бы задать пару вопросов.

— Иван не поймет вас. Он не говорит ни на одном из человеческих языков. — Блюм сверкнул очками. — А вы не поймете его. Я — единственный человек, который умеет с ним общаться. Для этого мне пришлось выучить… Знаете, это даже языком назвать трудно. Впрочем, сейчас услышите.

Блюм внезапно скривился, оскалился и издал серию резких отрывистых звуков. Каллахан вздрогнул. На человеческую речь звуки походили мало, в них было больше от рычания зверя.

Иван появился на пороге.

— Как именно он ладит с животными? — повернулся полковник к доктору.

Тот произвел новую череду лающих, взревывающих и рыкающих звуков. Иван немедленно разразился ответной акустической тирадой.

— Он не может объяснить. И я не могу. Он просто, — доктор Блюм щелкнул пальцами, — становится зверем. Хочет — медведем. Тигром, кабаном, росомахой, дельфином… Хочет — щенком, мальком, птенцом, подсвинком. Хочет — первоярком или зрелой особью. Или секачом, вожаком стаи.

— И он сумеет договориться с этими?..

— Тоже не знаем. Ни он, ни я. Будь это земная фауна, я однозначно сказал бы «да». С местной шансы невелики. Но он попытается.

— Как он попытается? — полковник выругался. — Они его растерзают! Полчища этой дряни топят корабли, подводные лодки, крушат батискафы. Его сожрут живьем. К тому же… он что, может дышать под водой?

— Дышать не может, — ответил доктор устало. — Но находиться под водой способен довольно долго. Раз в пять-шесть минут ему необходимо вынырнуть на поверхность, чтобы глотнуть воздуха. Давайте не будем терять времени, полковник. Прикажите пропустить Ивана на берег. Дальше он все сделает сам.

* * *

На берегу Иван сбросил одежду, нагишом шагнул в воду. Нырнул вперед головой, по поверхности разошлись концентрические круги.

— Знаете, — задумчиво проговорил доктор, — я верю, что у него получится. Я очень не хотел рисковать им, это уникальный человек, второго такого на Земле нет.

— А что, собственно, получится? — полковник скрестил руки на груди. — Допустим, он найдет с крабоспрутами общий язык. И что дальше? Попросит их оставить нас в покое? А вот с чего бы им соглашаться на это?

— Он… — доктор, не закончив фразы, замер, оцепенело глядя в сторону берега. — О, господи!

Из воды, вминая в грунт страшные уродливые конечности и поводя клешнями над опутанной щупальцами головогрудью, вылезало жуткое исполинское чудовище.

На позициях бросились к лучеметам десантники. Полковник выдернул из кобуры импульсный разрядник, обхватил обеими ладонями рукоятку, навел ствол.

— Вы что творите? — метнулся к нему Родригес. — Не стрелять! — надрываясь, заорал он, обернувшись к солдатам. — Вы что, не видите, что происходит?

— Что происходит? — эхом откликнулся Каллахан.

— Иван сейчас у них. Они в ответ, в знак доброй воли, прислали заложника!

Полковник крякнул. Сказанное походило на правду.

— И что теперь будем делать? — спросил он, пряча разрядник в кобуру.

— Ждать.

* * *

Ждать пришлось больше суток. Все это время гигантский крабоспрут провел на берегу, изредка охлаждая конечности и щупальца в воде и не обращая внимания на перемещающиеся вдоль туловища красные точки лазерных прицелов.

Иван появился под вечер. Вымахнул на поверхность залива в полусотне ярдов от берега и, грудью раздвигая воду, двинулся на сушу. Заложник встрепенулся, его уродливое тело оторвалось от грунта, перебирая конечностями, покатилось навстречу.

На мелководье они разминулись. Крабо-спрут, окатив на прощанье человека фонтаном брызг, ушел под воду.

— Пойдемте в штаб, — быстро проговорил доктор, обменявшись с Иваном чередой лающе-рыкающих звуков. — То, что они предлагают — это, это…

* * *

— Утром мы с доктором улетим, — Родригес возбужденно вышагивал по комнате. — Иван останется. Аборигены гарантируют, что атак не будет, пока он здесь. Доктор, вы с ним закончили?

— Закончил, — Блюм потер руки.



— То, что он сделал — потрясающе, грандиозно. Это...

— Ну и прекрасно, — прервал его Родригес. — Иван может отправляться к нашим новым друзьям. Переведите ему, доктор. А мы пока займемся делами.

Каллахан проводил Ивана взглядом исподлобья. «К нашим новым друзьям»! Каково, а?! Друзьям, мать их в перекрестье прицела!

— То, что предложили аборигены, — по-прежнему меряя шагами помещение, продолжил Родригес, — небывалая, редкостная удача. Если Верховная Ассамблея пойдет на это, мы с вами станем миллионерами, господа. Да что там — миллиардерами! Как вам нравится такая перспектива, а, доктор? А вам, полковник?

Каллахан наградил инспектора брезгливым взглядом. Что взять со штатского пижона? Миллиардер, тудыть его...

Деньги полковника не интересовали. А этот при одном их смутном запахе забыл, что он — должностное лицо. А о том, что «наши новые друзья» уничтожили здесь десяток тысяч человек, наверное, и не помнил.

— Ну, и что они предложили? — не скрывая презрения в голосе, спросил Каллахан.

— Обмен. Они позволят землянам беспрепятственно владеть сушей этой планеты. Материками, континентами, архипелагами, островами — всем. Они готовы помогать и сотрудничать. Взамен...

— Что взамен? — Полковник почувствовал, как нечто липкое, вкрадчивое пробралось под грудину и нехорошей мутной волной омыло сердце.

— Взамен они хотят поселиться на Земле. Чтобы мы отдали им море.

Каллахан опешил. Липкая мутная волна отхлынула от сердца и плеснула в голову.

— Вы в своем уме? — выпалил он. — Вы, тыловая крыса, вы хоть отдаете себе отчет...

— Вы забываетесь, полковник. — Родригес наконец остановился. — У них перенаселение, так же, как у нас. Эта планета человечеству идеально подходит. Атмосфера, климат, полезные ископаемые... А им прекрасно подойдут земные океаны — мы ведь их практически не используем. Их раса так же разумна, как и наша, они...

— Вы спятили, Родригес, или как вас там! — полковник вскочил с кресла. — Эта разумная раса безо всякой причины истребила половину моих людей!

— Без причины, говорите? А представьте себе, что не мы без спроса высадились здесь, а они на Земле. И стали бы строить на дне океанов свои города. Как бы мы обошлись с ними?

— Плевать я хотел на ваши доводы! Вы что же, из тщеславия и корысти готовы подставить миллиарды землян? Отдать их на откуп этим тварям? После досужих слов какого-то дикаря?

— Иван не дикарь. Он такой же человек, как и мы с вами, ничуть не глупее любого из нас. За сутки он... Вы даже не способны оценить и понять, что удалось ему сделать. Ладно, полковник, сожалею, что пришлось разочароваться в вас. Я рассчитывал иметь в вашем лице союзника. Что ж... В любом случае, решать будет Ассамблея. Распорядитесь проводить нас к кораблю. Пойдемте, доктор.

— Послушайте, инспектор, — чеканя слова, проговорил Каллахан. — Мне страшно даже подумать, что какие-нибудь ловчилы в Ассамблее купятся на предложение этой сволочи. Вы хоть чуть-чуть, хоть на йоту понимаете, что вы затеяли? Степень опасности хотя бы немного доходит до ваших забитых жадностью и амбициями мозгов?

— Доходит, доходит. Счастливо оставаться, полковник.

Каллахан рванул из кобуры разрядник. В следующий момент вспышка поглотила инспектора. Пронзительно, истошно завизжал очкастый Блюм. Еще одна вспышка — и визг прекратился.

— Лейтенант Дювалье! — рявкнул полковник.

— Да, сэр! — адъютант, глядя на Каллахана округлившимися от недоумения и страха глазами, застыл на пороге.

— Наших гостей постигло несчастье. Они погибли во время атаки. Моя вина, не углядел. Вы что-то хотите сказать?

— Никак нет, сэр.

— Вот и прекрасно. Распорядитесь убрать отсюда эту падаль, — полковник кивнул на трупы. — По войскам зачитайте приказ. Тот молодчик, который был с ними — он сейчас милуется с этой подводной дрянью. Ему, однако, необходимо дышать, так что раз в пять-шесть минут его голова, возможно, будет появляться на поверхности. Парню, который ее снесет — повышение в звании, трехмесячный оклад и внеочередной отпуск. Все поняли? Выполняйте!

* * *

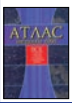
День спустя награда нашла героя. Досталась она пожилому капралу, ветерану десанта, снайперу. Каллахан приказал выставить горькую и лично присутствовал на обмывании нашивок новоиспеченного сержанта. Под вечер полковник был изрядно пьян, хотя на ногах держался уверенно.

А на следующее утро с поверхности залива взлетели рыбы. Как обычно — едва рассвело.

На этот раз вторая линия обороны была сломлена, но третья устояла. Наблюдая из окон штаба, как гибнет членистоногая сволочь, полковник Каллахан улыбался...

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Представляем вам книги на астрономическую тематику

Индекс, автор, название, аннотация	Цена, грн.
 Б020. **Белов Н. В. Атлас звездного неба: Все созвездия северного и южного полушарий / / Приложение: Карта экваториального пояса звездного неба.** Книга является подробным и в то же время простым руководством по изучению астрономических объектов и явлений. Астрономам-любителям предлагается вся необходимая информация о планетах, звездах, туманностях, далеких галактиках, а также о достижениях мировой науки в области исследования космоса, даются рекомендации по выбору оптических приборов, способам и времени наблюдения различных небесных объектов.	140,00
 В010. **Виленкин А. Мир многих миров.** Все мы живем среди осколков огромного взрыва, случившегося около 14 миллиардов лет тому назад и положившего начало нашей Вселенной. Однако что предшествовало этому грандиозному событию? И какова вероятность того, что, помимо нашего мира, где-то существуют другие? В своей популярно написанной книге физик, профессор университета Тафтса (США) Алекс Виленкин знакомит читателя с последними научными достижениями в сфере космологии и излагает собственную теорию, доказывающую возможность – и, более того, вероятность – существования бесчисленных параллельных вселенных. Выводы из его гипотезы ошеломляют: за границами нашего мира раскинулось множество других миров, похожих на наш или принципиально иных, населенных невообразимыми созданиями или существами, неотличимыми от людей. Идеи Виленкина оказались настолько ясными, убедительными и в то же время революционными, что в одночасье превратили скромного кабинетного ученого в звезду популярных ток-шоу, а его книгу – в международный бестселлер, получивший колоссальный общественный резонанс.	140,00
 Г018. **Гриб А.А. Основные представления современной космологии.** В настоящем учебном пособии изложены основные представления современной релятивистской космологии. После краткого рассмотрения принципов специальной и общей теории относительности, лежащих в основе современной космологии, обсуждаются свойства черных дыр, темной материи и космологической постоянной, а также стандартная модель, основанная на модели расширяющейся Вселенной Фридмана; затронуты проблема сингулярности и антропный принцип в космологии.	160,00
 Г020. **Грин Б. Ткань космоса. Пространство, время и текстура реальности.** Брайан Грин – один из ведущих физиков современности, автор "Элегантной Вселенной" – приглашает нас в очередное удивительное путешествие вглубь мироздания, которое поможет нам в совершенно ином ракурсе взглянуть на окружающую нас действительность. В книге рассматриваются фундаментальные вопросы, касающиеся классической физики, квантовой механики и космологии.	230,00
 Г021. **Грин Б. Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории.** Сочетая научное осмысление и изложение, столь же элегантное, как и объяснения, даваемые теорией, Брайан Грин срывает завесу таинства с теории струн, чтобы представить миру Вселенную, состоящую из 11 измерений, в которой ткань пространства рвется и самовосстанавливается, а вся материя – от наименьших кварков до самых гигантских галактик – порождена вибрациями микроскопически малых петель энергии.	150,00
 Г030. **Голдберг Д. Вселенная. Руководство по эксплуатации. Как выжить среди черных дыр, временных парадоксов и квантовой неопределенности.** Эта книга – идеальный путеводитель по самым важным и, конечно же, самым упоительным вопросам современной физики: "Возможны ли путешествия во времени?", "Существуют ли параллельные вселенные?", "Если Вселенная расширяется, то куда она расширяется?", "Что будет, если, разогнавшись до скорости света, посмотреть на себя в зеркало?", "Зачем нужны коллайдеры частиц и почему они должны работать постоянно?" Юмор, парадоксальность, увлекательность и доступность изложения ставят эту книгу на одну полку с бестселлерами Я.Перельмана, С.Хокинга, Б.Брайсона и Б.Грина!	74,00
 Д009. **Данлоп С. Атлас звездного неба.** Атлас предназначен для того, чтобы обеспечить любителей астрономии всей необходимой информацией, позволяющей им легко прокладывать путь по ночному небу. Он включает карты, охватывающие большие участки неба, и более детальные карты каждого созвездия в отдельности.	240,00
 З020. **Зигуненко С.Н. Тайны жизни во Вселенной.** Как обороняться от метеоритов? На кого похожи инопланетяне? Когда на Земле жили хоббиты? Умеют ли муравьи считать? Будут ли судить обезьян судом присяжных? Автор увлекательно рассказывает об этих и других загадках и тайнах нашей Вселенной. Любознательные читатели, которым адресована эта книга, обязательно найдут в ней ответы на разнообразные необычные вопросы.	40,00
 К020. **Куликовский П.Г. Справочник любителя астрономии.** В настоящем справочнике излагаются задачи и методы современной астрономии, дается описание небесных объектов – звезд, планет, комет и др. Описываются методы астрономических наблюдений, доступные любителям со скромными средствами. Обширный справочный материал полностью обновлен и отражает достижения последних лет. Справочник предназначен для астрономов-любителей, преподавателей астрономии в средней школе, участников астрономических кружков, лекторов. Он будет полезен также специалистам-астрономам и сотрудникам станций наблюдений за искусственными спутниками Земли.	260,00
 К040. **Кристофер де При, Аксельрод А. Занимательная астрономия. Все тайны Вселенной.** Бóльшая часть информации о Вселенной была получена всего лишь за последние пятьдесят лет, а современные открытия свидетельствуют о том, что мы только приоткрываем завесу тайны. Эта книга содержит сведения обо всех последних технических достижениях, самых свежих данных и новейших теориях, касающихся изучения Вселенной. В книге вы найдете: информацию относительно возможности жизни на Марсе; сведения об открытиях планетных систем у других звезд; новые наблюдательные данные, подтверждающие ускоренное расширение Вселенной; размышления ученых о внеземных цивилизациях.	70,00
 Л030. **Лапина И. Ананьева Е. Мирнова С. Звездное небо. Иллюстрированная энциклопедия.** В энциклопедии "Звездное небо" читателю откроется бескрайний мир Вселенной. Он узнает о далеких галактиках, туманностях и звездах, строении Солнечной системы, особенностях планет и малых небесных тел. Красочные иллюстрации, схемы и современные фотографии помогут лучше представить себе процессы, происходящие в космосе. Книга адресована школьникам среднего и старшего возраста, а также всем, кто интересуется звездным небом, и может быть использована как наглядное пособие на уроках астрономии.	140,00
 Л040. **Леви Д. Путеводитель по звездному небу.** Путеводитель по завораживающим красотам ночного небосклона. Помимо карт звездного неба, книга содержит сведения об интереснейших астрономических объектах, рекомендации по их наблюдениям, а также описания необходимых инструментов.	260,00
 П011. **Перельман Я.И. Занимательный космос. Межпланетные путешествия.** «Это сочинение явилось первой в мире серьезной, хотя и вполне общепонятной книгой, рассматривающей проблему межпланетных перелетов и распространяющей правильные сведения о космической ракете...». К.Э. Циолковский	54,00

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://astrospace.com.ua/ в разделе «Литература»
- по почте на адрес редакции: 02097, г. Киев, ул. Милославская, 31-б, к.53.

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

Индекс, автор, название, аннотация	Цена, грн.
 Р030. **Рандзини Д. Космос.** Если вы хотите совершить путешествие по нашей Солнечной системе, выйти за ее пределы и, пройдя сквозь звездные скопления и туманности Млечного Пути, добраться до границ Вселенной – прочтите эту книгу. В ней изложены фундаментальные положения астрономии, описаны основные небесные тела и все 88 созвездий, к которым прилагаются их карты, а также приборы, с помощью которых можно наблюдать за многочисленными объектами Вселенной. Издание прекрасно иллюстрировано и сможет стать подробным руководством по изучению звездного неба.	74,00
 Р040. **Ридпат И., Тирион У. Космос. Все обо всем. Мини-энциклопедия.** Небольшая энциклопедия пригодится всем, кто изучает звездное небо. Она будет полезна людям, которые решили приобрести телескоп, и вообще начинающим любителям астрономии. Рассмотрены 88 созвездий двух полушарий. Представлены советы по организации наблюдений за небесными телами. Описаны также астрономические объекты: туманности, звездные скопления, наиболее яркие звезды.	42,00
 С050. **Семке А. Увлекательная астрономия. Мифы и легенды звездного неба. Интересные факты. Задачи и практические работы.** Предлагаемая юным читателям книга познакомит их с мифами и легендами разных народов о звездах, происхождении Земли и Вселенной. Интересные факты, задачи и практические работы повысят интерес к астрономии.	100,00
 Ч022. **Чернин А.Д. Физика времени.** Понятие времени – одно из самых фундаментальных в нашей системе знаний. В простой и наглядной форме, без использования математических формул автор рассказывает о развитии научных представлений о времени, об основных идеях современной физической концепции времени. Дается изложение важнейших вопросов физики, связанных с природой времени: однородность времени и закон сохранения энергии, относительность одновременности, световой конус и причинность, время вблизи черной дыры, прошлое и будущее Вселенной, время в микромире, стрела времени.	80,00
 Ш040. **Шимбалев А.А. Атлас звездного неба.** В данном атласе вы найдете карты 88 созвездий северного и южного полушарий неба. Книга знакомит с легендами и историей появления названий различных созвездий. Здесь же вы найдете карту естественного спутника Земли – Луны, а также хронологию ее исследования. Издание предназначено широкому кругу читателей.	116,00

Индекс, автор, название	Цена, грн.
ОК11. **Одесский астрономический календарь на 2011 г.**	35,00
ГАО11 (Укр.). **Астрономічний календар на 2011 р. (ГАО НАНУ).**	35,00
БК12 (Укр). **Буромський. М.І., Мазур В.Й. авт.-сост. Шкільний астрономічний календар на 2011-2012 навчальний рік.**	15,00
Б010. **Бааде В. Эволюция звезд и галактик.**	42,00
Г010. **Гамов Г.А. Мистер Томпкинс исследует атом.**	52,00
Г012. **Гамов Г., Стерн М. Мистер Томпкинс в Стране Чудес.**	65,00
Г013. **Гамов Г., Ичас М. Мистер Томпкинс внутри самого себя. Приключения в новой биологии.**	80,00
Е010. **Ефремов Ю.Н. Вглубь Вселенной.**	65,00
Е011. **Ефремов Ю.Н. Звездные острова.**	85,00
Е012. **Ефремов Ю.Н. Млечный Путь.**	30,00
З010. **Засов А.В., Кононович Э.В. Астрономия. Учебное пособие.**	150,00
К010. **Кононович Э.В., Мороз В.И. Общий курс астрономии.**	175,00
К011. **Кононович Э.В. Солнце – дневная звезда.**	60,00
К030. **Карпенко Ю.А. Названия звездного неба.**	70,00
К041 (Укр). **Киселевич Л.С. Порівняльна планетологія.**	100,00
М010. **Масликов С. Ю. Дракон, пожирающий Солнце.**	85,00
П010. **Перельман Я.И. Занимательная астрономия.**	60,00
П020. **Попов С.Б., Прохоров М.Е. Звезды: жизнь после смерти.**	30,00
П030. **Попова А.П. Занимательная астрономия.**	66,00
П031. **Попова А.П. Астрономия в образах и цифрах.**	60,00
Р020. **Руденко В. Поиск гравитационных волн.**	30,00
С010. **Сажин М.В. Современная космология в популярном изложении.**	66,00
С031. **Сурдин В.Г. Астрология и наука.**	35,00
С033. **Сурдин В.Г. Небо и телескоп.**	149,00
С035. **Сурдин В.Г. Неуловимая планета.**	30,00
С036. **Сурдин В.Г. НЛО: записки астронома.**	30,00
С037. **Сурдин В.Г. Звезды.**	160,00
С038. **Сурдин В.Г. Солнечная система.**	145,00
С040. **Сурдин В.Г. Астрономические задачи с решениями.**	95,00
С041. **Сурдин В.Г. "Путешествия к Луне: Наблюдения, экспедиции, исследования, открытия".**	180,00
Т030. **Теребиж В.Ю. Современные оптические телескопы.**	58,00
Х010. **Халезов Ю.В. Планеты и эволюция звезд. Новая гипотеза происхождения Солнечной системы.**	45,00
Х020. **Хван М.П. Неистовая Вселенная: От Большого взрыва до ускоренного расширения, от кварков до суперструн.**	115,00
Ч010. **Черепащук А.М. Черные дыры во Вселенной.**	30,00
Ч020. **Чернин А.Д. Звезды и физика.**	60,00
Ч021. **Чернин А.Д. Космология: Большой взрыв.**	30,00
Ш010. **Шварцшильд М. Строение и эволюция звезд.**	125,00
Ш080. **Шульман М.Х. Теория шаровой расширяющейся Вселенной. Природа времени, движения и материи.**	45,00
Я040. **Янчилина Ф. По ту сторону звезд. Что начинается там, где заканчивается Вселенная?**	60,00

заказать в нашей редакции:

В РОССИИ

- по телефонам: (499) 253-79-98; (495) 544-71-57
- по электронному адресу: elena@astrofest.ru
- в Интернет-магазинах
  http://www.sky-watcher.ru/shop/ в разделе «Книги, журналы, сопутствующие товары»
  http://www.telescope.ru/ в разделе «Литература»
- по почте на адрес редакции:
  г. Москва, М. Тишинский пер., д. 14/16

КИЕВСКИЙ ПЛАНЕТАРИЙ

Приглашает:

Обучайтесь в Планетарии:

Абонементы в помощь школьной программе
Лекции на иностранных языках
Школа астрономии
Заказ отдельных учебных программ
Художественная студия

Обучайтесь в Планетарии:

Всех, от 5 до 105 лет, ждем на наших сеансах на выходных, по праздникам и в дни школьных каникул. Сеансы проходят в 11-00, 12-30, 14-00 и 16-00. Приглашаем на вечерние сеансы - каждую субботу в 18-00!

Празднуйте в Планетарии:

Любой праздник: семейный, корпоративный, признание в любви, поздравление друзей!

КИЕВ, Б.ВАСИЛЬКОВСКАЯ, 57/3, ТЕЛ.:287-75-08 WWW.PLANET.ORG.UA